ANUARIO ASTRONÓMICO 2014

Consejo de Educación Secundaria / Inspección de Astronomía
Montevideo – Uruguay

Coordinación del proyecto
Observatorio Astronómico de Montevideo
Inspección de Astronomía
Equipo Gráfico del Equipo de Comunicación del CES.

Corrección de estilo
Alfredo Santos

Efemérides
Todas las efemérides fueron calculadas para la ubicación del Observatorio de Montevideo de coordenadas 34°54´14" Sur y 56° 10´33" Oeste.

Fotografías
Todas las imágenes usadas en los artículos pertenecen a los docentes autores, salvo las indicadas

Fotografías de tapa
Esculturas realizadas por los estudiantes en el Cuarto Encuentro Nacional de Jóvenes Creadores

Palabras liminares al anuario Astronómico 2014

Esta página de entrada al anuario astronómico 2014, va enmarcada en la hoja oficial de la VI Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica. Esta Olimpiada se va a desarrollar este año en nuestro país por primera vez, como ya lo fuera en Colombia dos veces, Brasil dos veces, y Bolivia, Olimpiadas en las que nuestros jóvenes han compartido jornadas de estudio, demostración de saberes, encuentro, recreación, cultura, con sus pares de Latinoamérica y han traído varias medallas y menciones. Esta Olimpiada es la única de las que se desarrolla, que está bajo la égida de una Inspección de Secundaria y de una Asociación de Profesores que apuestan a este tipo de acciones como promotoras del aprender a aprender, a vivir juntos, a hacer, a saber y a ser de nuestros jóvenes y nuestros docentes. Olimpiadas que comparten con el espíritu de la Carta Olímpica: comprensión mutua, solidaridad, espíritu de amistad y fair play.

El Universo , como lugar de interacciones, permite estos encuentros socialmente productivos de las artes, las humanidades, los lenguajes y las ciencias naturales. Muestra de ello es la producción de la portada donde se exponen algunas de las obras producidas por jóvenes de nuestro Bachillerato Artístico, en ocasión del IV Encuentro de Jóvenes Creadores que se realiza en conjunto con la Fundación Atchugarry. Allí, a partir del potente maridaje entre dos lindas familias: la familia del Bachillerato Artístico y la Astronomía con la familia Atchugarry, dieron lugar a esta magnífica producción, donde aparecen la Luna contemplada por madre e hija (obra ganadora), un telescopio como extensión del ojo humano, un observador de estrellas que se libera de las cadenas telúricas al cuestionarse frente a la inmensidad ante sus ojos, un enjambre de galaxias, de cuyos hornos estelares provenimos y cuyo destino acompañamos, una mano generosa que acaricia y que apoya, un hombre cósmico, una mujer estelar, discos galácticos de los que emerge la doble hélice del ADN, entre otras tantas excelentes obras que le dieron forma a la intención, toda producción humana conlleva una intención, como decía Paul Klee, la historia de un cuadro comienza antes del primer trazo, con el deseo de expresarse, con una cierta disposición a comprender el mundo de tal o cual manera. Toda acción plástica, aún la más insignificante, corresponde a un fragmento de la experiencia de la vida y de la realidad. La forma debe fundarse en la concepción del mundo. La experiencia artística y científica, son caminos que conducen a la percepción del mundo en su eterna novedad. Aspectos compartidos por la Astronomía, madre de todas las ciencias, que con su laboratorio a distancia, el cosmos, modeliza, construye teoría, crea tecnología, vence a la superchería, apasiona y produce belleza. Sin emoción no hay aprendizaje, y desde nuestras enseñanzas, a través de, o a pesar de, las asignaturas aspiramos a que se desarrolle en cada uno de nuestros estudiantes cualidades y sentimientos, para que encuentren por si mismos el camino del triunfo, no necesariamente económico, sino aquél al que cada uno aspira en la vida y le brinde prosperidad, felicidad y lo haga solidario.

En el anuario se encuentra material útil para el desarrollo de las clases en cuanto a efemérides y artículos de nuestros docentes, así como una propuesta producto del intercambio de colegas de la Inspección de distintos sectores de Asignatura del CES.

Somos anfitriones de la VI Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica (OLAA) en este año tan especial de aniversarios: 450 años de Gaileo y Shakespeare, 250 años de Artigas, 45 años de la llegada del hombre a la Luna, entre tantos otros hitos, que demuestran que el Hombre, desde el Arte, la Ciencia, el Humanismo, y la expresión de un sentido constructivo, hace la diferencia, marca una época y avanza como sociedad global planetaria. Nos merecemos un futuro estelar, si trabajamos para ello.

Desde el Comité organizador de la OLAA agradecemos el apoyo económico que hasta ahora nos han brindado ANTEL, PROCIENCIA, ASTROTIENDA KAPPACRUCIS, PLANETARIO MÓVIL KAPPACRUCIS y PEDECIBA, el logístico de otras instituciones como UNESCO, PLANETARIO MUNICIPAL, OBSERVATORIO ASTRONÓMICO LOS MOLINOS, OBSERVATORIO DE MONTEVIDEO y esperamos sigan creciendo los apoyos desde otros sectores.

Nos despedimos hasta el próximo anuario recordando las palabras del Dr. Dennis Gabor, Húngaro (1900-1979), Premio Nobel de Física, discípulo de Einstein y Planck:

«El futuro no se predice, se construye. Es fruto de la innovación, con decisiones políticas sabias, que eligen los mejores escenarios y evitan los riesgos».

Prof.Mag. REINA PINTOS GANÓN – INSP. DE ASTRONOMÍA-CES
Presidente del Comité Organizador Local VI OLAA – olaa.astronomia.edu.uy

Índice

Efemérides	Página
Eventos diarios	5
Ocultaciones de estrellas por la Luna	10
Ocultaciones de planetas por la Luna	10
Equinoccios y Solsticios	10
Visibilidad de los planetas	11
Lluvias de meteoros	12
Eclipses	12
Ecuación del tiempo	18
Ritmo de cambio de la ecuación del tiempo	18

Artículos de interés	Artículos
Telescopio y CCD	19
El Observatorio Astronómico de Montevideo en la actualidad	33
Uruguay llega al espacio con satélite Antelsat	37
Determinación de coordenadas geográficas	41
Galileo – Shakespeare – Artigas	45

Eventos Diarios

Doc. Gabriel Arévalo (OAM), Prof. Néstor Villalba (CEA),Prof. Rodrigo Sierra (Observatorio Astronómico de Minas)

Marzo

Hora Local= TU – 2 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
01/03/14	5	Asteroide 00011 Parthenope con movimiento directo
01/03/14	05:59:00	Luna nueva
01/03/14	18	Asteroide 00001 Ceres con movimiento retrógrado
01/03/14	19	Marte con movimiento retrógrado
03/03/14	2	Saturno con movimiento retrógrado
06/03/14	8	Júpiter con movimiento directo
07/03/14	3	Asteroide 00004 Vesta con movimiento retrógrado
08/03/14	11:26:00	Cuarto creciente
08/03/14	23	Mercurio en su máximo brillo (0,2 mag)
11/03/14	19	Luna en apogeo a 406.395 km de la Tierra
13/03/14	4	Asteroide 00018 Melpomene con movimiento directo
14/03/14	5	Mercurio en su mayor elongación oeste (27,6°)
14/03/14	8	Asteroide 00007 Iris en perihelio a 1,8371 UA del Sol
16/03/14	15:08:00	Luna llena
17/03/14	9	Asteroide 00014 Irene en su mínimo brillo (11,8 mag)
19/03/14	4	Asteroide 00010 Hygiea en afelio a 3,51162 UA del Sol
19/03/14	21	Mercurio en afelio a 0,4667 UA del Sol
22/03/14	5	Asteroide 00006 Hebe en su mínimo brillo (10,3 mag)
22/03/14	17	Venus en su mayor elongación oeste (46,6°)
23/03/14	1	Asteroide 00002 Pallas con movimiento directo
23/03/14	17	Asteroide 00010 Hygiea en su mínimo brillo (12 mag)
23/03/14	23:46:00	Cuarto menguante
24/03/14	11	Asteroide 00003 Juno en apogeo a 3,06163 UA de la Tierra
26/03/14	18	Asteroide 00009 Metis con movimiento retrogrado
27/03/14	14	Luna en perigeo a 365.703 km de la Tierra
30/03/14	16:44:00	Luna nueva

Abril

Hora Local= TU – 3 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
02/04/14	4	Urano en conjunción
02/04/14	16	Urano en su mínimo brillo (5,9 mag)
03/04/14	1	Urano en apogeo a 21,02741 UA de la Tierra
07/04/14	05:30:00	Cuarto creciente
08/04/14	4	Asteroide 00015 Eunomia con movimiento retrógrado
08/04/14	13	Luna en apogeo a 404.522 km de la Tierra
08/04/14	18	Marte en oposición
09/04/14	15	Marte en su máximo brillo (-1,5 mag)
12/04/14	0	Asteroide 00013 Egeria con movimiento retrógrado
13/04/14	16	Asteroide 00003 Juno en conjunción
14/04/14	0	Asteroide 00001 Ceres en perigeo a 1,63294 UA de la Tierra
14/04/14	1	Asteroide 00008 Flora en perihelio a 1,8571 UA del Sol
14/04/14	10	Marte en apogeo a 0,61756 UA de la Tierra
14/04/14	21	Asteroide 00001 Ceres en su máximo brillo (7 mag)
14/04/14	22	Asteroide 00001 Ceres en oposición
15/04/14	03:02:00	Eclipse Total de Luna, inicio 3:02 hs, maximo, 3:49 hs, fin del eclips
15/04/14	4	Asteroide 00004 Vesta en oposición
15/04/14	04:42:00	Luna llena
15/04/14	6	Asteroide 00003 Juno en su máximo brillo (9,5 mag)
16/04/14	6	Asteroide 00004 Vesta en su máximo brillo (5,7 mag)
19/04/14	11	Asteroide 00004 Vesta en perigeo a 1,21837 UA de la Tierra
22/04/14	04:51:00	Cuarto menguante
22/04/14	11	Asteroide 00005 Astraea en su mínimo brillo (12,9 mag)
22/04/14	20	Luna en perigeo a 367.767 km de la Tierra
23/04/14	2	Mercurio en apogeo a 1,33269 UA de la Tierra
26/04/14	0	Mercurio en conjunción superior
26/04/14	1	Mercurio en su máximo brillo (-2,2 mag)
29/04/14	03:14:00	Luna nueva
29/04/14	23	Asteroide 00017 Thetis en su mínimo brillo (13,5 mag)

Mayo

Hora Local= TU – 3 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
02/05/14	20	Mercurio en perihelio a 0,30749 UA del Sol
06/05/14	5	Asteroide 00008 Flora en su máximo brillo (10,3 mag)
06/05/14	10	Luna en apogeo a 404.323 km de la Tierra
06/05/14	11	Asteroide 00008 Flora en conjunción
07/05/14	00:15:00	Cuarto creciente
10/05/14	15	Saturno en oposición
10/05/14	18	Saturno en perigeo a 8,89968 UA
11/05/14	6	Saturno en su máximo brillo (0,1 mag)
14/05/14	16:15:00	Luna llena
15/05/14	1	Asteroide 00009 Metis en perigeo a 1,64402 UA de la Tierra
15/05/14	22	Asteroide 00009 Metis en su máximo brillo (9,6 mag)
15/05/14	22	Asteroide 00009 Metis en oposición
16/05/14	6	Venus en afelio a 0,72821 UA del Sol de la Tierra
17/05/14	21	Asteroide 00008 Flora en apogeo a 2,86959 UA de la Tierra
18/05/14	8	Luna en perigeo a 367.093 km de la Tierra
21/05/14	6	Marte con movimiento directo
21/05/14	09:59:00	Cuarto menguante
25/05/14	4	Mercurio en su mayor elongación este (22,7°)
27/05/14	7	El asteroide 00011 Parthenope en afelio a 2,69445 UA del Sol
28/05/14	15:40:00	Luna nueva
29/05/14	7	Asteroide 00010 Hygiea en apogeo a 4,51735 UA de la Tierra
29/05/14	11	E00010 Hygiea en conjunción
29/05/14	14	Asteroide 00010 Hygiea en su máximo brillo (11,5 mag)
31/05/14	2	Asteroide 00013 Egeria en perigeo a 1,70259 UA de la Tierra
31/05/14	6	Asteroide 00015 Eunomia en oposición

Junio

Hora Local= TU – 3 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
01/06/14	15	Asteroide 00013 Egeria en su máximo brillo (10,5 mag)
01/06/14	16	Asteroide 00015 Eunomia en su máximo brillo (9,5 mag)
02/06/14	18	Asteroide 00004 Vesta con movimiento directo
02/06/14	22	Asteroide 00013 Egeria en oposición
03/06/14	6	Luna en apogeo a 404.970 km de la Tierra
05/06/14	14	Asteroide 00015 Eunomia en perigeo a 1,98596 UA de la Tierra
05/06/14	17:38:00	Cuarto creciente
07/06/14	7	Mercurio con movimiento retrógrado
07/06/14	11	Asteroide 00001 Ceres con movimiento directo
09/06/14	20	Mercurio en conjunción inferior
10/06/14	3	Neptuno con movimiento retrógrado
13/06/14	01:11:00	Luna llena
13/06/14	8	Asteroide 00012 Victoria en perihelio a 1,82464 UA del Sol
15/06/14	3	Luna en perigeo a 362.074 km de la Tierra
15/06/14	19	Mercurio en afelio a 0,4667 UA del Sol
16/06/14	4	Asteroide 00007 Iris en su máximo brillo (9,3 mag)
16/06/14	9	Asteroide 00007 Iris en conjunción
18/06/14	6	Asteroide 00011 Parthenope en su mínimo brillo (12,2 mag)
18/06/14	12	Mercurio en perigeo a 0,55334 UA de la Tierra
18/06/14	16	Asteroide 00016 Psyche con movimiento retrógrado
19/06/14	11	Mercurio en su mínimo brillo (5,2 mag)
19/06/14	15:38:00	Cuarto menguante
21/06/14	5	Asteroide 00014 Irene con movimiento retrógrado
27/06/14	05:08:00	Luna nueva
30/06/14	19	Luna en apogeo a 405.942 km de la Tierra

Julio

Hora Local= TU – 3 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
01/07/14	11	Mercurio con movimiento directo
05/07/14	08:59:00	Cuarto creciente
07/07/14	0	Asteroide 00009 Metis con movimiento directo
10/07/14	6	Asteroide 00003 Juno en perihelio a 1,97757 UA del Sol
10/07/14	13	Asteroide 00017 Thetis en apogeo a 3,75381 UA de la Tierra
12/07/14	08:24:00	Luna llena
12/07/14	15	Mercurio en su mayor elongación oeste (20,9°)
13/07/14	5	Luna en perigeo a 358.284 km de la Tierra
15/07/14	18	Asteroide 00003 Juno en su mínimo brillo (9,7 mag)
16/07/14	13	Asteroide 00007 Iris en apogeo a 2,9649 UA de la Tierra
16/07/14	21	Asteroide 00017 Thetis en conjunción
17/07/14	3	Asteroide 00017 Thetis en su máximo brillo (12,9 mag)
18/07/14	3	Júpiter en su mínimo brillo (-1,8 mag)
18/07/14	23:08:00	Cuarto menguante
21/07/14	12	Saturno con movimiento directo
21/07/14	12	Asteroide 00015 Eunomia con movimiento directo
22/07/14	6	Urano con movimiento retrogrado
22/07/14	20	Asteroide 00012 Victoria con movimiento retrógrado
23/07/14	6	Asteroide 00013 Egeria con movimiento directo
24/07/14	18	Júpiter en conjunción
26/07/14	2	Júpiter en apogeo a 6,28262 UA de la Tierra
26/07/14	7	Asteroide 00018 Melpomene en su mínimo brillo (12 mag)
26/07/14	18	Venus en su mínimo brillo (-3,9 mag)
26/07/14	19:41:00	Luna nueva
28/07/14	1	Luna en apogeo a 406.547 km de la Tierra
29/07/14	19	Mercurio en perihelio a 0,30749 UA del Sol

Agosto

Hora Local= TU – 3 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
03/08/14	2	Asteroide 00014 Irene en perigeo a 1,83305 UA de la Tierra
03/08/14	21:49:00	Cuarto creciente
03/08/14	22	Asteroide 00010 Hygiea en su mínimo brillo (11,9 mag)
05/08/14	4	Asteroide 00016 Psyche en oposición
05/08/14	6	Asteroide 00016 Psyche en su máximo brillo (9,3 mag)
07/08/14	15	Asteroide 00014 Irene en su máximo brillo (10,2 mag)
07/08/14	21	Mercurio en su máximo brillo (-2 mag)
08/08/14	13	Mercurio en conjunción superior
08/08/14	17	Asteroide 00014 Irene en oposición
09/08/14	12	Asteroide 00016 Psyche en perigeo a 1,6983 UA de la Tierra
10/08/14	15	Luna en perigeo a 356.922 km de la Tierra
10/08/14	15:09:00	Luna llena
11/08/14	14	Asteroide 00005 Astraea con movimiento retrógrado
13/08/14	3	Mercurio en apogeo a 1,35698 UA de la Tierra
15/08/14	14	Asteroide 00006 Hebe en perihelio a 1,93557 UA del Sol
17/08/14	09:25:00	Cuarto menguante
18/08/14	16	Asteroide 00009 Metis en afelio a 2,67706 UA del Sol
24/08/14	3	Luna en apogeo a 406.532 km de la Tierra
25/08/14	11:12:00	Luna nueva
26/08/14	18	Asteroide 00012 Victoria en perigeo a 0,89385 UA de la Tierra
28/08/14	21	Neptuno en su máximo brillo (7,8 mag)
28/08/14	23	Neptuno en perigeo a 28,96213 UA de la Tierra
29/08/14	12	Neptuno en oposición
29/08/14	21	Asteroide 00011 Parthenope en apogeo a 3,68411 UA de la Tierra

Setiembre

Hora Local= TU – 3 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
01/09/14	8	Asteroide 00012 Victoria en su máximo brillo (8,9 mag)
02/09/14	08:11:00	Cuarto creciente
03/09/14	11	Asteroide 00012 Victoria en oposición
03/09/14	18	Asteroide 00011 Parthenope en conjunción
03/09/14	20	Asteroide 00011 Parthenope en su máximo brillo (11,6 mag)
05/09/14	13	Venus en perihelio a 0,71844 UA del Sol
06/09/14	14	Asteroide 00008 Flora en su mínimo brillo (10,9 mag)
06/09/14	14	Asteroide 00002 Pallas en su mínimo brillo (9,5 mag)
08/09/14	1	Luna en perigeo a 358.404 km de la Tierra
08/09/14	22:38:00	Luna llena
11/09/14	19	Mercurio en afelio a 0,4667 UA del Sol
13/09/14	9	Asteroide 00004 Vesta en perihelio a 2,14889 UA del Sol
15/09/14	2	Saturno en su mínimo brillo (0,6 mag)
15/09/14	23:04:00	Cuarto menguante
19/09/14	12	Mercurio en su máximo brillo (0 mag)
19/09/14	21	Asteroide 00017 Thetis en su mínimo brillo (13,3 mag)
20/09/14	11	Luna en apogeo a 405.864 km de la Tierra
21/09/14	7	Asteroide 00016 Psyche con movimiento directo
21/09/14	19	Mercurio en su mayor elongación este (26,4°)
21/09/14	22	Asteroide 00018 Melpomene en su máximo brillo (11,7 mag)
22/09/14	12	Asteroide 00018 Melpomene en conjunción
24/09/14	03:13:00	Luna nueva
25/09/14	20	Asteroide 00018 Melpomene en apogeo a 3,75764 UA de la Tierra
29/09/14	18	Asteroide 00005 Astraea en oposición
30/09/14	2	Asteroide 00005 Astraea en su máximo brillo (10,7 mag)
30/09/14	5	Asteroide 00014 Irene con movimiento directo

Octubre

Hora Local= TU –2 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
01/10/14	17:32:00	Cuarto creciente
02/10/14	4	Asteroide 00001 Ceres en su mínimo brillo (9 mag)
02/10/14	18	Asteroide 00012 Victoria con movimiento directo
04/10/14	2	Asteroide 00005 Astraea en perigeo a 1,85053 UA de la Tierra
04/10/14	16	Mercurio con movimiento retrógrado
06/10/14	5	Luna en perigeo a 362.477 km de la Tierra
06/10/14	21	Asteroide 00002 Pallas en su máximo brillo (9,5 mag)
07/10/14	5	Urano en perigeo a 19,01421 UA de la Tierra
07/10/14	8	Urano en su máximo brillo (5,7 mag)
07/10/14	19	Urano en oposición
08/10/14	08:50:00	Luna llena
12/10/14	4	Asteroide 00006 Hebe con movimiento retrógrado
15/10/14	5	Mercurio en perigeo a 0,66307 UA de la Tierra
15/10/14	17:12:00	Cuarto menguante
16/10/14	19	Mercurio en conjunción inferior
16/10/14	20	Mercurio en su mínimo brillo (5,4 mag)
18/10/14	4	Luna en apogeo a 404.889 km de la Tierra
20/10/14	14	Asteroide 00007 Iris en su mínimo brillo (10,4 mag)
21/10/14	22	Asteroide 00009 Metis en su mínimo brillo (11,8 mag)
22/10/14	13	Asteroide 00015 Eunomia en su mínimo brillo (10,9 mag)
22/10/14	16	Venus en apogeo a 1,71673 UA de la Tierra
23/10/14	19:56:00	Luna nueva
25/10/14	5	Mercurio con movimiento directo
25/10/14	5	Venus en conjunción superior
25/10/14	13	Asteroide 00002 Pallas en conjunción
25/10/14	19	Mercurio en perihelio a 0,30749 UA del Sol
31/10/14	23	Asteroide 00004 Vesta en su mínimo brillo (7,8 mag)
31/10/14	00:48:00	Cuarto creciente

Noviembre

Hora Local= TU – 2

Fecha	Hora Local	Eventos
01/11/14	11	Mercurio en su mayor elongación oeste (18,7°)
02/11/14	22	Luna en perigeo a 367.876 km de la Tierra
06/11/14	20:22:00	Luna llena
07/11/14	4	Asteroide 00010 Hygiea con movimiento retrógrado
08/11/14	0	Asteroide 00002 Pallas en apogeo a 3,61441 UA de la Tierra
10/11/14	12	Asteroide 00006 Hebe en perigeo a 1,07073 UA de la Tierra
10/11/14	14	Asteroide 00011 Parthenope en su mínimo brillo (12,1 mag)
13/11/14	19	Asteroide 00013 Egeria en su mínimo brillo (12,4 mag)
14/11/14	4	Asteroide 00006 Hebe en su máximo brillo (8,1 mag)
14/11/14	9	Mercurio en su máximo brillo (–0,9 mag)
14/11/14	13:15:00	Cuarto menguante
15/11/14	2	Luna en apogeo a 404.340 km de la Tierra
16/11/14	9	Neptuno con movimiento directo
17/11/14	7	Asteroide 00006 Hebe en oposición
18/11/14	6	Saturno en apogeo a 10,93431 UA de la Tierra
18/11/14	7	Saturno en conjunción
18/11/14	23	Saturno en su máximo brillo (0,5 mag)
21/11/14	6	Asteroide 00005 Astraea con movimiento directo
22/11/14	10:32:00	Luna nueva
27/11/14	22	Luna en perigeo a 369.838 km de la Tierra
28/11/14	13	Asteroide 00018 Melpomene en su mínimo brillo (12,1 mag)
29/11/14	08:06:00	Cuarto creciente

Diciembre

Hora Local= TU – 2 hs

Fecha	Hora Local	Eventos
06/12/14	10:26:00	Luna llena
07/12/14	22	Mercurio en su máximo brillo (–1,2 mag)
08/12/14	4	Mercurio en apogeo a 1,45121 UA de la Tierra
08/12/14	8	Mercurio en conjunción superior
08/12/14	19	Mercurio en afelio a 0,4667 UA del Sol
09/12/14	5	Júpiter con movimiento retrógrado
10/12/14	3	El asteroide 00001 Ceres en conjunción
10/12/14	4	El asteroide 00001 Ceres en su máximo brillo (8,5 mag)
12/12/14	6	Marte en perihelio a 1,38121 UA del Sol
13/12/14	1	Luna en apogeo a 404.597 km de la Tierra
14/12/14	10:51:00	Cuarto menguante
14/12/14	22	Ateroide 00001 Ceres en apogeo a 3,78735 UA de la Tierra
17/12/14	6	Asteroide 00003 Juno con movimiento retrógrado
18/12/14	21	Venus en su mínimo brillo (–3,9 mag)
21/12/14	23:35:00	Luna nueva
22/12/14	4	Urano con movimiento directo
24/12/14	16	Luna en perigeo a 364.796 km de la Tierra
26/12/14	22	Venus en afelio a 0,72822 UA del Sol
28/12/14	16:31:00	Cuarto creciente
30/12/14	2	Asteroide 00018 Melpomene en afelio a 2,79565 UA del Sol
30/12/14	23	Asteroide 00010 Hygiea en oposición
31/12/14	2	Asteroide 00006 Hebe con movimiento directo
31/12/14	4	Asteroide 00010 Hygiea en su máximo brillo (10,1 mag)
31/12/14	12	Asteroide 00009 Metis en apogeo a 3,61253 UA de la Tierra

Ocultaciones de estrellas por la Luna

Hora Local = TU – 2 hs

Fecha	Hora Local	Evento	Angulo Posición	Altura de la Luna	Altura del Sol
03/12/14	03:28:18	Inicio	87,9	9,7	–27,1
03/12/14	04:28:18	Fin	246,7	–1,5	–19,9
11/12/14	03:47:42	Inicio	109,3	37	–24,6
11/12/14	05:22:04	Fin	292,5	42,3	–11,6

Ocultaciones de planetas por la Luna

Hora Local = TU – 3 hs

Fecha	Hora Local	Evento	Angulo Posición	Altura de la Luna	Altura del Sol
17/04/14	04:40:32	Inicio	74,9	53,8	–31,3
17/04/14	05:50:33	Fin	301,3	40	–17
14/05/14	09:46:04	Inicio	105,6	–27	22,4
14/05/14	10:28:07	Fin	266	–32,5	28
10/06/14	14:18:18	Inicio	135,8	–17,2	28,1
10/06/14	14:57:36	Fin	251,4	–10,2	24,2
08/07/14	00:07:14	Inicio	63,1	39,6	–74,5
08/07/14	01:04:24	Fin	314,3	27,9	–77,1

Equinoccios y Solsticios

Fecha	Hora Local	Evento
20/03/14	13:57:00	Equinoccio de Aries. Comienza el otoño para el Hemisferio Sur
21/06/14	07:51:00	Solsticio de Cáncer. Comienza el invierno para el Hemisferio Sur
22/09/14	23:29:00	Equinoccio de Libra. Comienza la primavera para el Hemisferio Sur
21/12/14	21:03:00	Solsticio de Capricornio. Comienza el verano para el Hemisferio Sur

Visibilidad de los Planetas

Mercurio
Por tratarse del planeta más interior del Sistema Solar, solamente es visible durante el crepúsculo, poco antes de la salida o la puesta del Sol. Es visible en el crepúsculo vespertino (poco después de la puesta del Sol) desde principios de enero a principios de febrero, de principios de mayo a mediados de junio, de mediados de agosto a mediados de octubre, y desde mediados de diciembre a mediados de enero de 2015. En el crepúsculo matutino (antes de la salida del Sol) es visible desde finales de febrero hasta mediados de abril, desde mediados de junio hasta finales de julio, y desde finales de octubre a principios de diciembre. Mercurio presenta un color anaranjado y debido a su pequeño tamaño puede confundirse con una estrella brillante.

Venus
Es visible en el cielo desde antes de la salida del Sol a partir de mediados de enero y hasta finales de setiembre. Luego reaparece después de la puesta de Sol desde finales de octubre hasta mediados de agosto de 2015. Debido a su brillo y color blanco es un planeta fácil de reconocer. El planeta Venus es conocido en la tradición popular como el Lucero, tanto del amanecer como del atardecer. Suele confundirse con el planeta Júpiter, pero Venus se ve más brillante y sólo es visible por un par de horas antes del amanecer o después del atardecer.

Marte
Es visible a partir de la madrugada desde los primeros días del año. Poco a poco comienza a ser visible desde más temprano, hasta que el 8 de abril se encuentra en oposición con el Sol, por lo que es visible durante toda la noche. Desde mediados de abril hasta fin de año es visible después de la puesta del Sol. A medida que avanza el año su hora de salida es cada vez más temprano, al igual que su hora de puesta, por lo que a fin de año será visible hasta pocas horas después del atardecer. Debido a su color rojo característico suele ser uno de los astros más notables del cielo.

Júpiter
El 5 de enero se encuentra en oposición con el Sol, por lo que desde comienzo del año es visible durante la noche, después del atardecer. Su hora de salida y puesta comienza a ser cada vez más temprano, hasta que a principios de agosto pasa a ser visible desde poco antes del amanecer. A medida que avanza el año su hora de salida es cada vez más temprano, de manera que a fin de año su hora de salida es cercana a la medianoche. Júpiter es el planeta más grande del Sistema Solar y por lo tanto es un astro de brillo considerable.

Saturno
Es visible durante la madrugada durante los primeros días del año. La hora de salida será cada vez más temprano, hasta que el día 10 de mayo se encuentra en oposición y es visible durante toda la noche. A medida que avanza el año comienza a salir cada vez más temprano, hasta que a mediados de noviembre deja de ser visible después de la puesta del Sol. Reaparece en el cielo antes del amanecer desde finales de noviembre y así continúa hasta fin de año. Saturno presenta un color anaranjado pálido.

Lluvia de Meteoros

Las lluvias de meteoros se producen cuando fragmentos desprendidos de cometas y algunos asteroides ingresan a la atmósfera de la Tierra. Ésto ocurre en los momentos en que la Tierra, en su órbita alrededor del Sol, cruza el camino por donde pasaron los cometas o asteroides. Así las partículas que ingresan a la atmósfera parecen provenir de una misma región del cielo, por eso los nombres de las lluvias de meteoros (o mal llamadas «lluvias de estrellas») hacen referencia a la constelación o estrellas que se encuentran en esa región.
Se indica la fecha aproximada de mayor visibilidad de las principales lluvias de meteoros, junto al nombre del cometa o asteroide que las origina, y la hora de visibilidad aproximada de esa zona del cielo.
Para apreciarlas se debe hacerlo desde un lugar oscuro, preferentemente alejado de las luces de la ciudad, y en dirección a la constelación o estrella a la que se refiere la lluvia.

Fecha	Hora local	Evento	Comentarios
03/01/14	Antes del amancer	Quadrántidas	Asteroide 2003 EH1
05/05/14	De madrugada	Eta Aquáridas	Cometa Halley
28/07/14	Toda la noche	Delta Aquáridas	Cometa Machholz
12/08/14	Antes del amanecer	Perseidas	Cometa Swift-Tuttle
21/10/14	Toda la noche	Oriónidas	Cometa Halley
17/11/14	De madrugada	Leónidas	Cometa Tempel-Tuttle
13/12/14	Toda la noche	Gemínidas	Asteroide 3200 Phaethon

Eclipses

Este año tendrán lugar cuatro eclipses, dos de Luna y dos de Sol, pero solamente uno será visible desde Uruguay: el total de Luna del 15 de abril. Quizás algo casi insignificante pueda ser apreciado del total de Luna del 8 de octubre.

Explicación de los diagramas de eclipses lunares

La información acerca de los eclipses lunares se presenta bajo la forma de un diagrama que consiste de dos partes.

La parte superior muestra el recorrido de la Luna con respecto a la umbra y la penumbra de la Tierra.

La parte inferior muestra la visibilidad del eclipse desde la superficie de la Tierra.

El título en el dibujo incluye el tipo de eclipse, su lugar en la secuencias de eclipses tanto solares como lunares, el año y la fecha correspondiente. El eje de la sombra de la Tierra está marcado por ⊙ y se muestra la eclíptica para referencia.

Una escala de 30 minutos de arco se puede observar en el lado derecho del diagrama en tanto que la orientación por los puntos cardinales está en el lado izquierdo. El ángulo de posición (PA) se mide desde el punto norte del disco lunar siguiendo la dirección del arco que se muestra en sentido antihorario.

P1 y P4 son el primer y el último contacto externo de la penumbra y por lo tanto el inicio y el fin del eclipse penumbral.

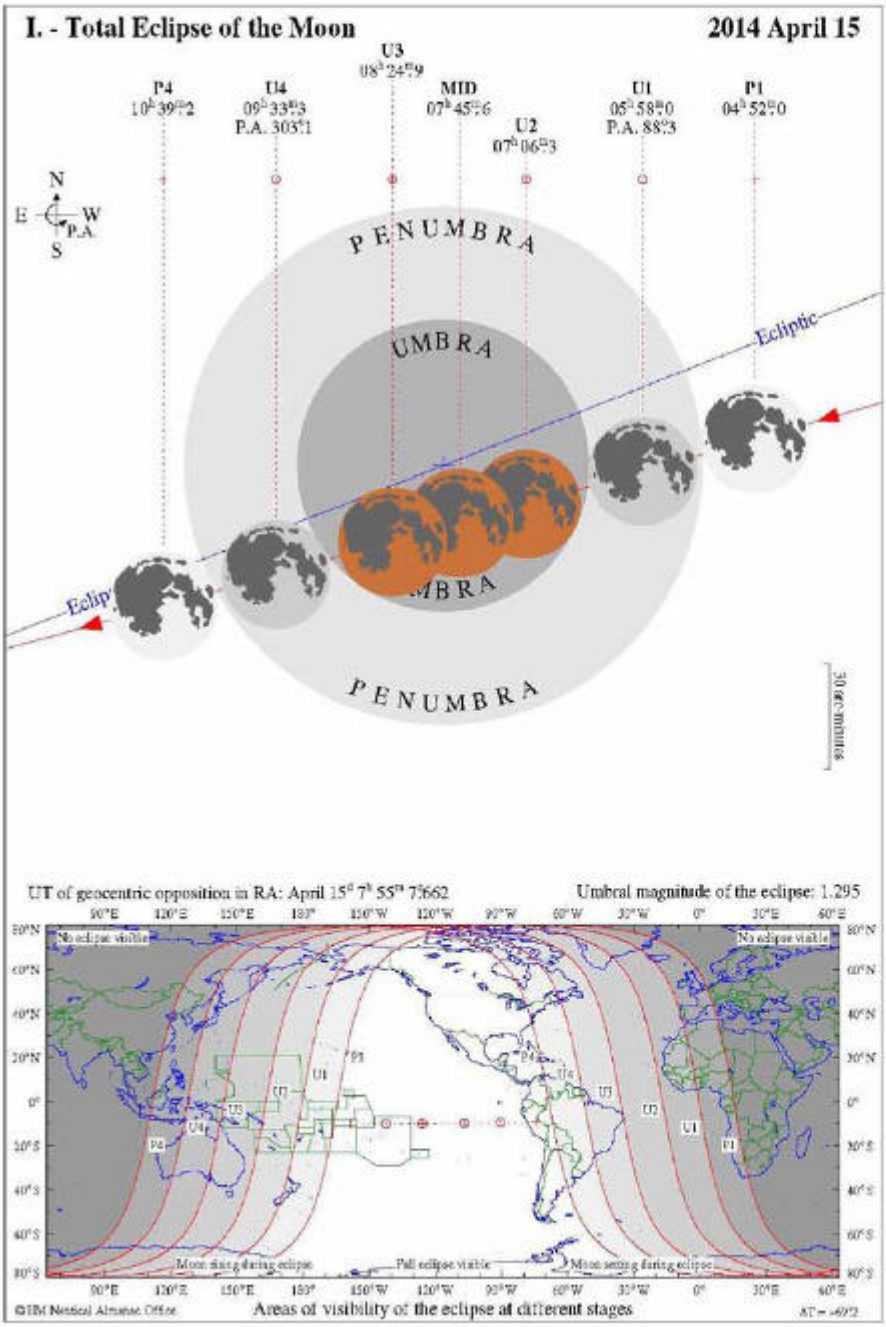
U1 and U4 son el primer y el último contacto externo de la umbra y por lo tanto el comienzo y el final de la fase parcial del eclipse.

U2 y U3 son el primer y el último contacto interno con la umbra y por lo tanto el inicio y el final de la fase total del eclipse.

El ángulo de posición se da para P1 y P4 en los eclipses penumbrales y para U1 y U4 para los eclipses parciales y totales. También se da el tiempo universal (UT) de la oposición geocéntrica en ascensión recta del Sol y la Luna así como la magnitud del eclipse.

El panel inferior es un mapa de proyección cilíndrica equidistante que muestra la Tierra centrada en la longitud a la cual la Luna se encuentra en el cenit a mitad del eclipse. Las diferentes escalas de grises indican las regiones donde la Luna está saliendo u ocultándose durante las fases principales del eclipse.Los puntos en los cuales la Luna está en el cenit en P1 y P4 están marcados por + en U1 y U4 por ⊙ y en U2 y U3 por ⊕.El valor de ΔT se muestra en la parte inferior del diagrama.

Eclipse Total de luna del 15 de abril para Montevideo



			Acimut local en grados	Altura local en grados
	Día Mes Año	Hora Minutos (U T)		
Salida	14/04/14	21h42m	.....	.....
Luna entra en penumbra	15/04/14	04h53m37s	322,1	59,2
Luna entra en la umbra	15/04/14	05h58m19s	300,5	49,3
Luna entra en la totalidad	15/04/14	07h06m47s	285,7	36,8
Mitad del eclipse (máximo)	15/04/14	07h45m40s	279	29,2
Luna deja la totalidad (finaliza el eclipse total	15/04/14	08h24m35s	273,1	21,25
La Luna deja la umbra (finaliza el eclipse parcial)	15/04/14	09h33m04s	263,5	8
Finaliza el eclipse penumbral	15/04/14	10h37m37s	.....	.....
Puesta de la Luna	15/04/14	10h19m	257,3	.....

Visible desde Uruguay por la madrugada.Si bien el Eclipse comienza a la 1:53 hs. de la madrugada (Hora Legal Uruguaya), recién sobre las 2:58 hs. se podrá apreciar un oscurecimiento de la Luna, cuando comience la fase parcial. El Eclipse Total comienza a las 4:06 hs. y finaliza a las 5:24 hs., siendo el Eclipse máximo a las 4:45 hs. Sobre las 6:33 hs. de la madrugada la Luna saldrá de la sombra terrestre, recuperando el aspecto normal a simple vista. La Luna se ocultará unos minutos después de las 7:00 hs, en el momento de la salida del Sol, poco antes que finalice el Eclipse penumbral, a las 7:33 hs.

Durante la etapa de Eclipse Total la Luna tendrá un aspecto rojizo debido a la absorción y refracción de algunos rayos solares que atraviesan la atmósfera terrestre.

Zona de visibilidad: Extremo Este de Asia, Oceanía, Océano Pacífico, América del Norte y América del Sur.

No visible desde Uruguay.La puesta de la Luna se produce justo antes que ésta comience a ser oscurecida por la sombra terrestre. A lo sumo podría observarse un leve oscurecimiento desde la zona litoral Oeste de Uruguay, justo antes de la puesta de la Luna, al amanecer.
Zona de visibilidad: Este de Asia, Oceanía y Océano Pacífico, América del Norte, Oeste de América del Sur.

FIGURE 3

Total Lunar Eclipse of 2014 Oct 08

Ecliptic Conjunction = 10:51:42.8 TD (= 10:50:35.5 UT)
Greatest Eclipse = 10:55:43.6 TD (= 10:54:36.2 UT)

Penumbral Magnitude = 2.1456 P. Radius = 1.2787° Gamma = 0.3827
Umbral Magnitude = 1.1659 U. Radius = 0.7451° Axis = 0.3824°

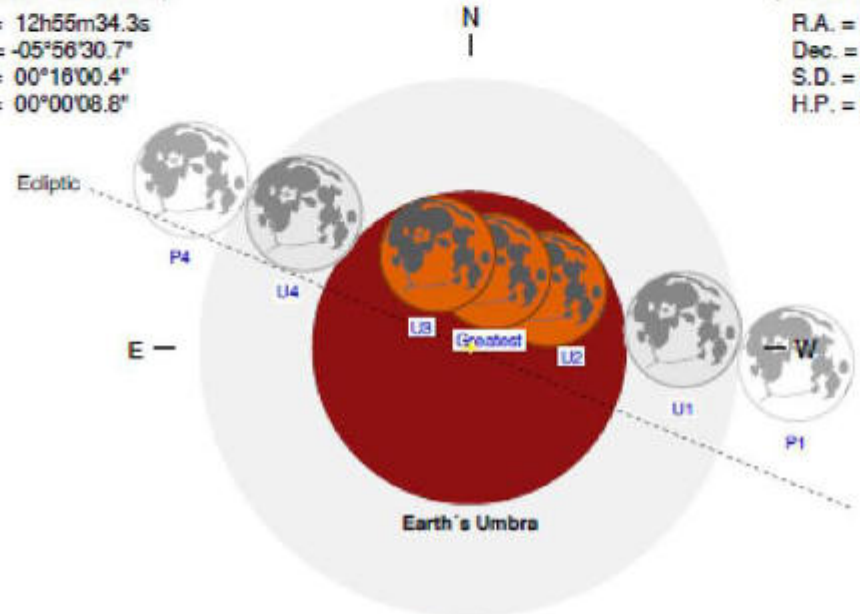
Saros Series = 127 Member = 42 of 72

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 12h55m34.3s
Dec. = -05°56'30.7"
S.D. = 00°16'00.4"
H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h55m07.2s
Dec. = +06°18'26.8"
S.D. = 00°16'20.3"
H.P. = 00°59'57.9"



Eclipse Durations

Penumbral = 05h18m10s
Umbral = 03h19m33s
Total = 00h58m50s

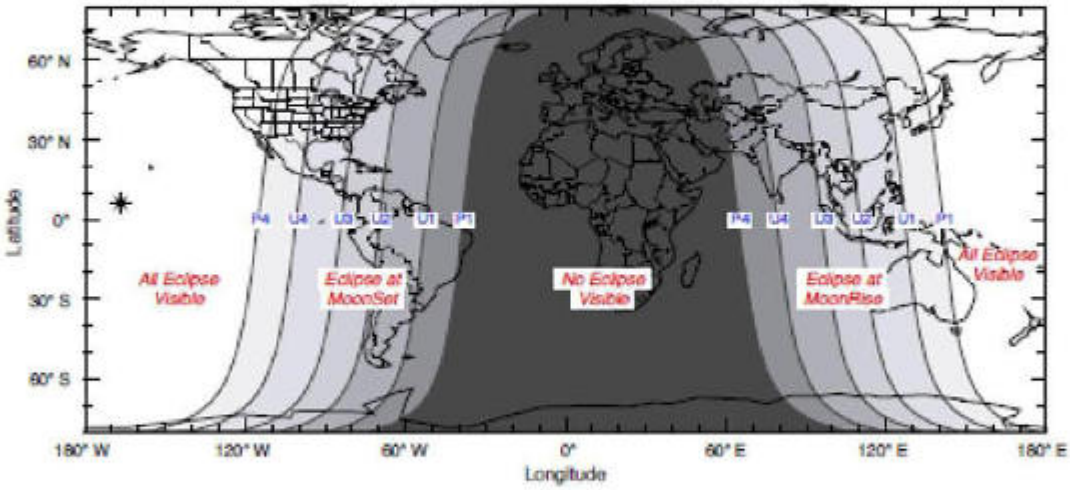
ΔT = 67 s
Rule = GdT (Danjon)
Eph. = VSOP87/ELP2000-85

0 15 30 45 60
Arc-Minutes

F. Espenak, NASA's GSFC
eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html

Eclipse Contacts

P1 = 08:15:33 UT
U1 = 09:14:48 UT
U2 = 10:25:10 UT
U3 = 11:24:00 UT
U4 = 12:34:21 UT
P4 = 13:33:43 UT



"Eclipses During 2014", F. Espenak, **Observer's Handbook - 2014**, Royal Astronomical Society of Canada

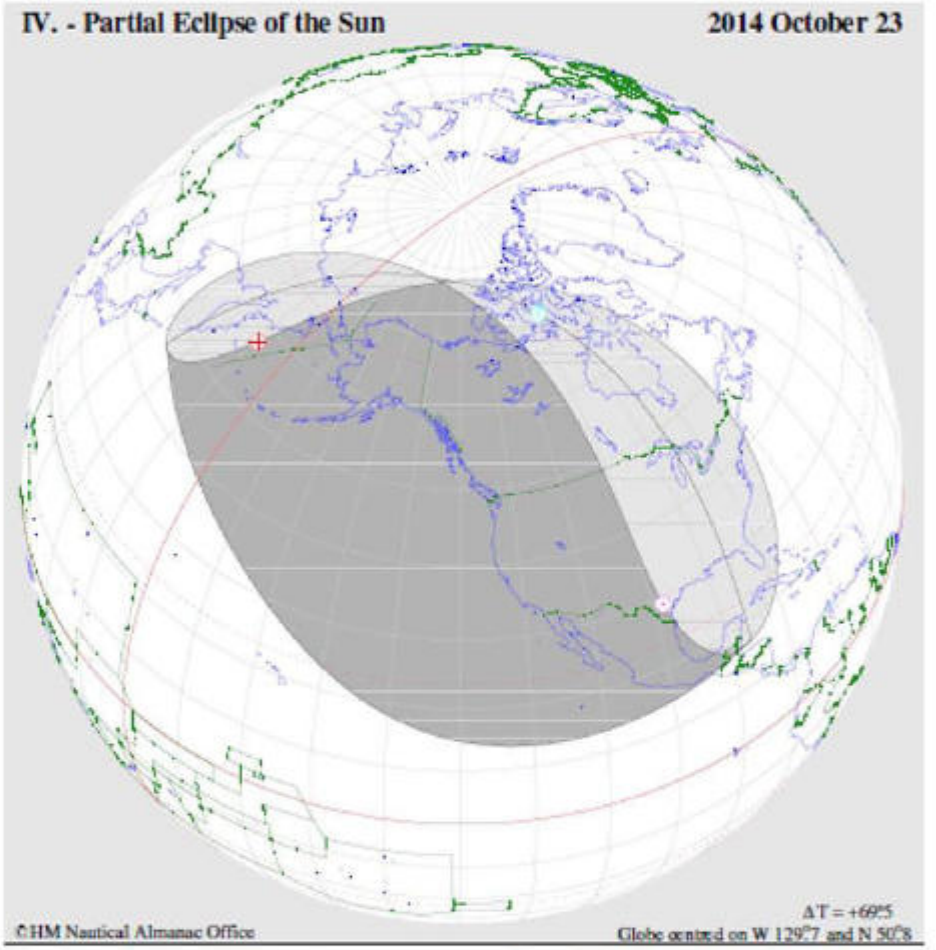
Eclipse Total de Luna – 8 de octubre de 2014

Explicación de los diagramas de eclipses solares

La información acerca de los eclipses solares se presenta bajo la forma de un diagrama que consiste en dos partes.

La parte superior muestra la umbra y penumbra de la Tierra como una proyección ortográfica, en tanto que la parte inferior da el tiempo y la posición a medida que progresa el eclipse. El título en el dibujo incluye el tipo de eclipse, su lugar en la secuencia de eclipses tanto solares como lunares, el año y la fecha correspondiente.

Cada diagrama tiene tres tipos de sombras. Si no hay ninguna presente quiere decir que el eclipse no será visible. Las sombras grises oscuras corresponden a las fases de totalidad y anularidad. Las grises medias a las regiones desde donde se observará como parcial y las grises claras las zonas donde el eclipse completo no se verá debido a que el Sol está saliendo u ocultándose mientras se produce el mismo.

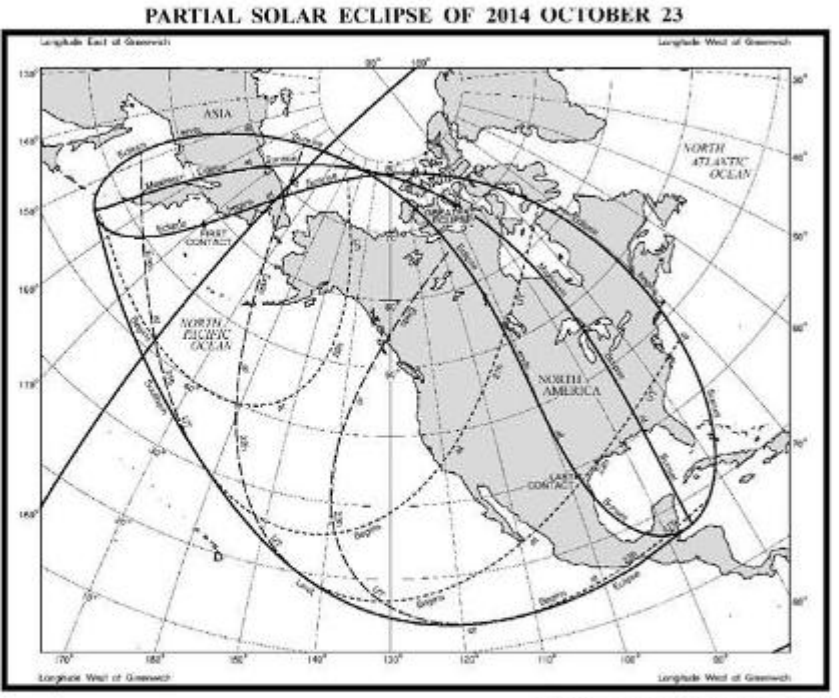


Circumstances	Time (UT) h m	Longitude ° ′	Latitude ° ′
+ Eclipse begins; first contact with Earth	19 37.5	E 170 31.5	N 57 34.1
Beginning of southern limit of penumbra	20 13.7	E 154 55.7	N 46 02.5
Greatest eclipse (magnitude = 0.8119)	21 44.5	W 97 17.4	N 71 14.4
End of southern limit of penumbra	23 15.4	W 86 22.9	N 16 57.9
Eclipse ends; last contact with Earth	23 51.6	W 98 23.1	N 28 55.8

Este símbolo indica el lugar en el cual la sombra de la Luna hace su primer contacto con la Tierra.

De forma similar el último contacto está marcado por el símbolo mostrado arriba.

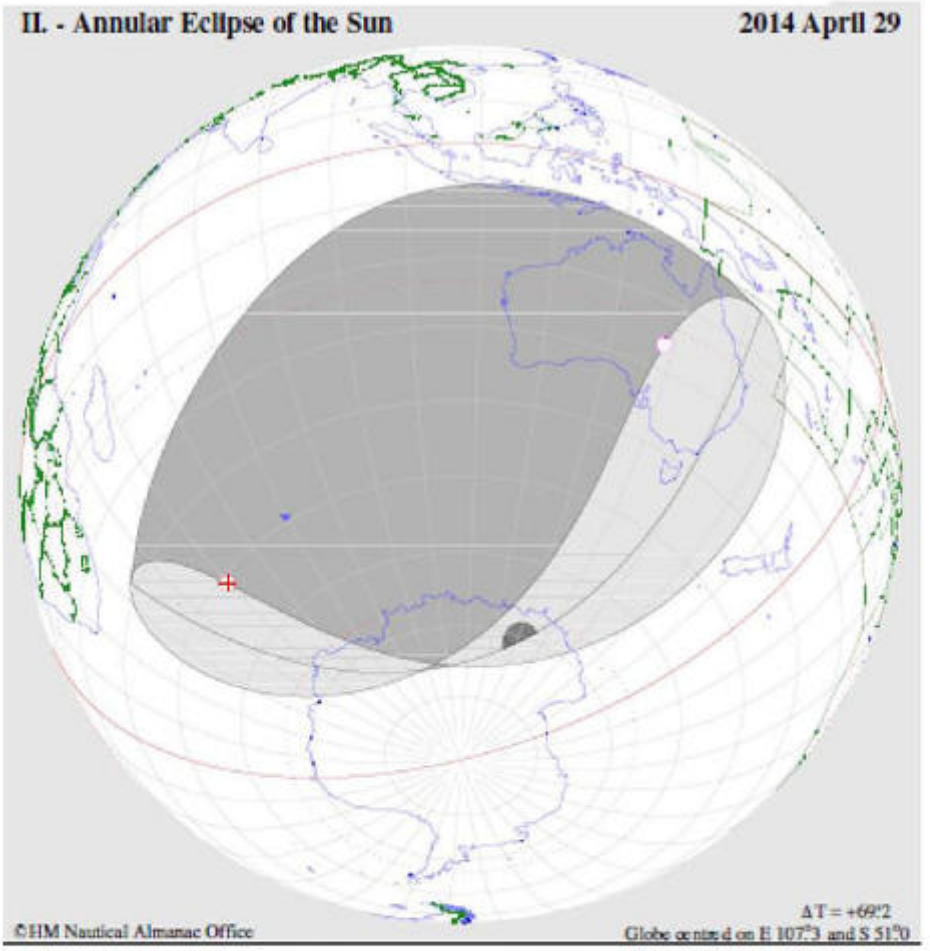
El valor de ΔT usado para el cálculo del eclipse se muestra en la parte inferior del diagrama y también datos útiles para ayudar a determinar la visibilidad desde un lugar en particular, todos los tiempos se dan en Tiempo Universal.



ASTRONOMICAL APPLICATIONS DEPT.
U.S. NAVAL OBSERVATORY
WASHINGTON, DC 20392-5420 USA

Eclipse Parcial de Sol – 23 de octubre de 2014

No visible desde Uruguay.
Zona de visibilidad: Cánada, Estados Unidos, México.

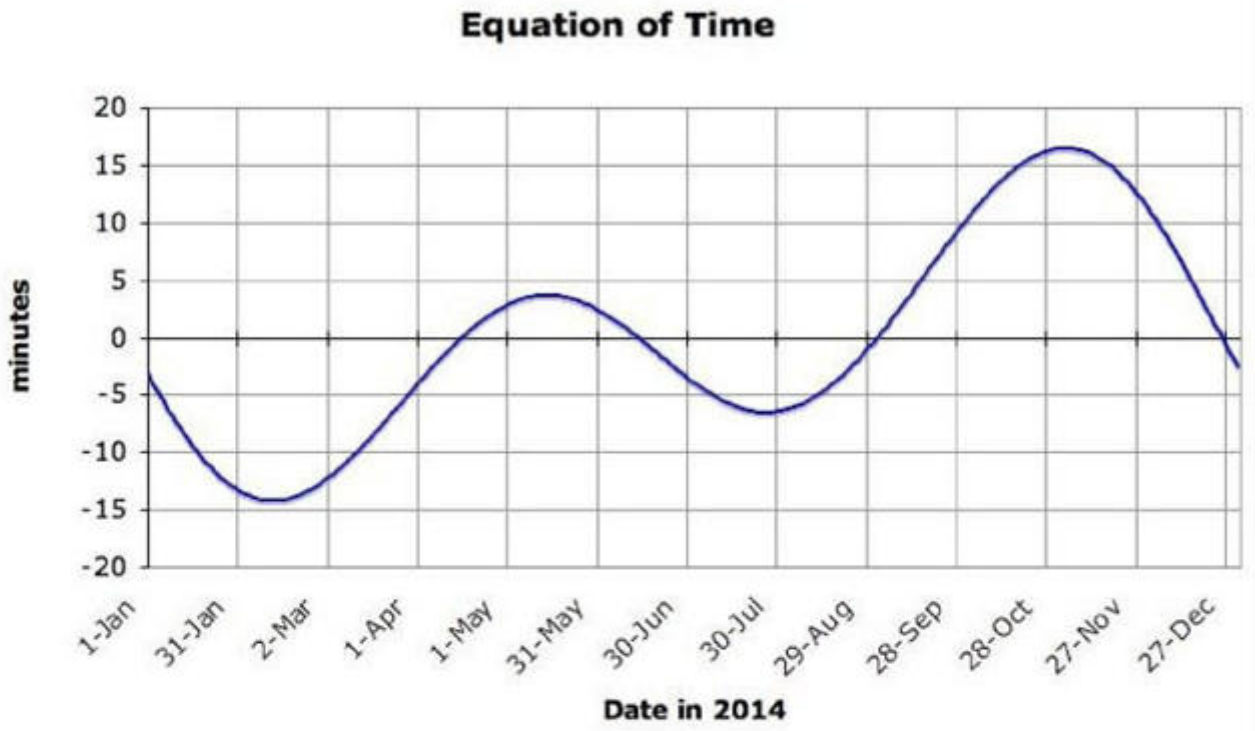


Eclipse Anular de Sol – 29 de abril de 2014

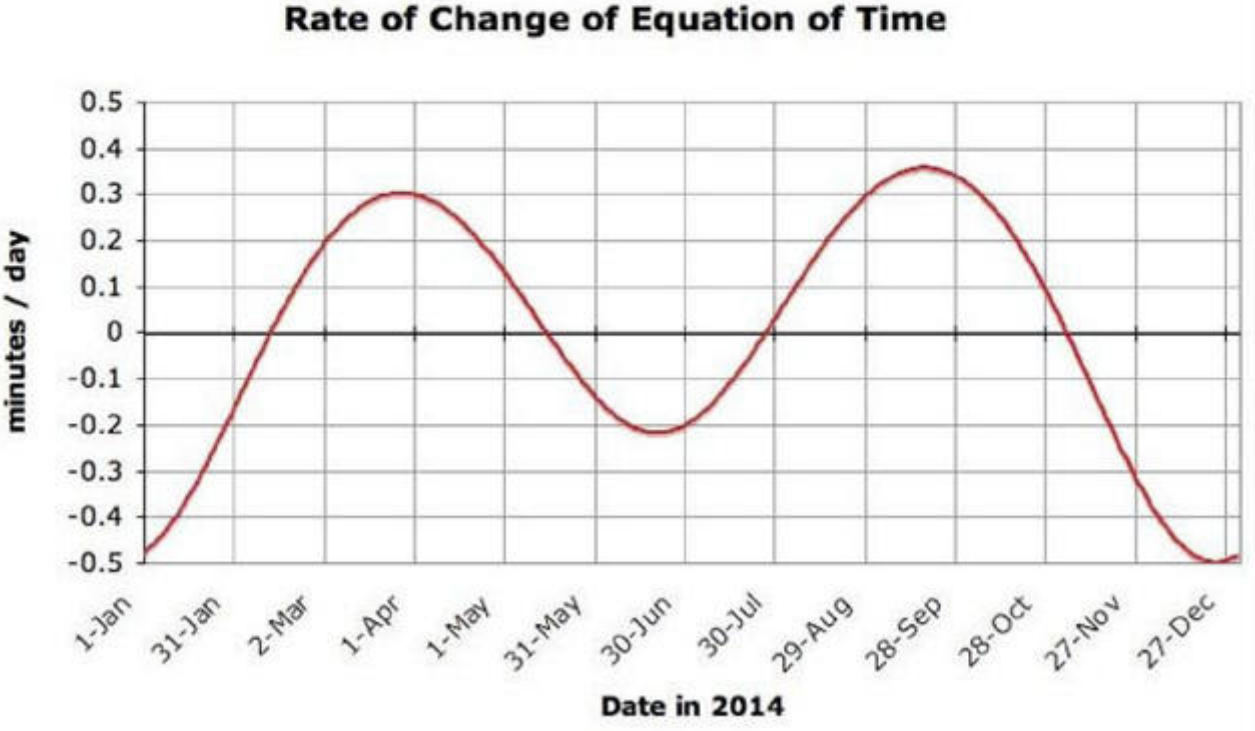
No visible desde Uruguay
Zonas de visibilidad:
Eclipse anular – Este de la Antártida
Eclipse parcial – Sur del Océano Índico, sur de Indonesia, Australia

Circumstances	Time (UT)	Longitude	Latitude
	h m	° ′	° ′
+ Eclipse begins; first contact with Earth	3 52.6	E 49 45.7	S 51 03.8
Beginning of northern limit of penumbra	4 31.7	E 33 18.8	S 38 40.1
Beginning of northern limit of umbra	5 58.2	E 125 46.9	S 72 20.1
End of northern limit of umbra	6 08.9	E 135 40.7	S 68 43.5
End of northern limit of penumbra	7 35.3	E 151 57.6	S 13 32.7
Eclipse ends; last contact with Earth	8 14.4	E 138 22.2	S 26 22.9

Ecuación del Tiempo



Ritmo de cambio de la Ecuación del Tiempo



Telescopio y CCD

Visto como sistema de adquisición de datos

Doc. Alberto Ceretta *(Observatorio de Montevideo, OALM)*

Introducción

Cada vez más la tarea del investigador en Astronomía se enfoca en el análisis de datos que pueden provenir de una medición o de una simulación que comienza y termina en un sistema computacional. Sea cual sea la fuente, el conocer la naturaleza de los datos a analizar se vuelve fundamental para su mejor aprovechamiento y puede evitar que caigamos en resultados erróneos introducidos por el sistema de adquisición o los algoritmos de análisis.

En este texto daremos una introducción al uso del telescopio y la cámara digital como sistema de adquisición de datos básico con que cuenta el investigador en Astronomía.

¿Qué pretendemos del telescopio y CCD?

Punto de vista instrumental

Desde sus comienzos el telescopio en Astronomía tuvo como principales objetivos el magnificar la imagen, mejorar su resolución y permitir observar objetos más débiles siempre respecto a lo observado a simple vista. Hoy en día estos objetivos siguen vigentes pero con el advenimiento de las cámaras digitales se le han adicionado en una capa superior otros objetivos de perfil más cuantitativo. Hoy del conjunto telescopio y CCD pretendemos lograr medidas más precisas como en muchos de los instrumentos de laboratorio.

¿Qué pretendemos del telescopio y CCD?

Punto de vista del investigador

Pretendemos que el telescopio y CCD sean las herramientas que nos lleven a conocer más de los fenómenos astronómicos de interés. Este objetivo, el de nuestra investigación, condiciona la elección del instrumental priorizando las características que maximicen nuestros resultados.

A modo de ejemplo si nuestro proyecto consiste en hacer astrometría (medidas de posición) de objetos en movimiento, queremos que el sistema telescopio y CCD nos brinde la mejor resolución espacial posible.

Si nuestro proyecto se basa en la técnica de fotometría, vamos a necesitar un telescopio lo suficientemente potente (diámetro del lente objetivo) para tener una buena señal del objeto a analizar y una cámara con la mejor precisión posible en su sistema de cuantificación.

Introducción al telescopio óptico

El telescopio óptico se compone de un sistema de espejos o lentes, o combinación de ambos y una montura electromecánica que facilita el apuntamiento del sistema óptico y el seguimiento de los astros compensando la rotación y traslación de la Tierra.

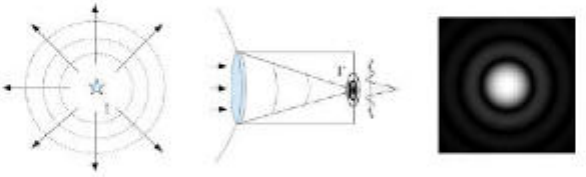
A los efectos de simplificar el análisis vamos a asumir en este texto que el sistema óptico es genérico, representado en los esquemas como una lente convergente, y que el detector será una cámara digital cualquiera con el detector al desnudo.

Características del lente objetivo

• **Diámetro del objetivo:** Es tal vez la medida más importante en lo que refiere a la óptica de un telescopio. De este diámetro depende en buena medida la resolución óptica y la magnitud límite.

• **Distancia focal:** es la distancia desde el espejo hasta donde se forma la imagen nítida de un objeto que se encuentra en el infinito. Esta medida será determinante en el cálculo del campo de visión.

Figura de difracción de una abertura circular



El tamaño de una estrella en el plano focal es generado por el telescopio y tiene el aspecto de la imagen a la derecha. El diámetro al primer mínimo (anillo oscuro) se conoce como «Disco de Airy». A mayor diámetro del objetivo más pequeño es este disco y mejor es la resolución espacial del instrumento.

Resolución óptica

R(´´) = 11.6/D(cm)

R Resolución angular en segundos de arco (´´)

D Diámetro del lente objetivo en centímetros

Esta fórmula es una simplificación que asume la longitud de onda de la radiación en 550nm. El ángulo expresado es la medida del primer anillo de oscuridad de la figura de difracción de una abertura circular.

Ejemplos prácticos

Objetivo de 5cm de diámetro a » = 550nm tiene una resolución de 2.77"

Objetivo de 20cm de diámetro a » = 550nm tiene una resolución de 0.58"

Hablamos de resoluciones de segundos o fracciones de segundos de arco pero ¿cuánto es ésto?, vamos a poner un ejemplo práctico que nos ayude a comprender el magnífico poder de resolución que tiene un telescopio.

Un ángulo de 0.58" corresponde a una moneda de 10 pesos a una distancia de 10km. Este resultado se puede calcular de la siguiente manera utilizando trigonometría.

Distancia = 0,03mts (diámetro moneda) / tan(0.58") = 10668mts

Lamentablemente la resolución teórica expresada en la formula anterior no es posible de alcanzar debido a una fuerte limitante dada por la atmósfera. La turbulencia atmosférica producto de las diferentes densidades de aire en el trayecto de la luz limitan enormemente la resolución final de la telescopio.

Si pensamos en la fotografía de una estrella, que en ocasiones es de varios segundos de exposición, durante este lapso de tiempo que la luz de la estrella está quedando registrada en el detector, la figura de difracción de la estrella se mueve caóticamente producto de la turbulencia dando como resultado una mancha difusa llamada PSF (point spread function) y que es bastante más «grande» que la figura de difracción.

La razón fundamental del porque poner los telescopios en ciertos tipos de cielos no es solo determinado por la oscuridad del mismo sino más importante por la baja turbulencia atmosférica que limita enormemente el poder de resolución del
telescopio. Actualmente el efecto de los telescopios ha sido apaleado por un sistema de control conocido como óptica adaptativa, este sistema permite mover o deformar los espejos decenas de veces por segundo para corregir las deformaciones en el frente de onda de la luz introducidas durante su pasaje por la atmósfera.

Introducción al detector CCD

El CCD (dispositivo de carga acoplada) hace referencia a un componente electrónico con forma de matriz rectangular conformada por elementos sensibles a la luz. Este componente es el detector por excelencia en las cámaras digitales con fines astronómicos pero existen otros como el CMOS que se han vuelto muy popular en las cámaras digitales comerciales. Cuando se trata de utilizar la cámara digital para hacer medidas como en Astronomía el CCD brinda ciertas ventajas dando resultados más precisos.

Esta matriz se conforma de un número de filas por un número de columnas y es la multiplicación de ambos números lo que indica la cantidad total de píxeles que dispone el detector. Este número expresado en mega-píxeles es la característica más mencionada en las cámaras digitales pero ya veremos que cuando se trata de hacer mediciones en Astronomía hay otras características que son tan o más importantes que la cantidad de mega-píxeles del detector.

En muchos de los análisis a continuación haremos referencia a imágenes monocromo para simplificar el estudio. En el caso de la imagen color el análisis es similar utilizando tres canales (RGB) para formar el color.

Campo de visión del telescopio y CCD

El cálculo de campo de visión (FOV por sus siglas en inglés) se obtiene mediante una operación trigonométrica muy similar a la realizada para la distancia a la moneda en el ejemplo anterior. Supongamos un telescopio de 2mts (2000mm) de distancia focal y una cámara con un detector de 3X4mm. El campo de visión para el eje correspondiente a los 4mm se calcula de la siguiente manera.

FOV = 2 X ArcTan(2mm/2000mm) = 0.11459° = 6.8755' = 412"

Resultado expresado en grados, minutos y segundos de arco

Haciendo una regla de tres se puede obtener el campo de visión en el eje

Escala de placa

Es el campo de visión de un solo pixel de nuestro detector. Se calcula de la misma manera que el ejemplo anterior o se divide el campo de visión entre el número de filas o columnas según de qué eje se trate. Generalmente los detectores tienen pixeles cuadrados cuyo tamaño oscila entre las 2 hasta las 24 micras.

Para el ejemplo anterior si asumimos que la cámara tiene un pixel de 5,6 micras la escala de placa sería de 0.577" lo que sería muy similar al disco de Airy para un telescopio de 20cm.

La escala de placa también se puede encontrar indicada como resolución por pixel y es una dimensión que está estrechamente ligada con la figura de difracción al momento de dimensionar el sistema telescopio y CCD.

Si la turbulencia atmosférica en nuestro observatorio no permite resolver más que 3" y nosotros tenemos un pixel de 0.2" vamos a estar en un caso de sobre-muestreo espacial, mientras que si estamos en una configuración con pixel de 6" estamos en un caso de sub-muestreo espacial. Ambos casos pueden ser configuraciones correctas ya que es la medida y la técnica a utilizar las que determinen la mejor configuración.

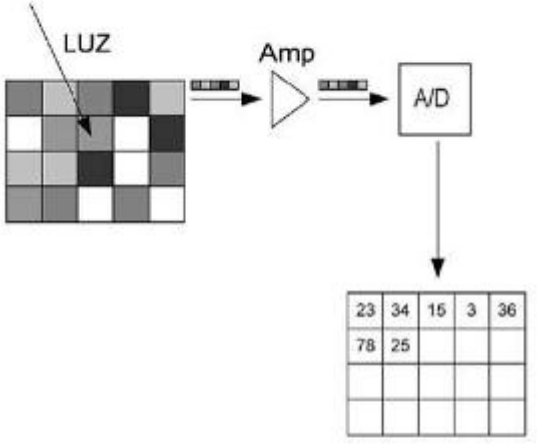
Conceptos no aplicables en fotografía astronómica

Un concepto muy utilizado en la observación telescópica visual es el del aumento. Este concepto no tiene real validez cuando lo que tenemos puesto como detector es una cámara digital. El concepto de aumento relaciona la imagen telescópica con la imagen a simple vista, en ambos casos el detector es el mismo, el ojo humano, es por esta razón que no podemos aplicar esta medida en fotografía astronómica.

Otro concepto muy utilizado es la magnitud límite que tiene un telescopio. En este caso la magnitud a lograr es función del tiempo al que se exponga el detector a la luz por lo que la magnitud límite dependerá del tiempo de exposición. Si bien esa función tiende a un valor y podríamos hacer una estimación de la magnitud límite, esta debe ser siempre expresada haciendo referencia a la relación señal/ruido (se detalla más adelante) para la cual consideramos que la estrella es detectable por el sistema.

¿Cómo funciona la cámara CCD?

En una cámara digital a diferencia de las cámaras de emulsión química, existe un detector electrónico que sustituye a la película fotográfica. Este detector es una matriz de N X M elementos sensibles a la luz, en el diagrama la matriz se simplifica mostrando un detector de 5 columnas X 4 filas.



El proceso para la obtención de la fotografía sería el siguiente:

Se expone el detector a la luz durante un determinado tiempo llamado tiempo de exposición o tiempo de integración, durante este período la luz incide en cada uno de los píxeles acumulando carga eléctrica que será proporcional a la cantidad de luz incidente.

Una vez terminado el proceso de integración cada píxel contiene en forma de potencial eléctrico un valor de la cantidad de luz que incidió en ese píxel. Un circuito electrónico asociado al sensor es el encargando de transportar el potencial de cada píxel hacia un amplificador ubicado a la salida del sensor. Este amplificador, recibe el valor de carga eléctrica de cada píxel uno a uno a medida que van saliendo del detector y lo acondiciona para la siguiente etapa de conversión. Generalmente la corriente eléctrica a la salida del sensor es transformada en una diferencia de potencial de unos pocos milivoltios los que serán amplificados hasta alcanzar los valores de entrada requeridos por el módulo de conversión que son de 1 voltio aproximadamente.

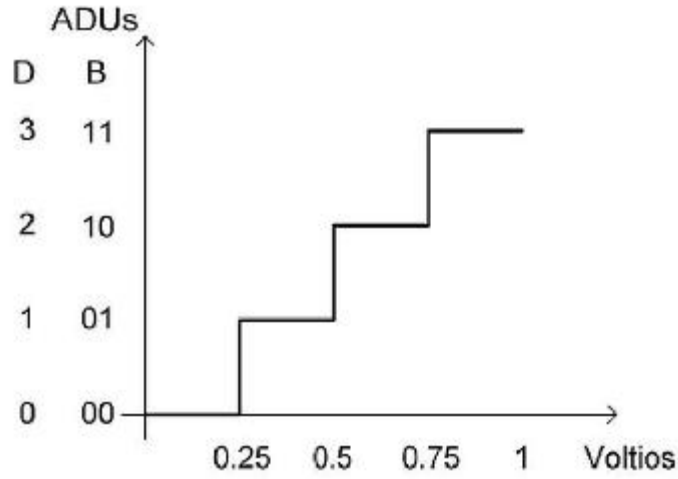
Una vez que esta señal es amplificada ingresa al bloque de conversión analógico – digital. En este módulo, los infinitos valores de potencial que puede tomar cada píxel son cuantificados obteniendo a la salida un valor discreto. La cantidad de valores discretos que esta señal puede tomar está determinada por la cantidad de bits del conversor A/D (resolución del conversor A/D). El número como resultado de la conversión es almacenado en memoria en forma de matriz la que será representada como imagen.

Conversión analógica a digital

El eje de las X representa el potencial en voltios proveniente de la etapa amplificadora (variable continua, toma infinitos valores).

El eje de las Y representa el valor en ADUs (Unidad Analógica Digital) luego de la conversión A/D y está expresado en binario (B) y en decimal (D). Se muestra en binario porque es la base en la que operan todos los conversores, microprocesadores y el PC internamente.

La gráfica muestra los valores discretos que va tomando la variable de salida del A/D a medida que se incrementa el potencial en su entrada. Este proceso es irreversible ya que para muchos valores analógicos de entrada se asocia el mismo valor de salida y para un valor de salida voy a tener un conjunto infinito pero acotado de valores analógicos.



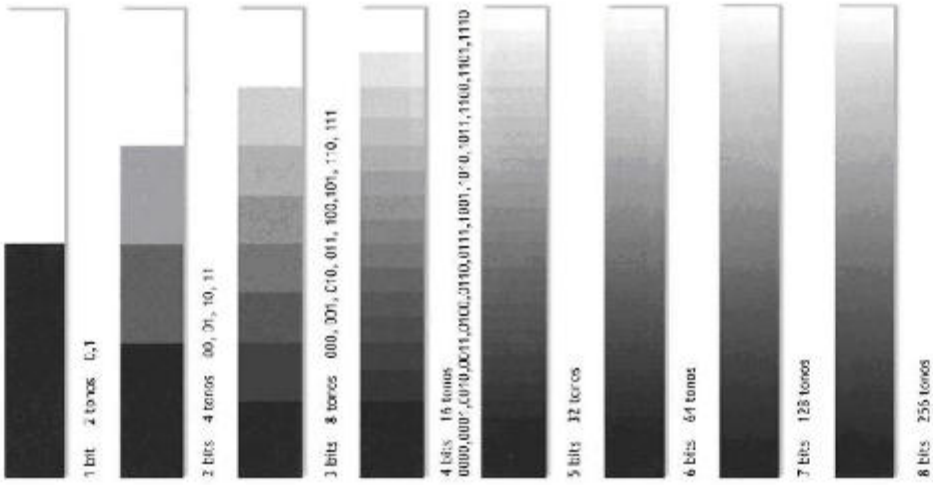
Esta transformación introduce un error llamado error de cuantificación y que está relacionado directamente con la resolución que tendrá nuestro sistema de conversión. Esta resolución se puede expresar en número de bits (Ej.: 16 bits) o en el valor mínimo que mi sistema puede cuantificar (Ej.: 1.24mV).

La salida del sistema de conversión A/D va a tomar tantos valores como 2n donde n es el número de bits del conversor A/D.

El conversor A/D de la cámara utilizada en el telescopio Centurión del Observatorio Los Molinos es de 16 bits lo que significa que la cantidad de valores posibles de representar es 2^{16} = 65536 valores digitales o ADUs. Estos valores digitales, como se desprende del gráfico anterior, estarán comprendidos entre 0 y 65535.

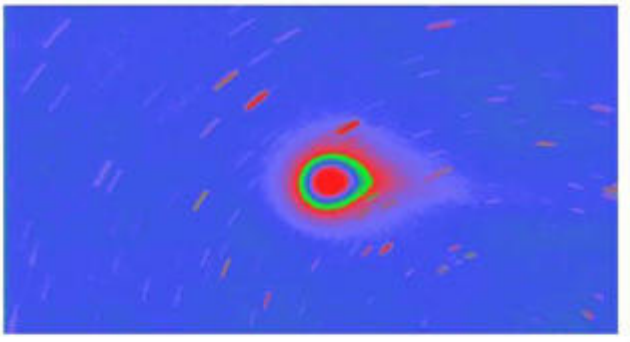
Si bien en el proceso de cuantificación se pierde información, el potencial de procesamiento numérico que disponemos actualmente en la PC hace que esta transformación sea beneficiosa.

Representación en escala de grises (A/D de 1 a 8 bits)



Si pensamos en una imagen monocromática, la misma es representada como una escala de grises asociando un tono a cada valor digital. Este tono de gris asociado a cada valor de ADU en cada pixel es una asignación arbitraria utilizada para una rápida interpretación de la matriz numérica cuando la observamos, si viéramos la matriz con los números sería muy difícil una primer interpretación, la asociación de estos números a colores facilita un análisis primario.

Las imágenes a continuación corresponden al cometa Lemon fotografiado desde el observatorio del IPA. Ambas imágenes son la misma lo que cambia es la paleta de colores con la que se representa la matriz. En el caso de la izquierda se utilizó una paleta de alto contraste lo que facilita enormemente la determinación de la forma de la coma del cometa, en la imagen de la derecha se puede ver la imagen representada en escala de grises donde su análisis morfológico resulta más difícil.

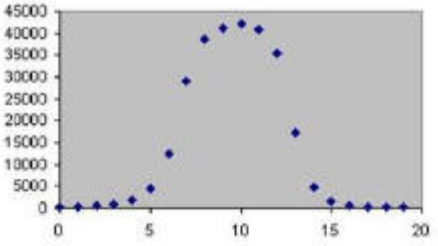


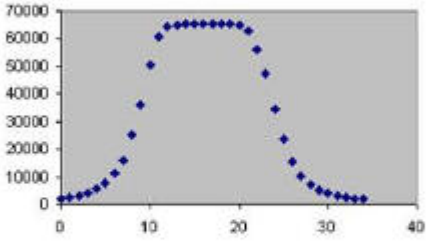
Saturación analógica

Se produce cuando la luz recibida durante el tiempo de integración genera un potencial mayor al que puede contener el detector en la zona de incidencia. Es apreciado en la imagen como un sangrado o chorreado en las estrellas saturadas.

Saturación digital

Se produce cuando el potencial ingresado al conversor A/D es mayor que su rango de entrada. El resultado es que todos los pixeles que tengan más que este potencial se van a representar como 2^n, el valor máximo que puede representar el conversor. No se aprecia visualmente, solo se detecta haciendo un análisis numérico de la imagen. En la imagen de arriba se muestra el perfil de una estrella sin saturación y en la imagen de abajo se muestra el perfil de una estrella saturada digitalmente.





Las estrellas que presenten saturación digital o analógica no podrán ser utilizadas para las medidas de posición o flujo.

Linealidad del detector

Si vamos a trabajar en fotometría solo podemos realizar medidas de flujo si estamos trabajando en la zona lineal del sistema. Una de las evaluaciones que se hace cuando se quiere caracterizar un CCD es hacer una curva de linealidad. Esta curva se construye tomando imágenes de la misma estrella a diferentes tiempos de exposición, va a llegar un momento en el que la relación entre el incremento de tiempo de integración y flujo deje de ser

lineal y es hasta ese nivel de ADUs que vamos a poder trabajar con el equipo haciendo mediciones. Una vez hecho este estudio el investigador conocerá hasta que valor de ADUs puede trabajar correctamente y deberá descartar de la medida todos los pixeles que superen dicho valor.

Formato de imágenes

El formato de imagen más popular en Astronomía es el formato FITS (Image Transport System). En esencia se compone de la matriz con el valor de cada pixel en una variable que generalmente es de de 16 bits y un encabezado en formato de texto que contiene información de la imagen como: el tamaño de la matriz, la cámara con la que fue tomada, el telescopio, las coordenadas a las que apuntaba, el tiempo de exposición, la fecha y la hora UTC y muchos datos más que complementan la imagen facilitando enormemente sus post procesamiento.

Calibración de imágenes

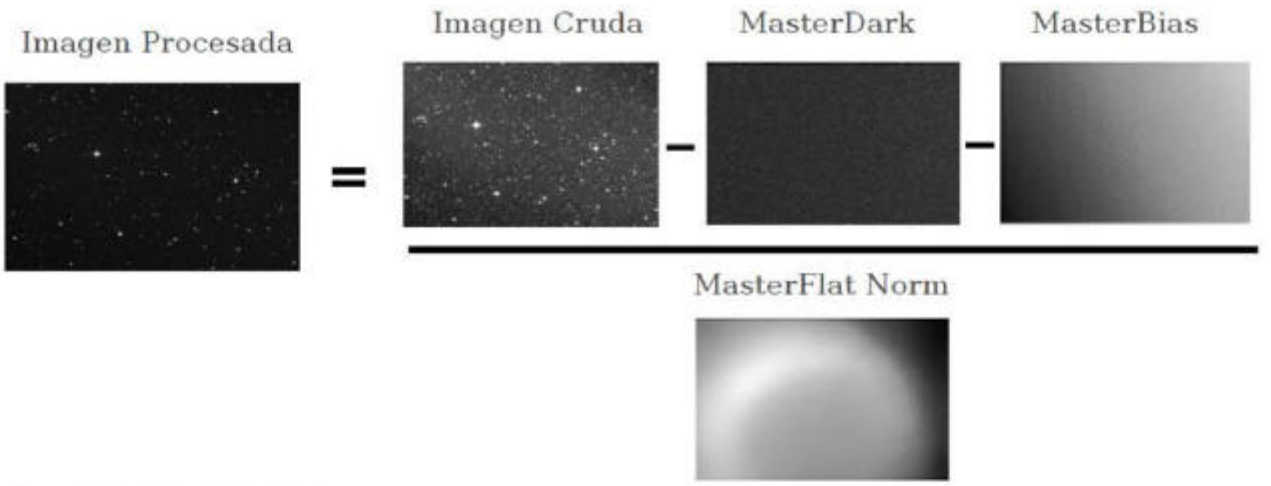
La calibración de una imagen refiere a hacer una serie de operaciones con imágenes especiales para lograr que todos los píxeles del detector respondan de la misma manera a un mismo estímulo. Las imágenes de calibración son dark, flat y bias.

Dark: imagen del mismo tiempo de integración pero con obturador cerrado.

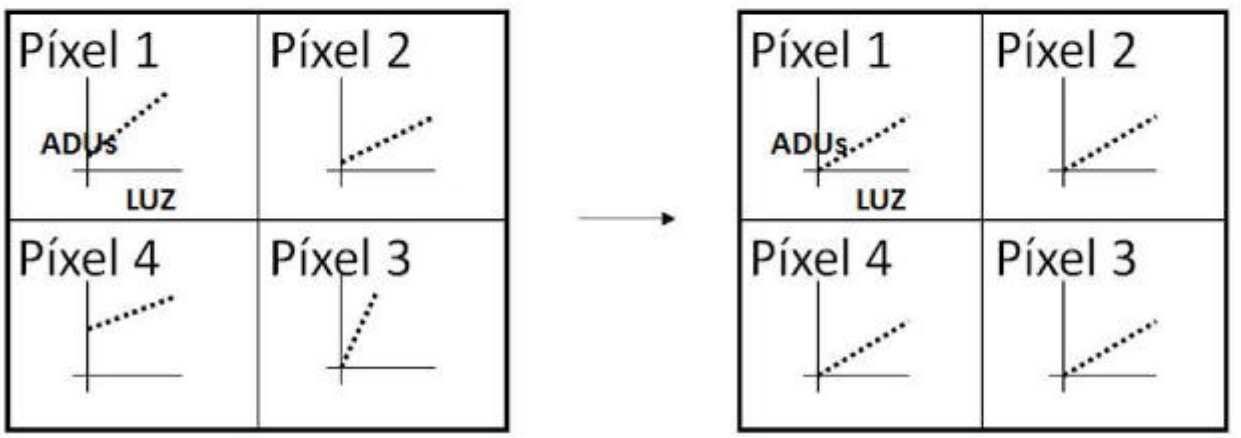
Flat: imagen de una superficie que irradie de manera uniforme.

Bias: imagen de tiempo de integración mínimo.

Con la calibración pretendemos que cada pixel tenga la misma respuesta numérica a la radiación recibida. De esta manera no importa en qué parte del detector se encuentre la estrella la medida



de flujo va a ser la misma.



Bias
Es una imagen de calibración que permite corregir el pedestal de ADUs introducido por el amplificador al momento de la lectura del CCD.

Dark
Corresponde a una toma del mismo tiempo de exposición que la imagen de cielo que voy a tomar pero con el obturador cerrado o el telescopio tapado. En esta imagen se acumulará carga en cada píxel pero no producto de la llegada de fotones sino por efecto termoeléctrico dentro del detector y de radiación IR en sus cercanías (ruido térmico).

Esta imagen es una de las imágenes de calibración utilizadas y sirve para quitar el pedestal de cuentas producido por el ruido térmico durante el tiempo de integración. El proceso de calibración por DARK consiste en restar la imagen DARK de la imagen de cielo. Es frecuente utilizar un promedio de estas imágenes para lograr una sola imagen de calibración llamada Master Dark.

Flat
Con la imagen flat corregimos la pendiente de respuesta de cada pixel haciendo que todos respondan con la misma ganancia o sensibilidad. Esto corrige también efectos ópticos como el viñeteo. Esta imagen corresponde a una fotografía de una superficie uniformemente iluminada. El propósito de esta imagen es el de calibrar la sensibilidad (ganancia, pendiente...) que tiene cada píxel. No todos los píxeles responden a la luz de igual forma y cuando pretendemos hacer medidas de intensidad o brillo sobre una imagen es necesario compensar estas diferencias de ganancia entre píxeles.

Para obtener una imagen FLAT básicamente existen tres métodos: fotografiar una determinada zona de cielo durante el crepúsculo, fotografiar una pantalla uniformemente iluminada y por último fotografiar cielo estrellado moviendo el telescopio. El criterio para la toma de un flat es establecer tiempos de exposición que den como resultado valores en la imagen dentro de la zona de linealidad de la cámara y a ¾ de su valor máximo.

Se suele utilizar una secuencia de imágenes para lograr un master FLAT promedio de las anteriores.

Una imagen flat no solo va a corregir diferencia de ganancia de cada píxel sino que también corregirá los efectos ocasionados por polvo o manchas en el detector. El polvo en suspensión en el aire contiene partículas de tamaño muy similar al tamaño de un píxel y al ponerse delante de la ventana del detector producirá cambios en el frente de onda de la luz que se verán como una mancha central difusa y aros concéntricos a ésta.

Antes de comenzar a medir
Antes de comenzar a discutir sobre las mediciones que podemos realizar sobre las imágenes astronómicas vamos a discutir algunos conceptos utilizados en los sistemas de medida. Estos conceptos son aplicables a cualquier sistema de medición y no solo a las medidas que haremos en las imágenes.

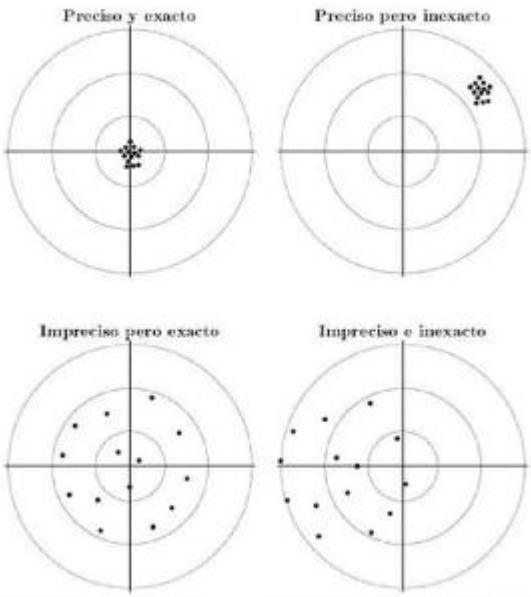
Precisión: hace referencia a que tan parecidas son medidas repetidas para el mismo estímulo bajo las mismas condiciones.

Exactitud: que tan apartado estoy del valor verdadero.

Incertidumbre: relacionado con la precisión y el desvío estándar en medidas repetidas para un mismo estímulo.

Error: diferencia con el valor verdadero.

Para familiarizarnos con estos conceptos vamos a ponerlos a prueba evaluando un proyecto que utiliza fotometría para detectar exoplanetas por el método de tránsito como es el proyecto VCT de la AAA. En la técnica utilizada por este proyecto lo que se pretende es comparar la evolución de brillo de estrellas buscando detectar cambios de muy baja amplitud y determinadas características en el tiempo. Para realizar esta tarea es necesario contar con una buena precisión fotométrica, una medida lo mas repetitiva posible, pero no interesa conocer exactamente el valor en magnitud que tiene la estrella en cuestión, por lo que la exactitud en la medida fotométrica no es de importancia. Resumiendo, no es importante si la medida que estamos haciendo indica magnitud 9.2 magnitudes y la estrella en realidad es 9.9 magnitudes, lo que si importa es que las sucesivas medidas tengan un bajo desvío que nos permita detectar las variaciones producidas por un tránsito planetario del orden de 0.02 magnitudes.



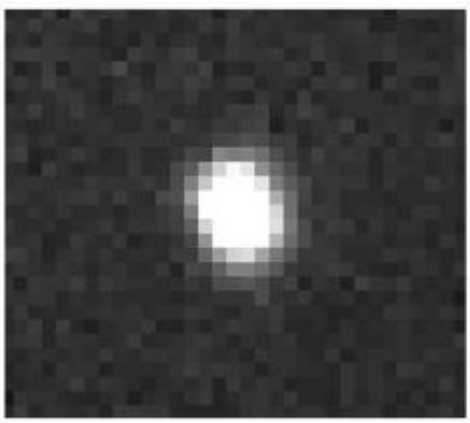
Un ejemplo más apartado de lo que es la CCD puede ser el apuntamiento de un telescopio. Si pensamos en una montura de telescopio automatizada vamos a tener indicadores de coordenadas ecuatoriales en AR y DEC, indicando el punto en el cielo que está apuntando el telescopio. De manera similar que en el ejemplo anterior pretendemos que la montura repita las mediciones de posición, si existe una diferencia respecto a las coordenadas reales (error) se puede corregir numéricamente adicionando o substrayendo el error encontrado o lo que se conoce como calado del telescopio.

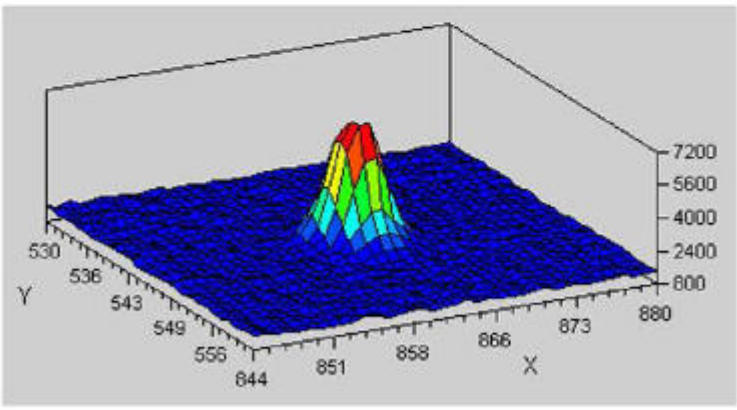
Del pixel a la PSF (point spread function)

Cuando tomamos una imagen astronómica integramos durante un tiempo la radiación proveniente de las estrellas, asteroides, etc. Cada estrella deja un registro en la imagen que es a primera vista aproximadamente circular. Este conjunto de pixeles con cada valor de ADUs involucrado se conoce como PSF.

La PSF hace referencia a la forma que toma una estrella en la imagen y tiene como contribuyentes a su formación: la figura de difracción, la dispersión en óptica y CCD, el enfoque, y en los telescopios terrestres el seeing (turbulencia atmosférica) que es la contribución de mayor peso.

Imágenes digitales en Astronomía





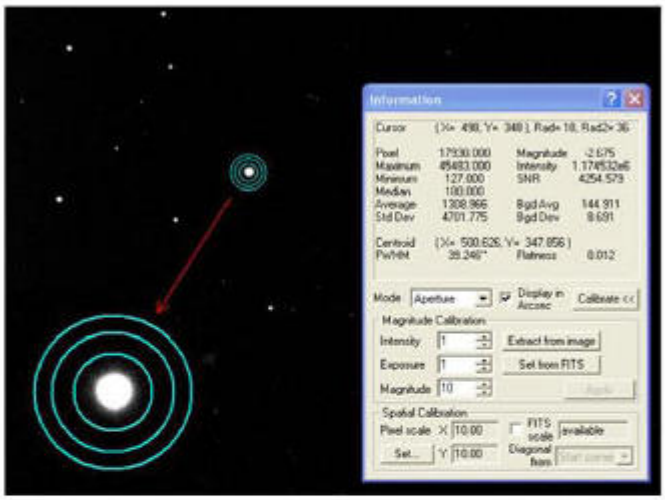
Al observar las imágenes ilustradas a la izquierda, es corriente tener la percepción de que la imagen de abajo es más ruidosa que la imagen de arriba. La realidad es que sin analizar la imagen no podemos decir nada de antemano. Ésto se debe a que la representación en escala de grises o colores es una asignación arbitraria dada a la matriz numérica. Todas las imágenes son en esencia una matriz de números donde cada número corresponde con el valor de radiación integrado en el pixel asociado.
En este ejemplo ambas imágenes son la misma con un ajuste de brillo y contraste distinto. Ese ajuste lo que hace es cambiar la asignación ADUs -> color y hace que la imagen luzca diferente pero en esencia la imagen detrás permanece igual.

Cuando vemos una imagen digital en Astronomía lo único que podemos decir es si nos gusta o no, nada más. Una correcta evaluación de una imagen astronómica se basa en medidas como nivel de cuentas, SNR (relación señal ruido), FWHM (a media altura), etc.
En resumen, las imágenes en Astronomía son para medir, cuantificar posición o flujo de una estrella, asteroide, etc. Es por esta razón que al momento de evaluar una CCD es muy importante la profundidad en bits del conversor AD, ya que ésto nos cambiará la resolución en la medida de cada uno de los pixeles haciendo más rica la imagen cuanta más cantidad de bits tenga. Como mencionaba al comienzo del artículo, no es tan importante la cantidad de mega-píxeles sino la calidad de la medida que se lleva a cabo en cada uno de ellos. Las cámaras utilizadas en Astronomía generalmente son de 16 bits, las cámaras réflex de buena calidad tienen conversores que van desde los 12 a 16 bits y las cámaras más pequeñas son de 8 bits.

Formatos de imágenes digitales
En Astronomía el formato por excelencia es el FITS y éste nos permite guardar la imagen tal como fue adquirida dentro de la cámara y que en Astronomía es guardada generalmente en un tipo de dato de 16 bits. Una vez que procesamos la imagen haciendo la calibración y análisis los programas generalmente (deberían) la guardan también en formato FITS pero ahora con un tipo de dato de doble precisión con mucha mayor resolución que el original de 16 bits, esto se hace para que las operaciones realizadas no dañen la riqueza de los datos producto de las operaciones realizadas. Ahora si hablamos del formato de imágenes más popular probablemente hablemos de los archivos de imagen JPG. En este archivo la información es almacenada en datos de 8 bits (por color) y con compresión de datos, dando una imagen muy liviana en peso digital pero con muy poco potencial para su análisis o procesamiento. Tal vez de los formatos más conocidos que si tienen riqueza como para operar sobre sus datos encontramos el formato TIFF o PNG donde los datos son almacenados en 16 o más bits.

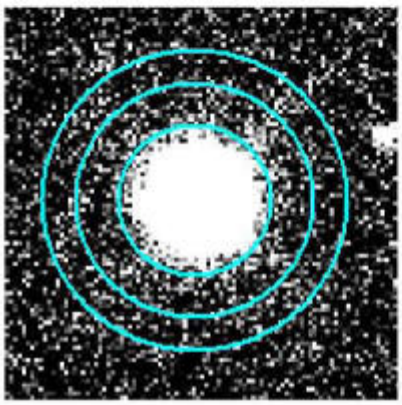
¿Cómo medimos en una imagen astronómica?
Existen varios programas para el análisis y medición en imágenes astronómicas. Utilizaremos el software Maxim DL para mostrar cómo medir y evaluar una imagen.

Una de las herramientas de medida que dispone este programa y muchos otros es la medida de flujo o brillo utilizando una herramienta de apertura que consiste en tres anillos concéntricos. En el disco central se cuantifica el flujo en la zona de la estrella, el anillo siguiente se utiliza únicamente para separación y el anillo exterior es utilizado para cuantificar el flujo de fondo. El tamaño de



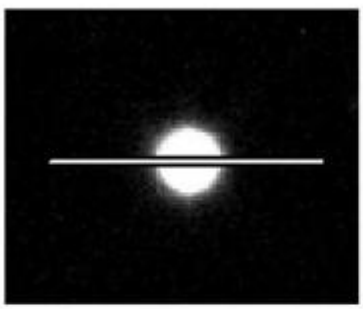
estos anillos se puede variar y existen varios criterios para la selección su tamaño en pixeles. Una vez posicionado sobre una estrella la ventana de información nos va a brindar datos como: el valor en ADUs del pixel en el cual estamos centrados, máximo, mínimo, mediana, promedio y desvió estándar de los pixeles involucrados en el disco central, además va a brindar datos más avanzados como la magnitud (previa calibración), la SNR, centroide de la PSF y FWHM.

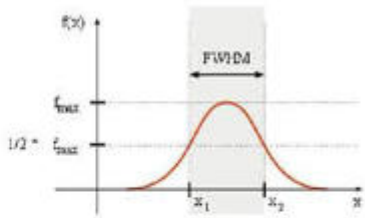
Detalle de alguna de las medidas mencionadas



SNR

La relación señal ruido es una evaluación de que tanta señal tengo respecto al ruido de fondo. El ruido de fondo es evaluado en el disco exterior y está en relación directa con el desvío de los datos. Esta medida se encuentra estrechamente ligada con la incertidumbre en las medidas fotométricas y sirve como primer evaluación para conocer de antemano la precisión que logrará en una fotometría y poder variar el tiempo de exposición hasta llegar a valor de SNR que garanticen la precisión necesaria.





FWHM

Esta medida nos brinda información acerca de que tanto se mueve el centroide de la estrella durante la integración y sirve para evaluar la turbulencia atmosférica que nos indica que tan buena es la atmósfera o el sitio de observación. Un sitio con baja turbulencia atmosférica tendrá valores de FWHM bajos mientras que un FWHM grande indicará una atmósfera muy turbulenta. En lo anteriormente expresado se asume que la estrella se encuentra correctamente enfocada.

Centroide

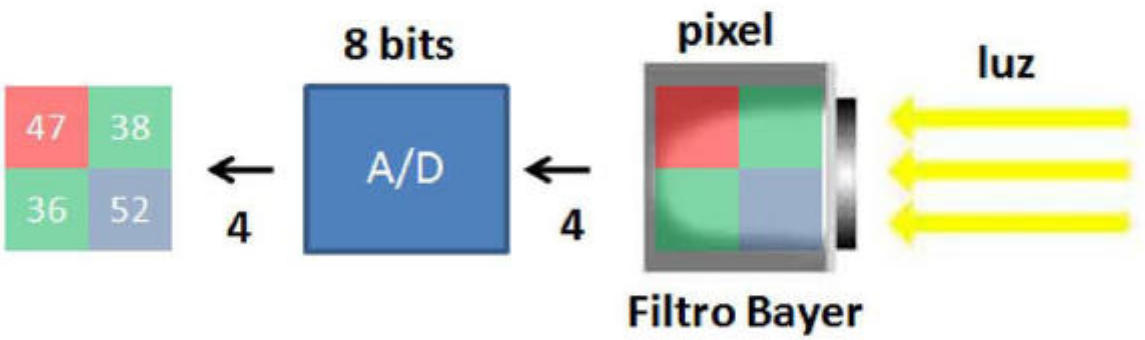
El centroide de una estrella indica en que valor de pixeles X e Y está centrada la PSF de la estrella. Este valor es indicado con fracción de pixel y es calculado teniendo en cuenta el valor de ADUs de cada uno de los pixeles involucrados dando como resultado el «centro de masa» de la PSF. Esta medida es insumo de la técnica para medida de posición conocida como astrometría.

Luchando contra la turbulencia

Una de las estrategias utilizadas para apalear los efectos de la turbulencia atmosférica en las imágenes astronómicas es el de capturar imágenes de alta velocidad logrando registrar instantes pequeños de tiempo en donde la PSF de la estrella se acerca mucho a la figura de difracción. Esta técnica tiene fuerte aplicación en las imágenes planetarias para lograr una mejor resolución en los detalles del planeta logrando en muchos casos detalles casi tan finos como el disco de Airy.
La adquisición de las imágenes en este caso se realiza como un video de alta velocidad (decenas de cuadros por segundo o más). En este caso la profundidad en bits es sacrificada (queda en 8 bits) para lograr una mayor velocidad en la lectura de la imagen y hacer que el tiempo de obturación y adquisición sea lo más pequeño posible.

Como ya adelantamos, se utiliza este tipo de adquisición para las imágenes planetarias, Luna y Sol con el objetivo de realizar un post procesamiento que permita compensar los efectos destructivos que la atmósfera. Ésto solo es aplicable a objetos brillantes que queden registrados con tiempos de obturación bajos (milisegundos). En las exposiciones largas los efectos de la turbulencia quedan integrados en la imagen y es imposible deshacerlos.
Actualmente existen cámaras de cientos o hasta miles de cuadros por segundo pero las que podemos acceder a nivel comercial (no laboratorio) van desde unos 15 a 60 cuadros por segundo (FPS). Algunas cámaras con posibilidad de seleccionar la porción de píxeles a bajar (subframe) mejoran mucho la velocidad de bajada de datos logrando hasta 60 FPS.
En las cámaras webs utilizadas para videoconferencia generalmente no es posible lograr más de 30 cuadros por segundo y a medida que aumentamos la velocidad aumenta la compresión de los datos lo que va en detrimento de la calidad de los datos.

En la mayoría de los casos las imágenes son color y trabajan de la siguiente manera.



A las imágenes color tomadas generalmente se las indica como de 24 bits. Esto hace referencia a las 3 conversiones de 8 bits, una por cada color. Lejos está ésto de ser equivalente a una imagen con una profundidad de 24 bits por lo que prefiero referir a que la imagen es de 8 bits en cada color.

¿Qué logramos con el procesamiento de este video?

Una vez adquirido el video se realiza un procesamientoque consiste en la selección de los mejoresfotogramas obtenidos, su alineación, apilado y filtrado. El resultado es una imagen mucho mas rica en detalles, con una profundidad en el eje Z mucho mayor lo que permite el aplicado de filtros que resalten las frecuencias espaciales de interés.

En este caso la riqueza en el eje Z se logra por la combinación de muchas medidas de baja precisión logrando estadísticamente un valor mucho más rico que en los cuadros originales y que generalmente es almacenado al finalizar el proceso en un formato como TIFF o FIT de forma de preservar la riqueza lograda.

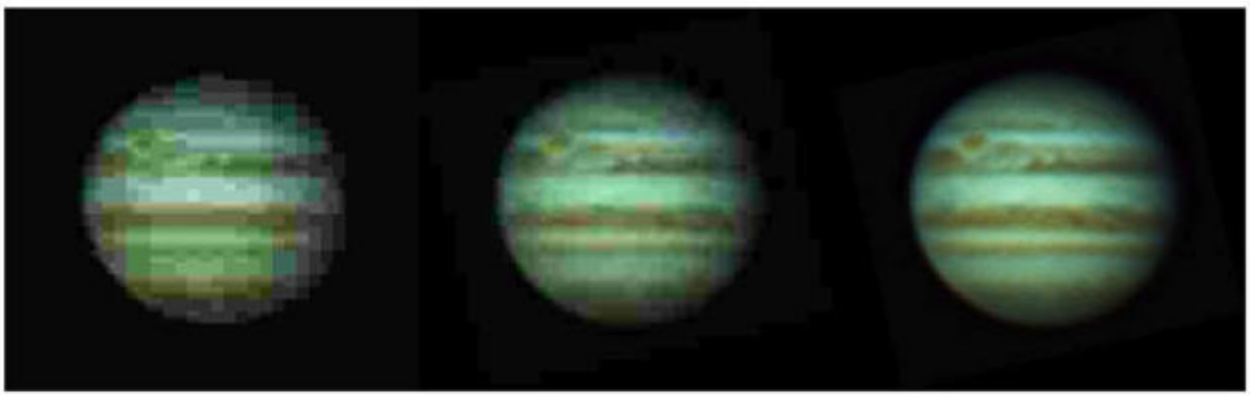
Captura de video (obturación y ganancia)

Es recomendable un tiempo de obturación lo más chico posible para capturar un instante lo más pequeño que se pueda y ganancia del amplificador lo más baja posible para disminuir el ruido. Hay que experimentar que combinación nos da los mejores resultados. En ocasiones si se van a apilar muchos cuadros es mejor bajar el tiempo de obturación y aumentar la ganancia ya que el ruido será cancelado por el pilado y los filtros.

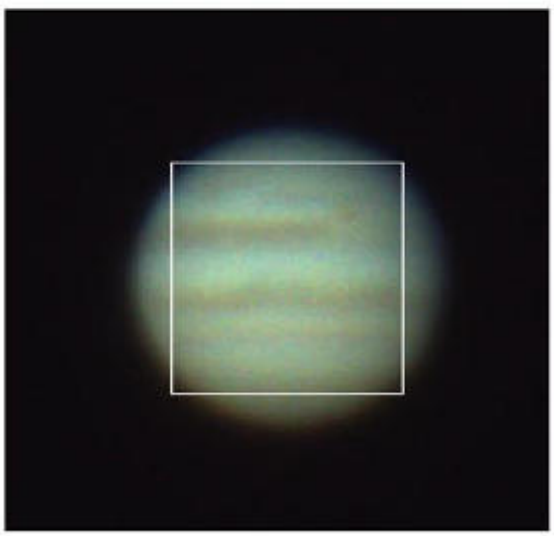
En la observación de la Luna o Júpiter hay que tener presente que la rotación del planeta y el cambio de sombras en la Luna. No se recomienda que una toma de Júpiter insuma más de 2 minutos aunque esto va a depender de la escala de placa.

Captura de video (compresión y ancho de banda)

En muchas de las cámaras web utilizadas para este fin, la información de cada cuadro es enviada en un formato comprimido lo que hace perder calidad (información). Esta compresión se hace más agresiva a medida que aumentamos la cantidad de FPS. Es recomendable no utilizar un numero alto de Fps para evitar este problema, 15 FPS es un valor razonable. En el caso que la cámara permita es siempre recomendable anular la compresión de datos. Asimismo si el equipo lo permite es conveniente hacer un subframe (ROI) de la imagen con la porción de la imagen que nos interesa, esto baja mucho la cantidad de datos a transmitir mejorando la velocidad y bajando la compresión por ancho de banda.



Ejemplo de diferentes grado de compresión



Alineación y apilado de imágenes

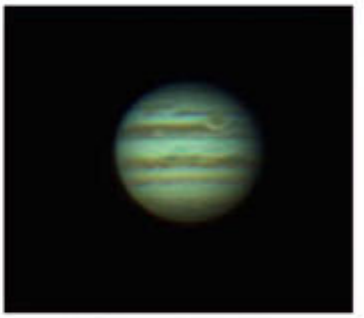
Para la alineación se selecciona una región o una serie de puntos para ser utilizados como referencia y se ajusta el centroide de esos puntos para que queden en los mismos pixeles en todas las imágenes.

Para el apilado generalmente se cuenta con las opciones Average (promedio) o Median (mediana). Este agrupación de muchos cuadros mejora mucho la profundidad de la imagen por lo que debe ser alamacenada en un formato con mayor cantidad de bits.

Filtro wavelets

Con los filtros wavelets uno puede resaltar frecuencias espaciales más altas o más bajas utilizando los ajustes generalmente con forma de deslizador. Las frecuencias espaciales más altas hacen referencia a los objetos más pequeños en la imagen y las más bajas a los más grandes. Ej: en Júpiter un ajuste de frecuencias altas resalta los filamentos mientras que uno de frecuencias bajas resalta las bandas.

Apilado



Apilado + Filtración

Este tipo de filtro solo tiene validez aplicarlo cuando la imagen tiene una buena riqueza en el eje Z.

Conclusión

Considero muy importante el comprender la riqueza en información que nos brinda una imagen astronómica. Antiguamente las mediciones de flujo se hacían por comparación visual, tubos fotomultiplicadores o fotodiodos que solo permitían medir un objeto a la vez, hoy contamos con detectores con millones de elementos sensibles y herramientas de procesamiento matemáticas y estadísticas que enriquecen mucho los resultados obtenidos.

Que esta abundancia de recursos no nos haga caer en un deprecio de su valor, uno de esos millones de pixeles puede hacer la diferencia entre la detección de un planeta, la determinación de un período, etc.

Durante la calibración, tratamiento y análisis de los datos tratemos a cada pixel como si fuera el único.

El observatorio astronómico de Montevideo en la actualidad

Prof. Gustavo Visos *(Observatorio de Montevideo)*

El Observatorio cuenta con una larga historia que enriquece su valor histórico, observacional y formativo que ha sufrido transformaciones que lo convierten en algo particular que queremos transmitir.

Luego de ser declarado Observatorio de referencia se ha visto aumentada y reconocida su importancia, planteándose metas dignas y realizables como:

-Difundir el conocimiento de la Astronomía refiriendo sosegadamente con la mayor claridad posible las modernas conquistas astronómicas, dando a entender cuando se trata de hechos definitivamente adquiridos o presunciones teóricas.
-Divulgar para que la ciencia no se aleje en su comprensión por los profanos explicando en forma simple pero rigurosa.
-Comprender mejor el proceso de los fenómenos naturales o de los métodos de observación seleccionando para ello cuidadosamente los instrumentos y los objetos celestes a reconocer realizando jornadas de observación.
-Desarrollar la curiosidad, el imperativo deseo de conocer, la capacidad de recibir e interpretar los mensajes del mundo externo más allá de la pura necesidad. -
Interrelacionar conocimientos aparentemente disimiles y estancos.
-Ayudar en la investigación, búsqueda y formación de nuevos astrónomos.
-Promover el aspecto estético y el disfrute de la contemplación del cielo estrellado para llevarlo progresivamente a conocimiento científico sin que esto implique necesariamente querer formar científicos sino desarrollar modelos de observar la realidad y modos de relacionarse con ella.
-Ser un aporte al patrimonio cultural trabajando con y para la comunidad realzando también su carácter de museo y de poseer una biblioteca con ejemplares valiosísimos.
-Fortalecer el vínculo con el resto de la comunidad astronómica y observatorios del país.
-Mantener, operar y administrar las instalaciones.
-Ayudar a encontrar «estrategias de colonización cognitivas, entendidas como modos de conquista del saber, progresivas y graduales».
-Ser apoyo y estimulo para los docentes y alumnos en la participación de la Olimpiadas de Astronomía.
-Ser Observatorio de referencia y coordinador con los otros observatorios del país, además de servir a propósitos observacionales propios de la asignatura.
-Realizar cursillos acerca de temas de interés o de eventos celestes especiales.
-Ayudar en la preparación de pruebas y exámenes de la asignatura. Resulta de fundamental importancia, no nos olvidemos de las Olimpíadas.
-Creación y mantenimiento de una página web propia del Observatorio y presencia en redes sociales.

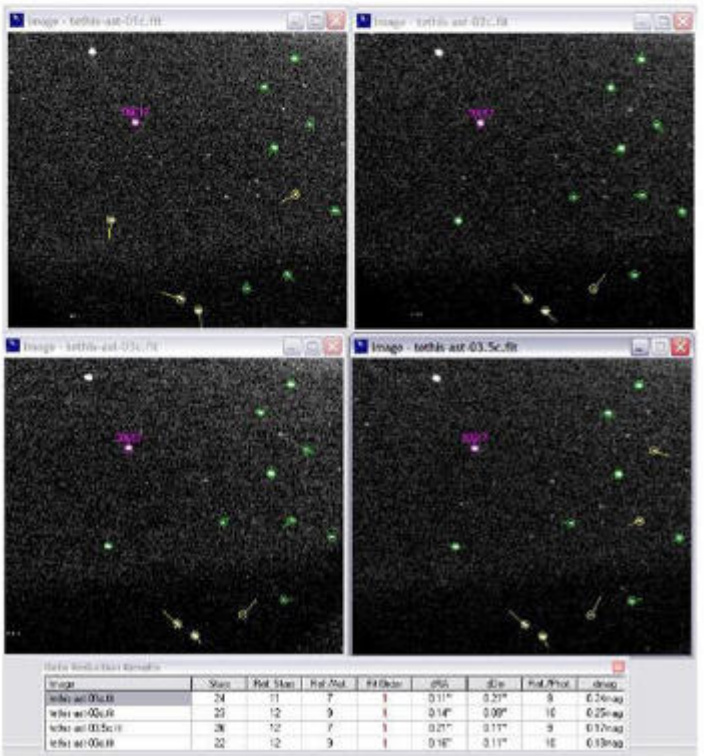
Sin duda se preguntarán: ¿no es acaso éste el fin de todo Observatorio de Secundaria?.

Obviamente que sí, pero contamos con algunas facilidades edilicias e instrumentales recientes que queremos usar y compartir con todos. Anhelamos que todos puedan formar parte y que se «adueñen» del mismo.
Es por ello que un breve relato y escasas fotografías darán una mejor idea de lo que está al alcance

de toda la comunidad educativa.

Taller Mecánico
Contamos con el personal idóneo y las herramientas necesarias para hacer algunas refacciones (algunas obviamente escapan a nuestras posibilidades) para el mantenimiento de los distintos telescopios del país. Pueden mandarnos por encomienda el instrumento para su análisis y de ser posible su reparación.Es un amplio salón que incluso ha visto preparación de Olímpicos y reuniones docentes de diferente índole.

Biblioteca
Amplia, bien iluminada, con ejemplares únicos y muy variados que pueden ser dados en préstamo (no los incunables), internet y un Profesor Orientador Bibliográfico con dominio en motores de búsqueda que puede ser consultado desde cualquier lugar del país.



Recursos Instrumentales
–Creemos que es una gran ventaja el Carl Zeiss de 20 cm que posee aún una óptica excelente y potenciada con las nuevas tecnologías en captura de imágenes como son las CCD. Tenemos una Nightscape que logró adaptarse al refractor y nos ha permitido (a pesar de la contaminación lumínica) lograr astrometrías de asteroides. Estamos recién dando nuestros primeros pasos.

Se muestra a modo de ejemplo la astrometría del asteroide 17 Tethis.

Telescopio Carl Zeiss con CCD

-Telescopio Meade LX-90 al que se le puede adosar otra CCD: la Neximage 5 apropiada para elementos planetarios, aunque también ha mostrado buenos resultados para la observación solar.

-Software y PC apropiados para manejar grandes volúmenes de información rápidamente.

Conclusión

La idea es poder aunar esfuerzos, por ejemplo, se puede poner en la red un video sacado con este tipo de CCD y acoples y que otros observatorios puedan procesarlos con softwares diferentes, comparar resultados e incluso apilar las imágenes que se consideren mejores.
Se pueden hacer recorridas para poder explicar, ver, sentir la emoción de que entre el ruido de la imagen aparezca el objeto que se deseaba observar.
Hacer un manejo apropiado de las redes sociales, en fin pensar juntos para trabajar juntos en pos de la ciencia que nos motiva: Astronomía.
La meta de inicio debe ser sencilla para poder llevarla a cabo con regularidady luego apuntar hacia otros objetivos más complejos.

Uruguay llega al espacio con satélite Antelsat

Doc. Analista-Programador. Daniel Gastelú y Prof. Héctor Roldós (Observatorio de Montevideo)

El año 2014 quedará registrado en la historia de nuestro país por ser el año en el cual el primer satélite artificial uruguayo de fabricación propia llegue al espacio. Así como en los inicios de la era espacial, la antigua Unión Soviética y los Estados Unidos tuvieron los primeros satélites de la historia humana: el Sputnik y el Explorer respectivamente, ahora Uruguay, más de medio siglo después que los pioneros, también podrá contar con uno de ellos. Claro está, nuestro país no posee tecnología como para situarlo en órbita alrededor de la Tierra. Se necesita para ello, de los cohetes que poseen los países desarrollados, los cuales permiten elevarse hasta cientos o miles de kilómetros por encima de nuestra superficie y alcanzar la velocidad necesaria como para situarse en órbita alrededor de nuestro planeta.

En un proyecto sin precedentes en nuestra historia se ingresará a la era espacial con el satélite Antelsat, el cual se desarrolla mediante un convenio conjunto entre la Facultad de Ingeniería y Antel. Dicho proyecto no solo abarca la creación y desarrollo de cada uno de los módulos y componentes del satélite, tales como su estructura, sus controles o carga científica. También comprende su sistema de comunicaciones, instalación de estaciones terrenas, su lanzamiento y operación una vez que se encuentre en órbita.

Uno de los principales objetivos de este proyecto es incentivar la formación de profesionales locales e impulsar el conocimiento en el área de la investigación científica, ya que el diseño de este satélite proviene cien por ciento del talento de ingenieros uruguayos. Se utilizaron partes originales y se crearon los módulos desde cero, se construyeron las radios y todo el sistema de radiocomunicaciones que irá dentro del satélite, siendo además el hardware y el software producto de gente capacitada en nuestro país. Este emprendimiento científico y académico posibilitará tener un desarrollo tecnológico propio, además de beneficiar a nuestra industria, y por lo tanto a la sociedad en su conjunto.

Imagen en donde hay juntos más participantes del desarrollo final de ANTELSAT (fotografía original gentileza de Prensa ANTEL).

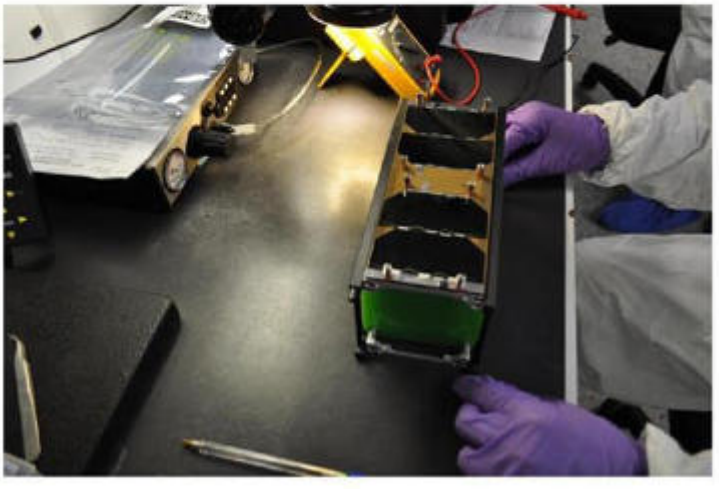
Los primeros experimentos realizados en Uruguay

Hasta ahora la Facultad de Ingeniería, entre los años 2008 y 2010 se había encargado de lanzar prototipos de satélites que ascendían en globos sonda hasta poco más de 30.000 metros de altura. Esta distancia representa el triple de la altura a la que vuela un avión, siendo lo más alto que podía viajar un objeto uruguayo. Estos «globosat» eran aparatos que iban dentro de una caja que llevaba el globo. Medían la posición, condiciones ambientales, velocidad y temperatura, mediante una electrónica que se encargaba de transmitir estos datos desde esa caja hacia estaciones terrestres. Pero a pesar de lo rudimentario que pareciera este sistema, representaron los primeros pasos que posibilitaron un gran avance gracias a la información recabada, ya que en base a dicha tecnología hoy pudo construirse este satélite Antelsat.

¿Cómo es Antelsat y cómo llegará al espacio?

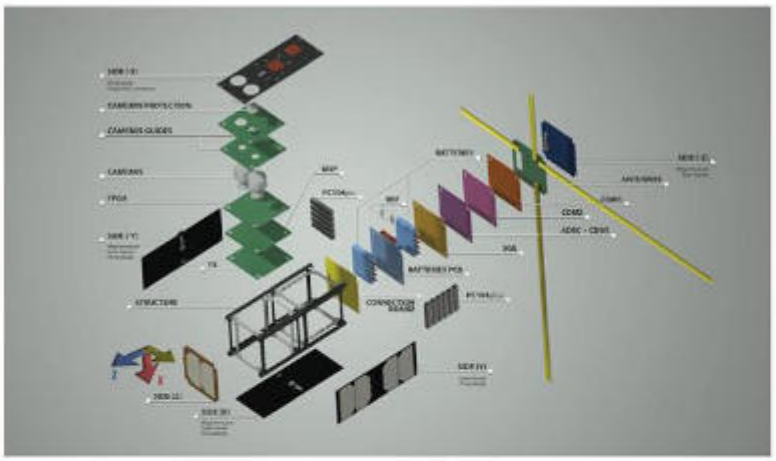
Se trata de un satélite de la clase CubeSat, formado por dos cubos unidos de 10 centímetros de arista cada uno, llegando a pesar alrededor de 2 kilogramos en su totalidad. Funciona con energía solar mediante paneles que se encuentran unidos a las caras del satélite. Contiene una serie de subsistemas y cada uno de ellos funciona independientemente de los demás, para que en caso de romperse alguno, no afecte el sistema en su conjunto. Los posibles desperfectos cuando se encuentre en el espacio pueden provenir del viaje en el cohete (el despegue es bastante violento), el estrés térmico, la radiación cósmica que llega desde el espacio exterior u otros factores propios de la zona en la que orbitará, a una distancia de aproximadamente 600 kilómetros de la superficie terrestre.

Está programado su lanzamiento para mediados del 2014, en un cohete ruso «Dnepr-1» desde Yazni, cerca de la frontera con Kazajistán. Su despegue es bastante peculiar, desde un silo bajo el suelo se lo eleva mediante un sistema en base a pólvora, para luego encender sus propulsores que lo impulsan hacia afuera de nuestra atmósfera. Se eligió este cohete ruso debido a su bajo costo, ya que con cada lanzamiento que realizan se aprovecha a transportar al espacio un buen número de microsatélites universitarios de similares características a Antelsat.



Los altos costos del traslado al espacio son asumidos mayormente por quienes envían los satélites de gran porte, haciendo más económico el envío de satélites educativos. Cuando en el pasado las universidades necesitaban millones de dólares para el envío de sus satélites al espacio, hoy en día esa cifra es de algunos cientos de miles, y en el caso de Antelsat, no se necesitan más de 200.000 dólares por ese pequeño espacio que se compartirá junto a otros pequeños satélites de los demás países en el cohete ruso.

Una vez que el cohete llegue al espacio, dejará libre a nuestro satélite CubeSat que quedará en órbita efectuando giros sobre sí mismo, pero más tarde se irá estabilizando. Se acciona un mecanismo que permite desplegar sus antenas y comenzará el intercambio de información entre el Antelsat y las estaciones terrenas desde donde se realiza su seguimiento y telecontrol. Las estaciones principales se encuentran en la Estación de Antel en Manga y en la Facultad de Ingeniería. A través de lo que se denomina control de altitud, el satélite queda orbitando con la orientación deseada, lo cual se logra generando campos magnéticos que interactúan con el campo terrestre. Esto permite que las dos cámaras (una para sacar fotos en colores y otra infrarroja) apunten siempre hacia la Tierra y no hacia el cielo.



La información que recibiremos desde el espacio

Antelsat estará listo para enviar valiosísima información, la cual será recibida por las antenas parabólicas de Antel y la Facultad de Ingeniería. Si bien es cierto que no es un satélite meteorológico, podrá estudiar la altura y los tipos de nubes que se forman, obtendrá valores de la temperatura superficial de tierra y agua, además de poder localizar y caracterizar ciclones y tormentas tropicales. Permitirá calcular el índice verde con el cual se conoce el nivel de clorofila de las plantaciones, su grado de hidratación y si crecen de forma saludable. Se podrá saber incluso si existe peligro de incendio en alguna zona. Cada una de las fotos que tome de la superficie terrestre, abarcará cerca de diez mil kilómetros cuadrados de terreno. En particular tienen especial interés las fotos que se obtendrán de la superficie de nuestro país, las cuales mejorarán el conocimiento de nuestro suelo.

Con el paso del tiempo el satélite irá sufriendo el natural desgaste que los objetos de construcción humana puedan sufrir en el espacio. Las temperaturas extremas que existen fuera de nuestra atmósfera y el bombardeo de electrones provenientes del Sol, harán que su tiempo promedio de vida útil sea de aproximadamente dos años. Se aprovecharán en ese lapso los múltiples beneficios que nos brindará Antelsat desde el espacio, ya que no solo mejorará nuestro conocimiento en áreas tan importantes como la agricultura o la meteorología. Se favorecerá además el interés de los jóvenes por la tecnología y la investigación científica, siendo además un gran incentivo para los estudiantes de Primaria y Secundaria, quienes tendrán la oportunidad de estar en contacto con la información que se recibirá desde el satélite en «mini estaciones terrenas» situadas en varios puntos del país creadas para tal fin.

Representará por lo tanto un hito en la historia de la investigación científica, significando un primer paso en el desarrollo de la tecnología espacial en Uruguay.

Los satélites; desde una visión a la realidad

Actualmente muchas de las proezas tecnológicas que vienen de la mano de la satelística pasan desapercibidos al ciudadano promedio. Ver partidos de un mundial de fútbol en directo en full-HD, o establecer comunicaciones que desafían las distancias, ya de cotidianas pasan a ser parte de una suerte de paisaje invisible.

Antenas para captar señales de televisión satelital se comercializan en supermercados, y huelga decir que la instalación no es más compleja que su adquisición.

Sin perjuicio de lo previo, esta realidad antaño, era una idea. Según consigna uno de los principales prestatarios de este servicio en el mundo, «la televisión satelital es el sistema de distribución de la señal de televisión usando la señal enviada por un satélite de comunicaciones directamente a los decodificadores instalados en la casa de los usuarios. Cada usuario capta en forma directa la transmisión desde el satélite, recibiendo así información con calidad de imagen y sonido digital superior a cualquier otro sistema de televisión».

Y los beneficios no se agotan en las telecomunicaciones. Monitoreo del clima, emergencias ambientales, percepción remota y sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Este último ha transformado no solamente el flujo del tránsito, sino que posibilita usos en agricultura de precisión y drones con un sinnúmero de aplicaciones.

¿Pero cuándo y dónde podemos hallar los primeros indicios del concepto?

El tiempo es 1945 en las postrimerías de la 2da Guerra Mundial. La personalidad que nos ocupa; Sir Arthur Clarke (1917-2008).

Clarke es un reconocido escritor y científico británico, autor de numerosas obras de divulgación científica y de ciencia ficción. Su nombre se asocia inmediatamente con «2001, Una odisea del espacio», un ícono cultural del siglo XX.

Una de las más famosa previsiones del futuro de Sir Arthur C. Clarke fue su propuesta de comunicaciones por satélites geoestacionarios. Esta idea vio la luz inicialmente en una carta al director titulada «Peacetime Uses for V2» en la revista «Wireless World» en febrero de 1945.

Luego, en octubre de ese mismo año, publicó en «Wireless World» el artículo titulado «Extra-Terrestrial Relays: Can Rocket Stations Give World-wide Radio Coverage?»

An "artificial satellite" at the correct distance from the earth would make one revolution every 24 hours; i.e., it would remain stationary above the same spot and would be within optical range of nearly half the earth's surface. Three repeater stations, 120 degrees apart in the correct orbit, could give television and micro-wave coverage to the entire planet. I'm afraid this isn't going to be of the slightest use to our post-war planners, but I think it is the *ultimate* solution to the problem.

ARTHUR C. CLARKE,
British Interplanetary
Society.

«Un 'satélite artificial' a la distancia correcta de la superficie terrestre haría una revolución cada 24 horas, es decir, permanecería estacionario sobre el mismo punto y estaría dentro de alcance óptico de casi la mitad de la superficie de la Tierra. Tres estaciones repetidoras, separadas a 120 grados en la órbita correcta, podrían dar cobertura de televisión y de microondas a todo el planeta. Me temo que esto no va a ser de la más mínima utilidad para nuestros planificadores de la posguerra, pero creo que es la solución definitiva al problema.»

Arthur C. Clarke, Sociedad Interplanetaria Británica.

Este concepto no se consideró seriamente en su momento, pero se convirtió en realidad 20 años después, con el lanzamiento el 6 de abril de 1965 del «Intelsat I Early Bird», primer satélite de comunicaciones geoestacionario comercial. Un satélite en una órbita circular ecuatorial, a una distancia aproximada de 42.164 kilómetros del centro de la Tierra, es decir, aproximadamente 35.789 kilómetros por encima del nivel del mar tiene un período de traslación igual a la rotación de la Tierra sobre su eje (día sideral = 23h56m) y se mantendría geoestacionaria sobre el mismo punto en el ecuador de la Tierra. En 2002 la Órbita Clarke tenía más de 300 satélites. Curiosamente, Sir Arthur Clarke en su autobiografía científica titulada «Ascent to Orbit» (1984) señala haberse olvidado de la primer carta, hasta que en 1968 se lo recordó una persona del plantel de ingeniería de «Sri Lanka Broadcasting Corporation».
Si bien Antelsat no se presenta como un satélite geoestacionario, valga la reseña para ilustrar los primeros momentos en esta aventura.
Y es así que Antelsat es un hito en lo que refiere al desarrollo del capital humano en nuestro país. Desde aquella primera chispa de Clarke hasta nuestros días, los avances en miniaturización e ingeniería electrónica hacen que estemos cada vez más identificados con la realidad de una soberanía tecnológica para un país productivo. Los estudiantes del hoy son la generación que estarán en el futuro cercano en los emprendimientos de los Antelsat-II, Antelsat-III y los que sigan.

Determinación de Coordenadas Geográficas

Lic. Santiago Roland (Observatorio Astronómico de Montevideo, OALM).

13 de agosto de 2013
Resumen

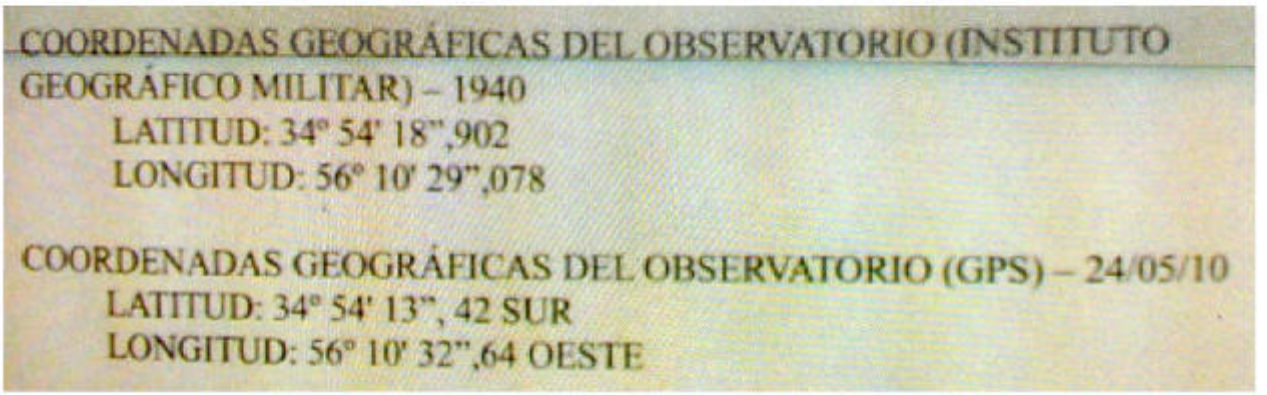
Determinación de las coordenadas geográficas del Observatorio Astronómico de Montevideo (OAM). El estudio se llevó a cabo mediante la utilización de un equipo de mano con estándar Assisted GPS (A-GPS). Se realizaron una serie de medidas de Latitud, Longitid y Altitud, la medida de error y HDOP (Horizontal Dilution of Precision) junto con el número de satélites GPS utilizados para cada medida. Luego de una serie de 40 medidas, las coordenadas geográficas obtenidas son » = 56o10 32,88" ± 0,36", Æ = 34o54 13,32" ± 0,35" y altitud geodética h = 75 ± 7m.

1. Proceso de Medición

Se utilizó un GPS móvil integrado, con estándar A-GPS (Assisted GPS) y el software GPS Logger (licencia libre) el cual permite la toma de datos secuenciales y pre- programables. Dado que la recepción de la señal GPS es muy débil en el interior de la cúpula del telescopio Carl Zeiss, se tomaron medidas con el receptor GPS apoyado sobre los 4 pilares del balcón para tener un muestreo uniforme y libre de efectos causados por el edificio y cúpula. El muestreo se realizó cada 10 segundos y se tomaron 10 medidas en cada pilar, el 2013-08-08T20:30:33 y 2013-08-08T20:39:32Z UTC satelital. Las condiciones atmosféricas se presentaron buenas, con un 5-10 % de cobertura de nubes a la hora de la medida.

De acuerdo a la literatura disponible acerca de los protocolos GPS, se puede establecer una escala o medida de la confiabilidad de una medida analizando su HDOP o «Horizontal Dilution of Precision», parámetro guardado por los dispositivos compatibles con el estándar A-GPS. La escala cualitativa

utilizada puede verse en la tabla (1), de la cual decidimos tomar por buenas las medidas de coordenadas cuyos valores de HDOP sean menor que 2.
El Observatorio Astronómico de Montevideo cuenta con 2 registros previos de coordenadas geográficas provenientes del Instituto Geográfico Militar (medida que data del año 1940) y otra más reciente del año 2010 determinada con GPS, presumiblemente más confiable, aunque la misma no cuenta con reporte de error y/o información de la cantidad de medidas realizadas. Los registros se encuentran en papel y escaneados en la administración del OAM como se ve en la figura (1).


COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL OBSERVATORIO (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR) – 1940
LATITUD: 34° 54' 18",902
LONGITUD: 56° 10' 29",078

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL OBSERVATORIO (GPS) – 24/05/10
LATITUD: 34° 54' 13", 42 SUR
LONGITUD: 56° 10' 32",64 OESTE

2. Datos Obtenidos
Los datos obtenidos con el GPS y el software GPS Logger pueden verse en la tabla (2).

3. Procesamiento Estadístico

Para la depuración de los datos, se utiliza un criterio de 2Ã en altitud, el cual converge rápidamente eliminando 5 datos, quedando 35 finales. Se calcula el promedio y desviación estándar final con toda la muestra y con la sub-muestra con valor hdop menor que 2 (hdop < 2) y el error en el promedio. Las ecuaciones utilizadas son el promedio en la ecuación (1), la desviación estándar Ã en la ecuación (2) y el error en el promedio E x la ecuación (3).

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\left\{\sum_{i=1}^{i=N} x_i\right\}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\left\{\sum_{i=1}^{i=N} (x_i - \bar{x})^2\right\}}$$

$$E_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Los indicadores de error, se toman como la desviación estándar de los datos con hdop<2 y el error en el promedio y son transformados a metros calculando un equivalente aproximado, tomando un radio terrestre promedio de 6371km lo cual nos da una conversión de 30,8m/».

4. Resultados

Los resultados pueden resumirse en la tabla (3).

Latitud	Longitud	Altitud	hdop	error (m)	#sat
34.903850953475	56.175832404453	81.416841817140	1.2	6	17
-34.903735994774	-56.175842049839	79.772023235873	1.2	6	17
34.903700440447	56.175898602479	79.659241337099	0.8	4	17
-34.903700440447	-56.175898602479	76.432396883379	1.2	6	17
-34.903700440447	-56.175898602479	75.423366127701	1.6	8	16
-34.903700440447	-56.175898602479	75.617451406897	1.2	6	16
34.903608753972	56.175946691464	77.551311561050	1.2	6	17
-34.903850879802	-56.175816932064	76.724717360448	1.2	6	17
-34.903850879802	-56.175816932064	76.860946420310	2.4	12	18
-34.903786994433	-56.175863904622	76.288649473135	2.4	12	17
-34.903786994433	-56.175863904622	69.393344700729	2.4	12	18
-34.903724612940	-56.175709908987	72.189652721388	2.4	12	18
-34.903724612940	-56.175709908987	69.904253115395	3.2	16	18
-34.903684357302	-56.175752348849	69.879831009671	3.2	16	17
-34.903684357302	-56.175752348849	70.075960287647	2.4	12	18
-34.903604619642	-56.175769779258	72.125707673496	1.6	8	18
-34.903604619642	-56.175769779258	73.423799292855	1.6	8	18
34.903604619642	56.175769779258	73.991413093199	1.6	8	17
-34.903604619642	-56.175769779258	74.284931162409	1.6	8	17
34.903741092539	56.175727808110	76.143995435444	2.4	12	17
-34.903914952704	-56.175595507133	78.642436283695	1.6	8	18
-34.903914952704	-56.175595507133	81.822108504000	2.4	12	18
-34.903843541148	-56.175605515452	82.982595910194	3.2	16	18
34.903843541148	56.175605515452	87.546191303896	2.4	12	17
-34.903843541148	-56.175605515452	84.489026072964	2.4	12	17
34.903843541148	56.175605515452	84.217898686821	3.2	16	18
-34.903843541148	-56.175605515452	86.617833019599	3.2	16	18
-34.903843541148	-56.175605515452	88.510282010594	2.4	12	18
-34.903843541148	-56.175605515452	89.481539838291	3.2	16	18
34.903843541148	56.175605515452	93.814965653929	3.2	16	17
-34.904035207175	-56.175928591508	73.071344269670	4.8	24	18
-34.904035207175	-56.175928591508	65.765492074036	4.8	24	18
-34.904035207175	-56.175928591508	61.738014488346	4.8	24	18
-34.903882966546	-56.176001483656	57.864100092485	3.2	16	18
-34.904038190944	-56.175774413863	49.193652312491	4.8	24	18*
-34.904045910076	-56.176014251728	47.756982939103	4.8	24	18*
-34.904045910076	-56.176014251728	52.172608205486	1.6	8	18
-34.904045910076	-56.176014251728	47.576825862292	3.2	16	18*
-34.904225414329	-56.175713080476	35.736801559755	3.2	16	17*
-34.904225414329	-56.175713080476	23.691812795358	3.2	16	18*

Cuadro 2: Tabla con datos obtenidos con el programa GPSLogger. Con el símbolo (*) se indican los datos que han sido eliminados con el criterio de 2Ã en altitud.

Valor	Latitud (φ)	Longitud (λ)	Altitud (h)
x	$-34°54'13{,}32"$	$-56°10'32{,}88"$	$74{,}8m$
σ	$0{,}36"/11{,}1m$	$0{,}35"/10{,}8m$	$7{,}0m$
$E_{\oplus}$	$0{,}10"/3{,}0m$	$0{,}09"/2{,}9m$	$1{,}9m$

Cuadro 3: Tabla de resultados obtenidos.

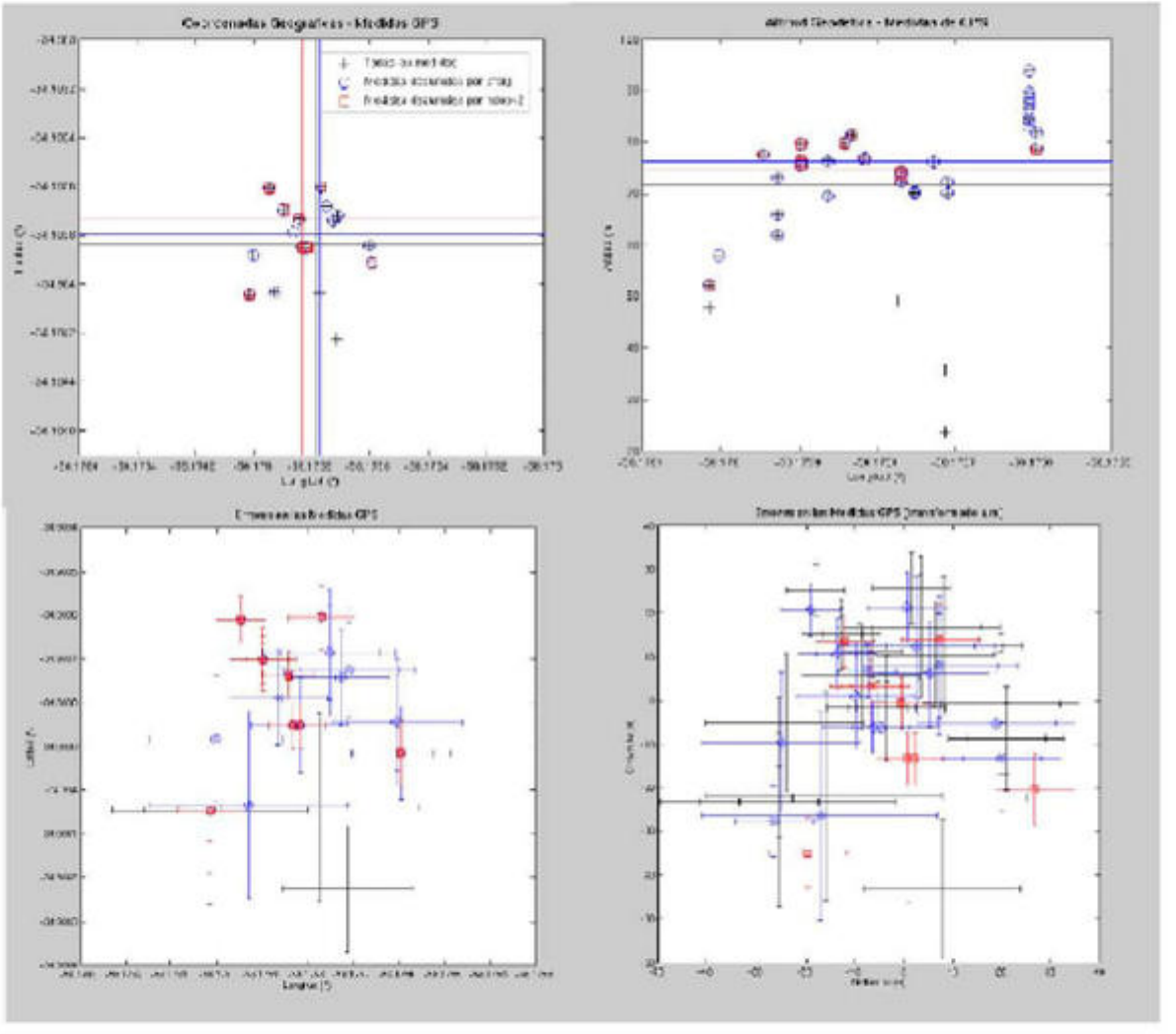


Figura 2: Superior: Coordenadas geográficas y altitud geodética obtenidas. Toda la muestra inicial (40 puntos) en negro, muestra depurada (35 puntos) en azul y muestra reducida (hdop<2) en rojo. Las líneas representan los promedios respectivos. Inferior: Errores obtenidos en las medidas y transformados a distancias lineales.

Galileo – Shakespeare – Artigas

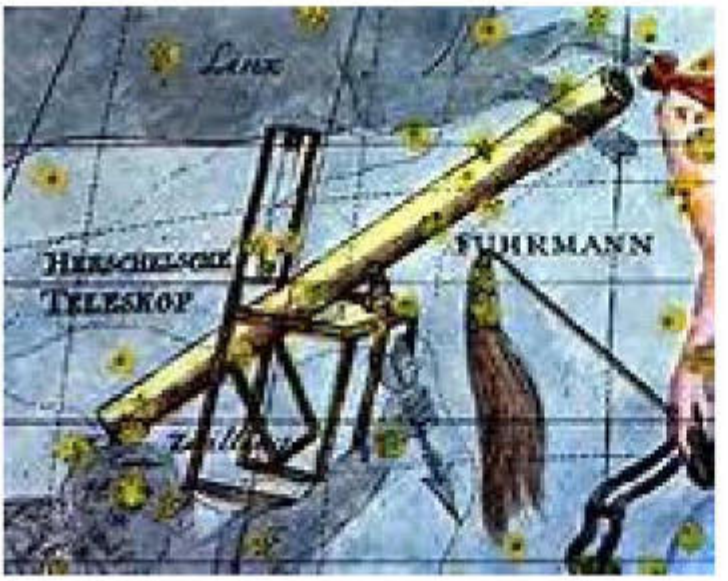
Prof. Mag. Reina Pintos Ganón (Inspección de Astronomía – CES)

Dos épocas, tres contextos:
Tres hombres, separados por dos siglos en su nacimiento vieron más allá de su reducido entorno, en distintos rincones de este Universo y quedaron inmortalizados en el cielo.

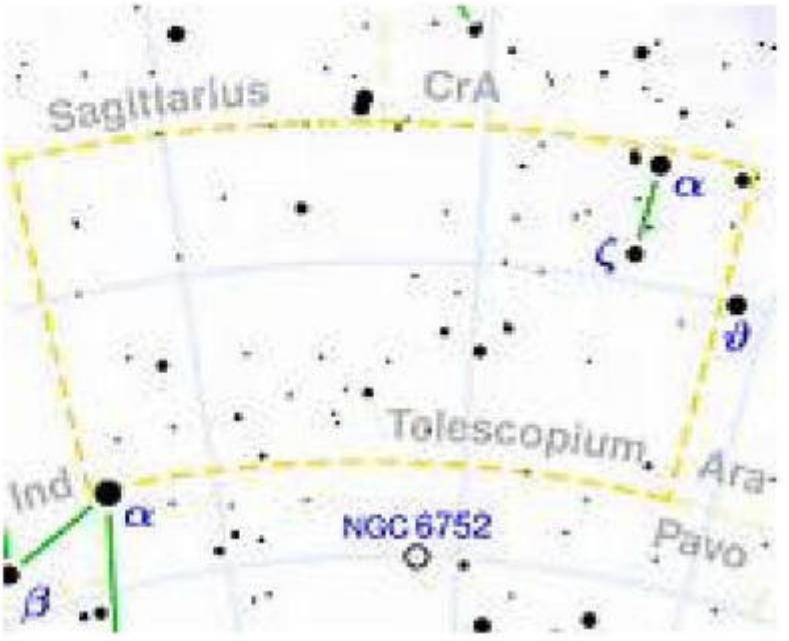
Galileo Galilei: 1564 – 1642
William Shakespeare: 1564 –1616
José Artigas: 1764 – 1850

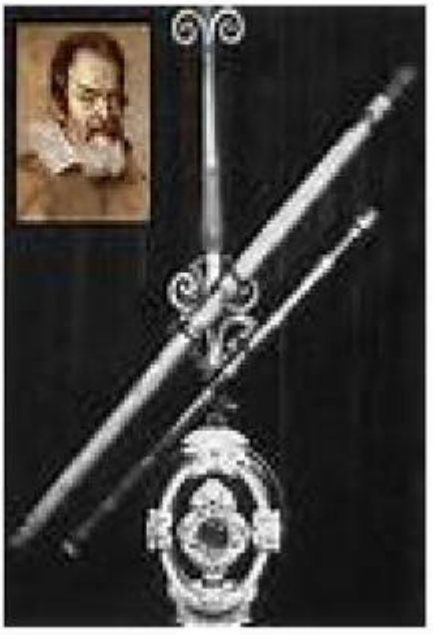
GALILEO GALILEI (Italiano, Pisa, 1564 – Arcetri, 1642)

Galileo fue un hombre áspero y franco, gustaba de la polémica y confrontación de ideas. También gustaba de la vida disipada. En definitiva, un Hombre de este mundo, pero con proyección universal, y vaya si trascendió a su entorno y época. Fue uno de los primeros en pensar la ciencia como construcción colaborativa del hombre, y no solitaria ni de élite. También percibió la estrecha relación entre ciencia y sociedad y su vinculación directa con la tecnología, 4 siglos antes de que aterrizara en nuestras aulas.
En 1609, cayó en sus manos un instrumento que aumentaba el tamaño de los objetos que se observaban a través de él, pero, a diferencia de otros, dejó de mirar hacia abajo o hacia el mismo nivel, para mirar hacia arriba. Elevó la vista por encima del ombligo. Ese cambio de ángulo, cambió la historia de la Tierra, de las instituciones y del Hombre: surge una nueva visión del Universo.



El telescopio modificó sustancialmente los esquemas heredados de sus mayores, cada observación entraba en conflicto con la cosmología aceptada. Se observaban mayor cantidad de estrellas, pero Aristóteles decía que no podían haber más de las que se veían a simple vista. Algo similar pasó con los microorganismos hasta Pasteur. La Luna no era una esfera perfecta, habían valles y montañas. Saturno tenía «orejas» (Huygens observó los anillos 50 años después) y un aspecto cambiante en el tiempo: las cosas eran pasible de cambio en el mundo celeste, es decir que ya no era celestial. En los primeros días de 1610 observó que Júpiter tenía cuatro pequeñas «estrellas» que giraban alrededor suyo, satélites. Si bien no pudo explicar por que la Luna no abandona a La Tierra si ésta se mueve, sí lo asoció, a la misma causa por la que sus «Astros medíceos» no abandonaban a Júpiter. Los planetas se empiezan a ver con diámetro, mientras que las estrellas no, ello implicaba que había una diferencia grande de distancia, por ende no se podía detectar la paralaje estelar (de hecho se pudo determinar recién en el siglo XIX). Finalmente las fases de Venus, llevaron al éxito el heliocentrismo.
Aparte de la pugna entre paradigmas y modelos, el aristotelismo y el copernicanismo, el debate cosmológico llegó al hombre común. En «El mensajero de los astros» , Galileo dice:





«Con la ayuda de un telescopio, cualquiera puede contemplar ésto de manera que entran claramente por los sentidos que todas las disputas agitadas entre los filósofos durante tanto tiempo quedan refutadas de inmediato por la innegable evidencia de nuestros ojos; nos vemos libres así de las disputas verbales acerca de este tema».

Aquí Galileo deja en evidencia su posición: «Para Galileo, la experimentación era importante, pero sólo como una exhibición y confirmación ex post facto de lo que (para él) ya había descubierto la razón. Tal recurso se dirigía principalmente a aquellos que eran demasiado lerdos para cualquier argumento. Sin embargo, Galileo hubiese considerado que caía en pecado mortal aquel que, siendo incapaz de seguir el argumento, ignorase también el experimento tridimensional» (N. Hanson).

Para Galileo, el experimento, su diseño, eran potentes, en tanto incorporaban argumentos puramente teóricos.

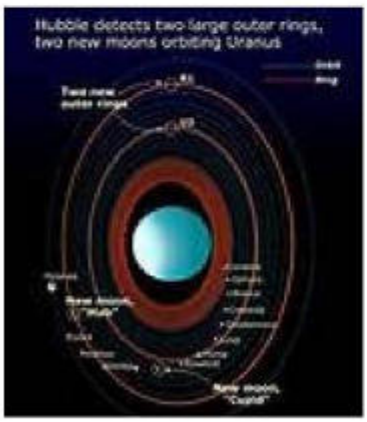
El telescopio no llegó por casualidad, ni se dirigió por azar, formaba parte de algo que iba más allá de lo evidente y radicaba en el argumento que lo articulaba. La argumentación geométrica y la experimentación de laboratorio se hicieron unidad en Galileo y su laboratorio, el cielo.

Feliz aniversario Galileo, el reconocimiento de todos los que siguieron el camino de la búsqueda de la reflexión y del goce de la Ciencia y a aquellos que siguen haciendo brillar la fuerza de la razón y no la razón de la fuerza.

Podemos recordar a Galileo, al mirar la constelación del Telescopio en el cielo austral, a los satélites galileanos de Júpiter: Io, Europa, Calixto y Ganímedes, o el cráter lunar Galileo: http://planetarynames.wr.usgs.gov/Feature/2074

Shakespeare, «el Bardo de Avon», marcó una época y trascendió a la suya, como uno de los escritores y actores más importantes de lengua inglesa. No en vano, su contemporáneo Ben Jonson, autor de la obra «Cada cual en su humor», en la que Shakespeare fue protagonista, expresó sobre él: «Shakespeare no pertenece a una sola época, sino a la eternidad»

En la Inglaterra isabelina, se casó joven, tuvo 3 hijos, uno falleció de niño, fue dramaturgo, poeta, actor, su vida transitó entre Stratford y Londres, y supo hacer buenos negocios, muy buenos. Amasó una importante fortuna y pensó muy bien como resguardarla para sus hijas y, sobretodo, de su esposa, en caso que ésta le sobreviviera. No solo pensó en temas económicos, sino en cuidar muy bien de no ser removido de su última morada, en la Santísima Trinidad de Stratford («Holy Trinity Church»), donde fue enterrado, gracias a la compra de un diezmo por una suma considerable. ¿Cómo lo hizo?, escribiendo un sugerente y teatral epitafio:



«Buen amigo, por Jesús, abstente
de cavar el polvo aquí encerrado.
Bendito sea el hombre que respete estas piedras,
Y maldito el que remueva mis huesos»

Anecdóticamente, Shakespeare figura como fallecido en el día de su cumpleaños, 23 de abril, la fecha coincide con el fallecimiento de otro gran escritor contemporáneo del siglo de oro de las letras, Miguel de Cervantes Saavedra. En realidad, Cervantes falleció el 23 de abril, según el calendario gregoriano, y Shakespeare según el calendario juliano (los ingleses, anglicanos, no aceptaron la reforma del calendario propuesta por un papa católico), que a esa altura tenía un atraso considerable, unos 10 días, por lo que Shakespeare falleció unos días después para el mismo calendario.

Cuestionado como autor de las obras y por sus características personales, su prolífica producción de poesía, comedias y tragedias, siguen generando belleza e inspiración para diversas expresiones del pensamiento humano: películas (Romeo y Julieta, La Tempestad, La fierecilla domada, Hamlet, Ricardo III, etc); música (Sueño de una noche de verano y su inmortalizada marcha nupcial), óperas (Otelo, Falstaff, Antonio y Cleopatra, Macbeth, etc) , pintura (Hamlet, Ofelia, Romeo y Julieta, entre otros), ensayos (como el de nuestro escritor Rodó y su Ariel, donde aparecen personajes de la obra «La Tempestad»), y, además, permanece en el firmamento en varios satélites de Urano: Titania, Oberón, Ariel, Umbriel, Miranda, Cordelia, Desdémona, Ofelia, entre otros).

JOSÉ ARTIGAS (Montevideo, 1764 – Asunción del Paraguay, 1850)

Nuestro Centauro Quirón.

Como en un trasfondo de noche de luna clara, perdida en el tiempo y en nuestra historia, se avizora la figura de un centauro como emergiendo de llanuras, colinas, sierras y montes, configurándose a través de lecturas, registros y la imaginación, nuestro General. Personalidad en torno a la cual se nuclea el surgimiento de una colectividad que trasciende a un mito. Verdad que trasciende a la persona y a su época y se proyecta a nuestro ser y pensar.

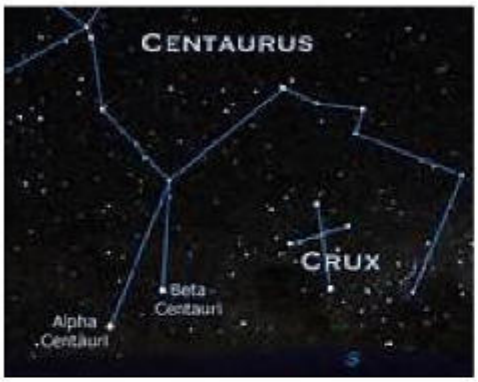
José Artigas, «....una de las figuras más completas, equilibradas y luminosas de la Revolución Americana, y las proyecciones de su acción crecen a medida que la historia transcurre. Su herencia sigue germinando.....» (Ares Pons, J.)

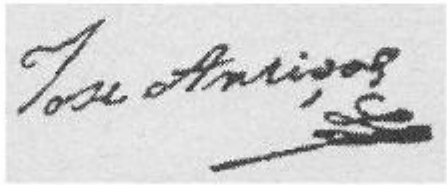
Al acercarnos a su tiempo, lo vemos con claridad de aurora: adusto y humano, a caballo, o con su pueblo, mirando más allá de su propio horizonte, tostado por los soles de nuestra campaña, que para él, nunca conoció fronteras. Sin provenir de élite de doctores o charreteras aristocráticas, nuestro prócer nos dejó un acertado legado, al contextualizar las constituciones leídas y proponer las formas sociales, políticas y económicas más adecuadas a nuestra realidad para una soberanía posible y sustentable: independencia económica, y política, federalismo, unión rioplatense, mercado regional, progreso armonizado con la tradición, democracia. Parece que estuviera hablando de un hombre de este siglo, he ahí la impronta que trasciende a la figura. Hombre que conoció la bonanza en la casa paterna, y que prefirió dormir a la orilla de algún río o monte, mirando hacia la noche estrellada, como símbolo de libertad sin límite. Igualdad ante la ley, decía, a diferencia de la oligarquía clasista y aristocratizante patricia, cuando pregonaba «Los mas infelices, serán los más privilegiados». Cuántos sueños y sentimientos pasaron por esta alma melancólica y sensible! Su «Reglamento para el fomento de la campaña y seguridad de sus hacendados», pretendió una auténtica y efectiva democracia económica y social, la Reforma Agraria, implicaba el arraigo de la población rural fluctuante, la transformación del gaucho errante, pero socialmente potente, en un padre de familia, hacedor de nacionalidad. Los distintos caminos generados por el proceso revolucionario donde se perfilaron diferentes proyectos que compitieron y buscaron abrirse camino, trajeron aparejado conflictos, rivalidades, enfrentamientos, generaron alianzas que fueron evolucionando y cuyas resoluciones se plasmaron en resultados no siempre queridos por los que las integraron. Algunos se sentían amenazados por las ideas de este Oriental y El General, no llega a ver sus sueños concretados. Sin bajar los brazos por la causa hasta último momento, apoyando moral y económicamente la causa y a sus hombres, se retira al Paraguay, acompañado de su fiel compañero, Ansina, y su caballo, «ligero de equipaje». Sin ningún tipo de actividad política, neutralizado en Paraguay, cómo se habrá sentido de haber escuchado las noticias de los hechos acaecidos entre 1825 y 1832?.

Rodeado por su última compañera, Clara Gómez Alonso y su último hijo, Juan Simeón, muere en Asunción, a los 86 años, sin haber querido regresar vivo a su Banda Oriental, no sin antes decir: «Mi caballo, tráiganme mi caballo». Y Pegaso, lo llevó al firmamento.

He aquí por qué lo consideramos como nuestro Centauro, quien nos legó su sentido poético, humanismo, autoconocimiento, racionalismo, la práctica de la moderación, individualismo como identidad y su amor a la libertad, a las generaciones posteriores. ¿Es acaso Artigas nuestra Patria de entonces, o nuestra Patria Artigas?.

Al ver la constelación del Centauro, no podemos más que confundir a nuestro prócer con Quirón, el centauro noble, educador y tutor en artes, ciencias y en la guerra. ¿Por qué?, no ya un mito, sino una realidad: la potencia y extensión de un esfuerzo que se hace colectivo, al que direcciona pero que también lo redirecciona; por el conocimiento y dominio que le daba el transitar ese, su territorio, desde la juventud, en el enfrentar las duras condiciones de su época con una energía persistente; en su penetración y capacidad para contextualizar el aporte de diferentes fuentes de pensamiento para perfilar una comunidad política en una región con poblaciones que portaban diferentes representaciones acerca del por qué y del qué de la revolución en que participaban,





vida fueron cuestionados y alabados por sus pares y a través de la historia, salieron de su lugar de origen y volvieron con honores: Galileo es eliminado del index de la iglesia y vuelve al Vaticano a través de una escultura en el 2008, Shakespeare lo hace en vida con fama y dinero a Stratford y nuestro José Artigas, vuelve a nuestro país en el año 1855, cinco años después de su muerte, pasando varias décadas en la Aduana, hasta que llevan sus restos al Cementerio Central, donde estuvieron hasta 1972, cuando fueron derivados al Regimiento de Caballería N°1. En 1975, en el marco del Año de la Orientalidad, se llamó a concurso a la Sociedad de Arquitectos para la construcción del Mausoleo. Los ganadores, Arquitectos Lucas Ríos y Alejandro Morón, llevan adelante la obra, y es inaugurada en 1977. Allí descansan sus restos, bajo la estatua ecuestre realizada por el italiano Angelo Zanelli, el sol de su amada Patria ilumina la urna que contiene sus cenizas y es custodiada por efectivos del cuerpo de Blandengues, al que perteneció.

La Esfera, que es celeste y no celestial, los recibe, junto a nuestras proyecciones socio-histórico-geográfico-cultural.

Los invitamos a homenajear a estos gigantes que marcaron presencia en su época y dejaron un legado, elevando la vista al cielo u observando con un instrumento, reconociendo las constelaciones y cuerpos del Sistema Solar mencionados y estudiando la riqueza de astros que los componen.

Los esperamos en los observatorios existentes en todo el país.

Buenos cielos para todos y feliz aniversario a estos tres gigantes, y las generaciones que sepan reconocer su grandeza.

Un agradecimiento a los colegas de otros sectores de la Inspección: Silvia Viroga y Fernando Rodríguez de Artístico; Gabriela Zazpe de Lenguajes; José Luis Bonet y Mario López de Humanidades. En especial, José Luis y Mario, realizaron aportes que valorizaron la propuesta, y todos, desde nuestros campos de formación, logramos ver el mismo objeto de estudio desde una mirada interdisciplinar, que seguramente nos hará seguir caminando juntos.