

# EXPERIENCIAS E IDEAS PARA EL AULA

## GEOLOGÍA PLANETARIA EN EL AULA Y FUERA DE ELLA: DEL INSTITUTO A LAS FERIAS DE LA CIENCIA

*Planetary Geology in and out of the classroom: from Secondary School to Science Fairs*

Concha López-Llamas (\*), Gabriel Castilla (\*\*), Miguel Ángel de Pablo (\*\*\*) y Luís Martín (\*\*\*\*)

### RESUMEN

“*Geodiversidad en el Sistema Solar*” es un proyecto de innovación didáctica en el campo de las Ciencias Planetarias que se viene desarrollando en el I.E.S. María Zambrano de Leganés (Madrid) desde hace tres años. Con el objetivo de dar a conocer este proyecto a los ciudadanos, los autores trasladamos los conceptos trabajados en el aula a diversas Ferias de la Ciencia. En este trabajo presentamos una visión general de las numerosas actividades y experiencias diseñadas, creadas y adaptadas para tal fin.

### ABSTRACT

“*Geodiversity in the Solar System*” is the title of an innovation project in Planetary Sciences under development in the “*María Zambrano*” Secondary School of Leganés (Madrid) during the last three years. To make this development known to the public, we have prepared a number of exhibits with practical experiences, some of which are described in this paper, to be shown in Science Fairs.

**Palabras Clave:** *Geología Planetaria, Didáctica de la Geología, Ciencias Planetarias, Bachillerato.*  
**Keywords:** *Planetary Geology, Geology Teaching, Planetary Sciences, High-school level.*

### INTRODUCCIÓN: LAS FERIAS DE “MADRID POR LA CIENCIA”

Aprovechando las convocatorias que la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid ha realizado para participar en la III, IV y V Ferias de “Madrid por la Ciencia”, decidimos presentar tres proyectos orientados a la enseñanza y divulgación de la Geología Planetaria. Nuestro principal objetivo era lograr que los alumnos y alumnas de la asignatura de Geología de 2º de Bachillerato compartieran con los ciudadanos los conocimientos más representativos que sobre el Sistema Solar habían ido aprendiendo al hilo del proyecto que sobre *Geodiversidad en el Sistema Solar* venimos desarrollando desde hace tres años en el I.E.S. María Zambrano de Leganés (Madrid).

El planteamiento didáctico que se emplea durante la feria nada tiene que ver con los procesos de aprendizaje en las aulas. Los visitantes deben ser

atraídos con actividades que provoquen su atención, y el tiempo de duración de las mismas debe de ser de unos pocos minutos. Estas circunstancias condicionan extraordinariamente el tipo de contenidos que se van a divulgar y sobre todo la forma de hacerlo. Los proyectos presentados y seleccionados en concurso público fueron: “Retrato de la familia solar”, “Psicoanálisis planetario”, y “Por tierras marcianas”; desarrollados durante tres cursos académicos consecutivos y presentados en la III, IV y V Feria Madrid por la Ciencia, respectivamente.

Con “Retrato de la familia solar” pretendíamos mostrar al gran público el aspecto externo más representativo de los planetas y satélites del Sistema Solar. Un año después, con “Psicoanálisis planetario”, los esfuerzos se dirigieron a ofrecer una panorámica de los procesos geológicos y orbitales de carácter sistémico. Y en el último proyecto hasta la fecha hemos ofrecido a los ciudadanos una concepción global sobre Marte, nuestro planeta vecino.

(\*) Seminario de Ciencias Naturales. I.E.S. María Zambrano. C/ Alpujarras 52, 28915 Leganés, Madrid. E-mail: colollamas@yahoo.es

(\*\*) Departamento de Didáctica General y Organización Educativa. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid.

(\*\*\*) Área de Geología. Dpto. de Matemáticas, Física Aplicadas y Ciencias de la Naturaleza. Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnológicas. Universidad Rey Juan Carlos. Móstoles, Madrid.

(\*\*\*\*) Seminario de Tecnología. I.E.S. Isabel la Católica de Madrid.

Todas las maquetas, modelos y juegos didácticos diseñados para el desarrollo del proyecto en el aula sirvieron también como recursos didácticos en las Ferias; aunque para todas ellas fue necesario crear y adaptar material enfocado a la divulgación. Los alumnos y alumnas se convirtieron en los protagonistas didácticos. Ellos, debidamente organizados, enseñaban Geología Planetaria a las personas que se lo demandaban (El número de visitantes estuvo comprendido entre 80.000 y 120.000 personas en cada Feria).

A continuación se explican con más detalle cada uno de los proyectos trabajados, describiéndose en cada caso las actividades realizadas.

### III FERIA: RETRATO DE LA FAMILIA SOLAR

“Retrato de la familia solar” tuvo como principal objetivo dar a conocer al ciudadano medio el rostro más representativo de los planetas y satélites que conforman la gran familia del Sol. Para hacer honor al título del proyecto y atraer a los visitantes, los monitores ofrecían a las personas que acudían a la caseta la posibilidad de llevarse de recuerdo una fotografía suya con la familia del Sol, a cambio, eso sí, de realizar alguna de las actividades del proyecto.

Para ello diseñamos un apoyacabezas de cartón, que simulaba el Sol y en el que se disponían alrededor de él otros planetas y satélites del Sistema. Fue todo un éxito (figura 1).

#### Descripción de las actividades

##### 1. Juego didáctico: Reconocimiento de las lunas del Sistema Solar

En la Feria este juego se utilizó para que los visitantes probaran su capacidad de reconocer por su as-



Fig. 1. Ejemplo de retrato con “la familia solar”.

pecto global algunos de los satélites más importantes del Sistema Solar. Esta distendida actividad consiste en hacer corresponder mediante unos cables la imagen de una luna con su correspondiente nombre (figura 2). Por ser un juego con mecanismos eléctricos (basado en la construcción de circuitos eléctricos simples), cuando el visitante acierta en el emparejamiento se enciende una luz y suena un pitido como recompensa. En este caso los alumnos/as ofrecían al participante una serie de pistas con el fin de favorecer el emparejamiento.

Recursos utilizados: Panel de madera o cartón con fotografías y nombres de satélites, 3 m de cable eléctrico, pila de petaca, timbre de 2’5 V, bombilla con casquillo y chinchetas grandes.

##### 2. Juego didáctico: “Lo más plus”

Esta actividad mostraba imágenes planetarias que ponían de manifiesto algunos de los rasgos o características más sobresalientes de los planetas y satélites del Sistema Solar. El objetivo era llamar la atención de los visitantes empleando como recurso la sorpresa y la admiración por lo exótico y desconocido. Por ejemplo, se hacía mención al cañón más grande del Sistema Solar (Valle Marineris, en Marte), el mayor salto de falla (Escarpe Verona, en Miranda), el volcán más alto (Olympus Mons, en Marte), el planeta con más anillos (Saturno), el cuerpo más densamente craterizado (Calisto), etc.

Los monitores ofrecían a cada visitante unas fichas con los rasgos o característica destacados de algunos planetas o satélites, y éstos debían hacerlas corresponder con la imagen en cuestión. Al final del rompecabezas los monitores respondían a las preguntas formuladas por los participantes.

Recursos necesarios: Colección de carteles con imágenes planetarias acerca de los rasgos más espectaculares de algunos cuerpos del Sistema Solar. Fichas en las que estos rasgos y características se presenten en forma de adivinanza.

##### 3. “Un paseo por Marte”

En esta actividad los visitantes de nuestro stand eran invitados por los monitores a observar imáge-



Fig. 2. Juego electrónico para la identificación de los satélites del Sistema Solar.

nes de paisajes marcianos en tres dimensiones (3D), utilizando para ello gafas bicolores realizadas por los alumnos/as en sus casas siguiendo instrucciones básicas de montaje.

Los niños disfrutaron especialmente con esta actividad, no sólo por ponerse unas gafas de colores, sino al comprobar que algunos de los fragmentos rocosos que aparecían en las fotos tomadas por el robot *Mars Pathfinder* habían sido bautizadas, por los técnicos de la misión, con los nombres de personajes de dibujos animados. Mayores y niños disfrutaron por las sensaciones visuales que proporcionaban las imágenes tridimensionales.

Recursos necesarios: Colección de carteles con imágenes planetarias en 3D sobre relieves y rocas de Marte. Algunos de estos anaglifos pueden obtenerse en la Web: <http://mars.jpl.nasa.gov/MPF/Sitemap/anaglyph.html>

#### 4. Realización de cráteres de impacto

Los cráteres de impacto son los relieves más generalizados de todo el Sistema Solar. Por esta razón, en una Feria donde se pretendía mostrar al ciudadano los rostros de la familia solar, no podía faltar una actividad donde se simulara la formación de estas estructuras.

Los alumnos, acostumbrados a utilizar en el aula una máquina "lanzabolos" diseñada para simular la formación de cráteres de impacto (figura 3), instruían a los visitantes para que pudieran realizar un dis-

paro de la forma más segura y eficaz posible. Además, les invitaban a comparar las formas obtenidas por ellos con las encontradas en los cuerpos del Sistema Solar que, recogidas para la ocasión, se mostraban en una colección de carteles fotográficos.

Los alumnos/as se sorprendían ante la riqueza de contenidos que surgían para su desarrollo, al hilo de un disparo.

Recursos necesarios: Máquina lanzabolos para la realización de cráteres de impacto (figura 3). Carteles con ejemplos de cráteres de impacto en distintos cuerpos del Sistema Solar.

#### 5. Puzzles del Sistema Solar

Para disfrute de pequeños, y no tan pequeños, realizamos tres puzzles en madera que hicieron las delicias de muchas personas. Las imágenes seleccionadas fueron: la Gran Mancha Roja de Júpiter (figura 4), terrenos caóticos de Europa y un mapa del Servicio Geológico Canadiense donde aparecen localizadas todas las estructuras de impacto reconocidas hasta el momento en la Tierra.

Recursos utilizados: Tablero DM, sierra de costilla, colección de imágenes planetarias, pegamento y barniz.

#### 6. "Veo, veo. ¿Qué ves?"

Esta actividad tenía por objetivo transmitir a los ciudadanos la idea de que muchos de los materiales rocosos de la Tierra: granito, basalto, andesitas, con-

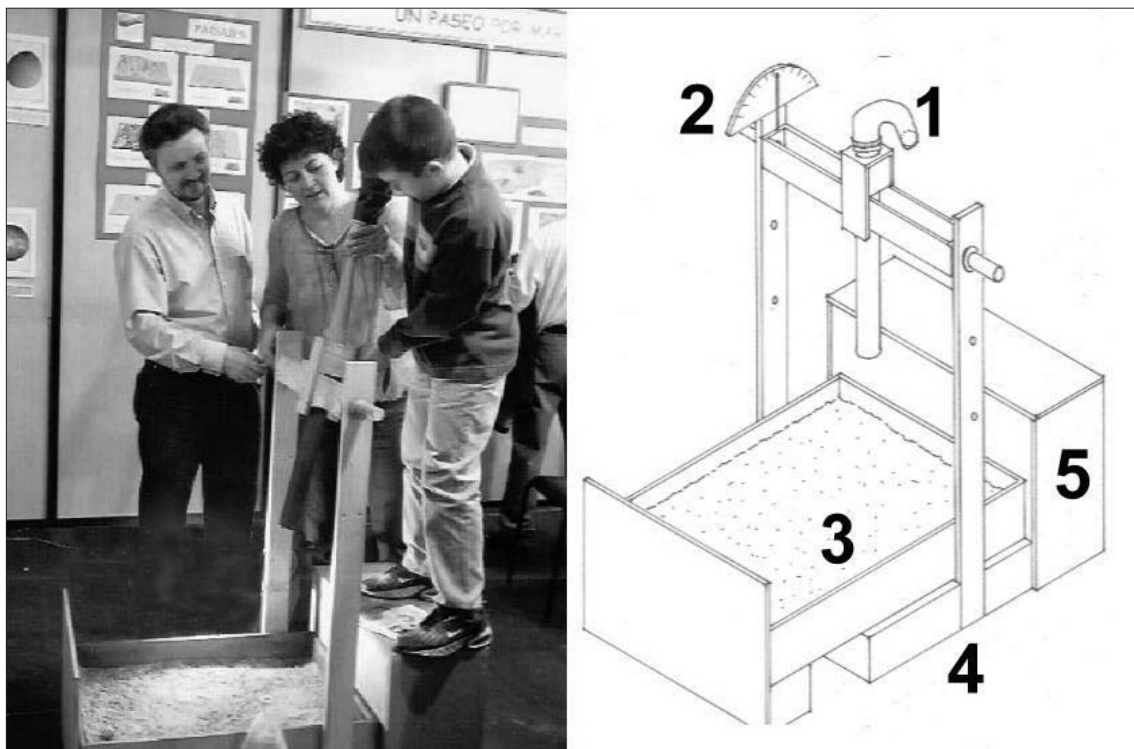


Fig. 3. Máquina lanzabolos simuladora de impactos. En el esquema de la derecha se identifican las partes más importantes: 1, globo de grandes dimensiones enganchado a un tubo con la ayuda de una abrazadera; 2, manillar que permite ajustar el ángulo de disparo; 3, cajón de arena; 4, montura en horquilla; y 5, escalón para facilitar el proceso de disparo.

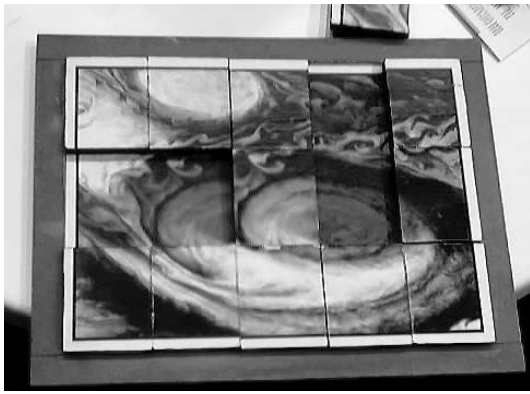


Fig. 4. Puzzle de la Gran Mancha Roja de Júpiter.

glomerados, arenas... también forman parte de la superficie de otros cuerpos planetarios; aunque en algunos casos, como el gneis o la caliza, todavía no se hayan localizado en otros entornos del Sistema.

En esta ocasión los monitores invitaban a los visitantes a:

1°. Observar y a nombrar, en primer lugar, las rocas de la Tierra que sacaban al azar del fondo de una caja ciega. Una colección de rocas expuestas y clasificadas ayudaban a realizar esta tarea.

2°. Localizar dichas rocas en otros planetas y satélites, ayudándose de una pegatina de color dispuesta en cada ejemplar rocoso y presente también en las fotografías tanto de nuestro planeta como de los demás cuerpos planetarios seleccionados: Mercurio, Venus, Luna, Marte, Ío y Europa.

3°. Describir las formas de los relieves, tanto terrestres como de otros planetas y satélites, en los que se localizan los materiales rocosos extraídos de la caja.

4°. Nombrar aquellas rocas que hasta el momento solo se han encontrado en la Tierra (gneis y caliza) y aquellos otros materiales que sí han sido localizados en otros planetas y satélites pero no en la Tierra (regolito, fundamentalmente).

Recursos utilizados: Caja ciega de cartón o madera, colección de materiales rocosos y minerales terrestres (gneis, caliza, conglomerado, arenisca, arenas, granito, basalto, andesita, azufre, hielo). Colección de fotografías terrestres y de otros cuerpos cuya composición pueda establecerse bien por deducción o mediante referencias bibliográficas.

#### IV FERIA: PSICOANÁLISIS PLANETARIO

El proyecto "Psicoanálisis planetario" se diseñó con la intención de mostrar al ciudadano medio una concepción holística acerca del comportamiento dinámico de los planetas y satélites que conforman nuestro Sistema Solar. Nuestro principal objetivo fue dejar clara la idea de que las fuentes de energía que nutren los procesos sistémicos son cualitativamente las mismas para muchos de los cuerpos del Sistema Solar; aunque cuantitativamente tengan, o

hayan tenido, una mayor importancia en unos cuerpos que en otros.

#### Descripción de las actividades

##### 1. Juego didáctico: "Psicoanálisis planetario"

El juego "Psicoanálisis planetario" pretendía aproximar al ciudadano a los múltiples comportamientos dinámicos de los cuerpos del Sistema Solar otorgando a éstos rasgos de la personalidad humana. El criterio didáctico en el que se fundamenta este juego se basa en la suposición de que la aproximación al conocimiento conceptual se puede y se debe hacer desde el ámbito de lo psicológico. Siempre interesa conocer aquello que nos permite profundizar en el propio conocimiento e incluso, como en este caso, nos sirve de espejo. La identificación personal con un cuerpo planetario creemos que asegura el aprendizaje de aquellos datos: orbitales, químicos, geológicos... que le caracterizan, invitando así a las personas a profundizar en el conocimiento de nuestro Sistema Solar mediante una mejor comprensión del mismo.

El trabajo didáctico llevado a cabo consistió en reunir los rasgos más destacables de los cuerpos planetarios que se seleccionan para el juego (9 planetas y 7 satélites), y traducir dichas características en facetas de personalidad.

Los recursos empleados fueron: Fichas donde por una lado constaban los rasgos de una personalidad humana y por el otro las principales características del cuerpo planetario en cuestión. Colección de fotografías con explicaciones detalladas de los cuerpos planetarios seleccionados.

En la feria los alumnos realizaron la siguiente tarea didáctica:

1°. Invitar a los visitantes a reconocerse en alguna o algunas de las personalidades definidas en las fichas. Por ejemplo, supongamos que la persona se identificaba con la siguiente personalidad: Personas optimistas, felices, con intensa vida interior, eso les permite aguantar bien los golpes que da la vida.

2°. Leer a cada persona el nombre del cuerpo planetario que le correspondía, en este caso: Calisto, y las características de Calisto que le hacen merecedor de dicha personalidad humana. Por ejemplo: Es uno de los cuerpos más craterizados del Sistema Solar. No parece disponer de un mecanismo eficaz de refrigeración interna por lo que no se enfriaría y podría albergar un océano bajo su superficie.

3°. Conducir al visitante ante el cartel de Calisto donde se muestran las imágenes planetarias que ponen de manifiesto las características leídas y explicar con claridad la relación entre personalidad y características. Por ejemplo: La enorme craterización se correspondería con el rasgo de personalidad de sufridor que sabe aguantar los golpes que le da la vida; mientras que la posible existencia de un océano interior lo haría con la faceta de ser feliz por encima de todo al refugiarse en su cálido mundo interior.

4°. Por último, conducir al visitante, para que terminase de asimilar la información recibida, a aquel

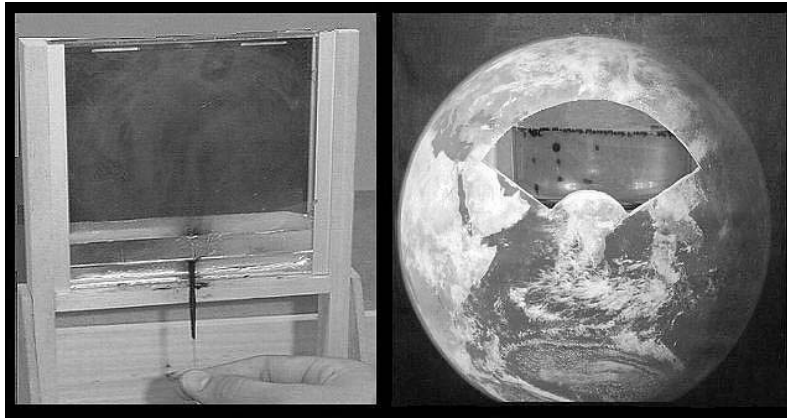


Fig. 5. Dos modelos de convección. Una caja porta CD puede hacer las veces de celda convectiva de una columna de humo. A la derecha, modelo clásico de convección con aceite y agua.

rincón del stand donde se simulaba, mediante maquetas didácticas, el o los procesos geológicos u orbitales a los que se haya hecho referencia en el planeta o satélite en cuestión. En el caso de Calisto, el monitor le llevaba a la máquina de hacer impactos y al rincón donde se representaban los procesos de convección, en este caso para explicarles las dificultades que encuentra Calisto para comenzar este proceso, hecho por el que podría no refrigerarse y permitirle la presencia de un océano líquido en su interior.

Recurso utilizados: Fichas de personalidad humana. Fichas de características de los cuerpos planetarios, relacionadas con la personalidad humana. Y colección de carteles con imágenes de las características de estos cuerpos, que permiten establecer la relación con los rasgos de la personalidad humana.

A continuación se describe la simulación de los diferentes procesos geológicos y orbitales de carácter general en el Sistema Solar que se expusieron en la Feria de la Ciencia. La simulación de estos procesos se realizaba al hilo de las personalidades de cada planeta o satélite: convección, vulcanismo, magnetismo, órbitas resonantes y craterización.

## 2. Refrigeración en el Sistema Solar

Los ejercicios de simulación del proceso de la convección, previamente realizados por los alumnos/as en el aula, se trasladaron a la Feria para que los visitantes reflexionaran sobre el origen y desarrollo de este tipo de dinámica geológica, hidrodinámica y atmosférica propia de varios de los planetas y satélites de nuestro Sistema Solar. Los monitores utilizaban una serie de preguntas, debidamente secuenciadas para favorecer la comprensión de este proceso planetario. La simplicidad en la simulación de este proceso (tanto en medio líquido como gaseoso) fue especialmente valorado por los profesores/as que por allí pasaban (figura 5).

### *Convección en medio líquido.*

Para simular el proceso de convección en medio líquido, realizamos la siguiente operación: Llenamos de aceite de girasol (muy claro) un recipiente transparente, tipo cristalizador, y depositamos sobre el fondo de éste unas gotas de agua teñida con anilina. Este recipiente se coloca sobre un trípode que

permita colocar debajo de él una vela. Pocos minutos después de encender la vela arrancará la convección. Los visitantes pudieron comprobar, gracias a la anilina, cómo se organizaban células de convección que mostraban los cambios de densidad que experimentaba el agua conforme se calentaba o enfriaba.

### *Convección en medio gaseoso.*

Para simular la convección en medio gaseoso se puede utilizar una caja porta CD. Al retirar el plástico interior que sirve para colocar el disco, queda una abertura de aproximadamente 1 cm de alto por 12 cm de ancho. Esta. Esta abertura debe forrarse con un trozo de papel de aluminio para evitar que se quemé durante el experimento. Se practica una pequeña ranura en la base de la abertura con el fin de introducir una barrita de incienso encendida. El incienso, al quemarse, desprende una columna de humo que queda atrapado en la “celda convectiva” de nuestro CD. El humo comenzará a subir por el medio de la celda-caja. Cuando llegue a la parte superior descenderá por los bordes permitiendo observar un claro patrón de convección térmica. La visualización de la célula convectiva se mejora si se forra la cara posterior de la caja con cartulina negra.

## 3. El magnetismo planetario

La representación que cada visitante hacía de las líneas de fuerza de un campo magnético, valiéndose de unas limaduras de hierro y de un imán, atrajo por igual a personas de todas las edades. Este experimento es un clásico de los libros de texto; pero nosotros lo mejoramos considerablemente con una sencilla innovación: Colocamos una semiesfera de plástico transparente sobre el imán. Así conseguimos que las líneas de fuerza representadas por las limaduras de hierro se dispusieran tridimensionalmente, lo que contribuyó a la comprensión en el espacio de este proceso que se repite en planetas como la Tierra, Júpiter y Saturno (figura 6).

Los monitores aprovechaban esta simulación para iniciar a los visitantes en la comprensión de procesos tan complejos como el que origina las auroras boreales, estableciendo un diálogo entre el campo magnético representado en la maqueta y los gráficos explicativos recogidos en los carteles sobre el mag-

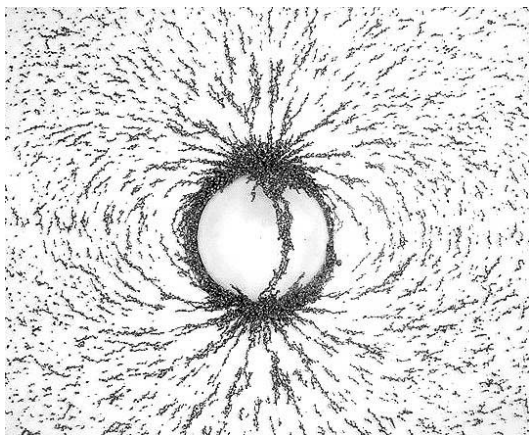


Fig. 6. Representación tridimensional del campo magnético de la Tierra. Una simple semiesfera de plástico puede mejorar notablemente esta clásica experiencia.

netismo en el Sistema Solar.

Recursos utilizados: Maqueta didáctica del campo magnético planetario (imán, limaduras de hierro, semiesfera de plástico y caja de madera). Además, se construyeron carteles informativos donde se recogían las principales características de los campos magnéticos de otros planetas del Sistema Solar.

#### 4. “La canción de Júpiter”

Con el título de “La canción de Júpiter” bautizamos las ondas de radio que emite este planeta y que se recogen en la Tierra en forma de radiación de onda corta. Los monitores enseñaban a los visitantes el extraordinario sonido de las ondas y les explicaban que su origen radica en la interacción del viento solar con el campo magnético joviano, potenciadas además por las partículas eruptivas emitidas por su satélite Ío al entrar en interacción con dicho campo.

Además les mostraban la antena receptora fabricada por el equipo didáctico, de fácil construcción, por si querían experimentar por ellos mismos la sensación de conectar con Júpiter.

Par realizar esta actividad es necesario contar con una antena especial (un sencillo dipolo de media onda fácil de construir) y un receptor de radio que permita escuchar las frecuencias comprendidas entre 18 y 24 MHz (muchas radios comerciales cumplen este requisito). Una descripción detallada se puede encontrar en el libro: *Taller de Astronomía*, de Ricardo y Antonio Moreno (Akal, 1996); así como en la página Web del Grupo de Estudio, Observación y Divulgación de la Astronomía (G.E.O.D.A.) de Valencia.

#### 5. Vulcanismo en el Sistema Solar.

Las maquetas utilizadas en el aula para aproximar a los alumnos/as a los procesos volcánicos se utilizaron también en la Feria de la Ciencia. Los monitores exhibían al público la simulación de erupciones “estrombolianas” y “hawaianas” causantes de

algunos de los rasgos morfológicos que se encuentran dispersos por todo el Sistema Solar: Edificios volcánicos con abundante cantidad de materiales piroclásticos, como algunos de la Tierra o Ío; y volcanes en escudo con suaves pendientes y extensas coladas de lava, como los marcianos. Para la simulación de erupciones tranquilas se emplearon unas maquetas de arcilla cocida, bicarbonato teñido con óxido de hierro y vinagre. Las erupciones más explosivas fueron realizadas con dicromato de amonio y mecha de magnesio (figura 7).

Los monitores disponían de una serie de cuestiones debidamente ordenadas que formulaban al público durante la exhibición, para analizar, desde el punto de vista geoquímico, el proceso que estaba teniendo lugar. El diálogo con las imágenes planetarias, sobre vulcanismo, reflejadas en los carteles elaborados para la ocasión, ayudaba a los monitores a ofrecer una visión holística sobre este proceso en el Sistema Solar.

Los recursos empleados fueron: Maquetas didácticas de arcilla que representaban un edificio volcánico hawaiano y otro estromboliano, productos químicos (dicromato de amonio, mecha de magnesio, óxido de hierro, bicarbonato y vinagre), ficha-cuestionario para los participantes y carteles informativos sobre expositores de madera.

#### 6. Resonancias orbitales en el Sistema Solar.

El proceso de las resonancias orbitales que tanta significación adquiere en la evolución de los cuerpos planetarios, y tantos efectos geológicos desencadena en ellos, es difícil de asimilar sin una maqueta dinámica que lo simule. Diseñamos y construimos una en la que se representaban las resonancias orbitales que establece Júpiter con tres de sus satélites: Ío, Europa y Ganímedes. Los monitores se apoyaban en la maqueta para explicar, por ejemplo, el vulcanismo en Ío, o las fracturas de Europa; y guiaban la observación de los visitantes planteándoles el recuento de vueltas que requería cada cuerpo hasta entrar en resonancia con los demás. De nuevo unos carteles con información al respecto, ponían de manifiesto la amplia representación de este proceder orbital entre los cuerpos del Sistema Solar.

Recursos utilizados: Maqueta didáctica de las resonancias orbitales (figura 8), ficha-cuestionario y carteles informativos sobre expositores de madera.

#### 7. Impactos meteoríticos en el Sistema Solar

Para esta feria volvimos a rescatar la máquina de impactos presentada en la Feria anterior (actividad 4). La razón estribaba en la casi total generalización de este proceso entre los planetas y satélites del Sistema Solar; de manera que, fuese cual fuese la personalidad elegida, casi siempre tenían que hacer una visita al rincón del lanzabolas. Los diferentes tipos de cráteres obtenidos al disparar ofrecían al visitante la posibilidad de encontrar reflejada el relieve resultante en alguna de las imágenes planetarias seleccionadas con este fin. Los monitores, además de enseñarles a realizar el disparo, guiaban su análisis mediante

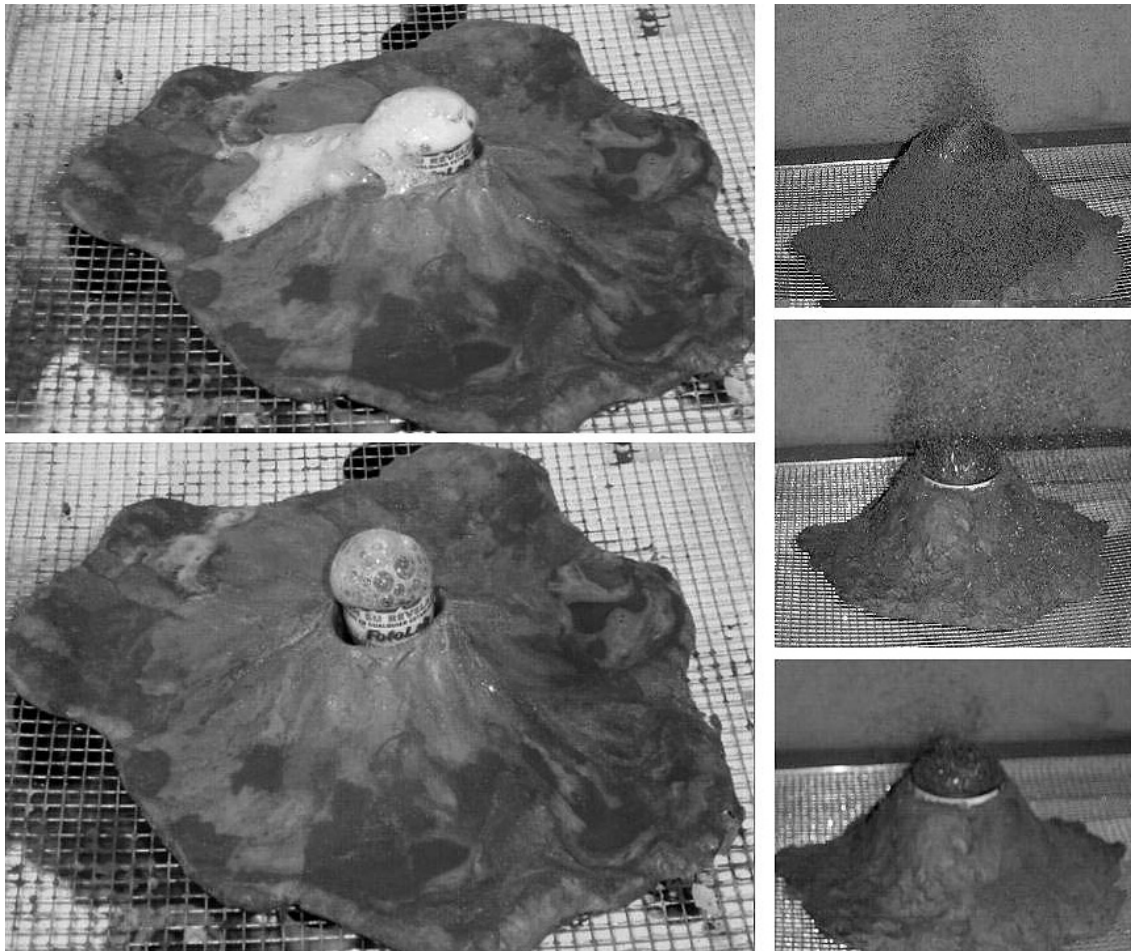


Fig. 7. Dos ejemplos de erupciones volcánicas: Con bicarbonato y vinagre a la izquierda, y con dicromato amónico y mecha de magnesio a la derecha.

preguntas debidamente secuenciadas. Como en todas las actividades las preguntas de la ficha-cuestionario centran el aprendizaje de los visitantes.

### 8. ¿Cuál es la personalidad de la Tierra?

Como broche final del juego del “psicoanálisis planetario” a las personas les ofrecíamos la posibilidad de definir la personalidad de la Tierra en función de su dinámica planetaria. Esta actividad tenía como objetivo no sólo saber si los que nos habían visitado habían captado las intenciones didácticas de este juego, sino también recoger información sobre los conocimientos que la población tiene sobre nuestro planeta. El cartel de la Tierra era una gran interrogación ausente de todo conocimiento científico. Al pie se disponían las encuestas correspondientes.

### V FERIA: POR TIERRAS MARCIANAS

Dentro del proyecto *Geodiversidad en el Sistema Solar* decidimos abrir un paréntesis para desarrollar en la V Feria Madrid por la Ciencia el proyecto “Por tierras marcianas”, especialmente dedicado al planeta rojo. Dicho proyecto pretendía ofrecer al ciudadano madrileño un conocimiento global y a la vez pro-

fundo sobre Marte. Mediante metodologías interactivas el visitante pudo realizar, con la ayuda de un ordenador, las rutas más sorprendentes desde el punto de vista geológico; descubrir, mediante imágenes de satélite, los paralelismos y las diferencias que existen entre los relieves de este planeta y el nuestro; pudo

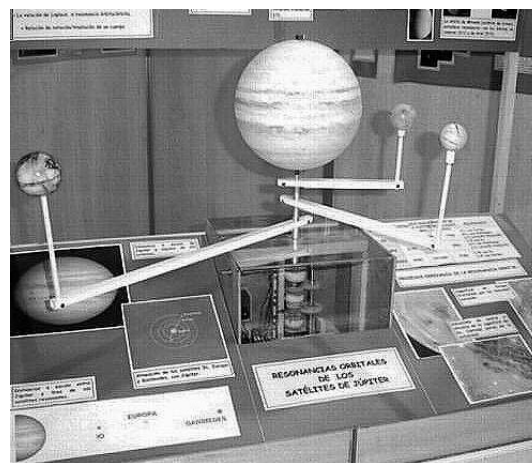


Fig. 8. Con esta máquina explicamos a los visitantes de la Feria las resonancias que mantienen tres de los satélites de Júpiter: Ío, Europa y Ganímedes.

deducir por sí mismo la posibilidad de encontrar agua líquida en algún lugar de la superficie marciana, hecho esencial para la concepción de vida en el mismo; y pudo hacer un recorrido por la historia de Marte que para algunos científicos podría ser la crónica de una muerte anunciada para la Tierra.

### Descripción de las actividades

#### 1. La Tierra y Marte: ¿Vidas paralelas?

La historia evolutiva de Marte podría entenderse como una posible premonición de nuestro futuro terrestre. Esta circunstancia hace aún más apetecible el conocimiento de su recorrido vital. Los visitantes, en esta ocasión, tuvieron la oportunidad de conocer el planeta rojo en todos sus estados vitales: en la época de la craterización, en su etapa volcánica, en su fase oceánica y por último en el estado actual de posible senectud por enfriamiento; y compararlo con la evolución geológica que ha experimentado la Tierra en el mismo periodo de tiempo. La historia evolutiva de los dos cuerpos se puso de manifiesto mediante dos ejes cronológicos que mostraban fotografías, gráficos o dibujos de los dos planetas. Ambos ejes mostraban el tiempo en millones de años; pero, para facilitar el desarrollo de la actividad, recurrimos a la construcción de un calendario que, en doce meses, encerraba 4.500 millones de años de historia. Así lográbamos salvar los problemas conceptuales que para muchos visitantes presentaba la escala de tiempos geológicos.

Los alumnos/as invitaban al visitante a colocar en orden cronológico las fichas que representaban la historia de Marte, teniendo como referencia visual la evolución geo-biológica de la Tierra; ofreciéndoles, además, una colección de pistas para ayudarles a resolver el ejercicio planteado. Una ficha-cuestionario cerraba la actividad ofreciendo al visitante la posibilidad de extraer conclusiones globales, ante los datos obtenidos en el desarrollo del juego.

#### 2. La Tierra en Marte

Reconocer las formas de nuestros relieves en el planeta vecino, lejos de restarle interés al conocimiento de Marte, invitaba a los madrileños a identificar a la Tierra con él. El visitante, en esta actividad, dispuso de una colección de imágenes de relieves de la Tierra y de Marte y tenía que relacionar entre sí aquellas que ponían de manifiesto su parecido morfológico. La relación de homologación se efectuó mediante pequeñas fichas imantadas y numeradas (figura 9).

Cada visitante podía reflejar los resultados obtenidos sobre el póster en una ficha-cuestionario elaborada al respecto. Los rasgos que se compararon fueron: redes de drenaje, dunas, fallas, estructuras de flujo, deltas, cárcavas, cráteres de impacto, casquetes polares, cañones, estratos, volcanes...

#### 3. Rutas por Marte

Nuestro conocimiento global sobre el llamado "planeta rojo" nos ha permitido el diseño de recorridos o rutas que ponen de manifiesto algunos de los



Fig. 9. Una visitante de la Feria comparando los paisajes de la Tierra y Marte.

rasgos más destacados de la geología marciana. En la feria el visitante realizó los recorridos ayudado de videos con imágenes tridimensionales y unas gafas especialmente diseñadas para la ocasión (figura 10).

La participación de las personas a lo largo de las rutas llevaba implícito:

El análisis y descripción de los rasgos más llamativos de los relieves por los que iban pasando.

Descubrir la ubicación de cada ruta realizada, sobre un mapa de Marte.

La actividad se planteó como un juego de ordenador especialmente diseñado y programado para esta Feria. Este recurso se encuentra actualmente en fase de edición.

#### En busca del agua perdida

La delgada atmósfera marciana nos deja observar con claridad los terrenos labrados por el agua líquida en otros momentos de la historia de este planeta. Las redes fluviales, las cárcavas en las paredes de los cañones o el límite 1/3-2/3 que marcaría el borde de un antiguo océano, dan buena fe de ello. Pero, ¿queda, en la actualidad, algo de esa agua en algún rincón de Marte? Y, en caso de que exista,



Fig. 10. Con la ayuda de unas gafas para ver en 3D y un ordenador, los visitantes pudieron realizar fascinantes sobrevuelos por los paisajes más impresionantes del planeta rojo.





Fig. 11. ¿Podemos encontrar agua líquida en algún punto de la superficie de Marte? Nosotros estamos seguros de ello.

¿dónde se dan las condiciones físico-químicas que lo permiten?. Esa fue la pregunta que planteamos a los visitantes de la feria, y como herramienta de trabajo para deducir esos posibles entornos les ofrecimos una serie de pósters y expositores que contenían los siguientes recursos didácticos:

- Gráfica del punto triple del agua.
- Valores de presión y temperatura ofrecidos por las Viking 1 y Viking 2 en 1976 en los entornos de Chryse Planitia y Utopia Planitia.
- Mapa topográfico de Marte.
- Mapa de temperatura media atmosférica de Marte en Enero de 2004.

La gráfica del punto triple del agua dispuso de unos carriles que permitían el desplazamiento de dos guías por los valores de la presión y de la temperatura atmosférica, e indicaban en su lugar de encuentro el estado físico del agua en Marte. Como se ve, era algo semejante al juego de los *barquitos*, con la diferencia de que caer en el sector del agua líquida, en lugar de arrancarnos un, *¡uff, me he librado!*, nos hizo exclamar un: *¡guau, agua en Marte!*

Para desarrollar esta actividad con éxito, y facilitar la comprensión de los contenidos implicados, los alumnos empleaban una ficha-cuestionario que guiaba su desarrollo.

### 6. Es cuestión de tamaño

Si los terrícolas presumimos de cañones como el del Colorado o de volcanes como el del Teide (sobre todo los españoles), es porque no conocemos de cerca Valle Marineris (7.000 Km de largo), ni Olympus Mons, (25 Km de altura), el cañón más largo y el volcán más alto de todo el Sistema Solar conocido. Los visitantes de la Feria, en esta ocasión, pudieron hacer sus cálculos para conocer cuántos cañones del Colorado “caben” en Valle Marineris, y cuántas veces habrá que subir el Everest para llegar a la cima de Olympus Mons. No hay duda de que los madrileños se sorprendieron al conocer la grandiosidad de los relieves marcianos en un planeta cuyo diámetro

es aproximadamente la mitad del nuestro. Los cálculos matemáticos realizados con la ayuda de una calculadora colocada sobre la pared de la caseta se recogían en una ficha-cuestionario elaborada para la ocasión.

### 7. Visiones de Marte

La humanidad le viene siguiendo la pista a Marte desde hace muchos siglos, y es sorprendente comprobar el parecido que guardan las imágenes que un observador aficionado ha podido recoger durante la oposición marciana de este pasado agosto, y las recogidas en el siglo XIX por astrónomos de la categoría de Percival Lowell o Schiaparelli. Esta similitud nos hizo ofrecer a los visitantes de la Feria estas imágenes para que algunos reviviesen las emociones disfrutadas durante el verano del 2003. También creímos oportuno ofrecer otras visiones de Marte, como las que nos aportan algunas obras de arte en forma de pinturas o de películas de cine.

### 8. “Cuaderno de Bitácora”

Para aquellos visitantes que estuvieran más interesados en conocer los últimos datos aportados por las sondas Spirit y Opportunity preparamos un cuaderno de bitácora que recogía las noticias reflejadas en la página Web de la NASA desde el día en que aterrizaron sobre la superficie marciana hasta la fecha en la que se celebró la Feria de la Ciencia.

### 9. Regalo para los visitantes

Las personas que acudieron a nuestra caseta se llevaron de recuerdo un certificado de idoneidad (con foto y todo) que les acreditaba de forma imaginaria como astronautas para explorar al planeta vecino.

## EPÍLOGO

Cada vez estamos más convencidos del relevante papel que pueden desempeñar los Centros Educativos en la divulgación de conocimientos, no sólo a



Fig. 12. Una joven visitante recurre a nuestra calculadora para comparar el tamaño de algunos de los rasgos geológicos marcianos con sus homólogos terrestres.

los alumnos oficiales, sino a los ciudadanos en general. Esta transmisión de saberes adquiere su verdadero valor cuando los alumnos-a, intervienen en el proceso como vehículos de transmisión de los aprendizajes realizados en el aula, ya que con esta tarea, los estudiantes adquieren el compromiso con la sociedad de devolver en forma de conocimientos la oportunidad de formación personal que ésta ofrece a cada uno de ellos.

La implicación de los alumnos/as en un proyecto como *Geodiversidad en el Sistema Solar*, de extraordinaria riqueza en conocimientos de Geología Planetaria, les convierte en depositarios de un saber difícil de ser adquirido tanto en la Enseñanza Secundaria como en el resto de los entornos de la llamada educación formal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anguita, F. y Castilla, G. (Edit). (2003). *Crónicas del Sistema Solar*. Equipo Sirius, Madrid.
- Castilla, G; de Pablo M. A. y López, C. (2003). *Rocks and Landscapes of the Solar System: An Activity for the Teaching and Spreading of the Planetary Geology*. Lunar and Planetary Science Conference XXXIV (#1070). Houston, Texas (EE.UU.).
- Farndon, J. (1992). *La Tierra en tus manos*. Plaza & Janés, Barcelona.
- López, C. (1998). La investigación planetaria en las aulas de Enseñanza Secundaria. *Actas del X Simposio sobre la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*.
- López, C.; Castilla, G. y de Pablo, M. A. (2003). Retrato de la Familia Solar. En VV.AA. *III Feria Madrid por la Ciencia 2002*. Pp. 72-73. Comunidad de Madrid y Ediciones SM.
- López, C.; Castilla, G. y de Pablo, M. A. (2004). Psicoanálisis Planetario. En VV.AA. *IV Feria Madrid por la Ciencia 2003*. Pp. 104-105. Comunidad de Madrid y Ediciones SM.
- López, C.; Castilla, G. y de Pablo, M. A. (2002). Retrato de la familia solar: una unidad didáctica de Geología Planetaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 10.1.
- López, C.; de Pablo, M.A. y Castilla, G. (2003). *From Madrid to Sky: An Experience, Out of the Classroom, to Understand the Size of the Solar System*. Lunar and Planetary Science Conference XXXIV (#1055). Houston, Texas (EE.UU.).
- Martín, L.; López, C.; Castilla, G. y de Pablo, M. A. (2003). *Design and Construction of an Adjustable Shooter for the Modelization of Impacts Craters in the Classroom*. Lunar and Planetary Science Conference XXXIV (#1054). Houston, Texas (EE.UU.).
- Montoya, I.; Nieto, A.B. y de Pablo, M.A. (2003). *Mars 3D: A Virtual Fieldstrip by the Red Planet in the Classroom*. Lunar and Planetary Science Conference XXIV (#1089). Houston, Texas (EE.UU.).
- Nieto, A.B.; López, C.; de Pablo, M.A.; Castilla, G. y Montoya, I. (2003). *The Geology of Mars Through 3D Digital Videos in the Classroom*. Lunar and Planetary Science Conference XXXIV (#1053). Houston, Texas (EE.UU.).
- Uceda, E.R.; de Pablo, M.A. y Castilla, G. (2003). *Terrrestrial Impact Craters: What Can We Learn About The Earth and Other Bodies of the Solar System? Didactics Activities*. Lunar and Planetary Science Conference XXIV (#1094). Houston, Texas (EE.UU.). ■