



Aterrizaje en el Cometa Rosetta: LEGO® en el espacio

Por Maarten Roos

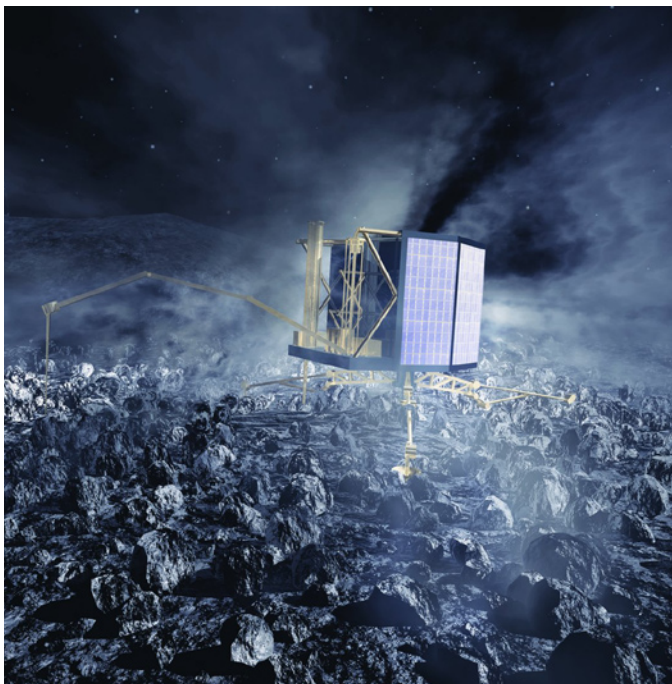
Una idea

En octubre de 2009 envié un correo electrónico a media@lego.com. Tenía una idea para una serie de películas educativas sobre la exploración de Marte, y para una de las películas quería un ingeniero y un científico para construir una gran Mars Rover de LEGO®. Bueno, nunca hice las películas de Marte (no encontré el apoyo financiero), pero sí filme LEGO, ¡y mucho!

Pocos días después de mi primer mensaje, recibí una respuesta entusiasta por parte de Steven Canvin, el Gerente de Marketing de LEGO MINDSTORMS por entonces. Fue tan entusiasta que me decidí a ir a visitarlo.

Al mismo tiempo, un colega científico mío me comentó que la gente de la Agencia Espacial Europea (ESA) ha estado utilizando LEGO durante algún tiempo para ayudarles a planificar las operaciones de las misiones espaciales, en particular para la misión Rosetta (<http://sci.esa.int/rosetta>) y la misión Venus Express (vease <http://sci.esa.int/venusexpress>). Así encontré a Detlef Koschny, un científico planetario del Centro de Investigación Espacial Europea y el Centro de Tecnología (ESTEC / ESA) en los Países Bajos, que había estado construyendo pequeños modelos para esas misiones. Unos días antes de ir a Billund, me las arreglé para visitar a Detlef, y grabé una breve entrevista con él ([LEGO in space mission operations](#)).

La conversación con Steven fue corta (parece que siempre tiene prisa :-)), pero eficaz. Me presentó LEGO MINDSTORMS (nunca había oído hablar de ello) y me dijo que quería



desarrollar algo con LEGO MINDSTORMS relacionado con la exploración espacial, algo que pudiera ser mostrado en exposiciones interactivas, o utilizado en las aulas, etc. Me dio una caja de MINDSTORMS y me fui. Durante el viaje de 11 horas de vuelta desde Billund a los Países Bajos, pensé en nuestra conversación y un concepto creció en mi mente: un kit educativo con LEGO Mindstorms, con el cual los estudiantes pudieran construir un modelo de una nave espacial real existente que imitara algunas de las funcionalidades de la nave. ¿Pero cuál debía ser la nave?

Al día siguiente fui a ESTEC otra vez y le di a Detlef la caja MINDSTORMS. Discutimos la idea y Detlef sugirió que probablemente nuestra mejor apuesta sería la de elegir la Rosetta Lander: es pequeña, se puede posar (no sólo órbita alrededor de un planeta como la mayoría de las otras misiones espaciales) y ahora está de camino con la misión Rosetta hacia un cometa (llamado 67P/Churyomov-Gerasimenko). Rosetta llegará al cometa en 2014. Si desarrollamos esta idea ahora, y sacamos el kit al mercado, entonces también podría cubrir el período de espera de tres años que Rosetta pasará desde mediados de 2011 hasta mediados de 2014, y durante el cual no se espera atención por parte de los medios de comunicación. De esta manera podemos mantener viva la misión en la mente del público.

Le pregunté a Detlef si podía hacer algo con el contenido de la caja de MINDSTORMS. Diez días más tarde visité a Detlef otra vez, y él había construido de hecho un primer modelo de la Rosetta Lander, junto con su hijo Julio. El modelo podía girar y tenía una función de perforación, todo controlado por el ordenador NXT. Saqué mi cámara de la bolsa y grabé una nueva entrevista con él ([The first LEGO MINDSTORMS model of the Rosetta Lander](#)).

Con todas estas ideas y las pruebas en la mano, elaboré un proyecto sobre el papel, con el fin de ayudar a encontrar apoyo para hacerlo realidad. Primero encontré el apoyo de la Agencia Espacial Alemana (DLR), de la gente del departamento de comunicación. La ESA también mostró interés y presentamos el proyecto para el apoyo del programa de divulgación de la Red Europea de Planetología (Europlanet). LEGO también entró como patrocinador. A principios de abril 2010 se consiguió el OK final de todas estas organizaciones y estábamos en camino para hacer nuestro kit educativo.

El Rosetta's Comet Touchdown Kit

En aquel momento, empezamos a crear todos los elementos del kit educativo Rosetta Comet Touchdown, un kit en torno al tema de la exploración de cometas usando LEGO MINDSTORMS. La idea era presentarlo oficialmente durante el Congreso Europeo de Ciencia Planetaria (EPSC), que organiza cada año Europlanet, uno de los patrocinadores. Después de eso, lo pondría a prueba una clase en una escuela para ver cómo funciona en un ambiente de

Construir el módulo de aterrizaje (por Martijn Boogaarts)

Un correo especial de Steven Canvin nos preguntaba si podríamos construir un modelo funcional con LEGO® MINDSTORMS de un módulo de aterrizaje que tenía que ser capaz de mostrar sus acciones tanto durante la grabación de la película como en eventos. La tarea no es sencilla, ya que la mayoría de las cosas que vemos en las películas son falsas, y tienen que ser repetidas una y otra vez.

Como grupo de expertos constructores dijimos "seguro que podemos", incluso antes de que nos diéramos cuenta de todo lo que el encargo significaba. Comenzamos por obtener información sobre el módulo de aterrizaje real y también los movimientos solicitados como la capacidad de giro, taladrado, la medición de la temperatura y el despliegue de los pies de aterrizaje.

Como un buen punto de partida simplemente amontonamos todos los elementos clave (motores, sensores y el NXT) para determinar el tamaño básico del modelo. Esto te ayudará en el desarrollo de otras partes como los pies. Ya que el tren de aterrizaje debe ser fuerte, resistente, desplegable y estar enclavado cuando está completamente extendido, era importante empezar por ahí.

Una figura de tres patas no es fácil de construir con LEGO ya que la mayoría de las estructuras son cuadradas, o en base de 4 lados. Algo bueno es que hay una rueda de polea pequeña con 6 agujeros, lo que nos dio la opción de construir tres patas en torno a una columna central. Eric, Gerrit y yo empezamos a construir con un gran montón de piezas Technic para mostrar

a los demás lo que habíamos inventado, tratando de impresionarles con todos los buenos diseños, pero también entendiendo que necesitábamos tener el mejor diseño al final. Nos llevó unos 20 intentos llegar a una versión final que fuese fuerte, autoenclavable, e incluso tenía implementados los taladros, no con cables, como en la versión real, si no con diferenciales.

Dado que tenemos una buena visión de las piezas de LEGO que existieron y todavía existen, pronto encontramos que había una pieza útil, que se utilizaba hace aproximadamente 3 años en la línea Mars Mision, que podría actuar como el taladro. Un pequeño pedido a Bricklink y pocos días después pudimos implementar un bonito taladro. Una vez las patas se mantuvieron estables ya era hora de seguir adelante y comenzar con el cuerpo, con menos de una semana por delante todavía teníamos que trabajar duro para conseguir colocar todas las funciones dentro del casco principal. Como característica especial queríamos usar paneles solares reales LEGO, pero lamentablemente no se ajustaban como se esperaba y sólo teníamos la versión antigua de color verde, ya que la versión más reciente aún no estaba disponible. Algunos plates de color negro y tiles azules 2x2 daban un aspecto casi real. Para el brazo extensible que tiene el sensor de temperatura (un taladro de rocas en la versión real) no pudimos determinar cómo estaba hecho a partir de los dibujos y la película del modelo, por lo que simplemente implementamos uno con el eje más largo posible (16 de largo) que pudiera caber en la nave. Más tarde nos enteramos de que en realidad era una banda plana enrollada como las cintas de medición, y cuando se extiende, se curva como un tubo, por lo que gana todo la estabilidad

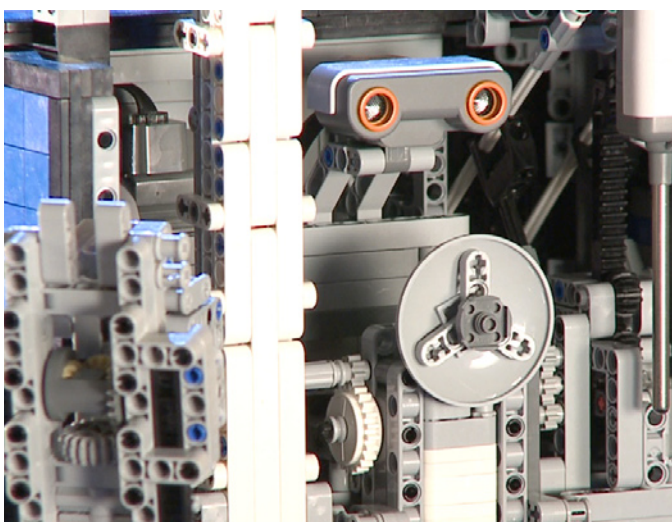
necesaria para soportar el peso de la broca. Por desgracia, eso no se puede construir con piezas de LEGO.

En el primer día de rodaje de la película nos fuimos al estudio con varias cajas llenas de ladrillos 2x4, un módulo de aterrizaje y una gran caja de surtido de piezas de repuesto, por si acaso. Fue una idea muy buena, ya que nos dimos cuenta de que no habíamos implementado la mayoría de los instrumentos técnicos de medición, porque nosotros, como constructores de LEGO simplemente no consideramos esas partes importantes de construir.

Durante el rodaje de otras partes de la película comenzamos a construir, y añadimos cuatro mocs más de sensores de la sonda. Mientras construíamos descubrimos que el mecanismo de giro no estaba funcionando como se esperaba, lo que resultó en una importante reconstrucción del interior.

Ya habíamos tomado los primeros planos por lo que ya no podíamos cambiar el exterior ya que se vería la diferencia en la película final. Justo a tiempo teníamos el mundo funcionando y pudimos empezar a hacer las tomas donde aparecen sus funciones. Luego resultó que el robot no cumplía con sus funciones en el momento en que se necesitaba en la película, así que terminamos compilando, descargando y ejecutando pequeños sub programas a través del enlace Bluetooth, casi como un vehículo de control remoto.

La construcción de un modelo como este requiere de mucha creatividad, y nos inspiramos en las ideas nuevas diseñadas para los viajes espaciales. Recordad que la nave real tiene que funcionar después de varios años de vuelo, en una situación en la que nunca se ha probado antes.

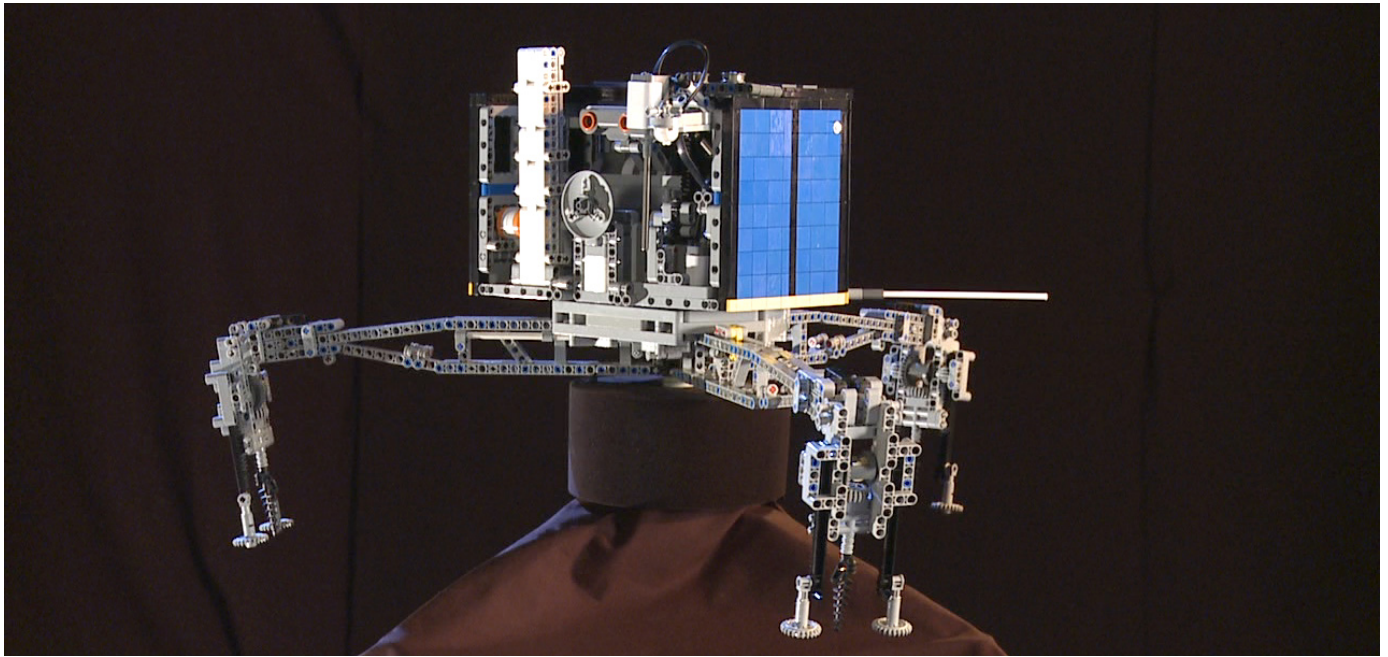


aprendizaje real. El grupo objetivo son los estudiantes mayores de 15 años (¡sin límite superior!).

El kit se compone de tres elementos:

- 1.- Un modelo de demostración de la Rosetta Lander;
- 2.- Una serie de películas con los antecedentes relacionados con los cometas y de la misión Rosetta;
- 3.- Un conjunto de hojas de actividades interdisciplinarias que contiene sugerencias sobre cómo usar el kit.

La película principal sería sobre la investigación de cometas y de la misión Rosetta (ciencia y tecnología) e incluiría el modelo de demostración. Por lo tanto, el modelo de demostración tenía que hacerse. Steven Canvin me puso en contacto con Martijn Boogaarts, Gerrit Bronsveld y Eric Steenstra, tres expertos en LEGO® MINDSTORMS, que viven en los Países Bajos. ¡Qué suerte tuve! Los visité a finales de abril de 2010



e inmediatamente mostraron su entusiasmo y dijeron que podrían hacer un modelo. Desde ese día hasta el día de la filmación de la película principal a mediados de julio de 2010, fui a visitarles con frecuencia para ver y filmar su progreso. Detlef también vino en una de esas ocasiones y les mostró su modelo. Finalmente edité un vídeo de 30 minutos de ese proceso, [Making the LEGO MINDSTORMS Rosetta Lander](#).

Para la película principal, primero quería tener un enorme núcleo de un cometa de LEGO® para el fondo. Ya en la primera reunión con Martijn, Gerrit y Eric, me di cuenta de que eso sería bastante complicado (¡y muy, muy pesado!). Encontramos una solución más interesante, hacer un paisaje de la superficie del cometa de ladrillos estándar de 2x4 de LEGO. Probada esta idea rápidamente volcando una caja de LEGO en el suelo en el refugio de construcción de Gerrit (ver la introducción de Making Of film), nos dimos cuenta de que iba a funcionar. Sólo necesitábamos los colores adecuados (oscuro para los materiales rocosos y blanco para el hielo). Para la película necesitábamos una superficie bastante grande y así finalmente Steven nos envió ¡más de 40.000 ladrillos! La película principal comienza volcándolos sobre la mesa.

Los dos días de rodaje de la película fueron muy intensos, pero al final tuve todo el material necesario y pude editar la película. En ella el científico planetario Dan Andrews (Open University, Reino Unido) y el ingeniero Ulrike Ragnit (ESA) cuenta la historia del cometa y la misión Rosetta. Esto se convirtió en la película [Rosetta's Comet Touchdown](#).

El kit fue presentado oficialmente durante el Congreso Europeo de Ciencia Planetaria (EPSC) el 21 de septiembre de 2010, en Roma. Tuve un montón de ayuda de gente del lugar para organizar el evento, y se lo agradezco a todos los involucrados. Steven Canvin patrocinó el evento mediante el envío de un par de cajas de LEGO.

Doce estudiantes de ingeniería aeroespacial (tercer año) y 3 estudiantes de diseño (Escuela Europea de Diseño) estaban interesados en participar. Por casualidad, Martijn Boogaarts estaba también en Roma. Él trajo el modelo de demostración y participó en el evento. Detlef también participó.

La película Rosetta's Comet Touchdown se proyectó, seguida de una explicación por Martijn Boogaarts. Los estudiantes de

aeronáutica fueron invitados a construir su propio modelo, mientras que los estudiantes de arte hacían obras de arte en torno al tema. Ellos hicieron lo que pudieron en tan corto período de tiempo (tres horas). Véase el informe [The kit first tested!](#)

El kit en pruebas

Por el momento el kit está siendo probado por los estudiantes de dos escuelas secundarias: la Escuela Secundaria Bocage en Setúbal, Portugal y la Escuela Secundaria Szechenyi, en Sopron, Hungría. Ambos han recibido las hojas de actividades interdisciplinarias, materiales de apoyo (artículos científicos y técnicos, tres planos de diseño básico del Rosetta Lander, la transcripción del texto de la película principal), cajas de LEGO® MINDSTORMS y LEGO® Technic.

En Setúbal, tres profesores de física están guiando a los alumnos: Filomena Rodrigues, Fayaz Bahadurali y Sérgio Lopes. En esta escuela, un grupo de unos 30 estudiantes están trabajando en diferentes aspectos del kit. Los estudiantes tienen de 16 a 18 años. Los resultados serán presentados a toda la escuela antes de que finalice el año académico.

Las actividades son las siguientes:

- La construcción de modelos, (15 estudiantes);
- Gran pintura/grafiti sobre el tema de los cometas y Rosetta (10 alumnos);
- Los cometas en la historia, (1 estudiante);
- Trabajando el texto Inglés de las películas y escribir un ensayo sobre él (toda la clase de 30 estudiantes).

En Sopron un grupo de 16 estudiantes (15 años) terminó sus actividades y presentó los resultados a su escuela a comienzos de abril. Varios profesores dirigían el proyecto: Ágota Lang (física), Csaba Robotka (historia), Gabriella Nagy, Bazsóné (artes), Mónika Stenger, Kovátsné (Inglés). Los estudiantes, divididos en equipos:

- El equipo de la historia (4) hizo una investigación sobre cómo los cometas aparecen en la cultura húngara;
- El equipo de las Artes (4) diseñó una camiseta para todo el grupo. La camiseta muestra varios elementos relacionados

con Rosetta (la piedra Rosetta, la nave espacial, y el núcleo de un cometa con la forma de Hungría!);

- El equipo científico dividido en diferentes subgrupos:
 - a- Uno de los grupos (2) hizo una investigación sobre los cometas, la historia de la observación de cometas y sobre los instrumentos del Rosetta orbiter y el Rosetta Lander.
 - b- El otro grupo (3) creó una animación con un programa llamado "Imagine Logo" sobre la trayectoria de la nave Rosetta hacia el objetivo cometa 67P/Churyomov-Gerashimenko;
- El equipo de construcción LEGO® (7) siguió sus propias ideas creativas sobre cómo debía ser un módulo de aterrizaje. Desarrollaron un módulo de aterrizaje de cuatro patas con un cuerpo cuadrado, que contenía varios instrumentos: un sensor de temperatura, un dispositivo de medición de aceleración de la gravedad y un sensor de gas.
- Un estudiante grabó todos nuestros avances con una cámara (de cine y fotos) y editó una película de la todas las actividades. Esta película [Have Fun](#) también se puede ver en el canal de VIMEO.

Además, dado que en la sonda espacial Rosetta, existen instrumentos de Hungría y contribuciones a instrumentos, visitaron el [Grupo de Investigación Espacial](#) de la Universidad Tecnológica de Budapest, que trabajó en el suministro de energía de la unidad de aterrizaje, y otros dos equipos en el KFKI Campus (Instituto de Investigación de Partículas y Física Nuclear e Instituto de Investigación de la Energía Atómica) en Budapest. Los científicos nos dieron una breve presentación sobre su trabajo y sus instrumentos, y después mostraron a los alumnos copias de repuesto de los instrumentos y visitaron los laboratorios. Los resultados de esta prueba son muy positivos ... [1]

Otros eventos

El LEGO® MINDSTORMS® Rosetta Demonstration Lander se mostró en dos ocasiones más:

LEGO World de Zwolle (20/27 octubre, 2010)

Los expertos de LEGO® MINDSTORMS® exhibieron el modelo de demostración del módulo de aterrizaje durante toda la semana de LEGO World Zwolle (Países Bajos).

Maarten Roos había preparado un bucle-DVD con subtítulos en holandés y las películas se mostraban sin parar en una pantalla al lado de la exhibición.

El experto Eric Steenstra comenta:

"Pusimos el DVD todos los días en las dos pantallas. ¡Teníamos un amplificador de sonido envolvente! Había un código de barras visible que era un enlace directo con el canal de VIMEO y se puede leer usando una aplicación para el iPhone o Android. Mucha gente lo hizo! El código de barras está, por supuesto, también hecho de ladrillos LEGO.

Hemos recibido muchas reacciones agradables. Un equipo de National Geographic vino, y tomó algunas fotos de nuestras creaciones (y de otras cosas en el evento LEGO World). Están haciendo una película que se emitirá en algún momento en abril o mayo del próximo año."

Cena Debate del Parlamento Europeo

El 3 de febrero de 2011, Martijn Boogaarts (experto LEGO® MINDSTORMS) llevó el modelo de demostración a Bruselas al Parlamento Europeo a una cena sobre el futuro papel de Europa en la exploración del Sistema Solar. Maarten Roos preparó 15 copias del DVD que se distribuyeron en la misma ocasión. Un informe detallado del evento se encuentra en el sitio web Europlanet en http://www.europlanet-eu.org/outreach/index.php?option=com_content&task=view&id=321&Itemid=41

Desarrollos

El próximo paso es ver cómo este equipo se puede implementar en una escala mayor. El estado actual de las pruebas en la escuela es positivo. Una reunión entre LEGO, la ESA y el DLR está prevista para un futuro próximo para hablar de ello.

[1] El informe completo sobre el proyecto húngaro se puede descargar desde: http://www.europlanet-eu.org/outreach/index.php?option=com_content&task=view&id=330&Itemid=84

Todas las películas mencionadas en este documento están en [www.vimeo.com / canales / rosettascomettouchdow](http://www.vimeo.com/canales/rosettascomettouchdow) #

