

ROBOTS QUE ESTIMULAN MENTES CIENTÍFICAS

Vivimos tiempos en los que los bulos y mensajes pseudocientíficos se propagan como la pólvora en las redes poniendo en riesgo la salud global, tiempos en los que gran parte de la juventud se informa a través de YouTube y ser “influencer” se ha convertido en una aspiración profesional.

En estos tiempos, es prioritario fomentar el pensamiento racional crítico en las nuevas generaciones en aras de conseguir, en un futuro próximo, una sociedad mejor informada y capaz de tomar decisiones basadas en la evidencia y no en las opiniones. Pero, ¿cómo conseguirlo?

En la investigación en didáctica de la ciencia existe consenso en que el aprendizaje por indagación es un enfoque educativo clave para el desarrollo del pensamiento científico en el alumnado.



Nayra Rodríguez Eugenio
Coordinadora de PETeR
Instituto de Astrofísica de Canarias
nre@iac.es

Un informe reciente¹ de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas revela un dato preocupante: el número de matriculados en las titulaciones STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) ha disminuido en España un 30% desde 2000. El bajo interés de la juventud española por la ciencia y la tecnología puede tener implicaciones negativas en muchos ámbitos. Algunos que nos tocan de cerca son la sostenibilidad y competitividad de los centros de investigación, que se nutren de graduados en estas áreas, o la instalación de futuras infraestructuras telescópicas en el territorio nacional, que podrían ser objeto de oposición social, como ha pasado en Hawái con el *Thirty Meter Telescope*.

Entre los factores que influyen en el desinterés de los jóvenes por los estudios y carreras STEM, destacan: la forma en que estas materias se imparten en las escuelas, la percepción de que se trata de disciplinas difíciles y la aparente falta de oportunidades profesionales suficientemente atractivas².

Por lo tanto, para atraer al alumnado a estas áreas es necesario incidir en tres aspectos: 1. acercarlos la ciencia de forma práctica y amena; 2. trabajar con los docentes, proporcionándoles los recursos, la formación y el apoyo necesarios para que puedan desarrollar una educación STEM más atractiva y estimulante para su alumnado; y 3. contribuir a cambiar los estereotipos sociales sobre las profesiones científico-tecnológicas.

La Astronomía es el motor perfecto para despertar la curiosidad y el interés por las materias STEM³. Une el ancestral anhelo humano de conocer lo que hay más allá del mundo que nos rodea con la espectacularidad de las imágenes del Universo y el asombro por los fenómenos que ocurren en él. En las últimas décadas, la puesta en marcha de telescopios robóticos, diseñados para funcionar de forma autónoma, junto con el desarrollo de herramientas que permiten su uso por parte de observadores no profesionales, ha permitido abrir esta ciencia a la participación de la comunidad educativa⁴.

PETER - ROBOTS QUE MIRAN AL CIELO

El [Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos](#) (PETeR) del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) busca promover el interés de estudiantes

preuniversitarios por las áreas STEM a través de su participación en experiencias científicas reales usando telescopios profesionales.

El proyecto se puso en marcha entre 2004 y 2006, tras la instalación en el Observatorio del Roque de los Muchachos del Telescopio Liverpool (TL), el primero de los telescopios robóticos de 2 metros totalmente autónomos y uno de los más grandes y avanzados aún hoy. El TL es propiedad del *Astrophysics Research Institute* de la *Liverpool John Moores University*, que decidió dedicar el 5% del tiempo de observación con este telescopio a la educación y divulgación de la Astronomía en el Reino Unido y, para ello, creó el [National Schools' Observatory](#) (NSO).

El IAC hizo también una apuesta decidida por la educación STEM destinando a la comunidad educativa española el 25% de su tiempo de observación con el TL, lo que supone otro 5% del tiempo total de este telescopio. Nació así PETeR, con el objetivo de gestionar esa bolsa de tiempo dedicado a la educación y la divulgación de la Astronomía en España.

Además del TL, en los últimos años hemos ido sumando otros "robots" al proyecto. En 2018, nos incorporamos como socios educativos del Observatorio Las Cumbres (LCO) a través del programa [Global Sky Partners](#), que da acceso a su red de telescopios de 40 cm situados en seis observatorios alrededor del mundo, tanto en el hemisferio Norte (Canarias, Texas y Hawái) como en el Sur (Australia, Sudáfrica y Chile). Desde 2019, los usuarios de PETeR tienen también acceso a realizar observaciones con los telescopios de clase 0,5 m PIRATE y COAST pertenecientes a la *Open University*, que fueron inaugurados en el Observatorio del Teide a finales de 2017. Y los últimos telescopios que hemos incorporado al proyecto son los de la red [Southeastern Association for Research in Astronomy](#) (SARA), de clase 1 m.

Todos los telescopios disponibles en PETeR funcionan por colas, excepto los de SARA, que se controlan de forma remota. En estos últimos, se solicitan medias noches en los observatorios de Kitt Peak (EEUU) y Cerro Tololo (Chile) para que coincidan con el horario lectivo en España. De esta forma, los centros educativos que lo deseen pueden conectarse en directo a la realización de las observaciones

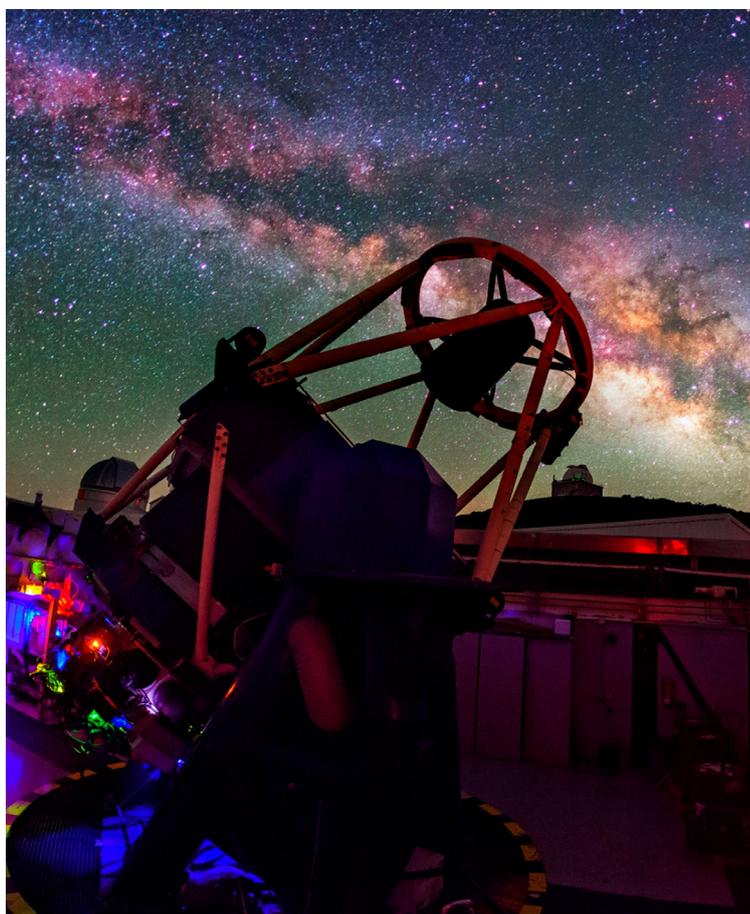


Logo del proyecto PETeR. Crédito: Inés Bonet (IAC).

remotas. En el caso de las observaciones por colas, los usuarios pueden acceder a través de la web de PETeR a los portales de los diferentes telescopios para solicitar sus observaciones y descargarse las imágenes una vez obtenidas.

La disponibilidad de tiempo de observación en este amplio conjunto de telescopios, que además ofrecen diferentes tipos de observaciones a través de portales de fácil uso (en su mayoría), nos ha permitido abrir el proyecto a todos los niveles educativos preuniversitarios, desde primaria a bachillerato y formación profesional. El tiempo de observación se ofrece a los centros educativos de forma totalmente gratuita y, de momento, sin más limitación que la división del tiempo disponible entre los centros registrados.

En la actualidad, PETeR cuenta entre sus usuarios con más de 300 centros educativos repartidos por toda la geografía española, unos 25 centros de secundaria de otros países que colaboran en proyectos específicos con institutos españoles, así como unos 40 centros no formales y asociaciones de astrónomos aficionados que participan en el proyecto realizando actividades educativas y de divulgación con público infantil y juvenil. El alcance del proyecto es actualmente de unos 10.000 estudiantes al año.



Algunos de los telescopios robóticos disponibles en PETeR. Izquierda: el Telescopio Liverpool (Observatorio del Roque de los Muchachos, La Palma). Arriba a la derecha: dos de los telescopios de 0,4m del LCO (Observatorio del Teide, Tenerife). Abajo a la derecha: telescopio COAST de la Open University (Observatorio del Teide). Crédito: Daniel López / IAC.

APRENDER CIENCIA HACIENDO CIENCIA

PETeR funciona como un laboratorio en línea que permite al alumnado descubrir el Universo realizando sus propias observaciones e investigaciones astronómicas. Para ello, ofrecemos diferentes herramientas, recursos y formatos.

En 2012, lanzamos una encuesta entre los usuarios activos y potenciales de PETeR para conocer sus necesidades y los modelos de proyecto que les parecían más interesantes y adecuados para su práctica docente. A partir de los resultados de ese estudio⁵, planteamos tres enfoques de aprendizaje activo, complementarios entre sí, que intentan cubrir la mayor parte de las demandas de la comunidad. Estos son:

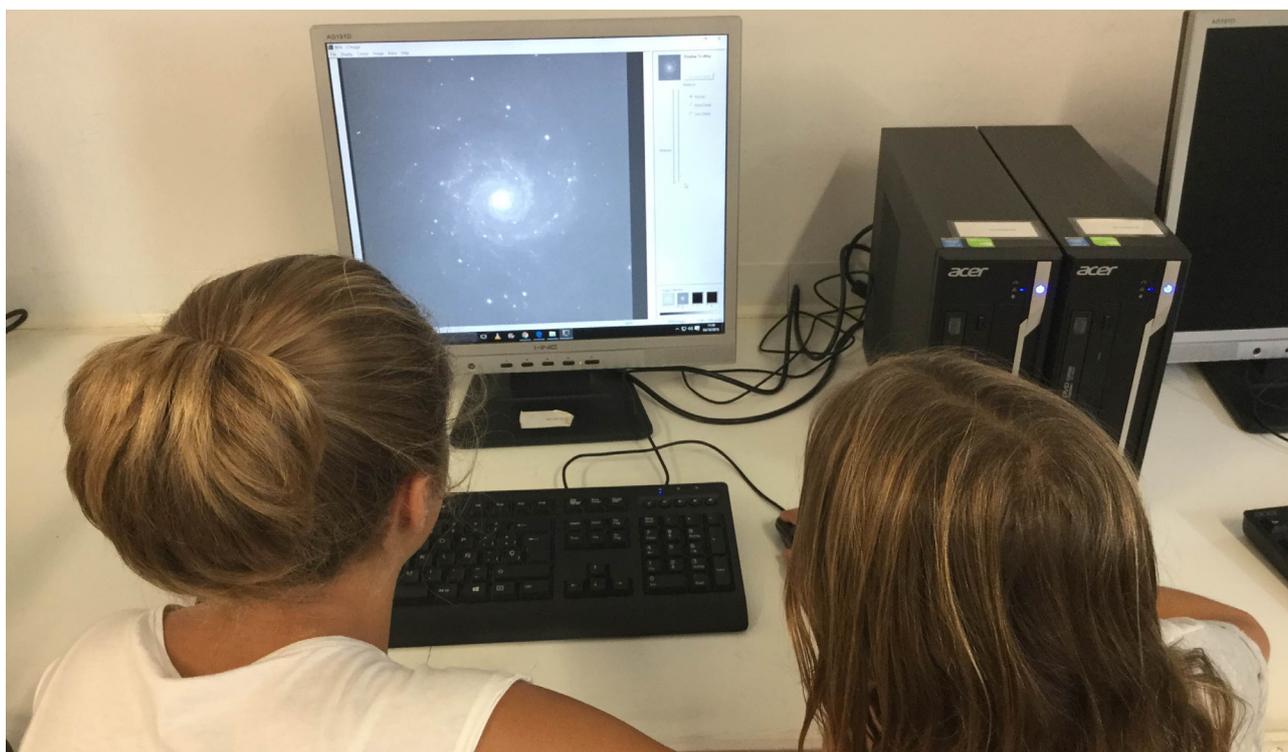
1. Observaciones prediseñadas: la propuesta consiste en obtener y analizar imágenes en uno o varios filtros de diferentes tipos de objetos celestes (regiones de La Luna, planetas del Sistema Solar, cúmulos estelares, nebulosas y galaxias) que pueden seleccionarse de una lista. La interfaz de observación establece, para cada objeto, el instrumento, el o los filtros y el tiempo de exposición adecuados. Esta es una opción fácil de integrar en la actividad docente, ya que requiere poco tiempo de preparación y no es necesario tener conocimientos previos de Astronomía. En el sitio web de PETeR ofrecemos, además, un programa para visualizar y analizar las imágenes astronómicas, [PeterSoft](#), que está especialmente diseñado para uso educativo.

2. Unidades didácticas: cada Unidad introduce varios conceptos de Astronomía relacionados con los planes de estudio de primaria y/o secundaria e incluye una o más actividades que hacen uso de datos pre-observados con los telescopios de PE-TeR. Las actividades sirven, a su vez, como introducción práctica a las diferentes herramientas del software de procesamiento de imágenes: medida de tamaños angulares y distancias, medida de brillos (fotometría de apertura), etc. Algunos de los temas que se proponen son la estructura del Sistema Solar, los movimientos de planetas y satélites o la determinación de distancias en el Universo. Con este enfoque se busca que el alumnado desarrolle sus habilidades STEM a la vez que asimila conocimientos sobre el tema presentado.

3. Proyectos de investigación: este formato es el que corresponde a proyectos científicos reales, ya sea de indagación guiada o abierta. En el pri-

mer caso, proponemos al profesorado el tipo de objetos a estudiar y la posible metodología a seguir para seleccionar los objetos, programar las observaciones y analizar los datos obtenidos, dotándoles de los recursos didácticos y programas necesarios para desarrollar la investigación. Algunos ejemplos de proyectos que ofrecemos son la detección de supernovas, la búsqueda de estrellas variables, la caracterización de exoplanetas con tránsitos o la confirmación de órbitas de asteroides. En las investigaciones abiertas, en cambio, son los grupos de estudiantes más su docente los que deciden qué quieren investigar y cómo. En ambos casos, proporcionamos asesoramiento científico y técnico a los usuarios para el desarrollo del proyecto e intentamos contar con la participación de investigadoras e investigadores del IAC, especialistas en el campo tratado, que, además de asesorar, se convierten en referentes profesionales para el alumnado.

Estudiantes de sexto de primaria de Escola GEM (Cataluña) analizando la imagen de una galaxia obtenida con el Telescopio Liverpool. Crédito: Aleix Roig (Escola GEM).



«La Astronomía es el motor perfecto para despertar la curiosidad y el interés por las materias STEM. Une el ancestral anhelo humano de conocer lo que hay más allá del mundo que nos rodea con la espectacularidad de las imágenes del Universo y el asombro por los fenómenos que ocurren en él.»

Este enfoque permite a los estudiantes experimentar el método científico siguiendo las fases del aprendizaje basado en la indagación⁶: tienen que formular la pregunta que quieren investigar, plantear sus hipótesis y método de trabajo, tomar decisiones razonadas (por ejemplo, elegir un objeto de estudio que pueda ser observado en un cierto plazo de tiempo con los telescopios disponibles), analizar e interpretar los datos obtenidos y, finalmente, sacar sus conclusiones y presentarlas. Se fomenta también el trabajo colaborativo, tanto dentro del aula, como entre escuelas y con otras instituciones educativas.

Un ejemplo del potencial de este tipo de proyectos para fomentar el interés y las vocaciones STEM entre el alumnado, además de tener un alto impacto social, fue el desarrollado en 2017 por un profesor de Matemáticas y sus estudiantes de segundo de ESO del Instituto de Enseñanza Secundaria El Calero (Gran Canaria). El objetivo del proyecto era intentar descubrir estrellas variables y aprender de forma práctica los elementos matemáticos necesarios para caracterizarlas. El método de investigación seguido consistió en seleccionar dos regiones del cielo en las que querían buscar estrellas variables y, a través de PETeR, solicitar observaciones de esos campos con telescopios del LCO. Después, complementaron esas observaciones con otras obtenidas con un telescopio amateur y con datos de archivo. Realizaron fotometría diferencial en las estrellas de los campos observados, construyeron las curvas de luz correspondientes y encontraron dos estrellas que presentaban variaciones periódicas de brillo compatibles con binarias eclipsantes de contacto. Enviaron sus resultados a la [American Association of Variable Star Observers](#), que les confirmó que habían descubierto dos nuevas estrellas variables.

Estas alumnas y alumnos se convirtieron en los más jóvenes del mundo en hacer un descubrimiento de este tipo dentro de un proceso de educación formal, por lo que emitimos una nota de prensa que tuvo bastante repercusión y les entrevistaron en programas de radio y de televisión. La experiencia sirvió, además, como piloto para el proyecto de investigación sobre estrellas variables que han replicado muchos otros centros después.

EL PROFESORADO: UN FACTOR CLAVE

Solo si el profesorado se siente cómodo y seguro con los conocimientos y herramientas que son necesarios para desarrollar los proyectos de investigación astronómica, querrá llevar a cabo estas experiencias con su alumnado. Por este motivo, uno de los objetivos principales de PETeR es la formación continua del profesorado, tanto en temas de Astronomía y Astrofísica, como en el uso de los telescopios robóticos, los programas y recursos web que permiten analizar los datos obtenidos y en los métodos de aprendizaje por indagación.

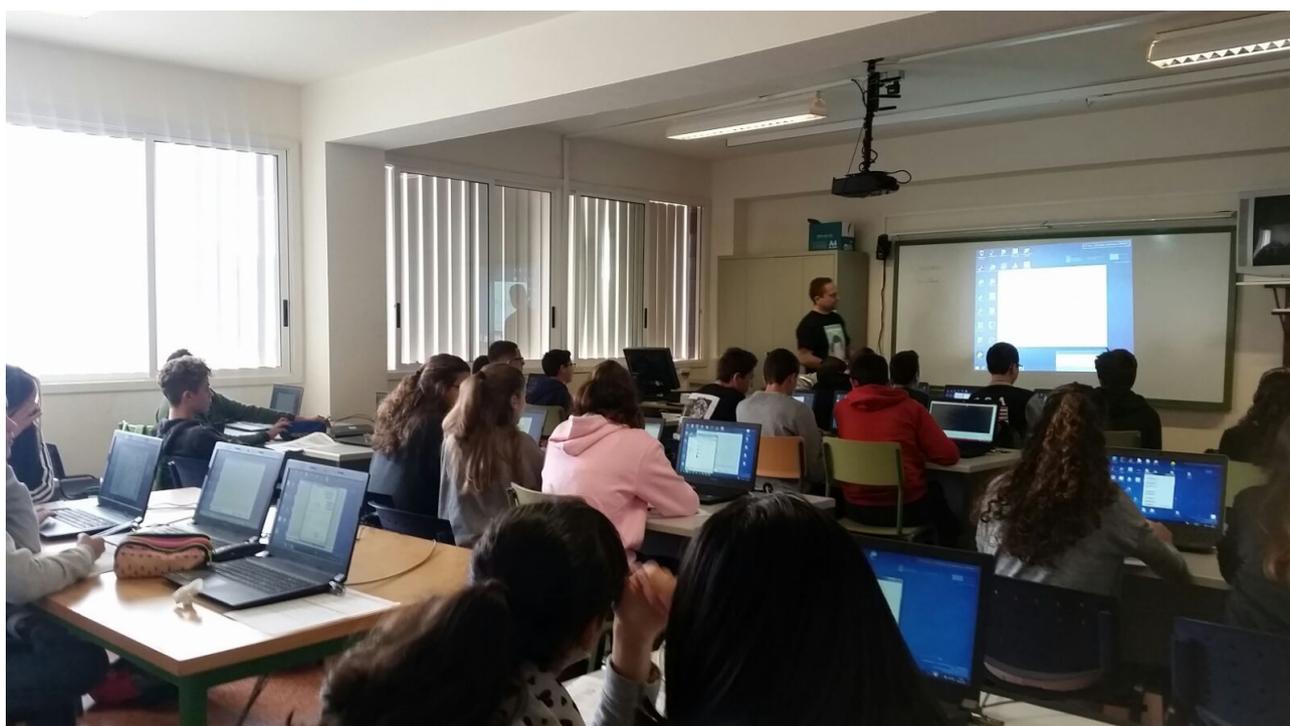
Desde 2015, hemos formado a más de 1.100 docentes y educadores de 61 países de los cinco continentes (más de 800 de ellos españoles) a través de los diferentes cursos, presenciales y online, que organizamos o en los que participamos en el marco de PETeR. Destacamos la escuela internacional de verano “[Astronomy Education Adventure in the Canary Islands](#)”, organizada por el IAC y [NUCLIO](#) con la colaboración de los proyectos NSO, [Faulkes Telescope](#)

[Project](#) y [CESAR](#) (últimas dos ediciones). La escuela, que en 2021 ha celebrado su séptima edición consecutiva, consiste en una semana de formación intensiva y altamente práctica, que incluye ponencias, talleres, visitas formativas a los Observatorios de Canarias y actividades que permiten a los participantes relacionarse entre sí y establecer vínculos con docentes de otros países. El objetivo es que el profesorado disfrute de una experiencia de aprendizaje y colaboración que pueda trasladar a su alumnado en condiciones similares, fomentando la cooperación entre escuelas alrededor del mundo.

ROBOTS QUE MIRAN AL FUTURO

Los proyectos educativos con telescopios robóticos requieren una inversión nada despreciable de recursos tecnológicos (tiempo de telescopio, portales de observación, software educativo,...) y humanos (personal dedicado a desarrollar los materiales didácticos y proyectos de investigación, asesorar y formar a los docentes,...), pero los beneficios son considerables.

Alumnado del IES El Calero (Gran Canaria) y su profesor de Matemáticas, Carlos Morales, desarrollando el proyecto de investigación que les llevó a descubrir las estrellas variables TYC 3224-2619-1 y GSC 03224-01689. Crédito: IES El Calero.



En primer lugar, democratizan el acceso al cielo y a la Astronomía. Son pocos los centros educativos que cuentan con un telescopio amateur y aún menos los que, además, se encuentran en regiones con baja contaminación lumínica y alta frecuencia de noches despejadas. Los telescopios robóticos pueden ser usados por cientos o miles de escuelas cada año y, en el caso de PETeR, damos acceso no solo al cielo visible desde el hemisferio norte, sino también a los secretos del cielo del sur. A esto se suma que las observaciones por colas, o las remotas en horario lectivo, facilitan enormemente la participación de escolares de 6 a 12 años, para los que no se suelen organizar actividades de observación nocturna.

En el ámbito de la educación STEM, los resultados de PETeR y de otros proyectos similares muestran que el uso educativo de los telescopios robóticos permite desarrollar de forma efectiva procesos de enseñanza-aprendizaje por indagación, fomentan el interés del alumnado por estas áreas y estimulan el pensamiento científico.

En Astronomía solemos decir que nuestras herramientas, los telescopios, nos permiten mirar al pasado. En PETeR, las usamos para incentivar las mentes científicas del futuro.

Sesión inaugural del curso internacional de verano "Astronomy Education Adventure in the Canary Islands 2019". Crédito: Inés Bonet (IAC).



REFERENCIAS

- ¹ Informe SUE 2018. "La contribución socioeconómica del Sistema Universitario Español".
- ² Fundación La Caixa, FECYT y everis (2015). "¿Cómo podemos estimular una mente científica? Estudio sobre vocaciones científicas".
- ³ Percy, J.R. (2005). "Why astronomy is useful and should be included in the school curriculum". Teaching and learning astronomy, edited by J.M. Pasachoff and J.R. Percy, Cambridge University Press, Cambridge UK, pp. 10-13.
- ⁴ Gomez, E. L. and Fitzgerald, M. T. (2017). "Robotic telescopes in education". Astronomical Review, 13(1): 28-68.
- ⁵ Rodríguez-Eugenio, N. (2019). "Fifteen years of PE-TeR, an educational project with robotic telescopes in Spain". Proceedings of the IAU Astronomy Education Conference: Bridging Research & Practice, pp. 83-89.
- ⁶ Pedaste, M. et al. (2015). "Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry circle". Educational Research Review, 14, pp. 47-61, 10.1016/j.edurev.2015.02.003.

PETER

ROBOTS QUE MIRAN AL CIELO

