



Impresión artística de un asteroide NEA binario pasando cerca de la Tierra. [ESA]

# EURONEAR: DIEZ AÑOS DE CONTRIBUCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE LOS NEA

AMADEO AZNAR

## EL RETO EUROPEO DE CONTRIBUIR DE MANERA SISTEMÁTICA AL ESTUDIO DE LOS ASTEROIDES CERCANOS A LA TIERRA (NEAR EARTH ASTEROIDS, NEA) SE HA MATERIALIZADO EN ESTE PROYECTO CON LA PARTICIPACIÓN DE ALGUNO DE LOS PRINCIPALES OBSERVATORIOS DEL CONTINENTE.

**D**urante finales de la década de los ochenta y principios de los noventa del siglo pasado el interés por los asteroides peligrosos ha crecido de manera constante. Como en otras ocasiones, los Estados Unidos tomaron la iniciativa en el estudio de estos objetos y, siendo conscientes del peligro que supondría el impacto de un asteroide contra nuestro planeta, dedicaron cada vez más recursos para este fin. Fue a mediados de los noventa cuando la detección de estos objetos se incrementó a un ritmo sin precedentes debido a la puesta en marcha de grandes proyectos de rastreo como el LINEAR (Lincoln Near-Earth Asteroid Research), el Catalina Sky Survey (CSS) o el Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System) entre otros, que de manera sistemática rastrean el cielo utilizando telescopios de mediano y gran tamaño (entre 1,5 y 3,5 metros de diámetro).

En pleno auge del descubrimiento de estos objetos surgió en Europa la idea de crear una red de observatorios que se dedicara al seguimiento y estudio de estos asteroides. Así, en el año 2006, en el Instituto de Mecánica Celeste y Cálculo de Efemérides en Francia (IMCCE), los doctores Ovidiu Vaduvescu y Mirel Birlean, colegas rumanos desde años atrás, idearon el programa EURONEAR (European Near Earth Asteroid Research).

La finalidad de este programa es hacer un seguimiento sistemático de los asteroides que por la trayectoria de su órbita pueden suponer un riesgo para la Tierra. Estos asteroides son los asteroides conocidos como NEA, Near Earth Asteroids. Se caracterizan por tener una distancia al perihelio inferior a 1,3 unidades astronómicas y se clasifican en tres tipologías principales: Amor, Apolo y Atenas. Los asteroides Atiras también pueden ser considerados NEA. A partir de esta clasificación, se suponen asteroides potencialmente peligrosos (PHA, Potentially Hazardous Asteroids) aquellos cuya órbita pasa a menos de 0,05 unidades astronómicas de la Tierra y que tienen una magnitud absoluta inferior a 22. Estos asteroides tienen un tamaño aproximado superior a 150 metros (asumiendo un albedo del 13 %), lo que supone un verdadero riesgo para la humanidad.

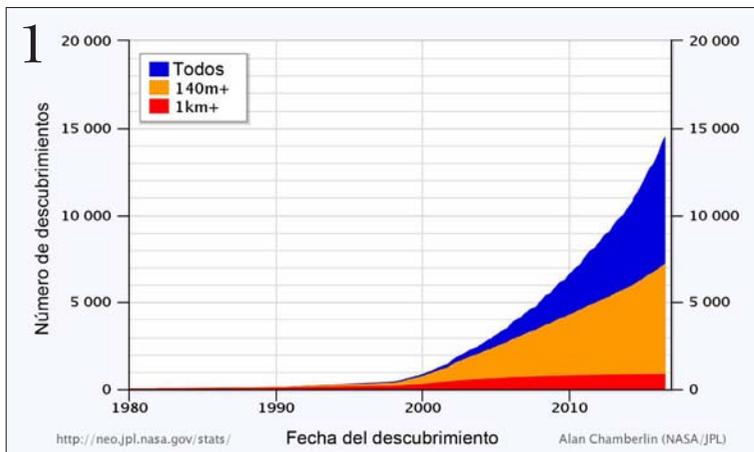
Hasta el momento de escribir este artículo se han descubierto 714 351 asteroides de los cuales 14 446 son NEA (2,0 %) y de estos 1704 están catalogados como de alto riesgo (PHA).

La red de observatorios que participan en este proyecto ha ido creciendo con el tiempo. En la actualidad EURONEAR se nutre de la participación de trece observatorios ubicados en varios países de Europa y Chile entre los que destacan los telescopios Mercator, con un espe-

jo de 1,3 metros de diámetro, el Isaac Newton, con una óptica de 2,5 metros, y el William Herschel (los tres en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma), con un espejo de 4,2 metros de diámetro. También pertenecen a la red el Observatorio Haute Provence (Francia), con un telescopio de 1,2 metros de diámetro, o el telescopio de 0,7 metros del observatorio astronómico de la Universidad de Potznan (Polonia), entre otros. De todos ellos el Isaac Newton ha sido el más productivo. El hecho de utilizar telescopios de tamaños medios y grandes permite analizar asteroides de brillos débiles que rondan la magnitud 21 y 22.

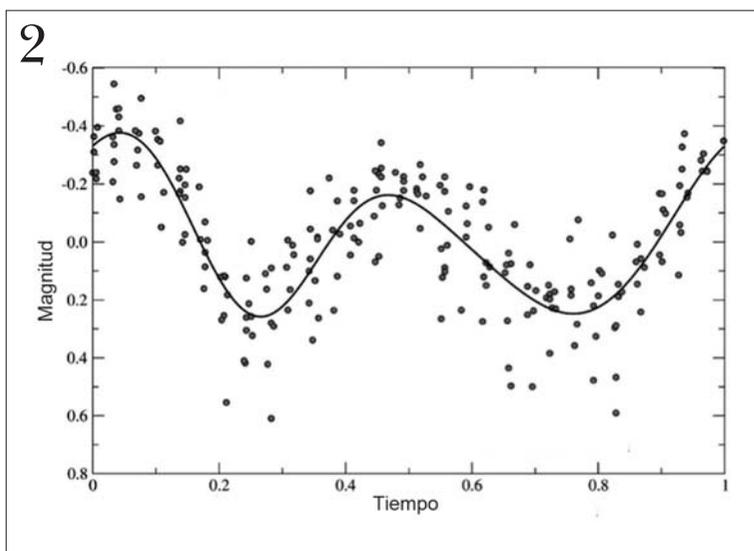
El proyecto está formado por tres grupos de trabajo: astrometría, fotometría y espectroscopía. Así el análisis de los NEA se realiza desde un triple enfoque y permite calcular los parámetros orbitales, la familia a la que pertenecen, el tamaño, el periodo de rotación, el albedo, la masa, orientación de los polos, minerología y la posible multiplicidad.

En lo que a astrometría se refiere, el programa EURONEAR ha mejorado el cálculo de órbitas de más de 1500 NEA, para lo cual se han utilizado softwares como ORBFIT, Find\_Orb o THELL, este último de uso obligatorio trabajando con cámaras de campo amplio y con buenos resultados en la corrección de campos.



**FIGURA 1.** Asteroides tipo NEA descubiertos hasta principios de julio de 2016. [Cortesía Alan Chamberlain, NASA/JPL]

**FIGURA 2.** Curva de luz de uno de los primeros NEA estudiados por EURONEAR con el telescopio Isaac Newton. [Cortesía O. Vaduvescu et al., 2015]



fotométricas se combina el uso de varios softwares como IRAF, LIDAS y Canopus.

A diferencia de otros programas de seguimiento de NEA, EURONEAR utiliza técnicas de espectroscopia para calcular el albedo de estos cuerpos, sus propiedades físicas y otros parámetros. El instrumento utilizado para estos fines es el IDS (Intermediate Dispersion Spectrograph) instalado en el telescopio Isaac Newton. En otros casos concretos también se ha utilizado el espectroscopio OSIRIS (Optical System for Imaging and Low Resolution Integrated Spectroscopy) instalado en el Gran Telescopio CANARIAS, como en el estudio del NEA 2014 NL52, con una magnitud absoluta de 23,2. Tras analizar su espectro se determinó la taxonomía de este objeto, tratándose de un NEA de clase espectral S. Para este asteroide se calculó un periodo de rotación súper rápido de 0,074 horas.

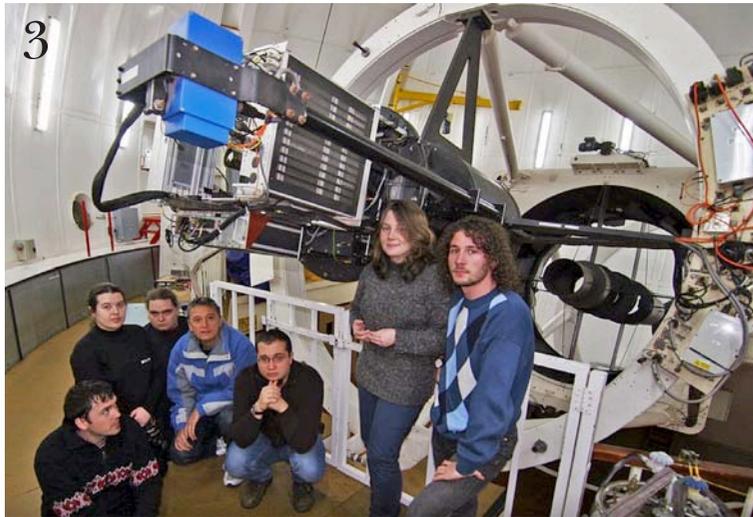
La aplicación de técnicas de análisis desde este triple enfoque (astrométrico, fotométrico y espectroscópico) permite hacer un análisis integral de cada objeto, siempre y cuando existan datos con suficiente solidez como para obtener resultados robustos.

**PRINCIPALES RESULTADOS**

En el transcurso de estos diez años la producción científica del

Respecto a los trabajos en fotometría, hasta el momento se han analizado un centenar de NEA utilizando filtros fotométricos del sistema Sloan. Al trabajar bajo este sistema fotométrico es necesario determinar las magnitudes r y g de las estrellas implicadas en el análisis en aquellas regiones del cielo en las que el catálogo Sloan no las incorpora. Esta tarea supone el análisis de placas fotométricas complementarias a este catálogo a partir de tomas realizadas directamente por telescopios de la red EURONEAR. Un detalle

interesante para la optimización de los recursos y del tiempo de uso de los observatorios es el uso de cámaras multisensor. Este es el caso de la cámara MAIA (Mercator Advanced Imager for Asteroseismology) que permite adquirir imágenes en tres canales diferentes de manera simultánea, lo que optimiza el uso del instrumental y mejora la precisión de los resultados. Este dispositivo está instalado en el telescopio Mercator de La Palma y opera a -113° C ofreciendo una resolución por debajo de 0,33 segundos de arco. En las tareas



**FIGURA 3.** Sesión de trabajo EURONEAR con estudiantes rumanos de programa de doctorado en el telescopio Isaac Newton (La Palma), el más productivo en el reconocimiento y estudio de los NEA. En el centro, de azul, el doctor Ovidiu Vaduvescu. (Cortesía del autor)

#### ALGUNOS DE LOS TELESCOPIOS DE LA RED EURONEAR

Telescopio / diámetro	Observatorio
Víctor Blanco / 4 m	Cerro Tololo, Chile
Yale / 1 m	Cerro Tololo, Chile
WHT / 4,2 m	Roque de los Muchachos, La Palma, España
INT / 2,5 m	Roque de los Muchachos, La Palma, España
Mercator / 1,2 m	Roque de los Muchachos, La Palma, España
ESO/MPG / 2,2 m	La Silla, Chile
TLS / 2 m	Tautenburg, Alemania
Swope / 1 m	Las Campanas, Chile
0,84 m	Cerro Armazones, Chile
1,2 m	Haute Provence, Francia
1 m	Pic du Midi, Francia
0,5 m	Argelander Institute, Bonn, Alemania
0,35 m	Observatorio Isaac Aznar, Valencia, España

proyecto EURONEAR se ha recopilado en diez trabajos que han sido publicados en las principales revistas astronómicas. Además, otros datos obtenidos en este proyecto han sido utilizados para la elaboración de otros tantos *papers*.

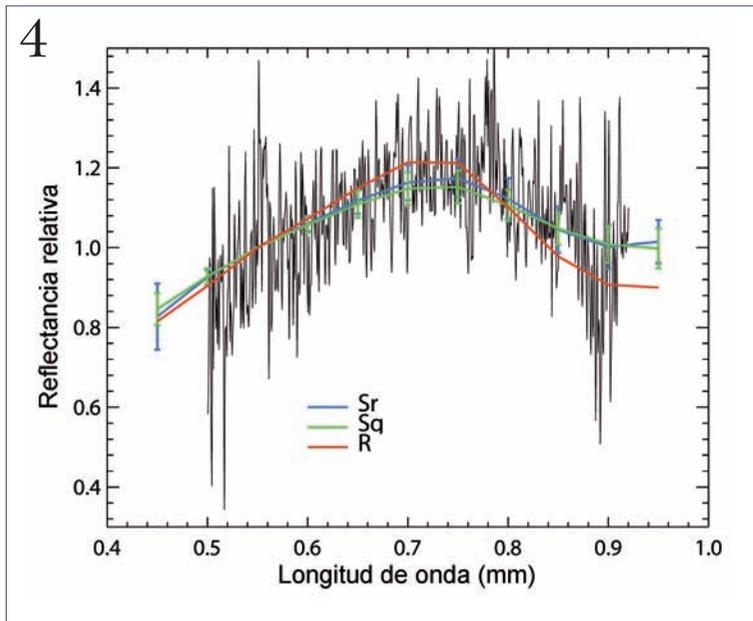
Se han realizado dos docenas de comunicados mediante la asistencia a jornadas y *workshops* así como catorce circulares de la Unión Astronómica Internacional. También ha contribuido con ciento cincuenta circulares electrónicas del Minor Planet Center (MPEC).

A lo largo de esta década del proyecto se han descubierto varios centenares de asteroides del cinturón principal, algunos de ellos binarios. También se han encontrado nueve NEA, los primeros de ellos utilizando el telescopio Isaac Newton ubicado en La Palma.

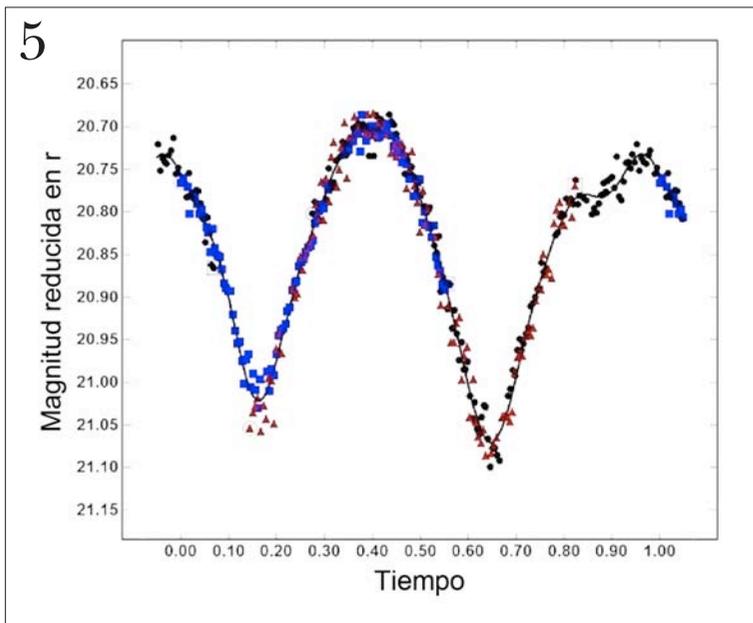
Estos resultados han permitido calcular una ratio de detección de asteroides peligrosos. Esta ratio es de un asteroide por cada 2,8 grados cuadrados de cielo, bajo las condiciones de un cielo totalmente oscuro con ausencia de Luna, con un seeing por

debajo de 1,5 segundos de arco y utilizando ópticas de dos metros de diámetro. Hay que tener en cuenta que, a diferencia de los grandes rastreos especializados en la detección de NEA, el EURONEAR tiene como finalidad el análisis de estos objetos. Hay que reseñar que los asteroides descubiertos en este proyecto lo han sido gracias a serendipias en los trabajos astrométricos y a la participación de estudiantes de programas de doctorado y astrónomos amateur que redujeron las imágenes en cuestión de horas.

Además de los análisis realizados a partir de observaciones directas, también se han realizado tareas de minería de datos, examinándose más de 70 000 imágenes obtenidas con el telescopio japonés SUBARU entre los años 1999 y 2012. Igualmente se han reducido 13 000 placas fotográficas obtenidas con el telescopio refractor de 0,4 metros del Observatorio de Bucharest entre los años 1930 y 2005, y también se ha realizado la revisión de 25 000 imágenes procedentes del sistema Megaprime/Megacam. Este es un sistema de captura de imágenes que crea mosaicos a partir de treinta y seis imágenes CCD de 2048 x 4612 píxeles cubriendo en su conjunto un área del cielo de un grado cuadrado. Está instalado en el telescopio canadiense-francés-hawaiano de 3,6 metros ubi-



**FIGURA 4.** Espectro visible del NEA 2014 NL52 obtenido con el instrumento OSIRIS (Gran Telescopio CANARIAS), en comparación con espectros de asteroides tipos Sr, Sq y R. (Cortesía O. Vaduvescu *et al.*, 2015)



**FIGURA 5.** Curva de luz, con un periodo de rotación de 3,543 h, del asteroide 2011 WK15 realizada con el telescopio Isaac Newton. (Cortesía Radu Cornea, Marian Predatu y Amadeo Aznar, EURONEAR 2015)

participado en las tareas de seguimiento de asteroides peligrosos. Entre los retos de futuro se encuentra la ampliación de la red EURONEAR con más nodos situados en el hemisferio sur para tener una mayor cobertura del cielo.

Otro reto es la incorporación del telescopio de 1 metro Jacobus Kapteyn, del Instituto de Astrofísica de Canarias, a la red EURONEAR, así como el telescopio Schmit de 1 metro del European Southern Observatory ubicado en La Silla, Chile, operando ambos de manera permanente en este tipo de trabajos.

Desde el punto de vista de la producción científica, durante la segunda mitad de 2016 se publicará un nuevo *paper* con el análisis fotométrico y espectrométrico de una quincena de NEA y en 2017 verá la luz un nuevo documento con el análisis de medio centenar más de estos objetos (A)

cado en Mauna Kea (Hawái). Gracias a este trabajo se han llegado a detectar 143 NEA y PHA.

En estas y otras tareas han participado estudiantes de programas de doctorados y post-doctorado de varias universidades europeas, lo que confiere a este proyecto un valor no solo investigador si-

no también docente, ya que pone a disposición de estos alumnos recursos y conocimientos que mejorarán sus competencias futuras.

#### RETOS DE FUTURO

Hasta la actualidad más de una veintena de telescopios de tamaño grande (> 2 metros) han par-

**Amadeo Aznar Macías,**  
Equipo EURONEAR.  
Miembro de la  
Asociación Valenciana  
de Astronomía.  
Para contactar:  
[aptog@aptog.com](mailto:aptog@aptog.com)

