

14 al 16 de marzo de 2024

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

(I EVEDA)

LIBRO DE ACTAS



Compiladores

DIEGO GALPERIN

GABRIEL R. BENGOCHEA



I A F E



I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y

DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

I EVEDA - 2024



Organizadores

Programa “Miradas al cielo”

Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales

Universidad Nacional de Río Negro

Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar

Fundación Osiris de Astronomía

Auspiciantes

Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación

Instituto de Astronomía y Física del Espacio

Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón

Galperin, Diego,

I Encuentro Virtual de Educación y Difusión de la Astronomía: libro de actas / Diego Galperin ; Gabriel Bengochea ; Compilación de Diego Galperin ; Gabriel Bengochea. - 1a ed. – Bariloche: Universidad Nacional de Río Negro, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-631-00-4051-6

1. Astronomía. 2. Didáctica. 3. Comunicación Pública. I. Bengochea, Gabriel II. Título.
CDD 520.71

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y

DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

I EVEDA - 2024



I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

LIBRO DE ACTAS

ARGENTINA - 2024



ÍNDICE



PRESENTACIÓN	6
ORGANIZACIÓN	8
Equipo organizador	9
Objetivos	11
Comité científico	11
Instituciones organizadoras	12
Instituciones auspiciantes	13
Programa de actividades	14
DISERTANTES, PANELISTAS Y COLABORADORES	15
RESÚMENES DE LAS ACTIVIDADES	21
Charlas y conferencias magistrales	22
Paneles de discusión	28
Talleres para estudiantes	29
Actividades nocturnas	31
Exposición oral de trabajos presentados	32
RESÚMENES EXTENDIDOS DE CONFERENCIAS	33
El desayuno cuántico y la vida de las estrellas <i>Dr. Guillermo Abramson</i>	34
Eclipse solar 2024 en Argentina: oportunidad para difundir, enseñar y disfrutar de la astronomía <i>Dr. Diego Galperin</i>	43
Imágenes y enseñanza de la astronomía. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia <i>Dr. Andrés Raviolo</i>	52
Eclipses de Sol: Espectáculos de la naturaleza con mirada científica <i>Ing. Josep Masalles</i>	62
Uso didáctico del sistema de referencia topocéntrico: cómo vincular a los estudiantes con su entorno celeste <i>Dr. Diego Galperin</i>	68



TRABAJOS PRESENTADOS	82
Astronomía en la niñez. Una propuesta lúdica en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar <i>Johana Quinteros</i>	83
Cubes in Space: un experimento espacial en aislamiento <i>Pablo González y Verónica Alvarez</i>	87
Una experiencia sobre los beneficios del aprendizaje de la astronomía en niños de 5 a 7 años <i>Laura Ollé</i>	93
Grupo Astronómico Osiris: enseñanza y difusión de la astronomía observacional a niños, jóvenes y adultos <i>Diego Galperin, Marcelo Alvarez, Leonardo Heredia, Liliana Prieto, Paola Máximo, Micaela Gambino, Luisa Elsmán y Matías Galperin</i>	98
Porteo ergonómico como herramienta de aprendizaje para la astronomía en infancias menores a 3 años <i>María Pía Piccirilli y Cecilia Scalia</i>	104
La radiodifusión como herramienta para la divulgación de la astronomía <i>Johana Quinteros</i>	110
Explorando las estrellas a través de la fotografía de espectros <i>Adrián Nowik</i>	114
Contaminación lumínica: un proyecto para “visibilizar” un problema grave para la astronomía y la humanidad <i>D. Galperin, Leonardo Heredia, Matías Galperin e Isabella Vilches Duval</i>	119
Aspectos cuánticos de la cosmología inflacionaria <i>Aldana Holzmann Airasca y Gabriel R. Bengochea</i>	125
Una propuesta topocéntrica para la enseñanza de las fases lunares en la escuela secundaria <i>Claudia Lemus Frías, Marcelo Alvarez y Diego Galperin</i>	130
CIERRE DEL ENCUENTRO	136
Evaluación de los participantes	137
Evaluación cuantitativa del I EVEDA	140
Conclusiones de cierre	141
El I EVEDA en imágenes	143

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y

DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

I EVEDA - 2024



PRESENTACIÓN



El I Encuentro Virtual de Educación y Difusión de la Astronomía (I EVEDA) se constituyó como una reunión académica que tuvo como fin dar a conocer e intercambiar experiencias vinculadas a la investigación, difusión y enseñanza de la astronomía llevadas a cabo por investigadores, educadores y aficionados a la temática con el fin de acercar a los diferentes actores que forman parte de esta comunidad particular en la que se entrelazan profesionales de diferentes disciplinas, astrónomos amateur y personas interesadas de todas las edades.

Para ello se promovió el intercambio de información y experiencias entre personas de distintas localidades y países interesadas en la astronomía, en su enseñanza en todos los niveles educativos y en su difusión hacia la comunidad, con especial atención en la presentación de propuestas dirigidas a niñas/os y adolescentes.

El congreso fue organizado por profesionales y aficionados pertenecientes a distintas instituciones de la Argentina: la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), la Fundación Osiris de Astronomía (FOA) y el Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar (CAIFA). El I EVEDA contó con el auspicio de la Agencia Nacional de Promoción, Innovación y Desarrollo Tecnológico, del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) y del Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón (Río Negro).

En el mismo participaron destacados profesionales nacionales e internacionales que dictaron conferencias, se llevaron a cabo paneles donde expusieron profesionales y aficionados dedicados a la enseñanza y a la difusión de la astronomía, se realizaron presentaciones de trabajos sometidos a evaluación previa y se incluyeron instancias específicas de intercambio entre los participantes y los conferencistas invitados. A su vez, se llevaron a cabo dos actividades informales dirigidas a todos los asistentes: una observación virtual del cielo en la que se proyectaron imágenes obtenidas en vivo desde la ciudad de Mar del Plata, y una actividad para brindar respuestas por parte de especialistas a preguntas diversas realizadas por el público. Por último, se desarrollaron talleres dirigidos a estudiantes de nivel secundario, lo que promovió la participación de jóvenes interesados en la temática.

La organización del I EVEDA fue pensada con la idea de potenciar dos aspectos relevantes no siempre presentes en los congresos: por un lado, las instancias formales de presentación de conocimientos y experiencias previamente validadas por la comunidad científica dedicada a la temática y, simultáneamente, diversas propuestas informales de diálogo e intercambio entre los asistentes, de los asistentes con los especialistas y entre los especialistas entre sí, sin perder de vista el rigor académico.

De este modo, se espera haber logrado poner en contacto a distintas personas que, con mayor o menor especialización y conocimientos sobre la temática, y con distinta dedicación, resultan imprescindibles para el desarrollo de la astronomía, un área que despierta gran interés y que trasciende ampliamente la labor que realizan los especialistas y profesionales de la disciplina.

Equipo organizador

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y

DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

I EVEDA - 2024



ORGANIZACIÓN



EQUIPO ORGANIZADOR

Dr. Diego Galperin

Programa "Miradas al cielo"

Universidad Nacional de Río Negro

Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón

Fundación Osiris de Astronomía

Dr. Gabriel R. Bengochea

Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE - CONICET/UBA)

Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar

Lic. Prof. Marcelo Alvarez

Programa "Miradas al cielo"

Universidad Nacional de Río Negro

Fundación Osiris de Astronomía

Prof. Leonardo Heredia

Programa "Miradas al cielo"

Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón

Fundación Osiris de Astronomía

Dra. Cynthia Quinteros

Universidad Nacional de San Martín

Dr. Guillermo Abramson

Centro Atómico Bariloche (CNEA)

Instituto Balseiro (UNCU)

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

I EVEDA - 2024



FECHA

Jueves 14 al sábado 16 de marzo de 2024

La organización de actividades en distintos horarios del día, incluyendo charlas magistrales a las 19.30 hs, propuestas informales a las 22 hs y la inclusión del día sábado como parte del congreso tuvieron como fin incrementar la participación de jóvenes y aficionados, quienes suelen poseer actividades en los días y horarios en los que suelen desarrollarse los congresos científicos (lunes a viernes en horario laboral).

SEDE

El equipo organizador transmitió y coordinó el I EVEDA desde la ciudad de Bariloche: sede Anasagasti de la Universidad Nacional de Río Negro.





OBJETIVOS

Se pretendió aprovechar la posibilidad que brinda la comunicación en forma virtual para dar a conocer e intercambiar experiencias de investigación, difusión y enseñanza de la astronomía que llevan a cabo astrónomos profesionales, educadores y aficionados. Los propósitos fueron:

- Propiciar un ámbito de encuentro entre investigadores, divulgadores y educadores de distintos puntos de nuestro país y del exterior interesados en la enseñanza de la astronomía y en su difusión hacia la comunidad.
- Favorecer la valoración de la astronomía observacional y su utilización con fines académicos, educativos y de divulgación a partir de la presentación de actividades, proyectos y propuestas didácticas dirigidas a niñas/os, jóvenes y adultos.
- Difundir los últimos avances científicos relacionados con distintos aspectos de la astronomía con el fin de que puedan ser conocidos y analizados por la comunidad vinculada a esta disciplina.
- Reconocer a la didáctica de la astronomía, y a su comunicación pública dirigida a jóvenes y adultos, como un área del saber con características particulares que deben ser analizadas e investigadas.

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Gabriel R. Bengochea

Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE-CONICET/UBA)

Dr. Guillermo Abramson

Centro Atómico Bariloche (CAB/CONICET)

Prof. Lic. Marcelo Álvarez

Universidad Nacional de Río Negro

Dra. Cynthia Quinteros

Universidad Nacional de San Martín

Dr. Andrés Raviolo

Universidad Nacional de Río Negro

Dr. Diego Galperin

Universidad Nacional de Río Negro



INSTITUCIONES ORGANIZADORAS

Universidad Nacional de Río Negro (Programa "Miradas al cielo")

Miradas al cielo es un proyecto de extensión creado en el año 2005 en el Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón (Río Negro), extendiendo sus actividades a la ciudad de Bariloche en el año 2013, donde ha sido aprobado como programa de extensión de la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro. El mismo tiene como propósitos la enseñanza y la divulgación de la astronomía a niños y jóvenes, principalmente, y a la comunidad en general, a partir de la organización de propuestas que priorizan la observación a simple vista del cielo. Como parte del mismo se sostiene el funcionamiento de un grupo extraescolar de estudiantes de nivel medio, el *Grupo Astronómico Osiris*, el cual se reúne a aprender astronomía y, al mismo tiempo, a generar y llevar adelante propuestas dirigidas a las escuelas y a la comunidad en general. Anualmente se organizan los "Encuentros de Jóvenes Astrónomos" en distintas localidades del país, habiéndose desarrollado la 13va. edición en Bariloche en el año 2023. También se organizan jornadas y actividades para la observación de eclipses solares como las realizadas en Bella Vista (San Juan, 2019) y en Valcheta (Río Negro, 2020), o las transmisiones en vivo de los eclipses totales de 2017 y 2024 desde Estados Unidos. Todas las actividades pueden consultarse en la página web www.miradasalcielo.com.ar y en sus redes sociales (@astroosiris).

Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar (CAIFA)

El CAIFA es una institución creada en el año 1980 que nuclea a aficionados a la astronomía, y a las ciencias en general, cuya sede principal se encuentra en Vicente López, Buenos Aires. Allí se realizan charlas y conferencias sobre diversos tópicos astronómicos, de otras ciencias y temas de interés general para la comunidad, a cargo de miembros del Club y de investigadores especializados. También posee un observatorio astronómico en la localidad de Martínez, San Isidro, cuyo telescopio fue contruido por sus socios, donde se realizan periódicamente observaciones planetarias, galácticas y extragalácticas, tanto con el telescopio principal Gran Sasso como con otros secundarios y binoculares que se disponen, además de pequeñas charlas entre los miembros en una sala de reuniones. El Gran Sasso cuenta con un sistema para el seguimiento del astro observado y próximamente dispondrá nuevamente de una cámara CCD para optimizar los trabajos de fotografía y para la observación de cielo profundo desde la ciudad. En dicha sede se cuenta con una biblioteca y videoteca. Para conocer más puede visitarse su página web www.caifa.com.ar y sus redes sociales (@caifa_club).



Fundación Osiris de Astronomía (FOA)

Esta Fundación fue creada en el año 2022 con el fin de brindar apoyo técnico y financiero a las actividades del programa Miradas al cielo, las cuales no cuentan con un financiamiento continuo para su desarrollo, por lo que requieren la búsqueda de subsidios, premios y donaciones para su continuidad. Pese a que desde su creación en 2005 este programa de educación y comunicación pública de la ciencia ha obtenido todo tipo de apoyos y distinciones desde instituciones públicas y privadas, se busca conseguir aportes continuos que se sostengan en el tiempo. Para ello se desarrollan acciones de divulgación astronómica adicionales al programa (cursos, observaciones particulares o charlas para adultos) y gestiones con organismos y empresas. Contacto: fastroosiris@gmail.com.

INSTITUCIONES AUSPICIANTES

Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación

Es un organismo nacional descentralizado dedicado a promover la investigación científica, la generación de conocimiento y la innovación productiva de la Argentina con el fin de mejorar su perfil productivo y la calidad de vida de la población. Para ello se financian proyectos tendientes a mejorar las condiciones sociales, económicas y culturales en el país. Página web: www.agencia.mincyt.gob.ar.

Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE, CONICET-UBA)

Es un Instituto de investigación científica dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Tiene por misión realizar investigaciones en el campo de las ciencias del Universo, tanto desde el punto de vista observacional como teórico. Sumado a su actividad básica de investigación, el Instituto se caracteriza por la permanente formación de jóvenes investigadores quienes realizan sus tesis de Licenciatura y Doctorado en Ciencias Físicas y en Astronomía en el mismo. Además, el IAFE es un activo centro de divulgación científica y recientemente ha iniciado una fructífera tarea de transferencia en los temas de su competencia. Página web: www.iafe.uba.ar.

Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón

Institución educativa de nivel superior que funciona en la localidad de El Bolsón, Río Negro, en la que se llevan a cabo acciones de formación de futuros docentes, formación permanente, investigación y extensión. Desde el año 2005 se desarrolla el proyecto “Miradas al cielo” de enseñanza y comunicación pública de la astronomía. Página web: <https://ifdbolson-rng.infed.edu.ar>.

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y

DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

I EVEDA – 2024



PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Horarios	JUEVES 14 DE MARZO	VIERNES 15 DE MARZO	SÁBADO 16 DE MARZO
9.30 hs	Inauguración del I EVEDA	Desayuno. Espacio virtual informal para asistentes al I EVEDA	
10 hs	Conferencia 1 – Difusión <i>El desayuno cuántico y la vida de las estrellas</i> Dr. Guillermo Abramson	Conferencia 4 – Educación <i>Imágenes y enseñanza de la astronomía. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia</i> Dr. Andrés Raviolo	Conferencia 7 – Difusión <i>(Des) Información astronómica: ejemplos y análisis de una problemática contemporánea</i> Lic. Mariano Ribas
11 hs	Conferencia 2 – Difusión y Educación <i>Eclipse solar 2024 en Argentina: oportunidad para difundir, enseñar y disfrutar de la astronomía</i> Dr. Diego Galperin	Conferencia 5 – Difusión <i>Astronomía visual</i> Enzo De Bernardini	Conferencia 8 – Difusión <i>Eclipses de Sol: espectáculos de la naturaleza con mirada científica</i> Ing. Prof. Josep Masalles
12 hs	Conferencia 3 – Educación <i>El uso didáctico de algunas "teorías" conspirativas</i> Lic. Prof. Marcelo Alvarez	Conferencia 6 – Educación <i>Uso didáctico del sistema de referencia topocéntrico: vinculando a los estudiantes con su entorno celeste</i> Dr. Diego Galperin	Conferencia 9 – Difusión <i>Senderos y enigmas del universo</i> Dr. Gabriel Bengochea
13 hs	Almuerzo		
14 hs	Espacio virtual informal para asistentes al I EVEDA con presencia de disertantes de las charlas de la mañana		
15 a 17 hs	Exposición de trabajos	Exposición de trabajos	Sin actividad
17 hs	Merienda. Espacio virtual informal para asistentes al I EVEDA		
18 hs	Panel 1 <i>Enseñanza de la astronomía</i> Coordinación: Dr. Diego Galperin Panelistas: Prof. Liliana Prieto, Lic. Valeria Hurovich, Prof. Carlos Vidal y Lic. Josué Dionofrio	Panel 2 <i>Difusión de la astronomía</i> Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea Panelistas: Dra. Estefanía Coluccio Leskow, Lic. Prof. Marcelo Alvarez y Mg. Víctor Ingrassia	Panel 3 <i>Los aficionados en la astronomía</i> Coordinación: Lic. Mariana Mansinho Panelistas: Lic. Graciela Caldeiro, Diego Hernández, Ing. Mónica Konishi, Lic. Jaime Giannelloni Lizana e Isabella Vilches Duval
18 hs	Taller para estudiantes 1 <i>Cruzando el cielo (cómo hicimos para asomarnos al espacio)</i> Ing. Pablo González	Taller para estudiantes 2 <i>¿Qué y para quién es la ciencia?</i> Dra. Cynthia Quinteros	Taller para estudiantes 3 <i>¿Qué forma tiene la Tierra: discutiendo argumentos y evidencias</i> Prof. Leonardo Heredia
19.30 hs	Charla magistral 1 <i>¿Cómo se compone, dirige y escucha la música de las esferas?</i> Dr. Daniel Golombek	Charla magistral 2 <i>Del Big Bang a las ondas gravitacionales</i> Dr. Matías Zaldarriaga	Charla magistral 3 <i>Astronomía con ondas gravitacionales</i> Dra. Gabriela González
21 hs	Cena		Sorteo de premios - Cierre del I EVEDA
22 hs	Actividad 1 <i>Pregúntele al especialista</i> Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea	Actividad 2 <i>Observación virtual del cielo</i> Coordinación: César Brollo	



DISERTANTES, PANELISTAS Y COLABORADORES



DISERTANTES



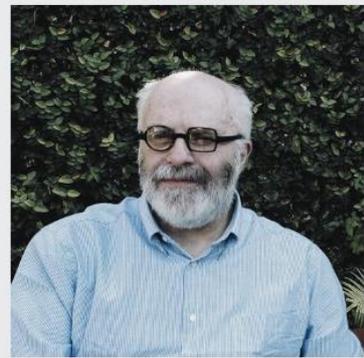
MATÍAS ZALDARRIAGA

Doctor en Física
Miembro Academia
Estadounidense de las Artes
y las Ciencias
Profesor e investigador
**Institute for Advanced
Study (Princeton, USA)**



GABRIELA GONZÁLEZ

Doctora en Física
Miembro Observatorio LIGO
de detección de ondas
gravitacionales
Profesora e investigadora
**Louisiana State University
(Louisiana, USA)**



DANIEL GOLOMBEK

Doctor en Astronomía
Ex integrante División de
Educación del American
Institute of Physics
Ex jefe Comunicaciones
Estratégicas de la NASA
**Space Telescope Science
Institute (Baltimore, USA)**



GUILLERMO ABRAMSON

Doctor en Física
Profesor del Instituto Balseiro
Investigador de CONICET
**Centro Atómico Bariloche
(CNEA - CONICET)**



GABRIEL BENGOCHEA

Doctor en Física
Investigador de CONICET
**Instituto de Astronomía y
Física del Espacio
(UBA-CONICET)**



MARIANO RIBAS

Licenciado en Cs. de la
Comunicación
Coordinador del Área de
Divulgación
**Planetario Galileo Galilei
(Ciudad de Buenos Aires)**



DISERTANTES (CONTINUACIÓN)



CYNTHIA QUINTEROS

Doctora en Física
Investigadora de CONICET
Coordinadora de
AstroUNSAM
**Universidad Nacional
de San Martín**



ANDRÉS RAVIOLO

Doctor en Didáctica de las
Ciencias Experimentales
Director Laboratorio de
Investigación en Didáctica de
las Ciencias Naturales
**Universidad Nacional de
Río Negro**



DIEGO GALPERIN

Doctor en Enseñanza de las
Ciencias
Director programa "Miradas
al cielo"
**Universidad Nacional
de Río Negro**



PABLO GONZÁLEZ

Ingeniero y Diplomado en
Enseñanza de las Ciencias
Grupo de Tecnología
Espacial
**Universidad Tecnológica
Nacional**



JOSEP MASALLES

Licenciado en Física e
Ingeniero
Profesor
**Universidad Autónoma de
Barcelona**



MARCELO ALVAREZ

Profesor de Enseñanza
Media y Superior en Física
Coordinador programa
"Miradas al cielo"
**Universidad Nacional de
Río Negro**



DISERTANTES (CONTINUACIÓN)



ENZO DE BERNARDINI

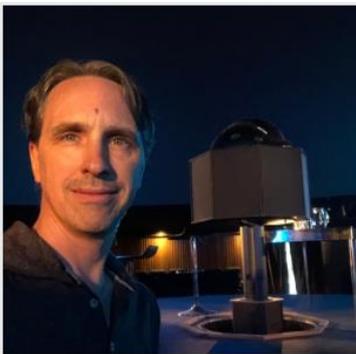
Astrónomo amateur
Autor de libros de
astronomía observacional
Director del sitio web
Sur Astronómico
www.surastronomico.com



LEONARDO HEREDIA

Profesor de Enseñanza Media
y Superior en Física
Coordinador programa
"Miradas al cielo"
**Instituto de Formación
Docente Continua de El
Bolsón (Río Negro)**

PANELISTAS Y COLABORADORES



VÍCTOR INGRASSIA

Magíster en Periodismo
Periodista especializado
en Ciencia, Salud y
Tecnología
Infobae



**ESTEFANÍA COLUCCIO
LESKOW**

Dra. en Física
Gerente operativa y
divulgadora
**Planetario Galileo Galilei
(Ciudad de Buenos Aires)**



CÉSAR BROLLO

Técnico Óptico, divulgador y
astrónomo amateur
Encargado del área de
astronomía de
Óptica Saracco
saracco.com/astronomia



PANELISTAS Y COLABORADORES (CONTINUACIÓN)

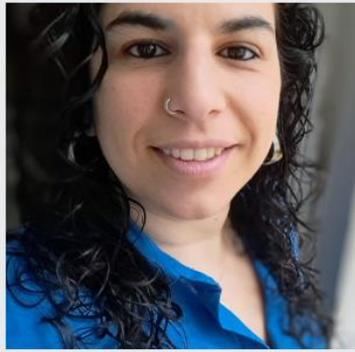


CARLOS VIDAL

Profesor de Nivel Primario

Docente de grado y
especialista en enseñanza
de las Ciencias Naturales

**Ministerio de Educación de
Ciudad de Buenos Aires**

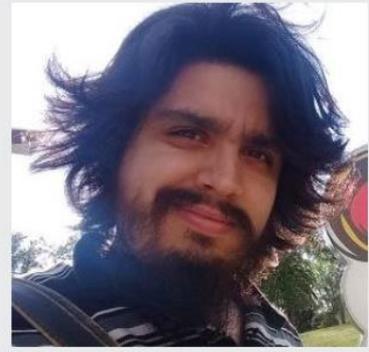


VALERIA HUROVICH

Licenciada en Ciencias Físicas

Docente de profesorado de
nivel primario y especialista en
enseñanza de las Ciencias
Naturales

**Ministerio de Educación
de Ciudad de Buenos Aires**



JOSUÉ DIONOFRIO

Licenciado en Ciencias
Físicas

Docente de nivel medio y
superior en temas de
Astronomía, Física y
Tecnología

**Colegio San Lucas
(Buenos Aires)**



DIEGO LUIS HERNÁNDEZ

Periodista

Divulgador y astrónomo
amateur

Director periodístico revista
Si Muove

**Planetario Galileo Galilei
(Ciudad de Buenos Aires)**



MARIANA MANSINHO

Licenciada en Psicología

Docente universitaria y
astrónoma amateur

Vicepresidenta del

**Club de Astronomía
Ingeniero Félix Aguilar
(Buenos Aires)**



LILIANA PRIETO

Profesora de Nivel Primario

Docente
de grado, especialista en
enseñanza de la Astronomía
y coordinadora del programa
"Miradas al cielo"

**Ministerio de Educación
de Río Negro**



PANELISTAS Y COLABORADORES (CONTINUACIÓN)



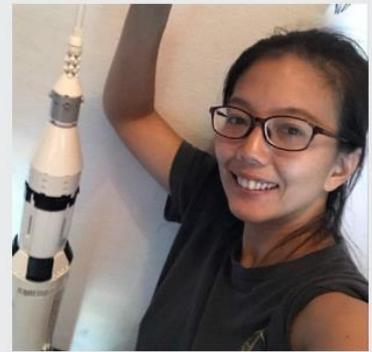
**JAIME GIANNELLONI
LIZANA**

Licenciado en Astronomía
Divulgador científico
**Fundación Parque de la
Ciencia y Grupo
ASTRONOR
(Santo Domingo, Chile)**



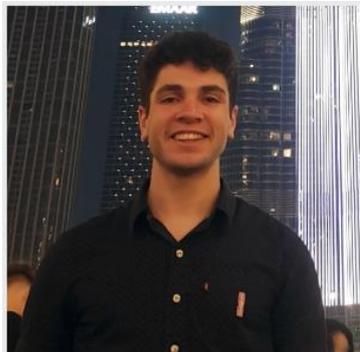
GRACIELA CALDEIRO
Magíster y Licenciada en
Educación

Docente universitaria y
astrónoma amateur
**Club de Astronomía
Ingeniero Félix Aguilar
(Buenos Aires)**



MÓNICA KONISHI

Ingeniera Civil (UBA)
Astrónoma amateur y
presidenta de la
**Asociación Argentina
Amigos de la Astronomía
(Ciudad de Buenos Aires)**



MATÍAS GALPERIN

Estudiante universitario
Astrónomo amateur y ex
integrante del
Grupo Astronómico Osiris



ISABELLA VILCHES DUVAL

Estudiante de secundaria
Astrónoma amateur e
integrante del
Grupo Astronómico Osiris



RESÚMENES DE LAS ACTIVIDADES



CHARLAS Y CONFERENCIAS MAGISTRALES

Jueves 14 de marzo

Conferencia 1 – Difusión de la astronomía

El desayuno cuántico y la vida de las estrellas

*Dr. Guillermo Abramson**

guillermoabramson.blogspot.com

La física cuántica es mucho más que partículas subatómicas o gatos vivos y muertos a la vez. Conecta de manera extraordinaria, y muchas veces sorprendente, fenómenos de la vida cotidiana con la vida de las estrellas.

* Doctor en Física. Investigador Principal del CONICET en la División Física Estadística e Interdisciplinaria del Centro Atómico Bariloche, profesor del Instituto Balseiro y divulgador científico. Ha publicado más de un centenar de trabajos, dirigido tesis y gestionado proyectos de investigación, además de ser autor de dos libros de astronomía para todo público y cientos de notas en su blog *En el cielo las estrellas*.

Conferencia 2 – Difusión de la astronomía

**Eclipse solar 2024 en Argentina:
oportunidad para difundir, enseñar y disfrutar de la astronomía**

*Dr. Diego Galperin**

miradasalcielo.com.ar / eclipses.com.ar

El 2 de octubre de 2024 ocurrirá un eclipse solar anular cuya franja de anularidad atravesará la provincia de Santa Cruz y que será visible en forma parcial desde toda la Argentina. En esta charla se explicarán las características de este eclipse, la forma de observarlo de manera segura y el lugar hacia dónde desplazarse para verlo en forma anular. A su vez, se presentará una propuesta de enseñanza para desarrollar en escuelas para estar preparados para observar y registrar este gran evento astronómico. Será una oportunidad para enseñar y aprender astronomía a partir de la observación del cielo. Y para disfrutarlo junto al Grupo Astronómico Osiris.

* Doctor en Enseñanza de las Ciencias. Docente investigador de la Universidad Nacional de Río Negro. Director del programa *Miradas al cielo* de enseñanza, investigación y difusión de la astronomía. Coordinador general del Grupo Astronómico Osiris de estudiantes de nivel medio. Organizador de eventos para la observación de eclipses solares. Autor de artículos de investigación y del libro de divulgación científica *Astronomía para chicos y no tan chicos*.



Conferencia 3 – Educación en astronomía

El uso didáctico de algunas “teorías” conspirativas

*Lic. Prof. Marcelo Alvarez**

Desde hace algunos años, y en el contexto de crecimiento de las redes sociales, ha aumentado la incidencia de las teorías alternativas o conspirativas como el terraplanismo y la supuesta falsedad del alunizaje de 1969. Más allá del análisis de estas creencias, en esta charla se revisarán algunas propuestas para utilizarlas como motivación y para la construcción de estrategias didácticas para la enseñanza de algunos temas de física y astronomía.

* Licenciado y profesor en Física (FCEN, UBA). Docente investigador de la Universidad Nacional de Río Negro y del IFDC de Bariloche. Coordinador del programa Miradas al cielo de enseñanza, investigación en enseñanza y comunicación pública de la astronomía en la ciudad de Bariloche.

Charla magistral 1 – Difusión de la astronomía

¿Cómo se compone, dirige y escucha la música de las esferas?

*Dr. Daniel Golombek**

Los observatorios que vieron su primera luz a finales del siglo XX y en el siglo XXI nos han hecho repensar nuestras ideas sobre la composición y el funcionamiento del cosmos. Su impacto va más allá de los descubrimientos astronómicos – que son espectaculares y revolucionarios – o las impresionantes imágenes que exhibimos como si fueran obras de arte – que sin duda lo son. Su impacto lo vemos en nuestra vida diaria: desde técnicas quirúrgicas no invasivas, a la detección temprana de enfermedades o la fabricación de mejores autopartes, por ejemplo. También cambiaron cómo se hace la astronomía y cómo se seleccionan y se manejan estos emprendimientos científicos. Megaproyectos como los telescopios Hubble, Webb, ELT, SKA, para nombrar algunos, requieren otra manera de elegir lo que se va a observar, cómo se van a realizar las observaciones, cómo se obtienen, calibran y analizan los datos y la importancia de los archivos. Lo que aprendemos construyendo y operando estos observatorios nos va a servir para planificar futuros proyectos y así intentar contestar las nuevas preguntas que nos ayudarán a entender un poco más lo que estuvo pasando ahí afuera y como llegamos acá y ahora.

* Doctor en Astronomía. Trabajó en el Instituto Científico del Telescopio Espacial (STScI) en la sede central de la NASA y en el Instituto Americano de Física (AIP). En STScI estuvo a cargo del equipo que ayuda a analizar los datos del Telescopio Espacial Hubble (HST), pasando luego a ser responsable del equipo que prepara las observaciones para ser ejecutadas en el HST. Fue director de los tres mayores programas de becas para la astronomía que otorga la NASA y de la administración de una docena de observatorios espaciales. Al volver al STScI se incorporó a la oficina del director donde estuvo a cargo, entre otras tareas, de la coordinación institucional en los inicios del Telescopio Espacial James Web (JWST). En AIP trabajó en la división de educación promoviendo y apoyando el estudio en física y astronomía.



CHARLAS Y CONFERENCIAS MAGISTRALES

Viernes 15 de marzo

Conferencia 4 – Educación en astronomía

Imágenes y enseñanza de la astronomía

Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia

*Dr. Andrés Raviolo**

Se expondrán los principales fundamentos de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia y sus implicaciones para la enseñanza de la astronomía. Se presentará una clasificación de las imágenes de acuerdo a sus funciones comunicacionales y una secuencia para la “lectura” de una imagen que incluye tres niveles de interpretación. También se profundizará en la problemática del uso de diagramas y dibujos esquemáticos. Finalmente, se instará a reformular la relación que las y los profesores tenemos con respecto al uso de las imágenes y a integrarlas sistemáticamente en las clases, incluyendo la evaluación de aprendizajes.

* Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ingeniero Químico y Profesor en Química. Docente investigador y director del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Río Negro. Director de proyectos de investigación en enseñanza de la química y autor de más de un centenar de artículos sobre la temática en revistas nacionales e internacionales.

Conferencia 5 – Difusión de la astronomía

Astronomía visual

*Enzo De Bernardini**

www.astronomiasur.com.ar

En esta charla se buscará conectar visualmente el cielo con la audiencia y generar entusiasmo por la observación, por la astronomía y por el lugar del observador en el Universo.

* Astrónomo aficionado con 25 años de experiencia en observación visual. Autor de varios libros dedicados a la observación, incluyendo el *Manual del Astrónomo Aficionado*. Editor en redes sociales de *Sur Astronómico* y del sitio web *Astronomía Sur*.



Conferencia 6 – Educación en astronomía

Uso didáctico del sistema de referencia topocéntrico: vinculando a los estudiantes con su entorno celeste

*Dr. Diego Galperin**

miradasalcielo.com.ar / eclipses.com.ar

La astronomía es un área de gran interés. Pese a ello, la mayoría de las personas no comprende cómo se desplazan los astros en el cielo y los fenómenos astronómicos más cotidianos (día/noche, estaciones y fases lunares). En esta charla analizaremos si estas dificultades pueden tener su origen en la utilización de explicaciones “heliocéntricas”, basadas en el movimiento de los astros vistos desde el espacio exterior, dejando de lado la posibilidad de utilizar explicaciones “topocéntricas”, basadas en el movimiento de los astros en el cielo. Se presentará una secuencia de enseñanza basada en la utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico.

* Doctor en Enseñanza de las Ciencias. Docente investigador de la Universidad Nacional de Río Negro. Director del programa *Miradas al cielo* de enseñanza, investigación y difusión de la astronomía. Coordinador general del Grupo Astronómico Osiris de estudiantes de nivel medio. Organizador de eventos para la observación de eclipses solares. Autor de artículos de investigación y del libro de divulgación *Astronomía para chicos y no tan chicos*.

Charla magistral 2 – Difusión de la astronomía

Del Big Bang a las ondas gravitacionales

*Dr. Matías Zaldarriaga**

Se relatará el estado actual de la cosmología, en particular el modelo del Big Bang, y sobre cómo se ha podido caracterizar con gran precisión en las últimas décadas. A pesar del impresionante progreso tecnológico y las nuevas mediciones, aún hay muchas preguntas por contestar. Se presentará cuáles son algunas de estas preguntas y qué podemos esperar en los próximos años.

* Doctor en Física. Miembro de la Academia Estadounidense de las Artes y las Ciencias. Profesor e investigador en el Institute for Advanced Study (Princeton, USA).



CHARLAS Y CONFERENCIAS MAGISTRALES

Sábado 16 de marzo

Conferencia 7 – Difusión de la astronomía

**(Des) Información astronómica:
ejemplos y análisis de una problemática contemporánea**

*Lic. Mariano Ribas**

La mala información científica (incluyendo las "fake news") es un problema creciente y preocupante, tanto en medios de comunicación convencionales como en redes sociales. Diariamente se difunden "noticias", imágenes y contenidos que, lejos de aportar conocimiento y estimular la curiosidad y el pensamiento racional, confunden e incluso asustan al público. Otras veces, novedades y fenómenos interesantes son asociados al esoterismo y a la pseudociencia. En esta charla se tratará esta problemática con ejemplos concretos, se separará la realidad de los mitos y se hará hincapié en la importancia (y responsabilidad) que cada uno tiene en pos de lograr una mejor divulgación de la astronomía y de las ciencias en general.

* Licenciado en Ciencias de la Comunicación. Coordinador del Área de Divulgación del Planetario Galileo Galilei de la Ciudad de Buenos Aires. Integrante de la Red Argentina de Periodismo Científico.

Conferencia 8 – Difusión de la astronomía

Eclipses de Sol: espectáculos de la naturaleza con mirada científica

*Ing. Prof. Josep Masalles**

<http://astronomia.josepmasalles.cat>

Uno de los fenómenos astronómicos más espectaculares son los eclipses de Sol, los cuales pueden ser apreciados mejor si conocemos su fundamentación científica: a su belleza intrínseca se le añade la del conocimiento. En esta sesión les indicaré cómo estudiarlos, observarlos y fotografiarlos con seguridad, contando acerca de mi experiencia en la observación de 40 de ellos. También comentaré sobre los próximos eclipses de Sol visibles en 2024, uno de los cuales podrá observarse en la Patagonia Argentina.

* Ingeniero Industrial y Licenciado en Física (especialidad en Astronomía y Astrofísica). Coordinador de Formación del Profesorado de la UAB (Universidad Autónoma de Barcelona). Presidente de la Agrupación Astronómica de Barcelona (<http://www.aster.cat>). Astrofotógrafo y seguidor de eclipses. Ha observado 40 eclipses de Sol: 21 totales, 10 anulares y 9 parciales.



Conferencia 9 – Difusión de la astronomía

Senderos y enigmas del universo

*Dr. Gabriel Bengochea**

Desde la antigüedad, el cielo nos invita a preguntarnos acerca de cómo es que funciona el mundo, cómo surgió y cómo es que llegó a ser lo que es. Y en nuestro intento por encontrar esas respuestas, nos desafía con objetos físicos extremos como los agujeros negros, o con conceptos tan fundamentales como qué son el espacio y el tiempo. La teoría de la Relatividad General constituye hoy nuestra mejor construcción teórica para explorar algunos senderos buscando describir estos fenómenos gravitacionales. En esta charla, con especial énfasis en el modelo del Big Bang, les contaré acerca de cómo tratamos de entender la evolución y el funcionamiento del universo, sobre algunos éxitos de la teoría de Einstein y les mencionaré unos cuantos enigmas que aún buscan respuestas.

* Licenciado y Doctor en Ciencias Físicas. Realizó estudios post-doctorales en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) y es investigador del CONICET formando parte del Grupo de Teorías Cuánticas Relativistas y Gravitación del IAFE. Trabaja en cosmología observacional, modelos de energía oscura y cosmología inflacionaria. Es presidente y coordinador de las actividades del Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar (CAIFA).

Charla magistral 3 – Difusión de la astronomía

Astronomía con ondas gravitacionales

*Dra. Gabriela González**

Las primeras señales de ondas gravitacionales detectadas en los observatorios LIGO (EEUU) en 2015, proviniendo de la colisión de agujeros negros hace más de mil millones de años, fue seguida por varias otras detecciones de colisiones de otros agujeros negros a distintas distancias y de distintos tamaños. En el 2017, los observatorios de LIGO y de Virgo en Europa encontraron una señal originada por una colisión de estrellas de neutrones, que también produjo muchas ondas electromagnéticas e inició la era de astronomía de mensajeros múltiples con ondas gravitacionales. Tomando datos en 2019-2020 (incluyendo al detector Virgo en Europa) se hicieron muchos más descubrimientos, incluyendo colisiones de estrellas de neutrones con agujeros negros. Con datos que se empezaron a tomar en abril de 2023 y siguen en curso se han descubierto ya más de un centenar de señales. En esta charla se describirán los detalles de las ondas gravitacionales detectadas y de los métodos usados para su búsqueda, así como el futuro de corto y largo plazo del nuevo campo de la astronomía con ondas gravitacionales.

* Doctora en Física por la Universidad de Syracuse (EEUU). Profesora de física y astronomía en la Universidad Estatal de Luisiana, dedicándose a la búsqueda de ondas gravitacionales con el equipo de LIGO (ondas gravitacionales). Trabajó en el MIT y en la Universidad Estatal de Pennsylvania. Lideró la colaboración científica de LIGO en el período 2011-2017 y participó de la primera detección de ondas gravitacionales en 2016. Recibió diversos reconocimientos: Academia Nacional de Ciencias (EEUU), Academia Nacional de Ciencias (Argentina), Cámara de Senadores de Argentina y del gobierno de Córdoba.



PANELES DE DISCUSIÓN

Panel 1: Enseñanza de la astronomía

Coordinación: Dr. Diego Galperin

Panelistas:*

Prof. Liliana Prieto, Lic. Valeria Hurovich, Prof. Carlos Vidal y Lic. Josué Dionofrio

- ¿Cuáles son las dificultades en la enseñanza de la astronomía en las escuelas?
¿Cuáles pueden ser sus causas?
- ¿Qué aportes realizás para generar una mejora?
- ¿Qué sugerencias realizarías a los educadores y al sistema educativo?

* Prof. Liliana Prieto. Profesora de Nivel Primario. Docente de grado. Especialista en enseñanza de la astronomía y coordinadora del programa "Miradas al cielo" (IFDC El Bolsón).

* Lic. Valeria Hurovich. Licenciada en Ciencias Físicas. Docente de profesorado de nivel primario y especialista en enseñanza de las Ciencias Naturales del Ministerio de Educación de la Ciudad de Buenos Aires.

* Prof. Carlos Vidal. Profesor de Nivel Primario. Docente de grado y especialista en enseñanza de las Ciencias Naturales.

* Lic. Josué Dionofrio. Licenciado en Ciencias Físicas y estudiante de Profesorado en Física. Docente de nivel medio y superior en temas de astronomía, física y tecnología.

Panel 2: Difusión de la astronomía

Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea

Panelistas:*

Dra. Estefanía Coluccio Leskow, Lic. Prof. Marcelo Alvarez y Mg. Víctor Ingrassia

- ¿Cuáles son las dificultades en la difusión de la astronomía hacia el público, tanto en forma presencial, como en los medios y en las redes? ¿Cuáles pueden ser las causas? ¿Cómo saber si las fuentes son confiables?
- ¿Qué aportes realizás para generar una mejora?
- ¿Qué sugerencias harías a los divulgadores y a los medios de comunicación?

* Dra. Estefanía Coluccio Leskow. Doctora en Física. Divulgadora. Gerente operativa del planetario Galileo Galilei de la Ciudad de Buenos Aires.

* Lic. Prof. Marcelo Alvarez. Licenciado y Profesor en Física. Divulgador de la astronomía en el Grupo Astronómico Osiris. Docente investigador de la Universidad Nacional de Río Negro.

* Mg. Víctor Ingrassia. Magíster en Periodismo. Divulgador científico. Periodista especializado en Ciencia, Salud y Tecnología de Infobae.



Panel 3: Los aficionados en la astronomía

Coordinación: Lic. Mariana Mansinho

Panelistas:*

Lic. Graciela Caldeiro, Diego Hernández, Ing. Mónica Konishi, Lic. Jaime Giannelloni Lizana, Isabella Vilches Duval y Candela Jara

- *¿Cuál es el rol de los grupos de aficionados en la divulgación en astronomía? ¿Qué características y aportes realizan?*
- *¿Qué sugerencias se podrían realizar a los grupos de aficionados o a quienes desean ingresar al mundo de la astronomía amateur?*

* Lic. Mariana Mansinho. Licenciada en Psicología. Docente universitaria y astrónoma amateur. Vicepresidenta del Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar.

* Mg. Graciela Caldeiro. Magíster y Licenciada en Educación. Docente universitaria y astrónoma amateur. Integrante del Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar de Bs. As.

* Diego Hernández. Periodista. Divulgador y astrónomo amateur. Director periodístico de la revista Si Muove del planetario Galileo Galilei de la Ciudad de Buenos Aires.

* Mónica Konishi. Ingeniera Civil (UBA). Astrónoma amateur y presidenta de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía.

* Jaime Giannelloni Lizana. Licenciado en Astronomía. Divulgador científico en la Fundación Parque de la Ciencia y Grupo ASTRONOR (Chile).

* Isabella Vilches Duval y Candela Jara. Estudiantes de secundaria. Astrónomas amateur e integrantes del Grupo Astronómico Osiris de El Bolsón, Río Negro.

TALLERES PARA ESTUDIANTES

Taller 1: Astronáutica

Cruzando el cielo (cómo hicimos para asomarnos al espacio)

*Ing. Pablo González**

Hace relativamente muy poco, la humanidad pudo salir de nuestro planeta y comenzar a estudiar el espacio exterior. En este taller los participantes conocerán cómo fue esta aventura y aprenderán las dificultades de la exploración espacial utilizando algunas indagaciones guiadas.

* Ingeniero y Diplomado en Enseñanza de las Ciencias. Codirector del Grupo de Tecnología Espacial y docente de Mecanismos en la carrera de Ingeniería Aeroespacial (UTN). Responsable técnico del Certamen CANSAT Argentina (MinCyT, CONAE, UTN). Docente del Instituto Felipe Neri. Miembro de la Asociación de Cohetería Experimental y Modelista de Argentina.



TALLERES PARA ESTUDIANTES (CONTINUACIÓN)

Taller 2: Científicas

¿Qué y para quién es la ciencia?

*Dra. Cynthia Quinteros**

En un país en donde las mujeres representan el 53% del total de investigadores nacionales, ¿qué significa hacer ciencia? ¿Quiénes se dedican a ella de manera profesional? Partiendo de nuestras propias concepciones, en este taller discutiremos sobre la naturaleza de la ciencia y los perfiles de quienes se interesan por ella. Con el acompañamiento de una científica de profesión plantearemos la necesidad de comprender qué entendemos cuando hablamos de ciencia y recorreremos una serie de perfiles que proponen una reflexión acerca de la imagen predominante y de las concepciones en torno a ella.

* Doctora en Física. Investigadora de CONICET en un grupo interdisciplinario de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Interesada en la educación científica, desarrolla actividad docente en distintos niveles educativos. Participa en iniciativas de comunicación pública de la ciencia, siendo creadora del grupo astroUNSAM y colaboradora del Grupo Astronómico Osiris.

Taller 3: La validación del conocimiento científico

Qué forma tiene la Tierra: discutiendo argumentos y evidencias

*Prof. Leonardo Heredia**

En las redes sociales es común escuchar a personas que afirman que la Tierra es plana, presentando argumentos acerca de ello. En contraposición, la mayoría de las personas desconoce cuáles son las evidencias históricas y actuales que sustentan la esfericidad terrestre. En este taller analizaremos los argumentos de ambas posturas, centrándonos en conocer las evidencias que sostienen y han sostenido ya hace más de 2.000 años la idea de que nuestro planeta es esférico a partir de distintas observaciones y experiencias llevadas a cabo.

* Diplomado en Enseñanza de las Ciencias (FLACSO) y Profesor de Enseñanza Media y Superior en Física (UBA). Docente en los profesorado de Educación Primaria e Inicial del IFDC de El Bolsón y en el de Educación Secundaria en Física del IES 813 de Lago Puelo. Coordinador del programa Miradas al cielo de enseñanza y comunicación pública de la astronomía en la localidad de El Bolsón, Río Negro.



ACTIVIDADES NOCTURNAS

Jueves 14 de marzo – 22 hs

Pregúntele al especialista

Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea

Participación: Dr. Diego Galperin y Dr. Guillermo Abramson

Espacio para que el público asistente envíe sus preguntas sobre astronomía, cosmología y su enseñanza, las cuales serán respondidas por los especialistas presentes.

Viernes 15 de marzo – 22 hs

Observación virtual del cielo

*Coordinación: Dr. César Brollo**

Participación: Dr. Diego Galperin y Dr. Guillermo Abramson

Espacio para poder aprender sobre objetos visibles a simple vista y sobre otros sólo posibles de observar mediante telescopios. Se utilizará un telescopio conectado a una computadora para poder ver las imágenes de los cuerpos celestes más relevantes.

* Técnico Óptico. Divulgador y astrónomo amateur. Encargado del área de astronomía de Óptica Saracco.



EXPOSICIÓN ORAL DE TRABAJOS PRESENTADOS

Jueves 14 de marzo – 15 hs – Eje 2

EJE TEMÁTICO Nº 2: PROPUESTAS, PROYECTOS O PROGRAMAS PARA LA ENSEÑANZA Y LA DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

Orden	Autor/es y filiación/es	Título del trabajo	Nro/Eje
1	Johana Quinteros Observatorio Astronómico Félix Aguilar	Astronomía en la niñez. Una propuesta lúdica en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar	T1 Eje 2
2	Pablo Martín González y Verónica Alvarez Instituto San Felipe Neri, Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo	Cubes in Space: Un experimento espacial en aislamiento	T5 Eje 2
3	Laura Isabel Ollé Coordinadora del Johannes Kepler Observatorio Móvil	Pequeños exploradores del Universo: relato de una experiencia sobre los beneficios del aprendizaje de la Astronomía en niños de 5 a 7 años	T9 Eje 2
4	Diego Galperin, Marcelo Alvarez, Leonardo Heredia, Lilita Prieto, Paola Máximo, Micaela Gambino, Luisa Elsmán y Matías Galperin Universidad Nacional de Río Negro e IFDC de El Bolsón	Grupo Astronómico Osiris: enseñanza y difusión de la astronomía observacional a niños, jóvenes y adultos	T7 Eje 2
5	María Pía Piccirilli y Cecilia Scalia Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Porteo conCiencia (@porteo.con.ciencia) y AstroPiche (@astro.piche)	Porteo Ergonómico como herramienta de aprendizaje para la astronomía en infancias menores a 3 años	T11 Eje 2
6	Johana Quinteros Observatorio Astronómico Félix Aguilar	La Radiodifusión como herramienta para la Divulgación de la Astronomía	T12 Eje 2

Viernes 15 de marzo – 15 hs – Ejes 1 y 3

EJE TEMÁTICO Nº 1: RESULTADOS DE INVESTIGACIONES EN TEMAS DE ASTRONOMÍA, SU ENSEÑANZA Y/O SU DIFUSIÓN

EJE TEMÁTICO Nº 3: DESARROLLO DE ASPECTOS CIENTÍFICOS, DIDÁCTICOS Y/O TECNOLÓGICOS

Orden	Autor/es y filiación	Título del trabajo	Nro/Eje
1	Adrián Nowik Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar	Explorando las Estrellas a través de la Fotografía de Espectros	T2 Eje 3
2	Diego Galperin, Leonardo Heredia, Matías Galperin e Isabella Vilches Duval Universidad Nacional de Río Negro e IFDC de El Bolsón	Contaminación lumínica: un proyecto para “visibilizar” un problema grave para la astronomía y la humanidad	T6 Eje 3
3	Rustbell Rodríguez Bonilla Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Maestría en Educación	Los significados de la observación solar: análisis basado en la relación con el saber	T3 Eje 1
4	Aldana Holzmann Airasca y Gabriel Bengochea FCEN, UBA y IAFE, CONICET / UBA	Aspectos Cuánticos de la Cosmología Inflacionaria	T4 Eje 1
5	Claudia Lemus Frías, Marcelo Alvarez y Diego Galperin Universidad Nacional de Río Negro	Una propuesta topocéntrica para la enseñanza de las fases lunares en la escuela secundaria	T8 Eje 1
6	Dante Maximiliano Farías	De la obiedad al cambio de mirada: ¿Tránsito o Eclipse?	T10 Eje 3



RESUMEN EXTENDIDO DE CONFERENCIAS



El desayuno cuántico y la vida de las estrellas

Guillermo Abramson

Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro

guillermo.abramson@ib.edu.ar

Resumen

La física cuántica es mucho más que partículas subatómicas o gatos vivos y muertos a la vez. Conecta de manera extraordinaria, y muchas veces sorprendente, fenómenos de la vida cotidiana con la vida de las estrellas.

Palabras clave: Astrofísica; Mecánica Cuántica; Evolución estelar.

La radiación de cuerpo negro

La física cuántica (o, como la llamamos los físicos, la *mecánica cuántica*) tiene un halo de misterio y paradoja, una reputación intimidante. Muchas veces escuchamos una versión supercondensada: que la física cuántica estudia las cosas más chiquitas que existen. Esto es cierto, pero dicho así pareciera que la mecánica cuántica *sólo* se ocupa de cosas alejadísimas de la vida cotidiana: aceleradores de partículas, la radiación de los agujeros negros, el Big Bang, o gatos vivos y muertos a la vez. Permítanme que les diga que no hay nada más alejado de la realidad. Y les doy un ejemplo. Todas las mañanas, cuando preparamos el desayuno, en casa usamos el dispositivo cuántico que vemos en la Figura 1. ¿Cómo? –dirán ustedes– ¡Eso es un tostador! ¡No tiene nada de cuántico! ¡Es un TOS-TA-DOR! Y yo respondo: sí, es un tostador, un tostador cuántico.



Figura 1. El tostador cuántico.



Notemos cómo brillan los alambres. ¿Por qué brillan? Porque están calientes. Es algo de lo más familiar: un cuerpo caliente brilla. Lo sabemos desde que los hombres de las cavernas inventaron el asado. Claro que nos llevó desde el Pleistoceno hasta el siglo XIX tener una ciencia suficientemente madura como para estudiar el fenómeno. Y cuando fue posible, los físicos descubrieron algo sorprendente: el espectro, es decir la cantidad de luz que hay en cada color, es el mismo, ya sea que el cuerpo sea un carbón del asado, o un pedazo de vidrio o de hierro. Este tipo de fenómeno universal es irresistible para un físico: tiene que entender de dónde sale. Debe haber algún mecanismo único que lo explique.

La explicación, ciertamente, parecía al alcance de física de fines del siglo XIX (la mecánica que hoy llamamos *clásica* más el electromagnetismo), y se plasmó en un modelo bastante sencillo, llamado *cuerpo negro*. Muchas de las mejores mentes científicas del momento atacaron el problema, y fracasaron estrepitosamente. Por ejemplo, Lord Rayleigh y James Jeans descubrieron que la energía radiada por un cuerpo caliente dependía de su temperatura T (lo cual está muy bien) y de la longitud de onda λ (la letra griega lambda, o sea el color) de la siguiente manera:

$$E = a \frac{T}{\lambda^4}$$

Vemos que la energía aumenta con la temperatura, como debe ser, pero la longitud de onda aparece dividiendo. Si la longitud de onda es más chica, al dividir por un número menor (y encima a la cuarta potencia), la energía es más grande. Así que hay poca energía en el rojo, más energía en el azul, y todavía más en el ultravioleta. Si esto fuera así, los carbones del asado nos fulminarían con rayos gamma cuando hacemos el asado dominguero —cosa que no pasa. El problema recibió el vistoso nombre digno de una banda de rock: *catástrofe ultravioleta*.

Quien resolvió la cuestión fue un joven físico alemán, Max Planck, que en la última reunión del siglo XIX de la Sociedad Física Alemana, presentó un trabajo titulado *Sobre la teoría de la ley de distribución de energía en el espectro normal* (Planck, 1900). Allí Planck presentó la siguiente hipótesis, que según él mismo dice es el punto más importante del cálculo: la energía que emite el cuerpo caliente no es un chorro continuo, sino que viene en paquetitos, que hoy llamamos cuantos de luz, o fotones. Vale la pena decir que fue casi un acto de magia, ya que no había nada en toda la física clásica que requiriera esto. Salvo tal vez el hecho de que la materia estaba discretizada en átomos. Pero en esa época había incluso muchos físicos que no creían en los átomos, a pesar de que Boltzmann había mostrado cómo funcionaban perfectamente para tener una mecánica estadística coherente, que explicara por ejemplo la termodinámica.

La cuestión es que Planck evitó la catástrofe, obteniendo la siguiente ley de radiación del cuerpo negro:

$$E = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/(\lambda k_B T)} - 1},$$



que también depende sólo de la temperatura y de la longitud de onda; el resto son todas constantes de la naturaleza (vemos la velocidad de la luz c , la constante de Boltzmann k_B , y la que hoy llamamos constante de Planck, h). Si uno grafica esta fórmula, para distintas temperaturas, en función de la longitud de onda, tiene la forma de pico asimétrico que vemos en la Figura 2. El gráfico muestra la potencia radiada (en kW) por cada metro cuadrado de superficie del cuerpo negro, para cada longitud de onda, o sea para cada color del espectro electromagnético. Podemos apreciar una fuerte dependencia con la temperatura. Por un lado, los cuerpos más calientes emiten mucha más energía en todas las longitudes de onda. Además, vemos que la longitud de onda del pico se corre hacia valores menores, cambiando del infrarrojo, al visible y finalmente al ultravioleta, para las temperaturas que usamos como ejemplo.

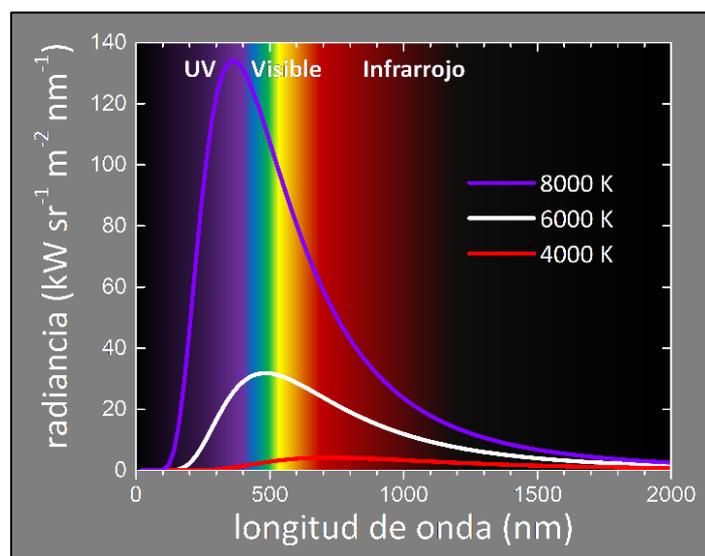


Figura 2. Radiancia espectral de un cuerpo negro, para tres temperaturas (indicadas en kelvins).

El florecimiento de la astrofísica

La ley de radiación del cuerpo negro fue la clave para el florecimiento de la astrofísica, ya que las estrellas, como sabemos, son de diferentes colores. Así que desde lejos (ya que no podemos alcanzarlas), nos están revelando su temperatura. El estudio de los espectros estelares, especialmente con el uso de las técnicas fotográficas que empezaron a usarse por entonces, se volvió crucial. Justamente a fines del siglo XIX, en el Observatorio de Harvard, Edward Pickering armó un equipo de mujeres para hacer el primer catálogo masivo de espectros estelares, financiado por la viuda de un astrónomo aficionado, Henry Draper, fallecido muy joven. Hasta hoy en día seguimos usando la denominación de estrellas con las letras HD seguidas de un número, del catálogo que confeccionaron con cientos de miles de espectros estelares. Y todavía usamos la clasificación que crearon estas *Computadoras de Harvard*, especialmente la que consolidó Annie Jump Cannon, física, astrónoma y activista feminista.



Ciertamente, los espectros de los objetos del mundo real —como un pedazo de carbón— son sólo aproximadamente espectros de cuerpo negro. Los espectros de las estrellas son bastante parecidos a los de la teoría, y ya se conocían (sobre todo visualmente) desde hacía décadas. Sólo que, en lugar del espectro suave y continuo de los cuerpos negros que mostramos en la Fig. 2, exhiben unos picos hacia abajo, como si en algunos colores hubiera menos intensidad de luz. Ya había habido intentos de clasificar las estrellas en base a ellos, como el del padre Angelo Secchi en la década de 1860. La clasificación de Harvard también está basada en esos colores faltantes, que cuando se representan los espectros estelares como un arco iris, parecen un código de barras oscuras. Justo en esos años, Niels Bohr había mostrado cómo estas barras podían explicarse con un modelo del átomo, también usando un galerazo como el de Planck, que también encontraría su nicho en la mecánica cuántica de la década siguiente. En fin, resulta que, a pesar de que hay muchísimas estrellas, hay sólo un puñado de espectros distintos. Las clases o tipos estelares de Harvard son estas siete principales: O B A F G K M. Las letras están mezcladas porque no es la primera clasificación que probaron. En inglés la regla mnemotécnica para recordarlas es *Oh Be A Fine Girl Kiss Me*. Yo lo leí cuando era niño en un libro de George Gamow en castellano, y la regla era un poco ridícula, pero igual se me pegó y todavía la recuerdo: *Oh Bueno Al Final Gasté Kiló Metros*.

Además de distintos colores, las estrellas tienen variedad de brillos. Ahora bien, una estrella puede ser brillante en el cielo porque está relativamente cerca, como Sirio (magnitud -1.4). ¿Qué pasará con una estrella como α^2 Cma (Ómicron² Canis Majoris), que vemos cerca de Sirio brillando 25 veces más tenue (magnitud 3)? Quizás sea tenue porque es realmente menos luminosa, pero podría ocurrir que fuera brillante pero se encontrase muy lejos. Si uno pudiera medir (o al menos estimar) la distancia de las estrellas (Abramson, 2010), se podría convertir sin dificultad, matemáticamente, el brillo aparente que vemos o fotografiamos en el cielo, en un brillo intrínseco o magnitud absoluta, determinado sólo por la potencia de la radiación que la estrella está emitiendo. En el caso de α^2 CMA, resulta que está 400 veces más lejos que Sirio, y es casi 10 000 veces más brillante.

El diagrama H-R y las estrellas imposibles

Los primeros en explorar la relación entre esas dos propiedades fundamentales de las estrellas, el color y la luminosidad, fueron Ejnar Hertzsprung y Henry Norris Russell, de manera independiente. Descubrieron que casi todas las estrellas estaban organizadas en una franja diagonal, en un diagrama donde se representa la luminosidad en el eje vertical y el color (o la temperatura, o la clase espectral) en el eje horizontal (Figura 3). Las estrellas más rojas (menos calientes) eran también menos luminosas, y las más azules (más calientes) eran las más luminosas. (Curiosamente, es al revés de lo que nos enseña la Plástica, con sus colores cálidos y fríos.) Este diagrama, hoy llamado H-R, está en el corazón de la teoría que se desarrolló a lo largo del siglo XX, la teoría que nos dice cómo funcionan las estrellas. Cuando ellos lo hicieron, hace más de 100 años, nadie sabía siquiera por qué las estrellas brillaban, ni cómo nacen o mueren. Nadie podía asegurar que el Sol no fuera a explotar. Y a nadie se le había ocurrido que los astrónomos llegarían a descubrir de dónde vienen los átomos de nuestro cuerpo.



Como dijimos, la inmensa mayoría de las estrellas están en una franja del diagrama H-R que hoy llamamos secuencia principal (Fig. 3). Pero había también unas estrellas raras, formando una rama por encima de la secuencia principal. Eran todas ellas estrellas rojas, pero con luminosidades similares a las azules, más calientes. Si una estrella es más fría, ciertamente, produce menos energía, de acuerdo a la ley de Planck que mostramos en la Figura 2. Pero recordemos que, en esa fórmula, la energía radiante está expresada por unidad de superficie del cuerpo negro. Así que una estrella puede ser más luminosa simplemente siendo más grande. Es decir, serían estrellas gigantes. Obviamente, las llamaron *gigantes rojas*.

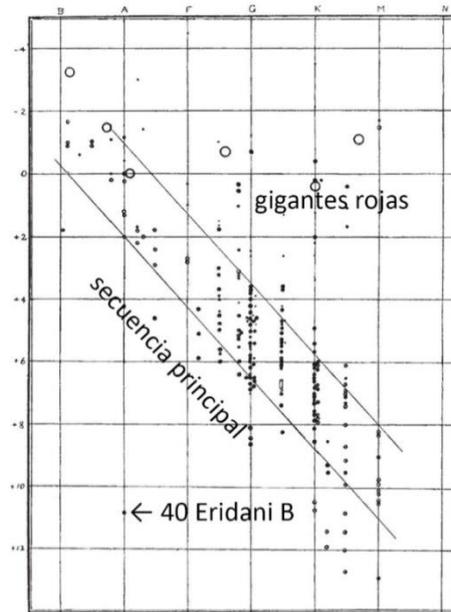


Figura 3. Diagrama original de magnitud absoluta vs clase espectral, adaptado de Russell (1914).

Además de la secuencia principal y la rama de gigantes rojas, en el diagrama de Russell había otra estrella rara, muy por debajo de la secuencia principal (Fig. 3). Era blanca pero extremadamente tenue. Todas las demás estrellas tenues eran amarillas, anaranjadas o rojas. Un día, Russell estaba de visita en el observatorio de Harvard, para usar los espectros del proyecto HD, y le señaló esta estrella a Pickering. Éste llamó por teléfono a Mina Fleming, una de las Computadoras (autora de la primera clasificación espectral), para pedirle que revisara el espectro de la estrella. Fleming lo revisó y le aseguró que era clase A, blanca. Russell cuenta que quedó preocupado, porque decía que físicamente no podía ser. Pickering sonrió y le dijo “son estas discrepancias las que hacen avanzar el conocimiento” (Russell, 1944).

La estrella imposible de Russell era la segunda de un precioso sistema triple, 40 Eridani, cuya componente principal se llama Keid. Las tres están en órbita mutua, de manera que están a la misma distancia de la Tierra. Así que la diferencia de brillo intrínseco es exactamente la diferencia de brillo aparente, cinco magnitudes menos, o sea un factor 100.



El color bien blanco de 40 Eridani B contrasta con el amarillento de Keid (que es parecida al Sol, un poco más chica) y el rojo de la tercera. Su masa se puede calcular a partir de la órbita del sistema, y es aproximadamente la mitad de la del Sol. Siendo Keid más o menos como el Sol, la estrella B, con 5 magnitudes menos, tenía una luminosidad de apenas el 1% de la solar. Así que por la misma razón que las estrellas que se encontraban por encima de la secuencia principal eran gigantes, ésta tenía que ser pequeña, y los cálculos indicaban que era del tamaño de la Tierra. ¿Cómo podía ser tan blanca una estrella tan enana?

Por supuesto, 40 Eri B no era la única. Willem Luyten, en 1922, publicó tres notas con algunas estrellas raras más del mismo tipo (Luyten, 1922). En la primera las llama *estrellas blancas tenues*, en la segunda *estrellas blancas con baja magnitud aparente y movimiento propio grande*, y en la tercera dio con el nombre perfecto que quedó para la posteridad: *enanas blancas*. 40 Eri B es, de lejos, la enana blanca más fácil de observar para un aficionado. Hoy conocemos muchísimas. En el catálogo Gaia hay 360 000, tantas que incluso se distinguen distintos tipos, lo cual sirve para seguir mejorando sus modelos físicos y la comprensión de cómo funcionan.

¿Cómo era posible que una estrella, pesada como el Sol, tuviera el tamaño de la Tierra? La densidad que esto requería superaba muchísimo la de la materia conocida: una cucharadita pesaría toneladas. Arthur Eddington observó que esto podía ocurrir solamente si los electrones estaban completamente separados de los núcleos atómicos, permitiendo que estos estuviesen mucho más próximos que en la materia ordinaria (Eddington, 1920). Pero, en tal caso, aparecía una paradoja termodinámica. Si la estrella se enfriara, al recombinarse los átomos y adquirir la densidad de la materia sólida, la estrella se expandiría, haciendo trabajo en contra de la gravedad. Es decir, la estrella *necesitaba energía para enfriarse*, lo cual contradecía la Primera Ley de la Termodinámica. Eddington intuyó que la solución vendría de la mano de la nueva mecánica cuántica (Fowler, 1926), que en la década de 1920 estaba haciendo progresos acelerados explicando todas las propiedades de la materia, las conocidas y las novedosas.

Y la explicación “cuántica” nuevamente está relacionada con un fenómeno cotidiano. Cuando aprieto un dedo contra la mesa siento su dureza, es impenetrable. Si aprieto más fuerte incluso duele. Ni el dedo ni la mesa se mueven, así que no hay trabajo mecánico realizado, pero se siente una energía. ¿Qué es lo que está pasando? Es otro caso de física cuántica en la vida cotidiana. Cuando aprieto, los electrones de mi dedo se acercan a los electrones de la mesa. Resulta que para los electrones vale algo llamado *principio de exclusión de Pauli*: dos electrones no pueden estar en el mismo estado cuántico. El estado cuántico está compuesto de una variedad de parámetros: la energía, el momento lineal, el spin, etc. Cuando trato de poner los electrones de mi dedo en el mismo lugar que los de la mesa, algunos de ellos tienen que pasar a otros niveles de energía, para no compartir el mismo estado cuántico que los que están tratando de ocupar el mismo lugar. Este aumento de energía es lo que siento en el dedo cuando hago fuerza: estoy sintiendo en carne propia el principio de exclusión de Pauli. Ahora, esto ocurre solamente donde el dedo hace contacto con la mesa. Para que ocurra en todo un volumen de materia, necesitamos la gravedad. Una cantidad de materia suficientemente grande, por su propio peso, puede comprimirse



de modo que todos sus electrones sientan la presencia de los demás, formando un estado de la materia muy distinto del cotidiano, llamado *degenerado*. Esto es posible cuando se apagan las reacciones nucleares, hacia el final de la vida de la estrella, como veremos más abajo.

El lector reflexivo puede pensar que este principio de exclusión parece algo tirado de los pelos. ¿Por qué los electrones deberían cumplir esta especie de distanciamiento covid cuántico? Cuando Wolfgang Pauli lo propuso a principios del siglo XX, fue una explicación fenomenológica de la estabilidad de los átomos de Bohr y otros fenómenos cuánticos que se estaban empezando a explorar experimentalmente. Hoy en día lo entendemos de una manera distinta: la función de onda de los electrones (que es el objeto matemático que los describe) tiene una propiedad de simetría especial: tiene que ser antisimétrica. Esto vale no sólo para los electrones, sino para todas las partículas de materia, llamadas fermiones. El lector atento insistirá: “Si el principio de exclusión parecía tirado de los pelos, ¿no estamos barriendo los pelos debajo de la alfombra? ¿De dónde sale esta dichosa antisimetría de la función de onda?” Es una observación perfectamente válida. ¿Por qué no tener una función de onda simétrica, en lugar de antisimétrica? Y la respuesta es: ¿por qué no? Una función de onda simétrica es posible. En el mundo cuántico existen los dos tipos. Para algunas partículas (los fermiones) la función de onda es antisimétrica, obedecen el principio de exclusión, la estadística llamada de Fermi-Dirac, y por lo tanto son las que constituyen la materia, proverbialmente impenetrable. Y existen otras partículas (llamadas bosones) cuya función de onda es simétrica, no obedecen el principio de exclusión y gregariamente siguen otra estadística, la de Bose-Einstein, que les permite estar todas en el mismo sitio. Los bosones, por supuesto, no pueden constituir la materia, así que se encargan de las interacciones, es decir, las fuerzas. El fotón es un bosón, por ejemplo, que transmite la interacción electromagnética.

La evolución estelar

Con el tiempo los astrónomos entendieron que la secuencia principal estaba tan poblada porque allí es donde las estrellas pasan la mayor parte de sus vidas, fusionando hidrógeno en el centro, en reacciones nucleares (posibles gracias a la mecánica cuántica), que convierten hidrógeno en helio y energía. Durante un tiempo existe un equilibrio entre el peso de la estrella, que tiende a comprimirla, y la radiación que surge del centro, que tiende a inflarla. Cuando se agota el hidrógeno este equilibrio se rompe, y las estrellas abandonan la secuencia principal. En la Figura 4 lo ilustramos en el caso del Sol, mostrando el recorrido que hará en el diagrama H-R. El Sol convierte hidrógeno en helio en su núcleo, y está actualmente por la mitad de su vida de miles de millones de años en la secuencia principal.

Cuando empieza a escasear el hidrógeno en el núcleo, la estrella se comprime. Esto agrega nuevo hidrógeno al núcleo y dispara una nueva etapa de fusión en una capa que rodea el helio acumulado. La estrella se recalienta y se infla, y se convierte en una gigante roja. En algún momento empieza a fusionar el helio acumulado (en el caso de estrellas como el Sol esto ocurre de golpe, en lo que se llama el *flash de helio*). La fusión de He produce carbono y oxígeno, que empiezan a acumularse en el núcleo. Así que hay una fase de fusión de He en el núcleo e hidrógeno en una capa alrededor,



mientras se acumulan carbono y oxígeno. Como la fusión de He es más veloz que la de hidrógeno, esta fase es más breve, durando 100 Ma (millones de años) en el caso de una estrella como el Sol. Finalmente, pasa con el helio lo mismo que con el hidrógeno: a medida que el helio se acaba el núcleo vuelve a contraerse. Si la estrella tiene menos de 8 masas solares nunca llega a tener temperaturas suficientes para fusionar el carbono. En cambio, la contracción aporta helio e hidrógeno remanentes que recalientan el núcleo, y las capas exteriores de la estrella resultan expulsadas, formando una (efímera) *nebulosa planetaria*. Detrás queda el núcleo estelar desnudo, formado por carbono y oxígeno principalmente, contrayéndose y calentándose hasta que los electrones están tan apretados que se degeneran, y nace una enana blanca como 40 Eri B. Si la estrella no es muy pesada, la degeneración de los electrones alcanza para frenar la contracción, y formar una enana blanca. Estrictamente, una enana blanca ya no es una estrella, porque ya no produce energía por fusión nuclear. Brilla sólo porque está caliente, y debería ir enfriándose, enrojeciéndose y oscureciéndose lentamente, moviéndose hacia abajo y la derecha en el diagrama H-R. Y las capas exteriores, enriquecidas por miles de millones de años de fusión nuclear, se disipan suavemente en el espacio interestelar.

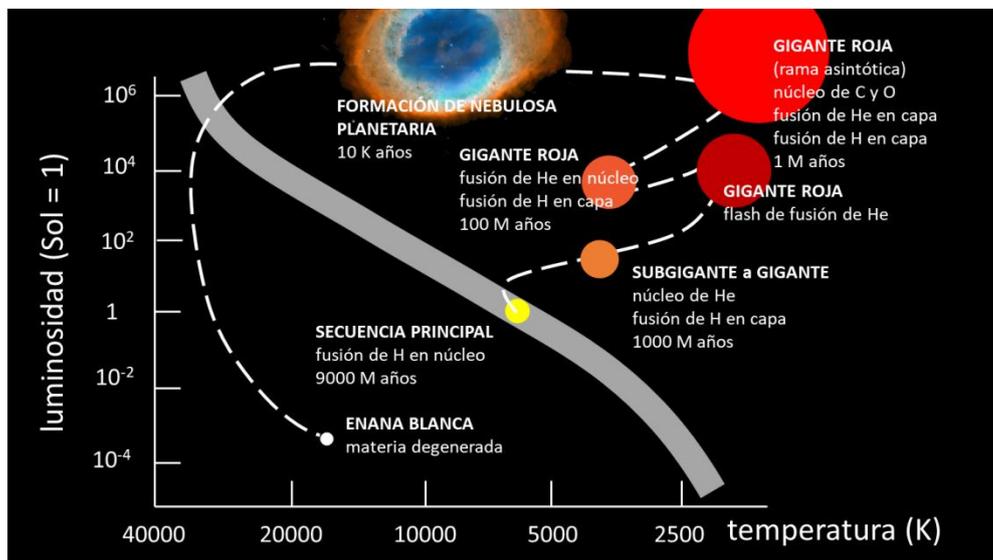


Figura 4. La evolución del Sol en el diagrama H-R.

Para estrellas más pesadas, el fenómeno de contracción del núcleo y cambio de combustible puede repetirse varias veces, haciendo un recorrido más o menos tortuoso en el diagrama H-R. La estrella va fusionando elementos cada vez más pesados y formando un núcleo en forma de capas de cebolla. Así, va agotando de manera progresiva todos los combustibles disponibles, de manera acelerada y cada vez más frenética. Una estrella de 20 masas solares tardará millones de años en agotar el hidrógeno, pero menos de un millón de años en quemar el helio, el carbono le dura 1000 años, y en un día fusiona todo el silicio en hierro, que no puede fusionarse (la fusión de hierro no produce energía). De golpe el horno termonuclear que mantenía la estrella inflada se apaga. La estrella cae sobre sí misma a enorme velocidad y rebota contra el núcleo. Además, en una parte del núcleo ocurre un



fenómeno cuántico rarísimo llamado “decaimiento beta inverso”: la presión es tan grande que los electrones se meten en los núcleos, se combinan con los protones y producen neutrones y neutrinos. Estos últimos interactúan muy poco con la materia, se mueven casi a la velocidad de la luz, y en su carrera hacia afuera terminan de destruir la estrella en una explosión de supernova. En el centro queda algo parecido a una enana blanca: un rescoldo caliente cuyo colapso está sostenido, en este caso, por la degeneración de los neutrones. En el caso de las pocas estrellas muy masivas (los detalles dependen de la composición química, pero deben ser decenas de masas solares), ni siquiera la degeneración de los neutrones alcanza a detener el colapso del núcleo, y se forma un agujero negro, que ya no es materia sino pura geometría.

Reflexión final

Las capas exteriores de una estrella que explota acaban mezclándose con el medio interestelar, con su composición enriquecida en elementos pesados. Incluso las nebulosas planetarias de las estrellas más livianas, enriquecidas por miles de millones de años de fusión nuclear, también acaban disipándose y vuelven al medio interestelar. Hay un reciclado permanente de materia en la galaxia, a partir del cual el medio interestelar se enriquece incluso en sustancias complejas. Ese medio interestelar, de gas y de polvo reciclado por generaciones sucesivas de estrellas, es el material del cual se formará la siguiente generación de estrellas, con sus planetas, sus lunas, sus cometas, tal vez su gente. Resulta fascinante que el carbono y el nitrógeno de nuestras proteínas, el oxígeno que respiramos, el hierro de nuestra sangre, el silicio de nuestros transistores, todo, todo, viene de generaciones de estrellas anteriores al Sol. Pero no sólo eso: es también el futuro de la materia que forma el Sol, el sistema solar y nosotros mismos. No sólo somos descendientes de las estrellas de generaciones anteriores al Sol, sino que somos antepasados de los sistemas estelares por venir.

Referencias bibliográficas

- Abramson, G. (2010). *Viaje a las estrellas: de cómo (y con qué) los hombres midieron el universo*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Siglo XXI.
- Eddington, A. S. (1920). The internal constitution of the stars. *Nature*, 106, 14.
- Fowler, R. H. (1926). On dense matter. *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, 87, 114.
- Luyten, W. (1922). Third note on faint early type stars with large proper motion. *Pub. Astr. Soc. Pac.* 34, 356.
- Planck, M. (1900). On the theory of the energy distribution law of the normal spectrum (English translation). *Verhandl. Dtsch. phys. Ges.*, 2, 237.
- Russell, H. N. (1914). Relations between the spectra and other characteristics of the stars. *Nature*, 93, 252.
- Russell H. N. (1944). Notes on white dwarfs and small companions. *Astr. J.*, 51, 13.



Eclipse solar 2024 en Argentina: oportunidad para difundir, enseñar y disfrutar de la astronomía

Diego Galperin

*Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales,
Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro*

dgalperin@unrn.edu.ar

Resumen

El 2 de octubre de 2024 ocurrirá un eclipse solar anular cuya franja de anularidad atravesará la provincia de Santa Cruz y que será visible en forma parcial desde toda la Argentina. En esta charla se explicarán las características de este eclipse, la forma de observarlo de manera segura y el lugar hacia dónde desplazarse para verlo en forma anular. A su vez, se presentará una propuesta de enseñanza para desarrollar en escuelas para estar preparados para observar y registrar este gran evento astronómico. Será una oportunidad para enseñar y aprender astronomía a partir de la observación del cielo. Y para disfrutarlo junto al Grupo Astronómico Osiris.

Palabras clave: Eclipse solar; Anular; 2024; Observación; Propuesta didáctica.

Eclipses solares

Un eclipse es un fenómeno astronómico que ocurre debido a que la sombra de un astro se proyecta sobre otro, haciendo imposible la observación parcial o total de algún cuerpo astronómico. De allí que la palabra eclipse provenga del latín, eclipsis, que viene del griego y significa “desaparición”. En los eclipses lunares la sombra de la Tierra cae sobre la Luna, por lo que ésta se oscurece debido a que deja de llegarle gran parte de la radiación solar. En cambio, en un eclipse solar la sombra de la Luna se proyecta sobre un sector de la Tierra, oscureciendo el ambiente.

Un eclipse solar ocurre cuando la posición de la Luna coincide con la del Sol en el cielo, ubicándose delante de este último y produciendo que no pueda verse el Sol en forma completa. Como ya se ha indicado, un eclipse solar total corresponde a la proyección de la sombra de la Luna sobre una zona pequeña de la Tierra, por lo que para poder observarlo hay que encontrarse ubicado en ese sector. A su vez, dado que la Luna se va desplazando delante del Sol, esa zona de sombra irá también corriéndose sobre la superficie terrestre. Dependiendo la ubicación del observador, una persona podrá ver el Sol cubierto en forma total (o anular), parcial o no podrá verlo (Figura 1).

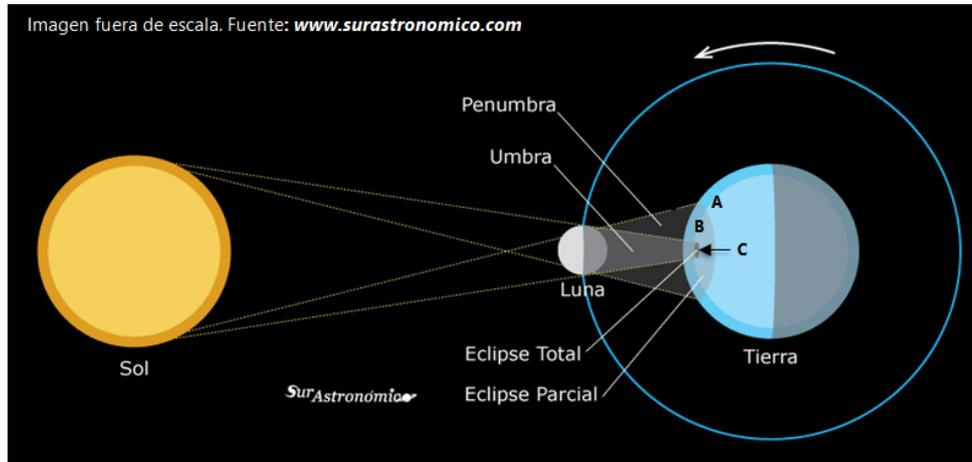


Figura 1. Representación fuera de escala de cómo se ubican el Sol, la Luna y la Tierra durante un eclipse solar si uno pudiese observarlos desde el espacio. Según donde se encuentre una persona sobre la superficie terrestre, podrá ver que la Luna no tapa nada del Sol (zona A), que tapa una parte (zona B) o que lo oculta completamente (zona C). Imagen: surastronomico.com.

Los eclipses de Sol ocurren siempre en Luna nueva, momento en que la Luna se ubica en el cielo en la misma dirección que el Sol. Sin embargo, dado que la órbita de la Luna se encuentra inclinada unos 5° respecto al plano de giro de la Tierra en torno al Sol, la mayoría de los meses la Luna pasa cerca del Sol sin ocultarlo. Sin embargo, aproximadamente cada seis meses, la Luna nueva (Luna en dirección hacia el Sol) se ubica en el mismo plano que el Sol en el cielo (llamado eclíptica), por lo que la Luna transita justo por delante de nuestra estrella, pudiendo ocultarla parcial o totalmente. Esto está representado en la Figura 1, donde los tres cuerpos quedan en el mismo plano ya que han sido dibujados sobre el plano de la hoja.

Por lo tanto, un eclipse solar tendrá lugar cuando se alineen el ojo del observador con la posición de la Luna y del Sol en el cielo, no siendo un evento idéntico para todos los habitantes de nuestro planeta (Figura 2).



Figura 2. Cómo se ve el Sol en el máximo de un eclipse total desde distintas ubicaciones terrestres. Si una persona se ubica en la franja por donde pasa la sombra lunar ve un eclipse total de Sol, con la Luna ocultándolo completamente (centro). Fuera de esa franja, pero relativamente cerca de ella, las personas ven un eclipse parcial (izquierda). Quienes se encuentran muy alejados de dicha zona no podrán alinear su ojo con la Luna y el Sol, por lo que no verán el eclipse (derecha). Simulaciones realizadas con el software libre Stellarium.



Eclipse solar 2024 en Argentina

El miércoles 2 de octubre de 2024 se producirá un eclipse solar “anular” durante el cual la Luna transitará por delante del Sol sin llegar a cubrirlo completamente. Esto se debe a que la Luna sigue una órbita elíptica en torno a nuestro planeta, por lo que se encontrará a una distancia relativamente más lejana, observándose en consecuencia un poco más pequeña en el cielo. Por lo tanto, lo que en otras circunstancias sería un eclipse total, con la Luna más alejada se transforma en un eclipse en el que queda un “anillo” brillante del Sol en torno a ella (Figura 3). De allí deriva la palabra “anular”. En función de la distancia entre los astros, en este eclipse la Luna cubrirá como máximo un 86% del Sol.

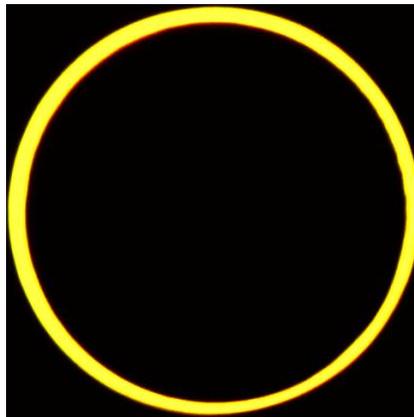


Figura 3. Foto del máximo del eclipse solar anular del 26 de febrero de 2017 observado por el Grupo Astronómico Osiris desde Sarmiento (Chubut, Argentina), donde la Luna (círculo central negro) cubrió un 97% del Sol. Foto: Diego Galperin.

Dado que la Luna gira en torno a nuestro planeta, la misma se desplaza en el cielo de oeste a este y, por esa razón, durante el eclipse será posible observar a la Luna transitando por delante del Sol de izquierda a derecha por un lapso de unas tres horas. En consecuencia, la zona de penumbra se irá moviendo de oeste a este sobre la superficie terrestre. Por lo tanto, el eclipse será visible primero desde el Océano Pacífico, luego desde América del Sur y, finalmente, desde una parte del Océano Atlántico. Es importante destacar que no hay zona de sombra o “umbra” en este eclipse dado que la Luna, al estar más lejos, no llega a tapar completamente al Sol.

Como puede visualizarse en la Figura 4, la franja desde donde se podrá observar el eclipse anular atraviesa el sur de América del Sur, pasando primero por la XI Región de Chile y luego por la provincia de Santa Cruz de Argentina. La zona de anularidad se encuentra entre las líneas rojas, siendo la línea azul el centro de la misma. Si una persona se ubica sobre dicha línea, los centros del Sol y de la Luna se observarán coincidentes y, en consecuencia, el eclipse durará más tiempo. Por afuera de dicha zona el eclipse se observará parcial, siendo mayor el ocultamiento cuanto más cerca de la zona de anularidad se encuentre el observador. La línea verde que pasa por Bolivia indica el fin de la zona de eclipse parcial.

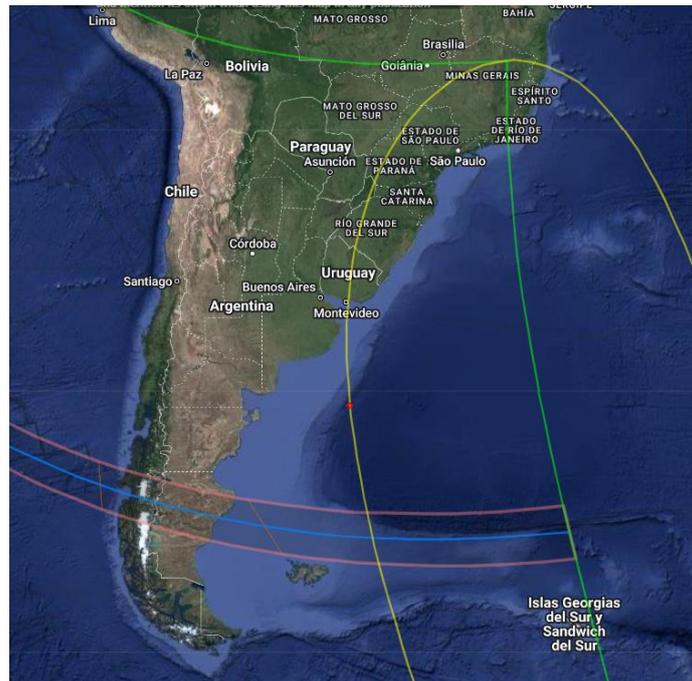


Figura 4. El eclipse anular del 2/10/2024 podrá observarse desde la franja ubicada entre las líneas rojas (provincia de Santa Cruz). La línea verde indica hasta dónde podrá observarse un eclipse parcial. Desde el resto del mundo no se verá este eclipse. Imagen: Jubier (2020).

La preparación para observar el eclipse anular

La Figura 5 muestra cómo se verá desde la zona de anularidad el movimiento de la Luna de izquierda a derecha por delante del Sol durante el eclipse del 2 de octubre.



Figura 5. Fotos del eclipse solar anular del 26/2/2017 giradas para mostrar cómo transitará la Luna por delante del Sol durante el eclipse solar del 2/10/2024. Fotos: Diego Galperin.

Si se analiza el mapa del eclipse solar, la zona de anularidad atravesará zonas con baja densidad poblacional, y de difícil acceso algunas de ellas, dentro de los países de Chile y Argentina. En este sentido, el eclipse anular será visible primero desde las pequeñas localidades chilenas de Cochrane y Villa O'Higgins, para luego pasar a



observarse desde localidades argentinas de baja población ubicadas hacia el oeste, como Bajo Caracoles y Gobernador Gregores, al igual que desde el Portal Cañadón Río Pinturas del Parque Patagonia. Finalmente, podrá ser visto desde las ciudades de Puerto Deseado y Puerto San Julián, ubicadas sobre la costa este del país (Figura 6).

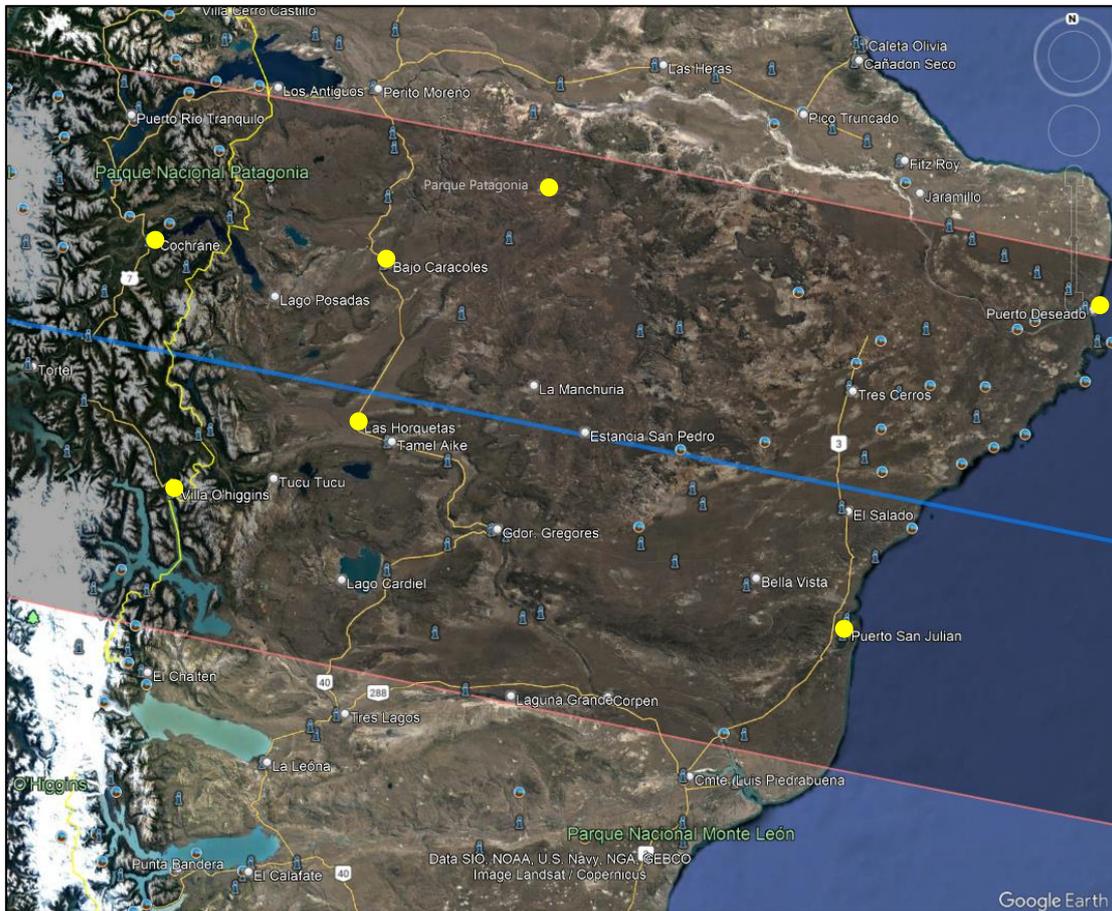


Figura 6. Localidades desde las que será visible el eclipse solar anular del 2 de octubre de 2024. El eclipse será visible primero desde Cochrane y O'higgins (Chile) para luego poder observarse en Las Horquetas, Bajo Caracoles, Parque Patagonia y, finalmente, desde Puerto San Julián y Puerto Deseado (Argentina). Imagen: *Mapa interactivo* de Jubier (2020).

En este eclipse habrá numerosas localidades de Chile y Argentina ubicadas en la zona de eclipse parcial, pero unas pocas y pequeñas en la franja de anularidad. En función de ello, las personas que deseen observar el eclipse en forma anular deberán planificar con tiempo el modo en que llegarán y se alojarán en el lugar elegido para la observación. Para facilitar este proceso, el Grupo Astronómico Osiris creó la página www.eclipses.com.ar, donde se brinda toda la información necesaria para tomar este tipo de decisiones y para prepararse de la mejor manera para visualizar el evento. En función de su experiencia, Osiris ha decidido desarrollar charlas el día 1 de octubre en la localidad de *Perito Moreno* (Santa Cruz) y desplazarse al *Parque Patagonia* al día siguiente para realizar una observación pública gratuita con el apoyo del propio Parque, de la Fundación Rewilding y del Municipio de Perito Moreno.



En la Tabla 1 se indican las características del eclipse solar para distintas localidades ubicadas en la franja de anularidad, donde los horarios del eclipse están dados en hora local de Argentina y Chile (huso horario -3). Para tener información del eclipse para otras ciudades se puede visitar el [mapa interactivo](#) de Jubier (2020) y clickear en el lugar que se desee. Allí los horarios se encuentran en Hora Universal (UT) y hay que transformarlos a hora local (restarle tres horas para Argentina).

Tabla 1. Datos del eclipse solar para ubicaciones de Chile y Argentina desde donde se lo verá en forma anular. Los horarios están en Hora Oficial local (huso -3).

ECLIPSE ANULAR DE SOL – 2 DE OCTUBRE DE 2024 – CHILE Y ARGENTINA						
Localidad	Cochrane	Villa O’higgins	Las Horquetas	Parque Patagonia	Puerto S. Julián	Puerto Deseado
País	Chile	Chile	Argentina	Argentina	Argentina	Argentina
Hora de inicio del eclipse (altura del Sol)	15.57 hs (37,5°)	15.58 hs (36,6°)	15.59 hs (35,9°)	16.00 hs (36,3°)	16.03 hs (33,0°)	16.06 hs (32,6°)
Inicio anularidad	17.21 hs	17.21 hs	17.21 hs	17.23 hs	17.24 hs	17.27 hs
Hora de máximo eclipse (altura del Sol)	17.24 hs (25,4°)	17.23 hs (24,9°)	17.24 hs (24,0°)	17.25 hs (23,4°)	17.27 hs (21,1°)	17.29 hs (20,2°)
Fracción oclulta máxima del disco solar	85,6%	85,6%	85,5%	85,5%	85,4%	85,4%
Fin anularidad	17.27 hs	17.26 hs	17.28 hs	17.27 hs	17.29 hs	17.30 hs
Duración de la anularidad	5min 54seg	5min 32seg	6min 18seg	4min 19seg	5min 20seg	3min 44seg
Hora de fin del eclipse (altura del Sol)	18.42 hs (12,6°)	18.41 hs (12,5°)	18.42 hs (11,6°)	18.43 hs (11,2°)	18.42 hs (9,1°)	18.44 hs (7,8°)

Por su parte, en la Tabla 2 se indican las características del eclipse solar para distintas localidades de Argentina desde las cuales el eclipse se verá parcial, con el Sol cubierto en un porcentaje variable en función de la distancia a la franja de anularidad. Para ver esta información para otras localidades, visitar la página www.eclipses.com.ar o utilizar el [mapa interactivo](#) de Jubier (2020).



Tabla 2. Datos del eclipse solar para ciudades de Argentina en la zona de parcialidad. Las horas están en Hora Oficial de Argentina (huso horario – 3).

ECLIPSE PARCIAL DE SOL – 2 DE OCTUBRE DE 2024 – ARGENTINA						
Localidad	Bariloche	Mendoza	Córdoba	Rosario	Bs. Aires	Salta
Provincia	Río Negro	Mendoza	Córdoba	Santa Fé	CABA	Salta
Hora de inicio del eclipse (altura del Sol)	15.58 hs (40,3°)	16.06 hs (42,5°)	16.17 hs (37,5°)	16.21 hs (33,2°)	16.23 hs (30,0°)	16.24 hs (39,2°)
Hora de máximo eclipse (altura del Sol)	17.26 hs (26,4°)	17.27 hs (26,5°)	17.32 hs (21,9°)	17.35 hs (18,1°)	17.38 hs (15,1°)	17.28 hs (24,9°)
Fracción oculta máxima del disco solar	69,0 %	40,6 %	33,7 %	37,1 %	42,6 %	15,9 %
Hora de fin del eclipse (porcentaje eclipsado)	18.44 hs (12,1°)	18.39 hs (11,6°)	18.39 hs (7,8°)	18.41 hs (4,2°)	18.44 hs (1,6°)	18.25 hs (11,9°)

Medidas de seguridad para la observación de un eclipse solar

Resulta muy importante tener en cuenta que nunca debe observarse el Sol sin protección en los ojos dado que la retina puede ser dañada aún sin sentir molestias. Para ello hay que usar anteojos especiales para eclipses (que se compran en tiendas especializadas), los cuales que permiten el paso de una muy pequeña parte de la luz del Sol, o puede utilizarse un filtro de máscara de soldar de índice no menor a 14 (que se compra en ferreterías). El filtro mylar de los anteojos hace que el Sol se vea naranja, mientras que el filtro de la máscara de soldar hace que el Sol se vea verde (Figura 7). Pese a ser materiales seguros, en ningún caso hay que mantener mucho tiempo la vista hacia el Sol a través de ellos. Se recomienda dejar descansar la vista luego de 30 segundos de observación.

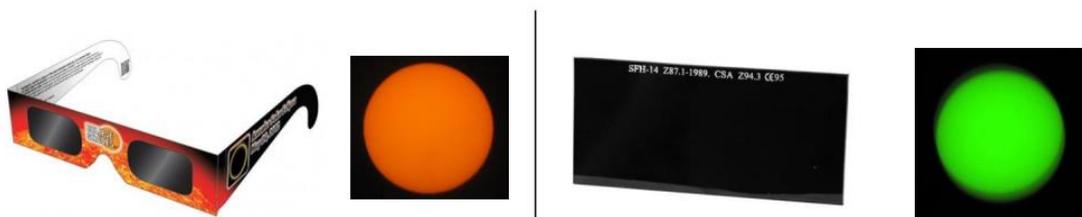


Figura 7: Métodos seguros para observar el eclipse solar en forma directa: anteojos para eclipses (el Sol se observa naranja) y filtro de máscara de soldar (el Sol se observa verde).

En consecuencia, ninguno de los métodos caseros que puedan estar a disposición en nuestra casa puede resultar seguro para observar el eclipse. En este sentido, no debe



observarse el Sol con radiografías, anteojos oscuros, etc, y menos con lentes o instrumentos ópticos como lupas, prismáticos o telescopios ya que es posible perder totalmente la visión. Un video de divulgación realizado por los estudiantes de Osiris acerca de la observación segura de un eclipse puede visualizarse [aquí](#).

Si no se cuenta con la posibilidad de acceder a los filtros anteriores, existen formas de apreciar un eclipse por proyección, donde el Sol se observa en forma indirecta al proyectar su imagen en una pantalla. Para ello será necesario construir una *cámara oscura*, que consiste en una caja o tubo largo de cartón al que se le coloca en un extremo un papel de aluminio o similar que impida el paso de la luz del Sol. Se debe realizar una abertura pequeña en dicho papel para dejar pasar la luz a través de dicha abertura, de forma tal que la imagen del Sol se proyecte en una hoja blanca colocada en el otro extremo de la caja o tubo. Para observar dicha imagen, en la parte posterior del dispositivo se debe realizar una abertura lateral a modo de ventana. De este modo, el frente de la caja deberá apuntarse hacia el Sol para que sus rayos ingresen por la abertura del frente y el observador quedará en todo momento de espaldas a dicho astro, protegiendo su vista y manteniendo la línea de visión hacia el interior de la caja a través de la ventana lateral (Figura 8).

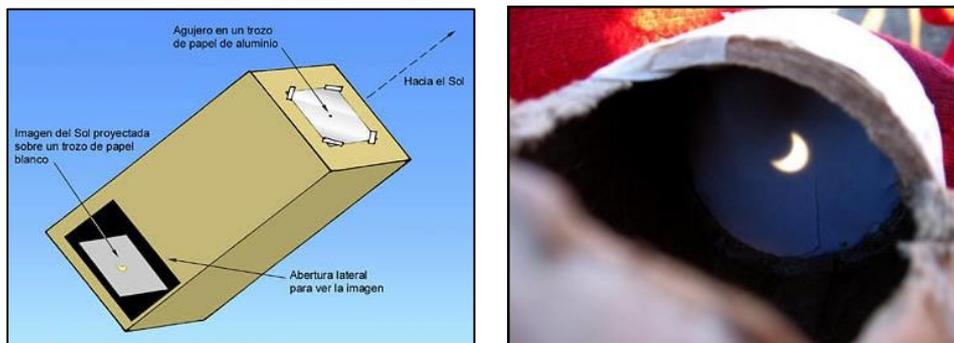


Figura 8. Izquierda: un diseño posible para el armado de una cámara oscura. Derecha: imagen de cómo se observa el Sol eclipsado en el fondo de una cámara oscura. Foto: Diego Galperin.

En el caso en que se cuente con telescopio o prismáticos, es posible observar en forma indirecta dejando pasar la luz del Sol a través del instrumento y proyectando su imagen sobre una superficie lisa que debe ser oscurecida mediante una caja o similar. De este modo, sólo quedará iluminado el sector que tiene al Sol proyectado, pudiendo incluso llegar a observarse manchas solares en el caso de que las haya en ese momento. En el telescopio es recomendable utilizar lentes de bajo aumento ya que producen imágenes más grandes y generan menos calor, además disminuir el tamaño de la entrada de luz colocando un cartón con una abertura más pequeña (Figura 9).

Por último, es posible adquirir un filtro especial para telescopios, el cual debe colocarse fijo delante del instrumento y cubrir la totalidad de la entrada de luz. Estos filtros se adquieren en comercios especializados y se solicitan en función del diámetro del telescopio. No deben usarse filtros que se colocan en el ocular del telescopio (donde se ubica el ojo) ya que pueden romperse debido a la alta temperatura y, en ese caso, dañar la visión de quien se encuentra observando.

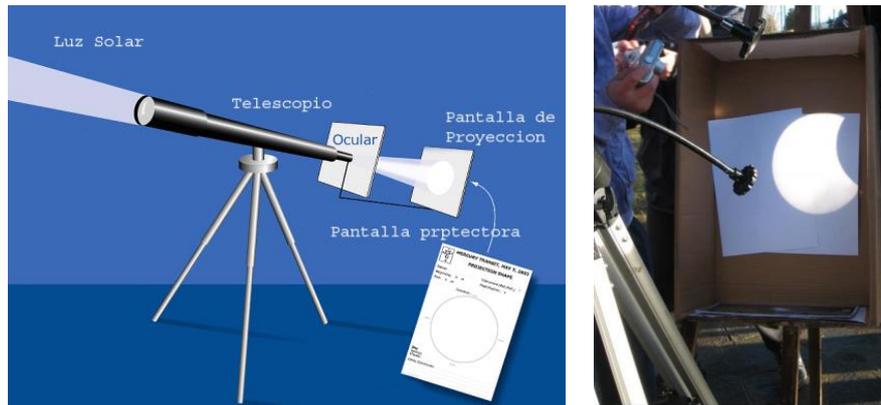


Figura 9. Izquierda: representación del dispositivo para observar el Sol en forma segura por proyección utilizando un telescopio. Derecha: foto de cómo se observa el Sol eclipsado al proyectarlo en una pantalla utilizando un telescopio. Foto: Diego Galperin.

Otros recursos sobre eclipses solares

Para finalizar, se brinda el acceso a otros recursos propios que pueden ser de interés para enseñar a estudiantes de las escuelas y para difundir a la comunidad sobre el próximo eclipse solar con el fin de que puedan prepararse para observarlo:

- *Propuesta didáctica* con actividades para desarrollar con estudiantes sobre el eclipse solar del 2 de octubre de 2024.
- Art Attack: *Video* sobre cómo armar una cámara oscura.
- *Charla virtual* explicativa sobre cómo prepararse para observar un eclipse solar.
- *Video* sobre la observación del eclipse anular de Sol del 26 de febrero de 2017.

Se espera haber logrado motivar y preparar a los asistentes para la observación del próximo eclipse solar. Se invita a compartir los registros del eclipse en las redes sociales del Grupo Astronómico Osiris (@astroosiris).

Referencias

Jubier, X. (2020). *Annular Solar Eclipse of 2024 October 2 from Patagonia in Argentina or Easter Island in Chile*. Consulta (3/3/2024): http://xjubier.free.fr/en/site_pages/solar_eclipses/xSE_GoogleMap3.php?Ecl=+20241002.



**Imágenes y enseñanza de la Astronomía.
Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia**

Andrés Raviolo

*Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales,
Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro*

araviolo@unrn.edu.ar

Resumen

En esta conferencia se exponen los principales fundamentos de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, los 12 principios que se desprenden de ella, y sus implicaciones para la enseñanza de la astronomía. Como multimedia se hace referencia a presentaciones o comunicaciones que incluyen palabras e imágenes orientadas a fomentar aprendizajes. Se presenta una clasificación de las imágenes de acuerdo a sus funciones comunicacionales y una secuencia para la “lectura” de una imagen que incluye tres niveles de interpretación. También se profundiza en la problemática del uso de diagramas y dibujos esquemáticos. Finalmente, se insta a reformular la relación que las/os profesores tenemos con respecto al uso de las imágenes y a integrarlas sistemáticamente en las clases, incluyendo la evaluación de aprendizajes.

Palabras clave: Imágenes; Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia; Enseñanza; Astronomía.

Introducción

Las ciencias naturales/experimentales son ciencias visuales. Además de las palabras se necesitan otras formas de comunicación, como las imágenes y símbolos para la construcción, comunicación y publicación del conocimiento científico. Esto se extiende para la difusión pública, el aprendizaje y la enseñanza.

A pesar de que ha habido un cambio total en el acceso a la información, que incluye imágenes de todo tipo, no se percibe un cambio en nuestra concepción y quehacer sobre el rol de las imágenes en la enseñanza. En este sentido, está disponible un gran número de imágenes estáticas (fotos, diagramas, gráficos, esquemas) y dinámicas (animaciones, simulaciones y videos). Pese a ello, no queda claro:

¿Cuál es el potencial de las imágenes en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias?

¿Cómo concebimos a las imágenes y a su rol en el aprendizaje? ¿Qué lugar y tratamiento le damos en la enseñanza?

¿Cómo elaborar diseños efectivos que empleen imágenes?

Se brindan reflexiones sobre estos aspectos con relevancia para la enseñanza de las ciencias naturales en general, con algunos ejemplos sobre astronomía.



Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM)

La TCAM brinda un marco teórico potente para la enseñanza de las ciencias. La premisa central de esta teoría es: “Se aprende más profundamente una información si es presentada con palabras e imágenes más que con palabras solas” (Mayer, 2009). Como multimedia se refiere a presentaciones o comunicaciones que incluyen palabras e imágenes orientadas a fomentar aprendizajes. Se circunscribe a imágenes con fines educativos. Mayer formula 12 principios para promover el aprendizaje de material multimedia. Estos principios, que están fundamentados teóricamente y se apoyan en una rigurosa evidencia empírica, son especialmente aplicables cuando el material a ser comprendido es complejo y cuando el aprendiz no dispone, o tiene poco, conocimiento previo. Por ello su pertinencia para las ciencias naturales-experimentales, porque es la situación que se presenta en las aulas. El contenido de esta conferencia puede complementarse con la lectura del artículo de Raviolo (2019).

Supuestos en los que se apoya la TCAM

En forma resumida se hace referencia a algunos supuestos básicos en que se apoya esta teoría.

1. *No equivalencia*: Imágenes y palabras sobre un contenido no son equivalentes, no dan la misma información. No son redundantes, reemplazables. No existe una medida de equivalencia del tipo “una imagen equivale a 1000 palabras”. Más bien tienen una naturaleza complementaria: el significado de las palabras se modifica con las imágenes y las palabras dan o dotan de sentido a las imágenes. Por ejemplo, en la Figura 1, se presenta un material que muestra cómo funciona un tipo de telescopio. El texto no se puede comprender sin la imagen y la imagen sin el texto.

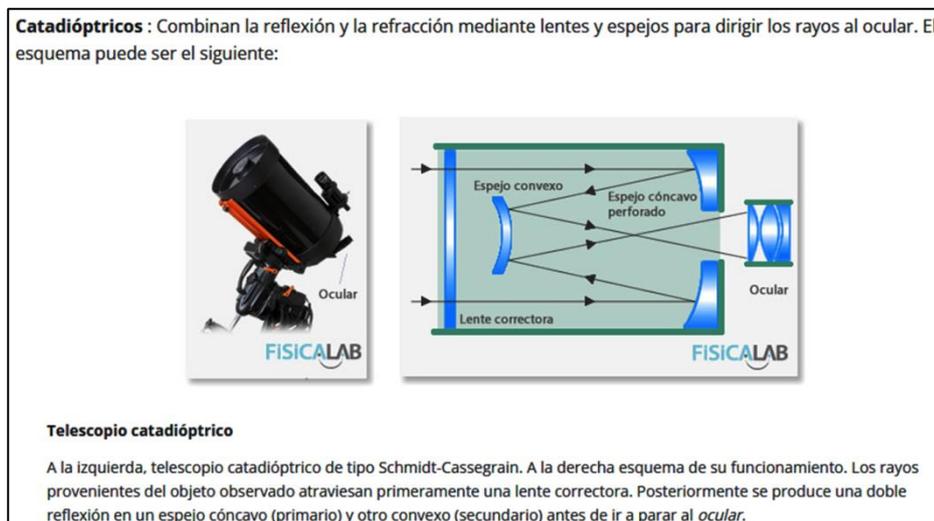


Figura 1. Complementariedad de imagen y texto.



2. *Canal dual*: La información auditiva/verbal y la información visual/pictórica se perciben, retienen y procesan en canales diferentes. La mente funciona con dos sistemas de procesamiento de la información, uno para material visual y otro para material verbal. Esto trae ventajas en capacidad, codificación en nuestra memoria y recuperación.

Se dispone de tres tipos de memoria. En la memoria sensorial se realiza la retención de imágenes y sonidos, atendiendo a la información relevante. En la memoria de trabajo tiene lugar la actividad principal del aprendizaje multimedia, allí se lleva a cabo el procesamiento de la nueva información la cual se mantiene activamente consciente. Allí se seleccionan sonidos e imágenes (filtro perceptivo) y se organiza la información seleccionada en representaciones mentales coherentes: modelo mental verbal y modelo mental pictórico. En la memoria de largo plazo se almacena la información proveniente de la memoria de trabajo. Para pensar sobre información almacenada en la memoria de largo plazo ésta debe ser traída a la memoria de trabajo.

3. *Procesamiento activo*: La actividad esencial es dar sentido a la información integrando representaciones pictóricas con verbales y relacionándolas con el conocimiento previo.

Las personas no son receptores pasivos del contenido a aprender, por el contrario, se involucran activamente en procesar la información entrante con el objeto de construir modelos mentales de los conceptos nuevos. Esto implica un esfuerzo cognitivo que produce aprendizajes más profundos, que van más allá del recuerdo y permiten su aplicación, o transferencia, a otras situaciones o problemas. Por ello, la motivación cumple un rol importante.

4. *Capacidad limitada*: la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada, se puede saturar, sobrecargarse, fácilmente. Cada uno de esos canales tiene una capacidad limitada. La memoria de trabajo de las personas puede retener un número limitado de palabras e imágenes al mismo tiempo. No así la memoria de largo plazo. Los principios del aprendizaje multimedia están orientados a evitar esa saturación.

Clasificación de las imágenes de acuerdo a sus funciones comunicacionales

En la Figura 2 se presenta la clasificación de Clark y Lyons (2011) en la que las imágenes útiles son las que ayudan a organizar o comprender el material, a darle sentido, teniendo una función explicativa. En este sentido, muchas imágenes no son útiles porque cumplen funciones *decorativas*, son frecuentes especialmente en libros para niños. Otras no son tan útiles porque, simplemente, cumplen funciones *representacionales*, como la foto de un objeto.

Entre las imágenes *explicativas* se distinguen: las *organizacionales* (que representan las relaciones cualitativas entre los componentes, como un esquema o red conceptual, una clasificación), las *relacionales* (que muestran relaciones cuantitativas entre variables, como gráficos y tablas), las imágenes *transformacionales* (que muestran cambios de un objeto en el tiempo o en espacio, un video que muestra etapas de un



proceso...) e imágenes *interpretativas* (que ilustran relaciones no visibles, hacen visibles y concretos a fenómenos intangibles), por ejemplo el uso de un diagrama de partículas (átomos, iones y moléculas), incorporan rayos de luz, vectores, trayectorias, sentidos de movimientos y rotaciones. Por su parte, las imágenes *nemotécnicas* ayudan a recordar los hechos o conceptos de la lección al transferir el significado de un dominio a otro diferente, por ejemplo imágenes de análogos.

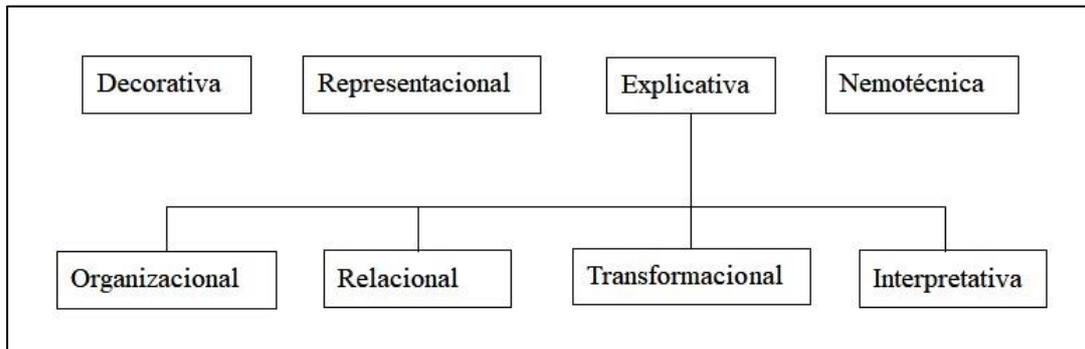


Figura 2. Clasificación de imágenes de acuerdo a funciones comunicacionales.

Principios del aprendizaje multimedia

Inicialmente se formularon 12 principios orientados a cumplir la función de no sobrecargar la memoria de trabajo y producir aprendizajes significativos.

Principio multimedia: se aprende más profundamente una información si es presentada con palabras e imágenes más que con palabras solas. Cuando se presentan juntas palabras e imágenes el aprendiz tiene la oportunidad de construir modelos mentales verbales y pictóricos, y conexiones entre ellos. Ante la presentación verbal de un contenido, puede pasar que el aprendiz no recurra a ninguna imagen, que procese solo información verbal y produzca un aprendizaje memorístico que olvidará pronto. O que asocie esas palabras a imágenes inadecuadas y genere concepciones erróneas. Con la presentación, por parte del profesor, de imágenes apropiadas aumenta la probabilidad de que se generen aprendizajes más adecuados y profundos.

Principio de la modalidad: es mejor que la imagen sea acompañada de palabra narrada más que de palabra escrita. De esta forma el canal visual de la memoria de trabajo se ocupa solo de procesar la imagen. Por ejemplo, es mejor una animación narrada que una animación con el texto en forma escrita.

Principio de redundancia: las imágenes deben ser acompañadas con la narración hablada solamente, sin la presentación de lo que se narra en forma de texto escrito. Cuando no ocurre esto, el aprendiz trata de reconciliar ambas fuentes de información verbal, produciendo una distracción y sobrecarga de memoria. Esto es muy frecuente en las presentaciones de diapositivas cuando se lee de la pantalla textos largos.

Principio de la coherencia: afirma que se aprende mejor una información cuando material extraño es excluido más que cuando es incluido. Persiste la suposición



errónea de que mientras más cargada, con más detalle, esté la imagen mejor es para el aprendizaje. Es mejor excluir palabras e imágenes irrelevantes, por más que puedan ser interesantes. Prescindir también de sonidos y música, de palabras y símbolos innecesarios, de exceso de detalles. La interferencia de material extraño, o innecesario, puede desviar la atención de las ideas centrales y/o saturar la capacidad de procesamiento. Recordemos que esta teoría se refiere a imágenes con fines educativos y por lo tanto no da lo mismo cualquier imagen.

Principio de contigüidad espacial: sostiene que se aprende mejor la información cuando el texto, y su imagen correspondiente, están físicamente integrados en el texto o en la pantalla. Al preparar un material escrito o una diapositiva, o si seleccionamos un texto, se debe tener en cuenta este principio. La explicación de una figura debe estar cerca de la misma, los rótulos de cada parte cercanos a lo que nombra. El hecho de, por ejemplo, ubicar las etiquetas o rótulos cerca de los objetos más que en una lista separada evita realizar búsquedas y, por lo tanto, libera recursos cognitivos. En la actualidad este principio es, generalmente, tenido en cuenta por los diseñadores de libros de texto.

Principio de contigüidad temporal: este principio sostiene que para que la narración sea efectiva, palabras e imágenes deben presentarse simultáneamente, al mismo tiempo, en lugar de consecutivamente. Con esto no es necesario mantener en la memoria de trabajo un tipo de representación mientras se logra el acceso al segundo tipo. Cuando el sujeto mantiene al mismo tiempo las representaciones verbales y las pictóricas en su memoria de trabajo es más probable que construya conexiones significativas entre ambas. Si la imagen tiene una complejidad espacial, puede requerir más tiempo al aprendiz entenderla, por ello este principio es más útil con estudiantes con habilidades espaciales altas.

Otros principios, que pueden profundizarse en Raviolo (2018) son los principios de: de la imagen, de la personificación o del agente, de la personalización, de la voz, de pre-entrenamiento, de señalamiento y de la segmentación.

Niveles de “lectura” o de aprendizaje de una imagen

No toda imagen es igualmente eficiente para fines educativos. Las imágenes tienen complejidad propia, tienen distintos niveles de interpretación, que pueden generar dificultades para su comprensión.

Aprendizaje de la información explícita: se refiere a la interpretación de los aspectos superficiales, perceptivos, de lo que se ve. De los trazos o las partes, no por lo que representan. Si se pueden discernir claramente las partes, si es una imagen saturada. Tiene que ver con el acceso a las partes de la imagen; señalar, ubicar, una parte o un objeto de una imagen es hacer un nivel de lectura de la información explícita. Dificultad para buscar información en la imagen. Depende de la disposición física del material, de cómo se arreglan las partes, su ordenación, relacionado con la presentación del material. Influencia de la perspectiva y demanda de habilidades espaciales.



Aprendizaje de la información implícita: se trata de la interpretación de información tácita: lo que representa cada parte, de las convenciones del simbolismo. Los supuestos implícitos. Tiene que ver con la complejidad de la información, que puede obstaculizar la construcción de representaciones del material en la memoria de trabajo. Facilita su acceso el uso explícito de etiquetas y referencias. Los docentes ingenuamente creemos que los supuestos, convenciones y simbolismos que están en las imágenes son compartidos entre especialista y aprendiz. Es necesario negociar significados, corroborar que todos entendemos (vemos) lo mismo.

Aprendizaje de la información conceptual: se refiere a la interpretación global de la imagen relacionada al propósito por la cual se construyó, los aspectos teóricos subyacentes, la idea básica que pretende transmitir en el contexto educativo. Aprender la información esencial, a la que apunta la imagen. ¿Con qué intención se construyó esa imagen? Su acceso dependerá de la motivación del estudiante, indispensable para realizar el esfuerzo cognitivo de darle sentido al material, a organizar la información en representaciones coherentes e integrarlas, de relacionarla con el conocimiento previo.

Por otro lado, la comprensión de una imagen se dificulta a nivel implícito si un mismo signo se usa con distintos significados. En la Figura 3 se aprecia una representación del movimiento diario del Sol en el cielo. El trazo de la línea tiene distintos significados: la semicircunferencia es la trayectoria, pero el círculo ovalado por la perspectiva no es una trayectoria, es una sección transversal, el plano, etc.

En astronomía se usan muchos esquemas simplificados, dado que no respetan escalas. Por ejemplo, representaciones del modelo Sol – Tierra - Luna. Estos esquemas poseen una complejidad intrínseca, dado que representan cuerpos de muy diferente tamaño (tamaños extraordinariamente grandes), situados a distancias inmensas (inconcebibles), con movimientos de algunos cuerpos respecto de los otros (movimientos relativos), incluyendo imágenes estáticas de diferentes momentos que forman parte de secuencias continuas.

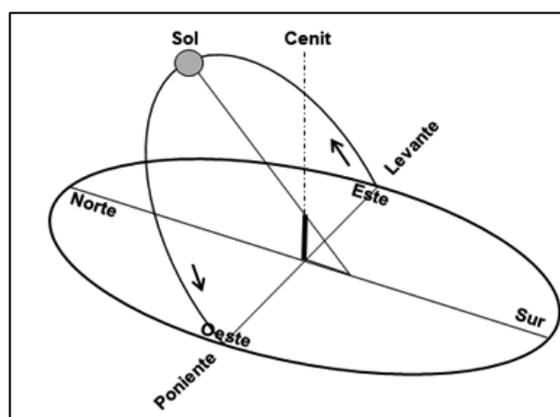


Figura 3. Aprendizaje de información implícita en una representación del movimiento diario del Sol en el cielo.



Las figuras que se muestran en esta presentación son *diagramas*. Los diagramas constituyen ilustraciones simplificadas o esquemáticas en los que prima la representación de las relaciones prescindiendo de los detalles. Son contruidos con la intención de mostrar las partes y entidades de un sistema y las relaciones entre ellas. Cumplen funciones explicativas y, por lo tanto, no pueden prescindir de las palabras. Hay evidencias de que se aprende mejor un contenido desde diagramas, es decir desde imágenes simplificadas más que desde imágenes realistas con exceso de información y detalle.

Lectura de información explícita y demanda de habilidades espaciales

Para comprender ciertas imágenes es necesario contar con habilidades mentales espaciales para acceder o interpretar información explícita, incluso implícita. Habilidad espacial es la capacidad para generar, retener y manipular mentalmente imágenes espaciales abstractas. Investigaciones muestran correlaciones positivas entre el rendimiento en asignaturas de ciencias y el dominio de habilidades espaciales medidas a través de test estandarizados. Por ejemplo, las siguientes tres habilidades espaciales: orientación espacial, rotación espacial y visualización espacial (Figura 4).

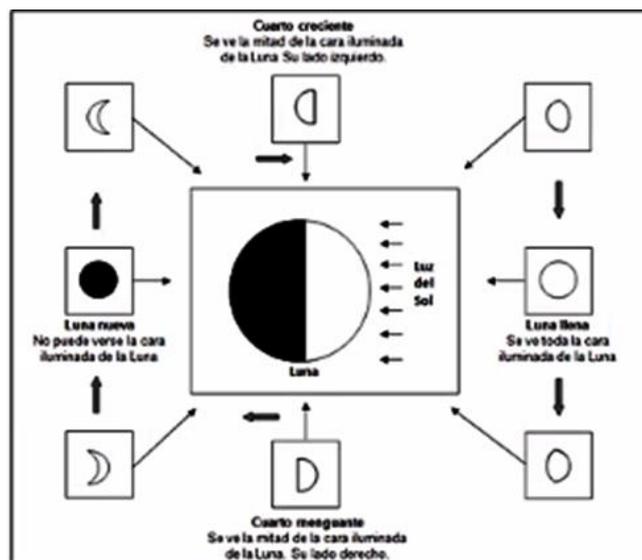


Figura 4. Imagen que requiere habilidades espaciales de orientación necesarias para comprenderla.

La *orientación espacial* es la habilidad para imaginar cómo un objeto o arreglo se vería desde una perspectiva diferente mediante la reorientación del observador. La *rotación espacial* tiene que ver con la habilidad en tareas que requieren de una rotación mental de un objeto en un plano o en el espacio (observador fijo). La *visualización espacial* se refiere a la habilidad para realizar tareas mentales que requieren del movimiento o desplazamiento de las partes de una figura. Por ejemplo, de una parte respecto a otra, o de movimientos relativos de los astros. En todas estas habilidades se ponen en juego las conexiones recíprocas entre 2D y 3D.



En el análisis de imágenes astronómicas en libros de primaria, Galperín y Raviolo (2017) hallaron que las fases de la Luna es el tema en el cual se suelen detectar más errores conceptuales y didácticos. Se mencionan como causas de estos errores:

(a) las habilidades visoespaciales que se requieren para su comprensión; por ejemplo, apreciar desde distintos puntos de referencia a la Luna, que se encuentra iluminada siempre por la mitad por el Sol.

(b) la utilización inadecuada de materiales didácticos diseñados en el hemisferio norte, los cuales no se corresponden con lo que se observa en el cielo desde el hemisferio sur. Un ejemplo de esto son las imágenes que muestran a la Luna creciente con su lado derecho iluminado, en forma contraria a cómo se la puede ver en el cielo desde la Argentina.

Influencia de las concepciones sobre el papel que cumplen la imágenes en la enseñanza y el aprendizaje

Existe una tradición de devaluación de la imagen en contextos escolares académicos (quizás porque aprendimos así y solemos enseñar como nos enseñaron), donde la comunicación primordial, priorizada, valorizada es la palabra (oral y escrita), la que se solicita en las evaluaciones, la que define la acreditación del proceso educativo.

Si a toda imagen le adjudicamos los atributos de una foto, imagen reproductiva, concebiremos las imágenes como “auto evidentes”, “transparentes” y por tanto, que no necesitarán explicación. Creeremos que las imágenes más realistas, de mayor semejanza a lo que representan, o las que posean mayor grado de detalle, serán las mejores para el aprendizaje.

Al soslayar la naturaleza construida de la mayoría de las imágenes que se presentan, no abordaremos la complejidad epistemológica de las mismas, dado que combinan realidad y modelo. Asumiremos que las imágenes representan un conocimiento “verdadero” dado que está a la vista la “evidencia”, bajo la suposición de “ver para creer”. Fomentaremos la noción errónea de que los modelos son copias de la realidad, que un modelo es mejor cuanto más se parezca a lo que representa.

Si concebimos a las imágenes como más “sencillas” que las palabras, asumiremos que éstas se recordarán y comprenderán más fácilmente y serán más adecuadas para los niveles educativos iniciales. De este modo estaremos obviando las dificultades intrínsecas que suelen poseer las imágenes. También descansaremos en la función motivacional de las imágenes (hasta decorativas) y en el ilusorio rol de que ayudan a los estudiantes menos dotados intelectualmente.

De estas creencias se desprende una concepción de aprendizaje que sostiene que hay una relación directa entre representaciones externas e internas, que las ilustraciones se almacenan como fotos en la cabeza, que su aprendizaje es por impregnación pasiva, minimizando el rol mental activo del aprendiz.



Reflexiones finales

La astronomía es una ciencia muy visual, que posee un contenido educativo complejo debido a poseer: vocabulario específico, cantidad de información, abstracción, simbolismo, habilidad espacial, etc. El contenido se suele presentar a estudiantes que generalmente no cuentan con un conocimiento previo, que no disponen de imágenes de los sistemas o entidades que se van a abordar, o cuentan con ideas erróneas generalmente implícitas. Dar respuesta a esta problemática, del aprendizaje de un contenido complejo por parte de un aprendiz sin conocimiento previo es a lo que principalmente apunta la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, por ello su particular relevancia para el aprendizaje y la enseñanza.

Desde esta perspectiva, se produce el aprendizaje significativo como producto del proceso activo de integración de las representaciones verbales y pictóricas con el conocimiento previo almacenado en la memoria de largo. Este proceso requiere que el o la estudiante esté motivado.

Los principios mencionados buscan reducir el esfuerzo cognitivo necesario para aprender desde imágenes y palabras y reafirman la imprescindible función explicativa del profesor. Esto implica que el profesorado no hable en “el aire”, en abstracto, o solo a partir de palabras, ecuaciones y símbolos, sino, por el contrario, que las palabras hagan referencia a imágenes, y que estas imágenes sean explicadas oralmente. Mejor aún si se emplean imágenes distintas y complementarias para el mismo contenido, por ejemplo, diagramas contruidos haciendo foco en distintos aspectos del mismo.

Las imágenes cuentan con su complejidad propia. Muchas veces los estudiantes se quedan solo con una lectura superficial o “textual” de la imagen. Generalmente no llegan a la comprensión conceptual de la imagen, porque no tienen conocimiento de la información implícita, de lo que representa cada parte o entidad, de qué está compuesto el sistema estudiado. La diferencia con los expertos es que éstos no solo saben el contenido conceptual en particular (la interpretación conceptual de una imagen), sino sobre todo la información implícita, las convenciones, supuestos y símbolos. El experto rápidamente reconoce e identifica de la información explícita, de lo que se muestra, dado que cuenta con un conocimiento previo que le permite categorizar, incluir como un ejemplo o un caso de un concepto más abarcador que lo contiene. Existe un problema de comunicación entre docentes (expertos) y alumnos (novatos) al no compartir el mismo vocabulario, símbolos y convenciones.

Por lo tanto, es necesario que los profesores muestren imágenes, las expliquen, las narren, facilitando la integración palabra - imagen. También es importante negociar significados facilitando la construcción conjunta del sentido de la imagen, de la idea básica que transmite. Es necesario crear las condiciones para que las/os estudiantes pregunten con frecuencia: “Profesor, ¿qué estamos viendo en la imagen?, ¿de qué está hablando?”. Con ello estarían demandando la presentación de imágenes de los sistemas que se están abordando, y de las palabras que les dan sentido.



Muchas veces, los y las estudiantes no visualizan los sistemas físicos que se están tratando en las clases. Una enseñanza basada en palabras, números, ecuaciones y símbolos, sin experimentos ni manipulación de materiales y con pocas visualizaciones macro y micro de los sistemas, hace que los estudiantes no cuenten con imágenes mentales, o cuenten con inadecuadas.

Se sugiere en la enseñanza mostrar imágenes, por ejemplo en presentaciones con diapositivas, y dar un tiempo para que los estudiantes las describan y expliquen; o entregar imágenes impresas en papel a grupos de estudiantes para que las discutan. En ambos casos el profesor evalúa las respuestas y brinda apoyo sobre la información implícita, orientando su comprensión conceptual.

Este posicionamiento didáctico se tendría que manifestar en la evaluación, incorporando imágenes en forma sistemática y añadiendo problemas acompañados de ilustraciones o situaciones problemáticas realizadas con capturas de pantalla. Por ejemplo, en los exámenes finales es pertinente presentar diagramas, tablas, gráficos y pedirles a los alumnos que los expliquen, primero en forma escrita y luego oralmente.

De este modo, con preguntas orientadas el docente puede evaluar el grado de integración y adecuación entre representaciones verbales y pictóricas y su relación con el conocimiento previo. En este sentido, será útil que el profesor prepare un banco de imágenes en color y reemplace ítems de evaluación tradicional, como ejercicios numéricos, por este tipo de actividad conceptual. Con ello la evaluación se constituye en una instancia de aprendizaje, no solo de acreditación.

Referencias bibliográficas

- Clark, R. y Lyons, C. (2011). *Graphics for learning* (2nd ed.). San Francisco: Pfeiffer.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2017). Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 12(1), 1-11.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Raviolo, A. (2018). Enseñanza de la química y principios del aprendizaje multimedia. *Educación en la Química*, 24(2), 95-114.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. *Educación Química*, 30(2), 114-128.



Eclipses de Sol: Espectáculos de la naturaleza con mirada científica

Josep Masalles

Universidad Autónoma de Barcelona

josep.masalles@uab.cat

Resumen

La naturaleza en nuestro planeta nos presenta lugares de gran belleza y fenómenos espectaculares que son apreciados por todos. Menos conocida por buena parte de la población, mayoritariamente urbana, es la belleza del Cosmos: la Luna, los planetas, los cometas, las nebulosas, las galaxias, etc. Y también lo son fenómenos astronómicos que podemos observar, como los eclipses, los tránsitos, las ocultaciones, las auroras polares, las salidas y puestas de Sol, etc. Todos estos fenómenos pueden ser apreciados mejor si conocemos su fundamentación científica. A su belleza intrínseca se le añade la del conocimiento. Y por eso queremos destacar la belleza del Universo con mirada científica. En esta sesión hablaremos de algunos de los fenómenos más espectaculares: los eclipses de Sol. También dedicaremos un tiempo para comentar los próximos eclipses de Sol y muy especialmente los que tendrán lugar en 2024, uno de los cuales podrá observarse el 2 de octubre en la Patagonia Argentina, en la región de Santa Cruz, donde podremos disfrutar de todo el proceso de ocultación del disco solar culminando en el espectacular anillo en el momento de la centralidad del eclipse anular. Hablaremos de como estudiarlo, observarlo y fotografiarlo con seguridad.

Palabras clave: Eclipses; Sol; Luna; Astrofotografía.

Introducción

Los eclipses de Sol son uno de los fenómenos astronómicos más singulares y a la vez más bellos que se pueden contemplar. Ocurren con cierta frecuencia considerando el planeta globalmente, pero son muy escasos en un lugar concreto de la Tierra lo que hace un acontecimiento que puede observarse en muy pocas ocasiones a menos que nos desplazemos a los lugares donde la trayectoria del eclipse lo hace visible.

El conocimiento previo del fenómeno y de los movimientos del sistema Sol-Tierra-Luna nos permite conocer con exactitud las fechas, horas y lugares donde será posible verlo. Además, el conocimiento de las diferentes fases del eclipse y sus detalles nos permitirán apreciar mejor la belleza del fenómeno y poder obtener los datos y mediciones que se hayan programado.

En la ponencia se repasó la fundamentación astronómica de los eclipses y se presentaron fotografías que muestran las diferentes fases de los eclipses anulares y totales. Asimismo, se mostraron técnicas para la observación segura y su fotografía.

Desarrollo

A continuación se presentan algunas de las imágenes que se mostraron en la ponencia y que ejemplifican los diferentes tipos y fases de los eclipses, poniendo especial atención en los eclipses solares.

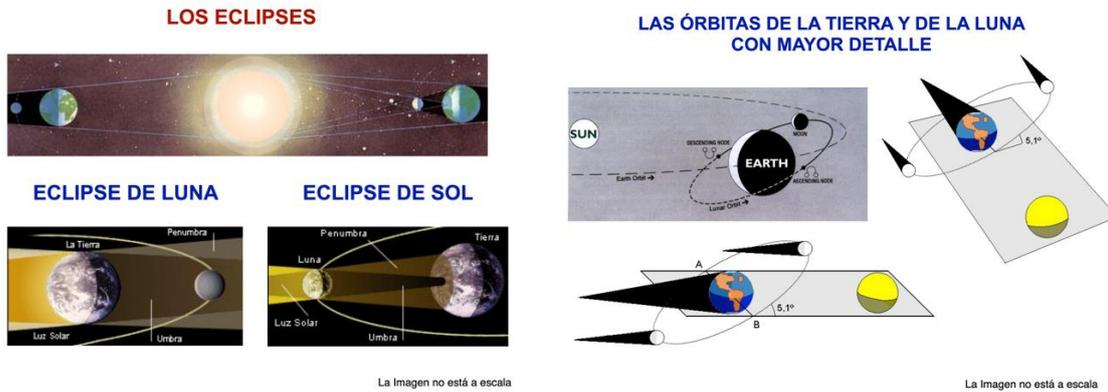


Figura 1. Izquierda: esquema de las posiciones del Sistema Sol-Tierra-Luna en los eclipses. Derecha: detalle de la inclinación de las órbitas del Sistema Sol-Tierra-Luna

Ejemplo de un de eclipse total de Luna



Figura 2. Secuencia del eclipse total de Luna del 21 de enero de 2019 observado en Vilanova i la Geltrú (Barcelona).

Ejemplos de eclipses anulares de Sol

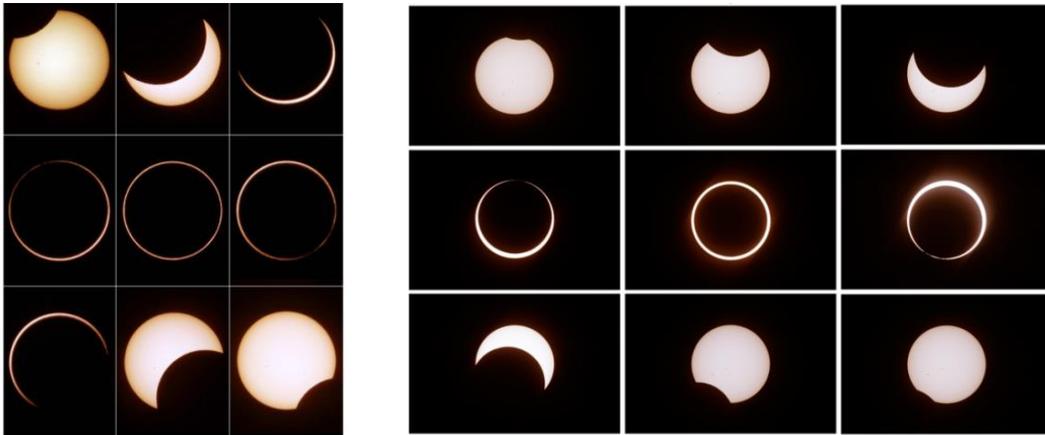


Figura 3. Izquierda: secuencia del eclipse anular del 26 de febrero de 2017 observado en Sarmiento (Chubut, Argentina). Derecha: secuencia del eclipse anular del 14 de octubre de 2023 observado en Albuquerque (New México).



Figura 4. Observación por proyección (izquierda) y fotografía con filtro (derecha) el 26 de febrero de 2017 en Sarmiento (Chubut, Argentina).

Protección y seguridad ante todo



Figura 5. Observación con gafas solares (izquierda) y fotografía con filtro Baader (derecha).

Ejemplos de eclipses totales de Sol



Figura 6. Secuencia del eclipse total de Sol del 20 de abril de 2023 observado en Exmouth (Western Australia).



Figura 7. Secuencia de la fase parcial del eclipse total de Sol del 21 de agosto de 2017 observado en Huntington (Oregon, USA).



Figura 8. Perlas de Baily y Anillo de diamante (izquierda) y protuberancias visibles (derecha) en el eclipse total de Sol del 21 de agosto de 2017 observado en Huntington (Oregon, USA).



Figura 9. Tercer contacto en el eclipse total de Sol del 21 de agosto de 2017 observado en Huntington (Oregon, USA). Pueden apreciarse protuberancias y las Perlas de Baily hasta la reaparición de la fotosfera del Sol.



Figura 10. Corona solar en el eclipse total de Sol del 21 de agosto de 2017 observado en Huntington (Oregon, USA).

El próximo Eclipse Anular de Sol

El próximo eclipse solar será anular y podrá observarse en una trayectoria que cruza el continente sudamericano a la altura de la provincia de Santa Cruz, en Argentina.

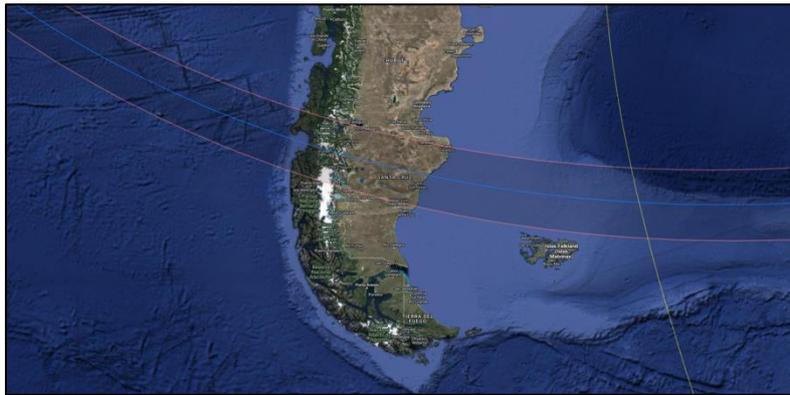


Figura 11. Trayectoria del próximo eclipse anular de Sol visible en la Patagonia argentina el 2 de octubre de 2024.

Resultados

La ponencia se basó fundamentalmente en la muestra de imágenes de diferentes eclipses y de sus diferentes fases. Pueden observarse muchas más imágenes en el blog que recoge los eclipses observados por el autor:

Eclipses de Luna: <https://astronomia.josepmasalles.cat/eclipsis-de-lluna/>

Eclipses de Sol: <https://astronomia.josepmasalles.cat/eclipsis-de-sol/>

Otros temas de Astronomía: <https://astronomia.josepmasalles.cat/>

Cierre y conclusiones

Los eclipses han ofrecido una gran oportunidad para el estudio y comprensión del Cosmos a lo largo de la historia de la astronomía y del conocimiento en general del universo. Todas las culturas desde la antigüedad los han observado con fascinación y a menudo con temor. La diferencia fundamental es el conocimiento y la comprensión del fenómeno frente a la ignorancia, la superstición y las explicaciones míticas.

Los eclipses han proporcionado pistas sobre la topografía de la Luna y los eclipses solares, en particular, han permitido estudiar la atmósfera solar y la física de nuestra estrella más cercana. A su vez, han permitido validar teorías como la Relatividad General de Einstein mediante la observación de las estrellas cercanas al Sol durante el eclipse de 1919.

Los eclipses son acontecimientos que siguen proporcionando datos que permiten conocer mejor la comprensión del universo, pero que a su vez son un espectáculo de una belleza incomparable y que siguen produciendo emoción entre sus observadores. Sin duda, su conocimiento añade una dosis de belleza a su observación.

La ponencia pretendía poner de manifiesto el fenómeno astronómico y su belleza, así como efectuar recomendaciones para su observación y para su captación fotográfica.



Uso didáctico del sistema de referencia topocéntrico: cómo vincular a los estudiantes con su entorno celeste

Diego Galperin

*Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales,
Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro*

dgalperin@unrn.edu.ar

Resumen

La astronomía es un área de gran interés. Pese a ello, la mayoría de las personas no comprende cómo se desplazan los astros en el cielo y los fenómenos astronómicos más cotidianos (día/noche, estaciones y fases lunares). Aquí analizaremos si estas dificultades pueden tener su origen en la utilización de explicaciones “heliocéntricas”, basadas en el movimiento de los astros vistos desde el espacio exterior, dejando de lado la posibilidad de utilizar explicaciones “topocéntricas”, basadas en el movimiento de los astros en el cielo. Se presentará una propuesta de enseñanza fundamentada en la utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico.

Palabras clave: Astronomía; Enseñanza; Enfoque topocéntrico; Propuesta didáctica; Observación del cielo.

Introducción

La enseñanza y el aprendizaje acerca de los fenómenos astronómicos cotidianos (día/noche, estaciones del año y fases lunares) constituye un área de investigación en didáctica de las ciencias que intenta provocar una mejora en la explicación de estos fenómenos por parte de estudiantes de todos los niveles educativos. En este sentido, investigaciones realizadas ponen de manifiesto la escasa comprensión de los mismos por parte de estudiantes de diferentes edades, pero también de los docentes que deben enseñarlos. A su vez, se han detectado errores conceptuales en libros escolares presentes en las escuelas y, también, en videos educativos o de divulgación disponibles en internet. Por último, la mayoría de estos materiales ponen escaso énfasis en vincular dichos fenómenos con lo que puede observarse a simple vista en el cielo, privilegiando explicaciones e imágenes basadas en algo que no podemos ver: el movimiento de la Tierra y la Luna en el espacio exterior.

En función de esta realidad, aquí se esboza un resumen de las dificultades a partir de resultados propios y de otros investigadores junto con los fundamentos disciplinares y didácticos de la utilización del sistema de referencia topocéntrico. Este punto de vista permite describir el movimiento de los astros en el cielo para, a partir de ellos, explicar los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares. Para finalizar, se brinda una propuesta didáctica para su enseñanza en las aulas.



Sistemas de referencia en la enseñanza de la astronomía

Un sistema de referencia constituye un sistema de convenciones para poder medir y precisar la posición y otras magnitudes de un objeto, siendo su elección un aspecto crucial para el análisis y la comprensión de los fenómenos físicos. En este sentido, el principio de relatividad del movimiento sostiene que cada observador puede elegir el sistema de referencia que prefiera ya que carece de sentido hablar de movimiento absoluto de un cuerpo debido a que sólo podemos referirnos a la posición o el desplazamiento de un objeto en relación a otro. En consecuencia, cobra relevancia la decisión acerca de cuál sistema elegir con el fin de lograr que los fenómenos a analizar aparezcan de la forma más simple posible (Landau, Ajeizer y Lifshitz, 1973).

En el caso de los fenómenos astronómicos, se utilizan distintos sistemas de referencia en función del origen elegido para cada uno y de las coordenadas que se definan a partir de dicho origen. Así, los sistemas más utilizados son los que tienen como origen:

- a) un punto de la superficie terrestre (sistema de referencia *topocéntrico*).
- b) el centro de masa de la Tierra (sistema de referencia *geocéntrico*).
- c) el centro de masa del Sistema Solar (sistema *heliocéntrico*).

Cuando se utiliza el sistema de referencia heliocéntrico, los fenómenos astronómicos cotidianos se explican a partir del movimiento de la Tierra y la Luna en el espacio exterior. Este sistema es utilizado mayoritariamente en los materiales educativos y de divulgación pese a que requiere determinadas habilidades mentales visoespaciales para su comprensión (Raviolo, 2019):

- a) *orientación espacial*: imaginar un objeto o fenómeno desde una perspectiva diferente a la propia.
- b) *rotación espacial*: rotar mentalmente un objeto en un plano o en el espacio.
- c) *visualización espacial*: realizar tareas mentales que requieren del movimiento o desplazamiento de las partes de una figura.

En cambio, el sistema de referencia topocéntrico permite explicar los mismos fenómenos a partir del movimiento del Sol y la Luna en el cielo tal como podemos observarlos desde nuestra ubicación en la superficie de nuestro planeta. En este sentido, dado que la Tierra es esférica, cada persona verá a los astros moverse en el cielo de forma diferente, en función de dónde se encuentre. De esta forma, la utilización de este sistema permite tener como objetivo la construcción de un *modelo cinemático celeste topocéntrico*, el cual permite explicar los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares a partir de los movimientos del Sol y la Luna en el cielo descritos desde el lugar donde cada uno vive. (Galperin, 2016).

En función de lo anterior, el ciclo día/noche puede ser explicado adecuadamente en forma heliocéntrica como consecuencia de la rotación terrestre o en forma topocéntrica como causado por el movimiento diario del Sol en el cielo (Galperin y Sáez, 2023). Este último punto de vista tiene la ventaja de tener relación con las vivencias cotidianas, haciendo posible la realización de observaciones del cielo y la comprensión de cuestiones cotidianas a las que no se les suele prestar atención.



Del mismo modo, las estaciones del año pueden ser explicadas topocéntricamente a partir del movimiento norte – sur del Sol en el cielo a lo largo de un año (Galperin, 2022), lo que resulta más sencillo para los estudiantes que explicar el fenómeno heliocéntricamente como una consecuencia de la inclinación del eje terrestre en conjunto con su traslación en torno al Sol.

Por último, las fases lunares pueden ser explicadas en forma topocéntrica como causadas por el movimiento propio de la Luna hacia el este de un día al otro, lo que provoca que cambie su posición en el cielo y, en consecuencia, su ángulo en relación al Sol (Galperin, Alvarez y Santa Ana, 2022).

A continuación se presentan dificultades detectadas en relación a la enseñanza de la astronomía.

Dificultad 1: escasa comprensión de los fenómenos astronómicos cotidianos

Las investigaciones acerca de las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos ponen en evidencia su escasa comprensión por parte de estudiantes y de docentes (Vega Navarro, 2007), además de revelar una escasa presencia de propuestas que vinculen su enseñanza con la observación del movimiento de los astros en el cielo (Galperin y Raviolo, 2014). En este sentido, se han podido clasificar y categorizar las explicaciones sobre el día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares que brindan estudiantes y docentes (Galperin, 2016).

Para el ciclo día/noche, se han clasificado las respuestas dentro de las siguientes categorías de modelos mentales (Johnson Laird, 1983), los cuales se encuentran ejemplificados en la Figura 1. Los modelos $M_{D/N-1}$ y $M_{D/N-4}$ son correctos desde un punto de vista heliocéntrico o topocéntrico, respectivamente.

$M_{D/N-1}$ - *Modelo científico heliocéntrico*: rotación de la Tierra en el espacio (sin Luna).

$M_{D/N-2}$ - *Modelo de rotación*: rotación de la Tierra con el Sol y la Luna opuestos.

$M_{D/N-3}$ - *Modelo de alternancia*: el Sol está en el cielo de día y la Luna de noche.

$M_{D/N-4}$ - *Modelo científico topocéntrico*: presencia o ausencia del Sol en el cielo.



Figura 1. Categorías de modelos sobre la causa del ciclo día/noche (Galperin, 2016).

En la Figura 2 se indica la presencia porcentual de cada uno de estos modelos en las respuestas dadas por estudiantes de nivel primario y secundario y docentes.

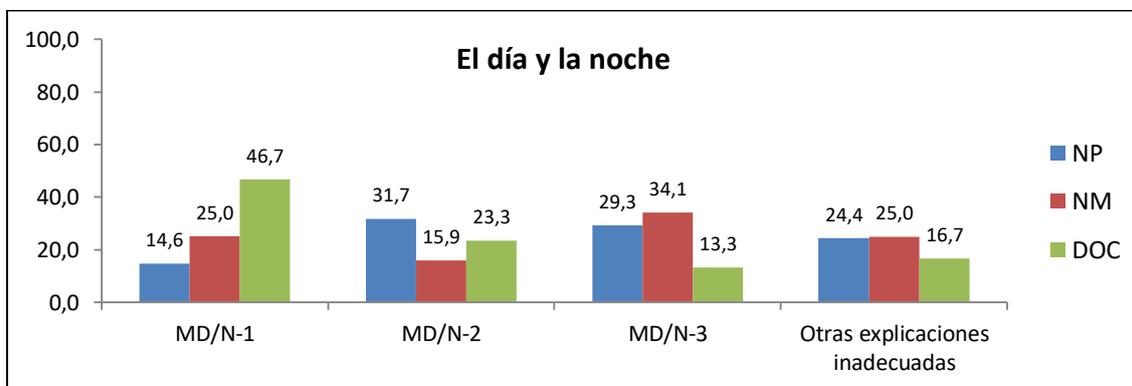


Figura 2. Presencia porcentual de cada modelo mental en estudiantes de 6to. y 7mo. grado de nivel primario (azul), de 1ro. a 3er. año de nivel secundario (rojo) y en docentes (verde).
Fuente: Alvarez, Galperin y Quinteros, 2018; Galperin, Prieto y Heredia, 2018.

Como puede notarse, el modelo científico heliocéntrico $M_{D/N-1}$ (rotación de la Tierra sin dibujar a la Luna) se encuentra poco presente en los niveles primario y secundario. Además, sólo un 46,7% de los docentes utiliza esta explicación. Por el contrario, más de la mitad de los docentes brinda explicaciones inadecuadas pese a ser un fenómeno muy cotidiano y relativamente sencillo de comprender.

En cuanto a la causa de las estaciones del año, se han identificado los siguientes modelos mentales, los cuales se encuentran ejemplificados en la Figura 3. El modelo M_{EA-3} es correcto:

M_{EA-1} - *Modelo de distancia variable*: la Tierra se acerca o se aleja del Sol.

M_{EA-2} - *Modelo de traslación*: la traslación de la Tierra provoca las estaciones.

M_{EA-3} - *Modelo científico heliocéntrico*: traslación de la Tierra e inclinación del eje.

M_{EA-4} - *Modelo de cambios en el paisaje*: nieve, caída de hojas, lluvias, frío, etc.

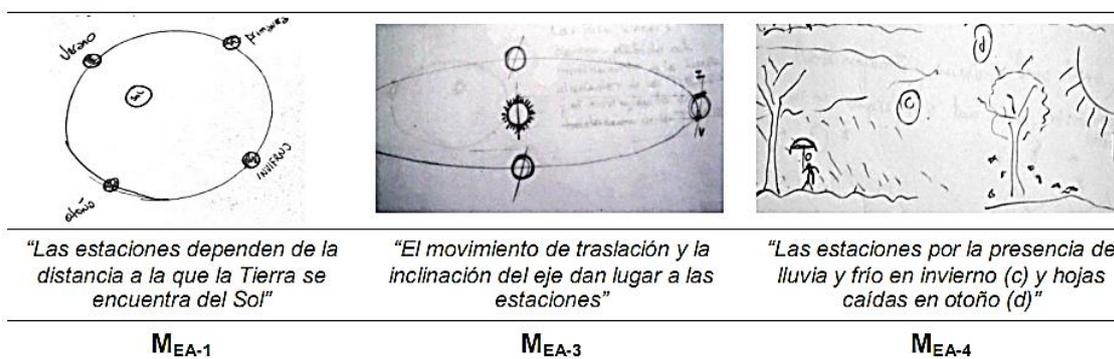


Figura 3. Categorías de modelos sobre la causa de las estaciones del año (Galperin, 2016).



En la Figura 4 se indica la presencia porcentual de cada uno de estos modelos en las respuestas dadas por estudiantes y docentes.

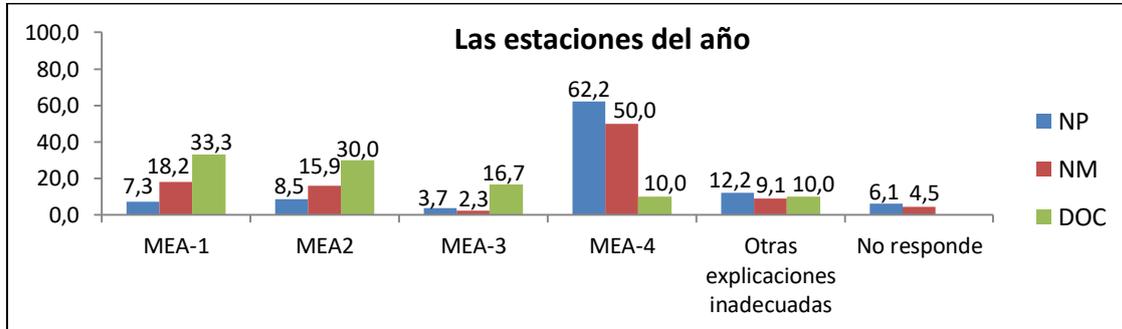


Figura 4. Presencia porcentual de cada modelo mental sobre la causa de las estaciones del año en estudiantes de 6to. y 7mo. grado de nivel primario (azul), de 1ro. a 3er. año de nivel secundario (rojo) y en docentes (verde). Fuente: Alvarez et al., 2018; Galperin et al., 2018.

Como puede notarse, el modelo científico heliocéntrico M_{EA-3} (traslación de la Tierra con su eje inclinado) se encuentra casi ausente en los niveles primario y secundario, detéctandose en sólo un 16,7% de los docentes. Por el contrario, el modelo que plantea que las estaciones del año se deben a cambios en el paisaje (confundiendo causa con consecuencias) se encuentra muy presente en primaria y secundaria, siendo mayor la proporción de docentes que sostiene como causa a la distancia variable entre la Tierra y el Sol (M_{EA-1}). De esta manera, queda en evidencia que los estudiantes expresan mayoritariamente una explicación inadecuada basada en lo que observan a su alrededor (M_{EA-4}), mientras que la mayoría de los docentes presentan explicaciones heliocéntricas, pero también inadecuadas (M_{EA-1} y M_{EA-2}).

Por último, en cuanto a la causa de las fases lunares, se han identificado los siguientes modelos mentales, los cuales se encuentran ejemplificados en la Figura 5. El modelo M_{FL-4} es correcto:

M_{FL-1} - *Modelo de ángulo de incidencia*: el Sol ilumina poco o mucho a la Luna.

M_{FL-2} - *Modelo de revolución*: la revolución lunar provoca las fases (no explica).

M_{FL-3} - *Modelo de eclipse*: la Tierra da sombra sobre una parte de la Luna.

M_{FL-4} - *Modelo científico heliocéntrico*: la Luna se ve distinta al cambiar de posición respecto al Sol a medida que se mueve en su órbita.

En la Figura 6 se indica la presencia porcentual de cada uno de estos modelos en las respuestas dadas por estudiantes y docentes. Se visualiza que el modelo científico heliocéntrico M_{FL-4} se encuentra ausente en los estudiantes, detéctandose en sólo un 10% de los docentes. Por el contrario, la mayoría de los estudiantes no logra esbozar una explicación del fenómeno al no responder o al sólo dibujar lunas en sus distintas fases (no siempre correctas). Por su parte, un 63,3% de los docentes brinda explicaciones inadecuadas sobre el fenómeno (M_{FL-1} , M_{FL-2} y M_{FL-3}), mientras que un 26,7% sólo dibuja lunas en distintas fases sin poder dar una explicación.

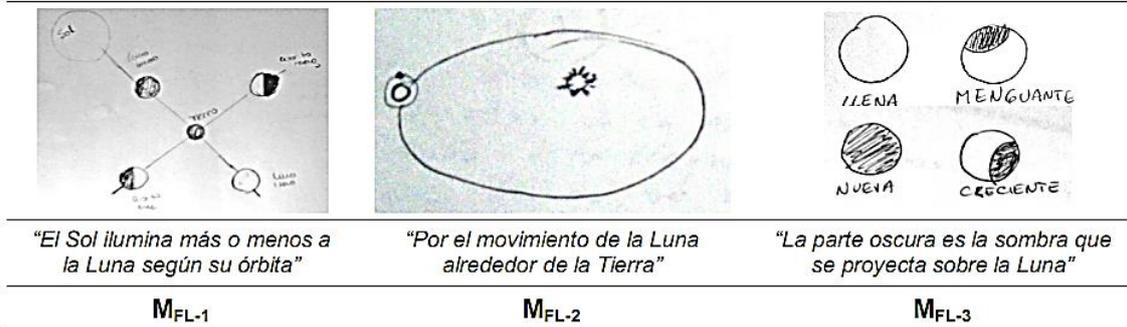


Figura 5. Categorías de modelos sobre la causa de las fases lunares (Galperin, 2016).

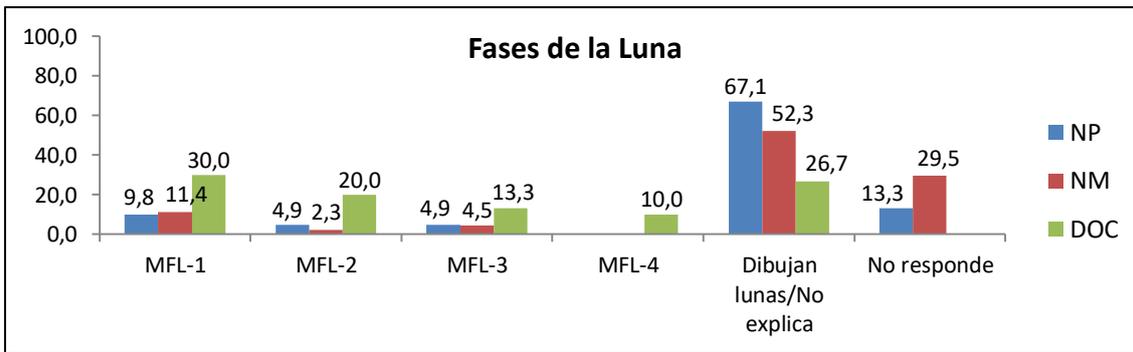


Figura 6. Presencia porcentual de cada modelo mental sobre la causa de las fases lunares en estudiantes de 6to. y 7mo. grado de nivel primario (azul), de 1ro. a 3er. año de nivel secundario (rojo) y en docentes (verde). Fuente: Alvarez et al., 2018; Galperin et al., 2018.

Como conclusión, es posible afirmar que la mayoría de los estudiantes y docentes indagados no comprende los fenómenos astronómicos más cotidianos.

Dificultad 2: la presencia de errores en los libros escolares

En relación con las causas de las dificultades de comprensión de los fenómenos astronómicos cotidianos (día y noche, estaciones del año y fases lunares) tanto por parte de estudiantes como de docentes, se han detectado errores conceptuales y didácticos en libros de texto presentes en las escuelas (Galperin y Raviolo, 2017) y en videos educativos y de divulgación disponibles en Internet (Galperin et al., 2020). En este sentido, la aparición de errores conceptuales implica una comprensión inadecuada del fenómeno natural que se intenta explicar por parte de los autores del texto, como indicar que la noche está asociada con la Luna o que el Sol sale siempre por el este. Por su parte, los errores didácticos son aquellos que promueven aprendizajes inadecuados o refuerzan las concepciones alternativas de los estudiantes debido al tratamiento didáctico que se realiza del contenido. Por ejemplo, incluyendo a la Luna en las imágenes que intentan explicar el ciclo día/noche, lo que refuerza la idea de que la Luna se observa todas las noches, o dibujando la órbita terrestre demasiado ovalada, lo que puede reforzar la concepción alternativa que sostiene que las estaciones se deben a la distancia variable entre la Tierra y el Sol.

En la Figura 7 se muestran imágenes extraídas de distintos libros escolares que poseen errores relacionados con la explicación del fenómeno del día y la noche. En las mismas se asocia el ciclo día/noche con la traslación terrestre (imagen 1), con la salida del Sol siempre por el este (imagen 2), con la presencia de la Luna en el cielo nocturno (imagen 3) o con las actividades que se realizan en cada horario sin ningún vínculo con la causa del fenómeno (imagen 4).



Figura 7. Imágenes extraídas de libros escolares que presentan errores conceptuales y didácticos sobre el ciclo día/noche. Fuente: Galperin y Raviolo, 2017.

En la Figura 8 se presentan imágenes extraídas de distintos libros escolares que poseen errores relacionados con la explicación de las estaciones del año. En las mismas se asocia el fenómeno con los cambios en el paisaje y con las actividades que se suelen realizar en cada estación sin brindar una explicación sobre ello (imagen 1), con trayectorias distintas del Sol a lo largo del año que no coinciden con lo que realmente sucede en el cielo (imagen 2), con la inclinación variable del eje terrestre a medida que la Tierra se traslada (imagen 3) o con una órbita demasiado elíptica (imagen 4).

Por último, la Figura 9 muestra distintas imágenes de libros escolares relacionadas con la explicación de las fases lunares, las cuales poseen errores conceptuales y didácticos. En ellas se representa a la Luna tal como se la vería desde el hemisferio norte sin explicar la causa del fenómeno (imagen 1), una Luna al lado de otra como si sucediesen en la misma noche y se viesen todas sin cambios de posición ni de horario (imagen 2), con la Luna iluminada por la Tierra y no por el Sol (imagen 3) o mostrando la órbita lunar sin explicar la causa de la observación de las distintas fases (imagen 4).

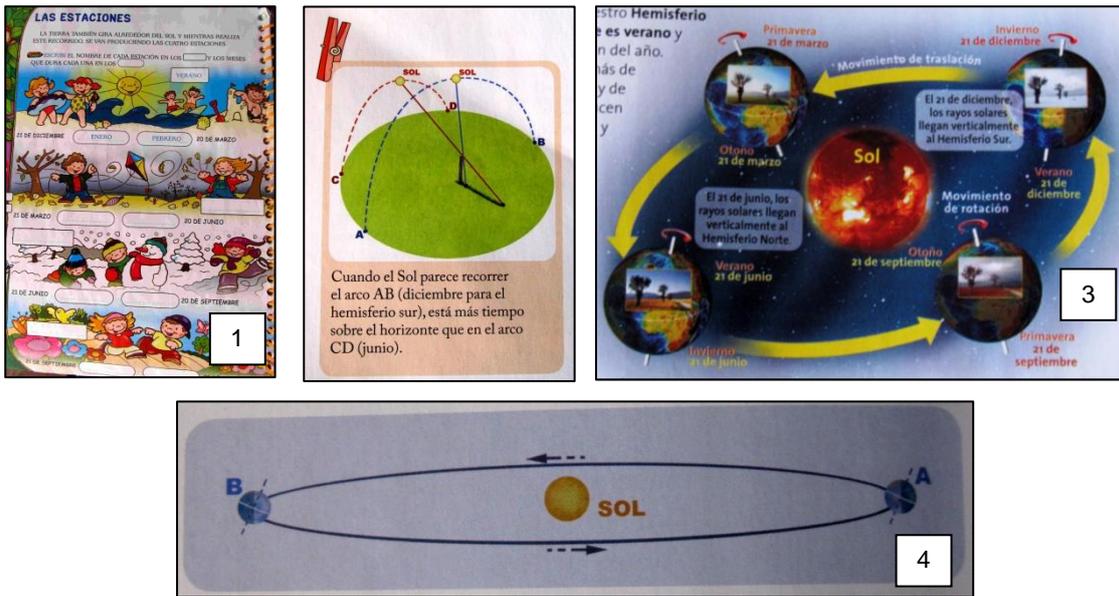


Figura 8. Imágenes extraídas de libros escolares que presentan errores conceptuales y didácticos sobre las estaciones del año. Fuente: Galperin y Raviolo, 2017.



Figura 9. Imágenes presentes en libros escolares con errores conceptuales y didácticos en relación al fenómeno de las fases lunares. Fuente: Galperin y Raviolo, 2017.

Como queda en evidencia, los libros escolares consultados no resultan adecuados para ser utilizados como material de trabajo para los estudiantes o para consulta de los docentes. Esto provoca serias dificultades ya que un docente de nivel primario no necesariamente puede tener conocimiento en profundidad de todos los contenidos que debe enseñar. Además, es posible que estos fenómenos no se enseñen en los profesorados, o que se lo haga en forma superficial o enciclopedista sin relación con lo que se observa en el cielo, dado que se suele suponer que son sencillos y que basta un video o una maqueta para ser comprendidos.



Dificultad 3: el sistema heliocéntrico como único objetivo de enseñanza

Como modo de explicar algunas de las dificultades de comprensión detectadas en los estudiantes, es posible afirmar que las mismas pueden tener su origen en la utilización casi exclusiva del sistema de referencia heliocéntrico en los libros, videos y materiales curriculares, dejando de lado la posibilidad de explicar los mismos fenómenos en forma topocéntrica a partir del movimiento del Sol y la Luna en el cielo.

En este sentido, las dificultades de uso del sistema de referencia heliocéntrico se deben a que requiere habilidades visoespaciales para su comprensión, conocimientos anteriores y la superposición de dos puntos de vista diferentes: el externo a la Tierra junto con el visible desde su superficie. A su vez, muchos estudiantes suelen presentar dificultades en la visualización de modelos tridimensionales, y en la representación bidimensional de objetos tridimensionales, por lo que les resulta complejo poder trabajar desde una perspectiva distinta a la propia: la de un observador en un punto de la superficie terrestre (Parker y Heywood 1998). Estos resultados ponen en cuestionamiento la pertinencia de enseñar los fenómenos astronómicos cotidianos desde un punto de vista heliocéntrico desde los primeros años de la escuela primaria:

"La construcción de un punto de vista heliocéntrico implica un número complejo de factores y no parece apropiado esperar una comprensión de dicha noción antes de la adolescencia temprana. Parece importante reconocer que los alumnos pueden construir nociones intermedias antes de moverse a un punto de vista heliocéntrico" (Baxter, 1989, p. 511).

"La comprensión de la teoría heliocéntrica y su adecuada utilización para explicar los movimientos aparentes de los astros no es fácil para los niños del último ciclo de primaria. Tal comprensión demanda aceptar dos hechos clave que en absoluto resultan intuitivos; uno es la esfericidad de la Tierra y nuestra posición en ella, y otro es su movimiento continuo y regular. Ambos encierran problemas de aprendizaje debidos fundamentalmente a la limitada capacidad de abstracción y visión espacial de los estudiantes de esta edad" (García Barros et al., 1995, p. 3).

"Aunque el sistema Sol-Tierra-Luna puede representarse mediante un modelo físico simple, el razonamiento visoespacial requerido es complejo. Para explicar las fases lunares se requiere cambiar de perspectiva desde un punto de vista en el espacio a uno en la Tierra" (Subramaniam y Padalkar, 2009, p. 18).

Por último, la utilización del sistema de referencia heliocéntrico no implica relación alguna con el entorno celeste de los estudiantes, lo que genera un distanciamiento entre los contenidos desarrollados en la escuela y su utilidad práctica. Por ejemplo, puede suceder que un estudiante conozca los movimientos que realizan los astros en el espacio y que, al mismo tiempo, desconozca que el Sol casi nunca sale por el este.

En función de lo mencionado, la propuesta didáctica a presentar a continuación tendrá como premisa la utilización preponderante del sistema de referencia topocéntrico.



Una propuesta topocéntrica para la enseñanza de los fenómenos astronómicos

A continuación se presenta la síntesis de las actividades de una secuencia para la enseñanza de los fenómenos astronómicos cotidianos a estudiantes de nivel primario basada en la utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico. La misma promueve la construcción de un modelo cinemático celeste descriptivo, explicativo y predictivo de los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares y ha sido implementada y evaluada con resultados muy favorables (Galperin, 2016). La secuencia completa y otros materiales pueden descargarse de [aquí](#).

Actividad 1. Indagación individual: *“Poniendo en juego nuestras ideas sobre los fenómenos astronómicos”*. Tema: ideas iniciales sobre día/noche, estaciones y fases.

Actividad 2. *“Poniendo en juego nuestras ideas sobre el movimiento”*. Discusión y explicación grupal. Tema: movimiento relativo.

Actividad 3. *“¿Cómo es el recorrido diario del Sol?”*. Uso del programa Stellarium. Tema: movimiento diario del Sol.

Actividad 4. *“Armado de una maqueta para representar el movimiento diario del Sol y explicar el día y la noche”*. Actividad final individual. Tema: el día y la noche.

Actividad 5. *“¿Cómo se desplaza el Sol en el cielo a lo largo del año?”*. Actividad utilizando Stellarium. Tema: movimiento anual del Sol.

Actividad 6. Grupal: *“Armado de una maqueta que represente el movimiento anual del Sol. Explicación de las estaciones del año”*. Actividad individual. Tema: las estaciones.

Actividad 7. *“Movimiento diario de la Luna”*. Actividad utilizando Stellarium. Sistematización y explicación. Relación con el movimiento del Sol. Tema: movimiento diario lunar y su similitud con el movimiento diario del Sol.

Actividad 8. *“Movimiento propio de la Luna en el cielo”*. Actividad usando Stellarium. Relación con las fases. Tema: movimiento propio y fase creciente.

Actividad 9. *“Movimiento propio de la Luna en el cielo de una mañana a la otra”*. Actividad usando Stellarium. Relación con las fases lunares. Tema: fase menguante.

Actividad 10. *“Movimiento propio de la Luna en el cielo”*. Actividad usando Stellarium. Relación con las fases lunares. Tema: explicación de las fases lunares.

Actividad 11. Actividad grupal: *“Movimiento propio de la Luna. Las fases lunares”*. Sistematización y explicación de esquemas. Armado de una maqueta con la posición de la Luna en distintas fases. Tema: posición de la Luna en sus distintas fases.

Actividad 10. Evaluación. Actividad final grupal: explicación de día/noche, estaciones y fases. Actividades finales individuales: revisión de ideas iniciales y completar frases y dibujos.

En la Figura 10 se presentan consignas, actividades y esquemas explicativos presentes en la secuencia didáctica con el fin de visualizar el modelo que se pretende construir con los estudiantes. Como puede notarse, todas las actividades se relacionan con lo que se observa a simple vista en el cielo desde la superficie terrestre.

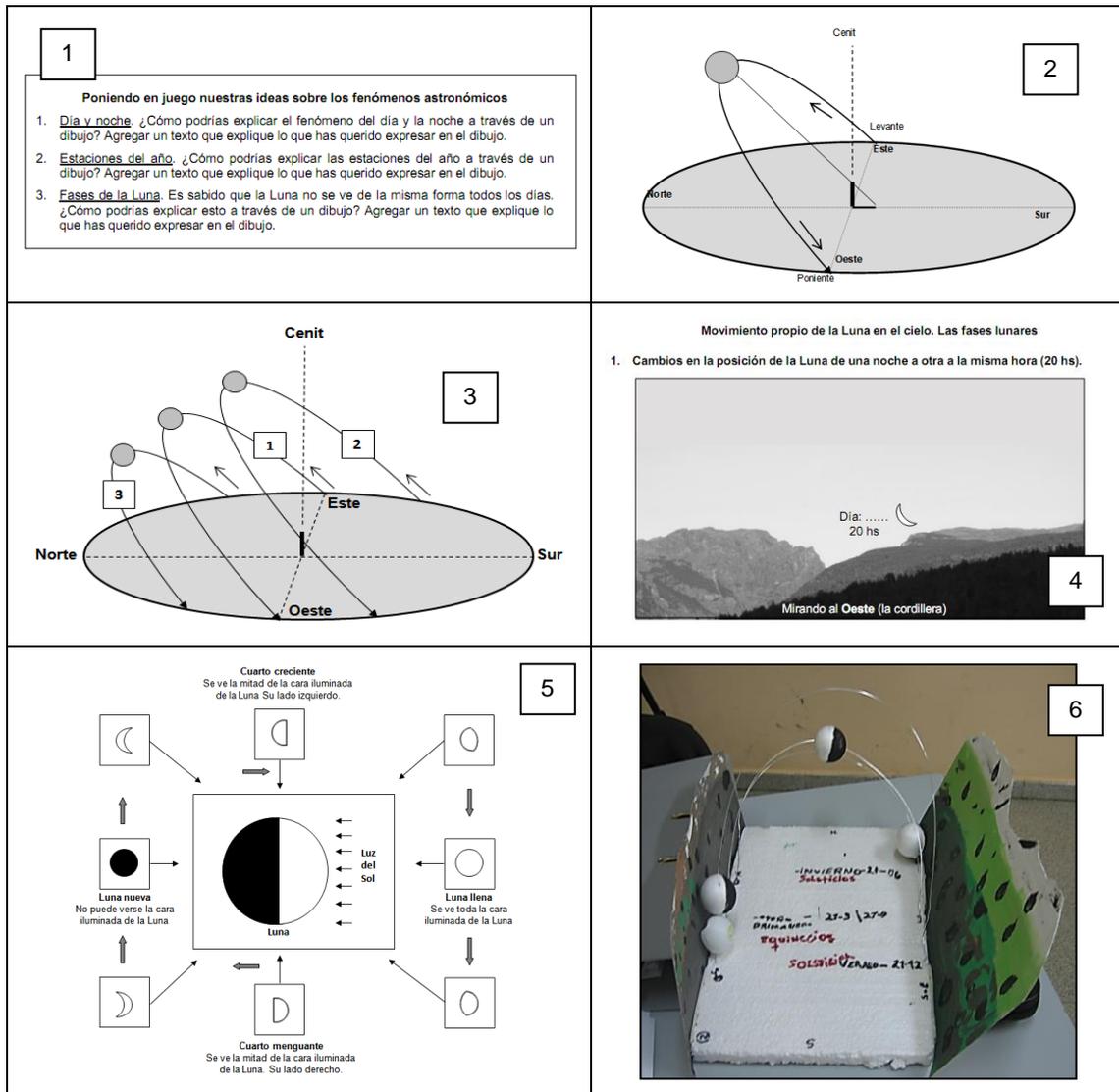


Figura 10. Actividades y representaciones presentes en la secuencia didáctica topocéntrica.

La figura anterior muestra la consigna inicial a resolver por los estudiantes (imagen 1), los esquemas correspondientes al movimiento diario y anual del Sol (imágenes 2 y 3), la consigna de la actividad de observación de la Luna cada día que pasa a la misma hora usando Stellarium (imagen 4), la actividad para representar cómo se observa desde distintos puntos de vista un objeto como la Luna iluminado por la mitad (imagen 5) y la maqueta final a construir explicativa del día y la noche, las estaciones del año y la fase lunar creciente (imagen 6).

La propuesta fue evaluada en forma cuantitativa y cualitativa con estudiantes de 6to. grado de nivel primario, pudiendo visualizarse modificaciones significativas en los modelos explicativos utilizados por los estudiantes (Figura 11).



Figura 11. Comparación de modelos explicativos de los estudiantes antes y después del desarrollo de la propuesta didáctica topocéntrica.

Como puede notarse en la figura anterior, al comparar las representaciones iniciales de los estudiantes (arriba) con las realizadas al finalizar la secuencia de actividades (abajo), es notable el cambio de modelo que utilizan. Mientras que al inicio utilizan una representación heliocéntrica en la que el ciclo día/noche se explica por la traslación del Sol en el espacio girando en torno a la Tierra, al finalizar logran explicar y relacionar el fenómeno con el movimiento diario del Sol de oriente a occidente. Del mismo modo, mientras que al inicio asocian las estaciones con un Sol más grande o más chico en el cielo, al final logran vincular las estaciones con el cambio del lugar de salida del Sol a lo largo del año tomando como referencia a un cerro que se ubica hacia el este. Por último, mientras que al inicio sostienen las fases lunares se deben a la sombra de la Tierra cayendo sobre la Luna, al finalizar dibujan que las fases cambian a medida que se modifica la posición de la Luna en el cielo a lo largo de un mes. En función del análisis realizado, es posible concluir que la propuesta didáctica topocéntrica implementada resultó significativa para la mayoría de los estudiantes (Galperin, 2016).

Conclusiones

Como se ha mostrado, la mayor parte de los estudiantes y docentes no logra comprender fenómenos astronómicos tan cotidianos como el día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares. Esto puede tener como una de sus causas que las imágenes incluidas en los libros escolares poseen errores conceptuales y didácticos que suelen reforzar concepciones inadecuadas. A su vez, resulta casi exclusiva la utilización del sistema de referencia heliocéntrico, con sus dificultades asociadas, dejando de lado la posibilidad de brindar explicaciones topocéntricas, las cuales poseen mayor sencillez y gran relación con el entorno cercano.



La implementación de una propuesta topocéntrica para la construcción de un modelo del movimiento del Sol y la Luna en el cielo, el cual permite explicar el día y la noche, las estaciones y las fases lunares, resultó ser eficaz al mostrar una evolución favorable de los modelos utilizados por los estudiantes. A su vez, posee relación directa con lo que ellos pueden percibir a simple vista en el cielo sin necesidad de tener que “salir” imaginariamente al espacio exterior para explicar dichos fenómenos. Esto pone en cuestionamiento los diseños didácticos “heliocéntricos” en los que los estudiantes visualizan a la Tierra y sus movimientos “desde” el espacio exterior, los cuales son frecuentemente utilizados desde el nivel inicial.

En este sentido, resulta relevante lo que expresan Shen y Confrey (2010): “*Las razones por las cuales las personas aceptan el sistema heliocéntrico hoy en día probablemente no sean muy diferentes a las presentes en la antigüedad cuando el sistema geocéntrico era la ortodoxia*”. (p. 22)

Podemos concluir, entonces, que la utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico constituye una alternativa viable a los escasos resultados logrados por el enfoque heliocéntrico tradicional de enseñanza de la astronomía.

Referencias

- Álvarez, M., Galperin, D. y Quinteros, C. (2018). Indagación de las concepciones de estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. y Sica, F. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 129-142. Tandil: UNICEN.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Tandil, Argentina.
- Galperin, D. (2022). Diseño de una secuencia topocéntrica de enseñanza-aprendizaje de las estaciones del año para nivel primario. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 101-117.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2014). *Sistemas de referencia en la enseñanza de la Astronomía. Un análisis a partir de una revisión bibliográfica*. Latin American Journal of Physics Education, 8(1), 136-148.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2017). Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 12(1), 1-11.
- Galperin, D., Prieto, L. y Heredia, L. (2018). Concepciones de docentes sobre las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. y Sica, F. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 116-128. Tandil: UNICEN.
- Galperin, D., Álvarez, M., Heredia, L. y Haramina, J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(no. extra), 125-133.



- Galperin, D., Alvarez, M. y Santa Ana, M. (2022). ¿Cómo se mueve la Luna en el cielo? Evaluación de una secuencia para la construcción de un modelo topocéntrico para la explicación de las fases lunares. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2), 33-51.
- Galperin, D. y Sáez, R. (2023). Casitas luminosas: diseño e implementación de una secuencia para la enseñanza del movimiento diario del Sol a estudiantes de tercer grado de educación primaria. *Actas VI Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, La Plata, Argentina.
- García Barros, S., Mondelo, M. y Martínez Losada, C. (1995). ¿Qué vemos en el cielo? Una introducción a la enseñanza de la Astronomía. *Suplemento Aula* 44, 34, 2-18. Barcelona: Graó Educación Gilbert, J. y Boulter, C. (2000). *Developing Models in Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge University Press.
- Landau, L., Ajezer, A. y Lifshitz, E. (1983). *Curso de Física General. Mecánica y Física molecular*. Mir: Moscú.
- Parker, J. y Heywood, D. (1998). The earth and beyond: developing of primary teachers' understanding of basical astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20(5), 503-520.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. *Educación Química*, 30(2), 114-128.
- Subramaniam, K. y Padalkar, S. (2009). Visualisation and Reasoning in Explaining the Phases of the Moon. *International Journal of Science Education*, 31(3), 395-417.
- Shen, J. y Confrey, J. (2010). Justifying Alternative Models in Learning Astronomy: A study of K-8 science teacher's understanding of frames of reference. *International Journal of Science Education*, 32(1), 1-29.
- Vega Navarro, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.



TRABAJOS PRESENTADOS



**Astronomía en la niñez.
Una propuesta lúdica en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar**

Quinteros, Johana

Observatorio Astronómico Félix Aguilar

ing.jquinteros@gmail.com

Resumen

Desde hace 50 años, en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar se reciben grupos de estudiantes de diferentes escuelas de la provincia. Para los visitantes más pequeños, niños y niñas de nivel inicial y primario, la astronomía suele ser compleja de entender. En este trabajo se mostrará cómo la incorporación de actividades lúdicas durante el paseo en el Observatorio brinda una experiencia divertida e inolvidable para los más pequeños, lo cual ayuda al aprendizaje y comprensión de conceptos astronómicos presentes en nuestra vida cotidiana.

Palabras clave: Educación; Actividades lúdicas; Astronomía.

Abstract

For 50 years, the Félix Aguilar Astronomical Observatory has received students from different schools. For the youngest visitors, boys and girls of Kindergarten and Elementary School, astronomy is usually complex to understand. This paper will show how the incorporation of playful activities during the walk in the Observatory, it provides a fun and unforgettable experience for the little ones, which helps them learn and understand astronomical concepts present in our daily lives.

Keywords: Education; Playful activities; Astronomy.

Introducción

Desde sus inicios, el Observatorio Astronómico Félix Aguilar (OFA) se convirtió en una institución que despertó la curiosidad de la sociedad sanjuanina en general, particularmente de la comunidad educativa. A partir de 1960 el OFA recibe estudiantes de diferentes niveles educativos para realizar visitas guiadas por los profesionales (docentes e investigadores) que trabajan en las diferentes líneas de investigación.

El grupo etario que concurre al Observatorio es muy amplio, ya que se reciben estudiantes de nivel inicial, últimos años de nivel primario y secundario. Por lo tanto, hay que adaptar el nivel de complejidad de las explicaciones de acuerdo a los



requisitos de los estudiantes, pero aun así resulta difícil captar la atención de los pequeños. Actualmente el recorrido por el Observatorio comprende:

- Museo Reinaldo Carestía
- Centro de Interpretación
- Observación con Telescopio

Debido a la larga experiencia en la atención de grupos escolares es que surge en la institución la necesidad de adaptar un itinerario especial para los visitantes más pequeños, ya que los conceptos suelen ser complicados de comprender por más que los guías simplifiquen las explicaciones.

La idea de este trabajo es captar la curiosidad de los más pequeños a través de un recorrido especial donde se adapten los conceptos de acuerdo a la edad y se sumen actividades lúdicas que les permitan ser los protagonistas en las explicaciones. De esta manera se “gamifica” el aprendizaje, otorgándoles una experiencia divertida y llena de conocimiento. Esto permite que los chicos aprendan nociones básicas de astronomía jugando y compartiendo una jornada inolvidable junto a sus pares.

Metodología

A partir de los seis años, los niños disfrutan de lanzar, saltar, correr; es decir, se entretienen compitiendo, jugando en equipo y cooperando entre ellos. También se divierten pintando, dibujando, recortando y armando rompecabezas. Se podría decir que es la etapa de los juegos activos. También hay un creciente interés en los juegos de mesa que requieren dos o más jugadores, como aquellos en los que se usan habilidades numéricas simples y una mayor coordinación, como el dominó, las canicas o las manualidades. Es decir, en este período de la vida los juegos forman una parte fundamental en el desarrollo de las personas.

Proporcionar un enfoque lúdico en la enseñanza hace referencia a todas aquellas actividades didácticas desarrolladas en un ambiente recreativo cuyo impacto pedagógico promueve el aprendizaje a través del juego. Por esto, una propuesta lúdica debe incorporar títeres, cuentos para dramatizar, canciones con coreografías sencillas, colorear, pegar y hacer todo tipo de manualidades. Otro tipo de propuestas podrían agruparse en los llamados “rincones”, como el rincón del dibujo o el de la música, que guiarán a los niños a explorar, investigar y conocer el entorno que los rodea a través del arte.

Por todo lo expuesto anteriormente, resulta altamente favorable introducir actividades lúdicas durante las visitas diurnas que realizan los alumnos de nivel inicial en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar con el fin de promover una “gamificación” de la experiencia en la institución para contribuir al proceso de enseñanza de conceptos astronómicos.

La palabra Gamificación procede del término anglosajón “gamification”, relacionado con el juego (game) (Hernández Afonso, 2020). Es un concepto relativamente moderno que comenzó a utilizarse en el mundo empresarial pero que se ha extendido a muchos más ámbitos como el de la educación. La idea de la gamificación es la de usar el juego en contextos no lúdicos.



La Gamificación es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para mejorar algunos conocimientos o alguna habilidad, o bien para recompensar acciones concretas, entre muchos otros objetivos. Este tipo de aprendizaje gana terreno en las metodologías de formación debido a su carácter lúdico que facilita la interiorización de conocimientos de una forma más divertida, generando una experiencia positiva en el usuario. El modelo de juego realmente funciona porque consigue motivar a los alumnos, desarrollando un mayor compromiso de las personas e incentivando el ánimo de superación. Por tanto, es muy importante conseguir que el usuario se divierta y disfrute. Ese es el objetivo principal para poder cumplir todos los demás.

Para el común de la gente, la astronomía resulta una disciplina fascinante de descubrir y comprender. Sin embargo, el aprendizaje de esta temática implica conocimientos complejos que no suelen ser sencillos para todos, y menos aún para los niños y niñas que recién se están iniciando en el camino de la escolaridad. Por esta razón creemos que resulta totalmente positivo incorporar juegos durante las visitas guiadas en el OAFa ya que esta experiencia no solo quedará en la memoria por ser divertida, sino que también permitirá motivar, entretener y enseñar a los niños a descubrir y valorar la importancia del conocimiento y de la educación en diferentes ámbitos de la vida. Esto permite que los estudiantes entre 5 y 6 años de edad puedan aprender jugando con algunos de los contenidos básicos de astronomía, entre los que podemos mencionar:

- Sistema Solar
- Rotación terrestre
- Eclipses
- Constelaciones

La primera etapa del recorrido se realiza en el Museo Reinaldo Carestia, donde se explica la historia de la institución. Luego es el momento de la merienda en los jardines del observatorio, momento en el cual se realiza la observación del Sol. Finalmente, en el centro de interpretación se realizan los juegos para explicar en forma divertida los contenidos astronómicos antes mencionados, lo que se complementa con los instrumentos multimedia. De esta manera se promueve el aprendizaje a través de una propuesta lúdica divertida. La experiencia culmina en el aula, luego de la excursión que realizaron, cuando se completa con una actividad relacionada a todo lo que aprendieron.

Resultados y discusiones

La clave en este trabajo es la construcción del conocimiento. Para lograr ese objetivo se diseñó una visita guiada adaptando los conceptos, se incorporaron juegos (rompecabezas y un juego de memoria) y dramatizaciones sobre la rotación terrestre, eclipses y fases de la luna (Figura 1), donde los más pequeños son los protagonistas.

Además, se diseñaron 2 actividades relacionadas con el Sistema Solar (Figura 2) para que los pequeños realicen en el aula luego del paseo en el Observatorio.



Figura 1. Juegos y dramatizaciones incorporadas a la visita guiada.

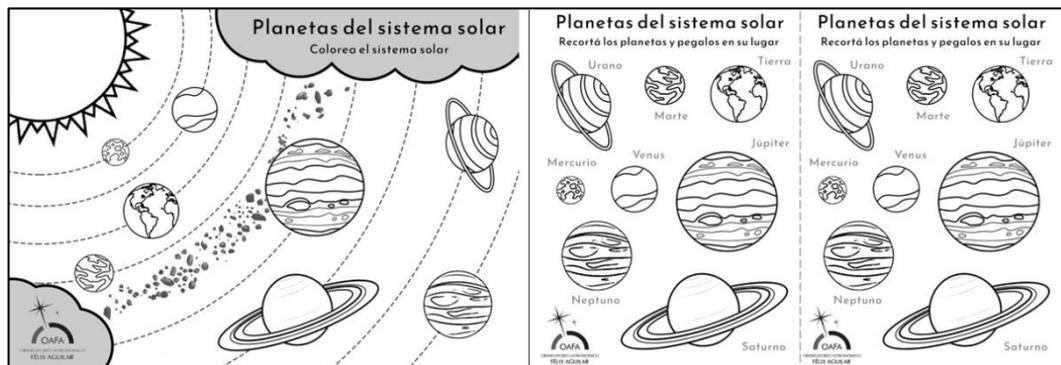


Figura 2. Actividades para el aula.

Conclusiones

Desde que comenzó el proyecto (septiembre de 2022 hasta la fecha) se recibieron 7 establecimientos escolares de nivel inicial, lo que representa unos 300 niños y niñas. Los pequeños que nos visitan se van felices ya que vivieron una experiencia inolvidable llena de diversión y distintos aprendizajes en relación a la astronomía.

Referencias bibliográficas

Hernández Afonso, A. (2020). *¿Cómo influye el uso de los juegos en el aprendizaje del inglés en niños/as de Educación Primaria?* Santa Cruz de Tenerife, España: Universidad de La Laguna.



Cubes in Space: Un experimento espacial en aislamiento

González, Pablo Martín ^{1,2} y Alvarez, Verónica ¹

¹*Instituto San Felipe Neri, Buenos Aires*

²*Facultad Regional Haedo, Universidad Tecnológica Nacional*

pgonzalez@frh.utn.edu.ar

Resumen

Al comienzos de 2020, alumnos y docentes del Instituto San Felipe Neri de Buenos Aires participamos de un concurso internacional para enviar pequeños experimentos al espacio utilizando cohetes sonda y globos científicos de los centros de la NASA Goddard y Langley. Este programa se llama CUBES IN SPACE, de Idoodledu Inc. Los experimentos fueron seleccionados, volaron entre 2021 y 2022 y llegaron a Argentina para su análisis. La experiencia y los resultados se expondrán a continuación.

Palabras clave: Experimento; Aislamiento; Cubos; Tornillos; Placa.

Abstract

At the beginning of 2020, students and teachers at the San Felipe Neri Institute in Buenos Aires participated in an international competition to send small experiments into space using sounding rockets and scientific balloons from the NASA Goddard and Langley centers. This program is called CUBES IN SPACE, from Idoodledu Inc. The experiments flew between 2021 and 2022 and arrived in Argentina for analysis. The results will be presented below.

Keywords: Experiment; Isolation; Cubes; Bolts; Plate.

Introducción

En el Instituto San Felipe Neri estamos experimentando en ciencias del espacio dentro del programa CANSAT desde hace 15 años. Para el año 2020 decidimos cambiar el proyecto.

Nos enteramos de que existía un concurso internacional para enviar pequeños experimentos al espacio utilizando cohetes sonda y globos científicos de la NASA. Este programa se llama CUBES IN SPACE. Es una competencia mundial de Idoodledu INC que ofrece sin costo a estudiantes hasta los 18 años de edad la posibilidad de diseñar, construir y volar esos experimentos al espacio junto a los centros de la NASA Goddard y Langley.



Desarrollo

¿Qué podíamos poner en un cubo de 4x4x4 cm? Para experimentar con las altas aceleraciones de los cohetes sonda y sus vibraciones, ideamos estructuras metálicas unidas con bulones, para verificar como se alteraban durante el vuelo (Finckenor, 2009). Estas ideas fueron aprobadas y nos invitaron a ponerlas en práctica. Hicimos las primeras reuniones en el colegio, hasta que se decretó el aislamiento. Este nuevo entorno nos condicionó el proyecto, además de la noticia de que se cancelaba el lanzamiento de cohetes sonda de la NASA durante todo el año. Entonces se nos ocurrió diseñar nuevos experimentos para aplicarlos en un vuelo estratosférico de un globo de investigación. Con los materiales que teníamos en nuestras casas y reuniéndonos por teleconferencia, armamos un equipo de trabajo e ideamos dos nuevos experimentos. Sofía, Agustín, Renata, Iván y Lautaro, junto a los profesores Verónica y Pablo terminamos de conformar el equipo (Figura 1).



Figura 1. Equipo de estudiantes y docentes.

El primero de los experimentos quería responder a la pregunta: ¿cómo se comportaría una estructura tipo sándwich en el vacío del espacio? Se nos ocurrió fabricar dos paneles tipo sándwich, muy utilizados en la ámbito aeroespacial, uno con poliuretano y otro hecho de PLA fabricado en una impresora 3D, tipo panel de abejas (Adams et al., 2010). El segundo experimento consistiría en ver como varía el grado de ajuste de los tornillos a temperaturas bajísimas, del orden de los 50 grados bajo cero (Figura 2).



Figura 2. Modelo del primer experimento (izquierda) y del segundo experimento (derecha).



Una de las formas de comunicarnos, además del teléfono y de las videoconferencias, fue la creación de un blog para mantenernos actualizados y cumplir con los plazos y fechas que establecía el programa. Aquí contamos con la invaluable colaboración de la profesora Verónica Álvarez, quien nos asesoró en el uso correcto del inglés para comunicarnos con los organizadores. Fue necesario documentar el proceso de diseño y justificar los experimentos. Después de un largo ida y vuelta con los responsables, nos ganamos el derecho de volar nuestros experimentos.

En el entorno de Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio nos pusimos a trabajar. Renata diseñó en un programa las estructuras que debían imprimirse, las envió por email y las imprimimos en PLA. Con ese material y juntando otras cosas se enviaron con un servicio de mensajería los cuatro kits a Lautaro, Iván, Sofía y Agustín para que construyeran y probaran las experiencias. Ellos pusieron los materiales restantes y construyeron cada uno en su casa los experimentos con las herramientas que tenían a mano. Fue necesario hacer algunas pruebas preliminares para validar las hipótesis. Fueron muy sencillas y consistieron en poner algunas estructuras a menos 13 grados (la temperatura dentro de un freezer) o someter a una estructura al vacío que se puede obtener dentro de un frasco (Figura 3). También se usaron programas para ensayar digitalmente el comportamiento de estas estructuras (Tahmasebi,1999).



Figura 3. Construcción y pruebas ambientales

Nuevamente juntamos lo que hicieron los chicos y se procedió a una rigurosa desinfección de los experimentos, incluso utilizando una lámpara de luz ultravioleta tipo C. Se embalgó todo y se despachó a los Estados Unidos vía courier dos semanas antes del plazo establecido, que era a principios de julio de 2020 (Figuras 4 y 5).

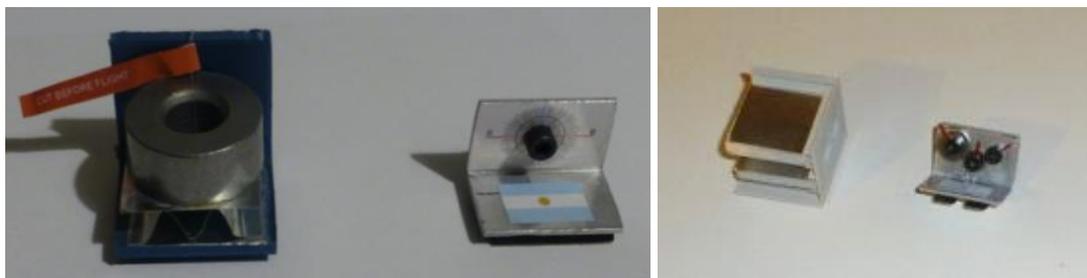


Figura 4. Experimentos para el cohete sonda (izq) y para el globo estratosférico (der.)



Figura 5. Desinfección y embalaje

La integración final a cargo de Idoonedu Inc fue en Estados Unidos, consistió en fijar los experimentos a los cubos. El trabajo que hicieron los chicos fue reconocido como modelo de organización y documentación para futuras experiencias de otros colegios, nombrándolo como “golden standard”. Este logro se dio por el alto compromiso del todo el equipo a la hora de lograr que los experimentos lleguen a destino con un alto índice de trazabilidad ya que no podíamos estar en el momento de la integración.

Enviamos los experimentos, pero en agosto de 2020 nuevamente cancelaron los vuelos. A comienzos de 2021 nos confirmaron que volarían nuestros experimentos y nos invitaron a sumar los otros dos que no pudieron lanzarse en cohete sonda. Así que juntamos los trabajos del año pasado, los acondicionamos y los enviamos. Nuestros experimentos llegaron sanos y salvos a Estados Unidos, pero la organización nos notificó que muchas otras cargas útiles se extraviaron antes de llegar a integrarse. Aún así, el cohete salió con nuestra valiosa carga útil y la de otras instituciones educativas en el vector ORION de la misión RockSat –C (Figura 6).



Figura 6. Integración en el cohete sonda y en el globo de investigación (NASA Goddard y Langley)

Volaron en globo científico el 30 de agosto de 2021 desde el centro NASA Goddard (Nuevo Mexico) y en un cohete sonda el 24 de junio de 2022 desde el centro NASA Langley (Virginia) (Figura 7).

Resultados

Llegados los cubos de regreso a nuestro país comenzamos con la revisión del comportamiento de los experimentos. Llegaron muy bien embalados, junto a los parches de misión, pines y calcos que la organización también llevó al espacio. No se pudo garantizar las condiciones del envío ya que el Courier no cumplía con los



requisitos para asegurar las condiciones necesarias para no alterar los experimentos. Aún así, asumimos que los cubos no fueron alterados y comenzamos con el análisis. Como el equipo original de alumnos había egresado, capacitamos a un nuevo grupo para que verificaran las hipótesis originales mediante mediciones de deformación y ajuste (Figura 8).



Figura 7. Vuelos SR 7 (RockSat C) y RB 6.



Figura 8. Imágenes de las mediciones efectuadas.

Este nuevo equipo se conformó con alumnos de tercer año: Santiago Gena, Lautaro Morhum, Lucía Carles, Ignacio Casoratti, Giuliana Carpiniello y Santiago Marciano. Realizamos las mediciones de deformación por cambios de presión de las estructuras y el desajuste de las uniones roscadas, arrojando los siguientes resultados:

- Las estructuras se deformaron 0,2 mm en los puntos de anclaje y 1,1 mm en los extremos libres, validando la hipótesis de que sufrirían una deformación debida al vacío espacial. La hipótesis proponía verificar la deformación, no cuantificarla.
- Los tornillos se aflojaron, ya que el torque para desajustarlos fue menor al que se requería antes del vuelo, cuyo valor aproximado era de 0,5 Nm. Si bien no fue posible verificar la causa real del mismo, se estima que la causa fundamental fue la contracción y dilatación por diferencia térmica (Bartoszyk et al.,2018).



Los experimentos evaluados fueron los que volaron en globo de investigación científica ya que los correspondientes al cohete sonda llegaron bastante después.

Conclusiones

La experiencia, además de ser exitosa, resultó muy valiosa en términos educativos. Los integrantes de este equipo aprendimos que, aplicando una metodología similar a la usada en el ámbito aeroespacial es posible obtener resultados cualitativos significativos. Las restricciones que surgieron del entorno de asilamiento y la imposibilidad de integrar y des-integrar *in situ* los experimentos no impidieron verificar las hipótesis planteadas.

Queremos finalmente expresar nuestro agradecimiento a la organización Idoodledu Inc, a la National Aeronautics and Space Administration y a nuestro querido Instituto San Felipe Neri por hacer que un grupo de alumnos y docentes llegue con sus ideas al espacio.

Referencias bibliográficas

- Adams, D., Webb, N., Yarger, C., Hunter, A. & Oborn, K. (2010). *Multi-Functional Sandwich Composites for Spacecraft Applications: An Initial Assessment*. Salt Lake City, Utah: University of Utah.
- Bartoszyk, A., Walsh, T., Davis, J., Krom, J., Williams, P., Hylan, J. & Hemminger, E. (2018). *Investigation of Bolt Preload Relaxation for JWST Thermal Heat Strap Assembly Joints with Aluminum-1100 and Indium Gaskets*. New Mexico: NASA, Goddard Space Flight Center.
- Finckenor, M. (2009). *Materials for Spacecraft*. Alabama: NASA, Marshall Space Flight Center.
- Tahmasebi Farhad (1999). *Finite Element Modeling of an Adhesive in a Bonded Joint*. New Mexico: NASA Goddard Space Flight Center.

Vínculos

Página oficial: <https://www.cubesinspace.com/>

Página de la NASA:

<https://www.nasa.gov/wallops/2021/feature/student-experiments-to-blast-off-from-nasa-wallops>

Nuestro Blog: <https://cis2020.blogspot.com/>

Video sobre el proyecto (1' 17"): <https://youtu.be/dySwsTBc8eY>

Video sobre cómo se hizo (8' 13"): <https://youtu.be/5D1ebuEpOLA>

Fotos del proyecto:

<https://photos.app.goo.gl/EQHtJiANA7Vg1FX9A>

<https://photos.app.goo.gl/x2zDFbZBgCrbCJhaA>



EJE TEMÁTICO N.º 2 / PROPUESTAS, PROYECTOS O PROGRAMAS PARA LA ENSEÑANZA Y LA
DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

Una experiencia sobre los beneficios del aprendizaje de la astronomía en niños de 5 a 7 años

Ollé, Laura Isabel

Coordinadora docente del Johannes Kepler Observatorio Móvil

lauraolle.comunicacion@gmail.com

Resumen

Este trabajo describe las actividades y resultados obtenidos en los talleres de astronomía destinados a niños de entre 5 y 7 años de edad llevados a cabo durante el año 2023 en la localidad de Chañar Ladeado, Provincia de Santa Fe. Los mismos tuvieron como objetivo, no sólo el aprendizaje de contenidos astronómicos, sino el desarrollo de habilidades tales como motricidad fina, paciencia, perseverancia y atención, entre otras.

Palabras clave: Astronomía; Niños; Desarrollo de habilidades; Educación; Aprendizaje.

Abstract

This paper describes the activities and results obtained in the Astronomy workshops for children between 5 and 7 years of age developed during the year 2023 in the town of Chañar Ladeado, Santa Fe province. The objective of these workshops was not only the learning of astronomical content, but also the development of skills such as fine motor skills, patience, perseverance and attention, among others.

Keywords: Astronomy; Children; Skills development; Education; Learning.

Introducción

En 2022 comenzamos un proyecto educativo con el objetivo de aportar algo diferente a la educación de los niños de nuestra localidad y elegimos hacerlo a través de la astronomía. ¿Por qué elegimos esta ciencia en particular? Porque creemos que como toda ciencia, pero de una forma muy especial la astronomía, permite reflexionar sobre el mundo que nos rodea y, a su vez, hacer una introspección y conocernos a nosotros mismos... Nuestra propia existencia adquiere matices diferentes al mirarnos integralmente como parte de un universo tan pero tan inmenso que no es posible conocer, aún, sus límites... Como bien expresa Carl Sagan, "*somos polvo de estrellas*", y debemos tomar conciencia de esta realidad.

La astronomía es la posibilidad de maravillarnos y emocionarnos al mirar pequeños puntos brillantes en el cielo. Es un gran desafío para los adultos llegar a comprender conceptos complejos referidos al funcionamiento del universo en su conjunto, a



nuestra galaxia, a nuestro Sistema Solar y a nuestro planeta en particular. Entender ese intrincado mundo físico que nos rodea y del cual formamos parte es, muchas veces, un gran desafío para los adultos.

Pero aquí estamos, con niños pequeños que toman, poco a poco, contacto con esa complejidad. Asumimos este desafío porque estamos convencidos que pueden aprender estos conceptos y además pueden desarrollar otras muchas destrezas y habilidades que no sólo les servirán en el ámbito de la astronomía, sino también en su vida.

Entendemos que, con amor, los niños son capaces de asombrarnos en cuanto a lo permeables y predispuestos que están hacia el aprendizaje. No importa cuán complejos sean los temas, siempre que se trabajen con paciencia y con amor, ellos los aprenderán. Charlotte Manson y su contemporánea, María Montessori, proponían una pedagogía del amor y sostenían que los niños tienen el deseo innato por aprender, y somos los padres y maestros quienes debemos brindarles las oportunidades para tomar contacto con saberes de calidad, ser guías, pero permitirles recorrer a su ritmo, con sus tiempos, con sus posibilidades, ese camino del aprendizaje.

Para concluir esta introducción, nada mejor que una cita de Charlotte Manson, que sintetiza nuestro objetivo: *“Un niño observador debe ponerse en el medio de las cosas dignas de observar”*.

Metodología

Los talleres de astronomía para niños se desarrollaron en las instalaciones de nuestro espacio educativo privado que cuenta con un aula-biblioteca de 20 m², dotado de mesas amplias, sillas cómodas, televisor LED, pizarra, equipo de sonido, entre otros elementos didácticos, y un espacio al aire libre amplio con poca contaminación lumínica (Figura 1).



Figura 1. Espacio educativo

Los grupos de niños estaban formados por un máximo de seis integrantes que se mantuvieron a lo largo del año 2023 y se conformaron teniendo en cuenta su edad. Las clases fueron semanales con una duración de una hora y media cada una. Cada clase estuvo organizada a partir del desarrollo de un contenido teórico, con una actividad en el aula que podía incluir (Figuras 2, 3 y 4):



- Observación de un video y narración sobre lo observado.
- Observación de una foto y copiar pintando lo observado (por ejemplo: pintar Júpiter lo más parecido posible a la foto observada).
- Armado de maquetas.
- Experiencias con linternas, espejos, globo terráqueo, entre otros.
- Decoración de figuras relacionadas con la Astronomía a partir del trozado y pegado de papel.
- Cortar con tijera y clasificar oraciones y figuras teniendo en cuenta contenidos específicos.



Figura 2. Ejercicio de atención, creatividad y motricidad fina



Figura 3. Experimentación y registro de las experiencias.



Figura 4. Observación atenta, reproducción y colaboración.



Luego del trabajo áulico se salía al exterior a observar el cielo a simple vista, con binoculares y con telescopios. En esta instancia los niños se sentaban en un semicírculo observando el cielo a simple vista y con binoculares que se iban pasando en orden. Mientras tanto, por turnos se acercaban a los telescopios para observar a través de estos. En esta instancia de observación se desarrollaban la paciencia, la constancia, la perseverancia, la atención, la observación detallada y la descripción de lo observado con la mayor cantidad de detalles posible.



Figura 5. Observación a través de instrumentos – Práctica de la paciencia.

Resultados y discusiones

A lo largo del año los niños realizaron distintos trabajos. Cada uno de ellos escondía un gran número de aprendizajes, algunos de los cuales podían pasar desapercibidos para la mayoría de miradas adultas. Decorar un sol con pequeños trozos de papel implica la práctica de la motricidad fina en cuanto a trozar y pegar dentro de un espacio predeterminado, pero también requiere paciencia, observación y creatividad... Cada Sol realizado era diferente, aunque todos tenían los colores que observamos en un video explicativo.

De trabajitos que había que llevarlos en la mano por la cantidad de pegamento que se desbordaba por todos lados, se logró llegar a trabajitos en los que el pegamento no se veía. De planetas coloridos, a planetas “realistas” como llaman ellos a esos dibujos pintados siguiendo un paciente proceso de observación y selección de los colores más adecuados.

Con el transcurrir de las clases se pasó del lento proceso de cortar prolijamente, al de acercarnos con tranquilidad y movimientos suaves al telescopio, experimentando con la distancia de descanso de cada ocular para poder observar cada vez más detalles del objeto que allí encontraban.

Muchos niños pasaron del reconocimiento de letras al armado de palabras, a la lectura cada vez más fluida de textos “científicos”. Y no sólo eso, sino también la lectura con el propósito de encontrar información y, un paso más adelante, con el objetivo de explicar al resto de sus compañeros sobre lo leído.



La narración, como método, implica un procesamiento de la información para poder luego comunicarla a otros y que estos puedan comprenderla. No es un proceso simple, pero garantiza una verdadera apropiación de los saberes.

Lo más sorprendente de todo este proceso es que nuestros pequeños se acercan a conceptos complejos de astronomía y física... y poco a poco se van apropiando de ellos. El logro de estos aprendizajes se evidencia en las evaluaciones realizadas a lo largo del año y especialmente en el último mes de clases (Figura 6). Asimismo, al finalizar el ciclo 2023 se realizó un picnic nocturno en el cual participaron los niños junto a sus familias. En esta oportunidad, los estudiantes sorprendieron a sus padres y familiares al orientarse espacialmente y lograr identificar objetos en el cielo, señalándolos y nombrándolos con naturalidad. También, demostraron su destreza para observar a través de instrumentos y explicando a sus padres cómo debían hacerlo. Estos hechos dan cuenta de logros de aprendizaje alcanzados.

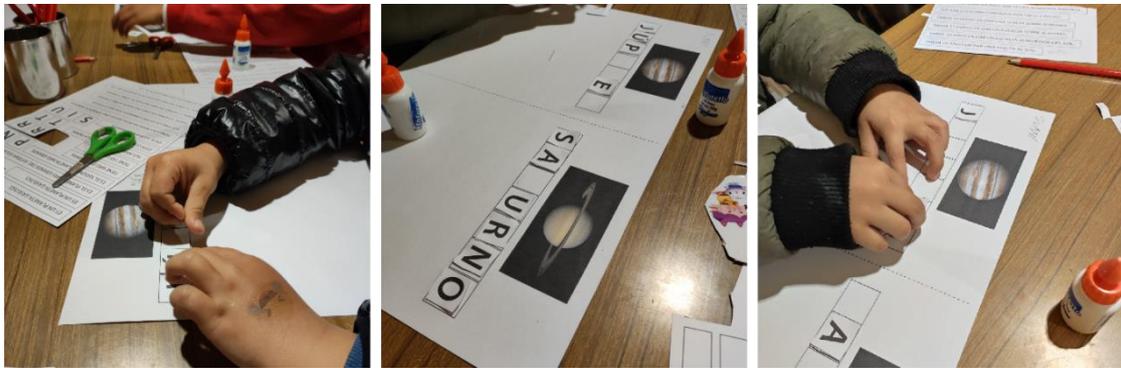


Figura 6. Evaluación de aprendizajes.

Finalmente, y no menos importante, se ha notado una evolución conductual de los niños a lo largo del año. Se observan comportamientos más pausados, con mayor coordinación visomotora, una mejora importante en la motricidad fina, así como también en cuanto a la paciencia, al respeto del tiempo de sus compañeros para realizar las observaciones a través de telescopios y binoculares, y una perseverancia en cuanto a tomarse el tiempo suficiente para observar detenidamente un objeto a través del ocular con el objetivo de describirlo lo más acabadamente posible y con gran cantidad de detalles.

Conclusiones

El taller de astronomía demostró ser una herramienta efectiva para el desarrollo de habilidades que difícilmente se ven desarrolladas en otros ámbitos educativos en niños pequeños, permitiendo la fusión de la fascinación natural que sienten por el mundo que los rodea y, especialmente por el cielo, con experiencias educativas prácticas.



EJE TEMÁTICO Nº 2 / PROPUESTAS, PROYECTOS O PROGRAMAS PARA LA ENSEÑANZA Y LA
DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA

**Grupo Astronómico Osiris: enseñanza y difusión de la astronomía
observacional a niños, jóvenes y adultos**

Galperin, Diego^{1,2}, Alvarez, Marcelo¹, Heredia, Leonardo², Prieto, Liliana²,
Máximo, Paola¹, Gambino, Micaela¹, Elsmán, Luisa¹ y Galperin, Matías²

¹Universidad Nacional de Río Negro

²Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón

dgalperin@unrn.edu.ar

Resumen

El Grupo Astronómico Osiris es un equipo de trabajo integrado por docentes y estudiantes de nivel medio que forma parte del programa Miradas al cielo de la Universidad Nacional de Río Negro y del Instituto de Formación Docente de El Bolsón. Su objetivo es enseñar y difundir la astronomía a partir de propuestas que permitan vincular a los jóvenes y adultos con la observación de su propio entorno celeste. El grupo se reúne semanalmente en horario extraescolar a aprender sobre astronomía y, al mismo tiempo, a organizar actividades dirigidas a otros estudiantes y a la comunidad. Se realizan talleres en escuelas, charlas para todo público, videos educativos, funciones de planetario, cursos de capacitación, encuentros para jóvenes, observaciones del cielo, eventos para observar eclipses, entre otros. Osiris funciona desde 2005 en El Bolsón, y desde 2014 también en Bariloche, contando con más de 67.000 participantes en sus actividades y habiendo obtenido diferentes distinciones.

Palabras clave: Osiris; Astronomía; Educación; Difusión; Jóvenes.

Abstract

The Osiris Astronomical Group is a work team integrated by teachers and secondary students that is part of the "Miradas al cielo" program of the National University of Río Negro and the Institute of Continuing Teacher Training of El Bolsón. Its objective is to teach and disseminate astronomy based on proposals that allow young people and adults to be linked with the observation of their own celestial environment. The group meets weekly after school hours to learn about astronomy and, at the same time, to organize activities aimed at other students and the community. Workshops are held in schools, talks for all audiences, educational videos, planetarium shows, teacher training courses, meetings for young people, sky observations, events to observe eclipses, among others. Osiris has been operating since 2005 in El Bolsón, and since 2014 also in Bariloche, with more than 67,000 participants in its activities and having obtained different distinctions.

Keywords: Osiris; Astronomy; Education; Diffusion; Youth.



Introducción

El Grupo Astronómico Osiris constituye un equipo de docentes y estudiantes de nivel medio que forma parte del programa “Miradas al cielo” (UNRN e IFDC de El Bolsón), el cual tiene como meta el diseño e implementación de propuestas de enseñanza y de difusión de la astronomía centradas en la observación del cielo con el fin de propiciar el contacto con su propio entorno celeste por parte de niños, jóvenes y adultos.

Osiris propone recuperar la costumbre de levantar los ojos al cielo para fascinarse, hacerse preguntas y buscar respuestas, tal como hizo la humanidad cientos de años, promoviendo la inclusión de la astronomía observacional como parte de los contenidos curriculares en las instituciones escolares de Argentina. Para lograrlo, se busca que los estudiantes del grupo incrementen sus conocimientos sobre la temática pero que, al mismo tiempo, vuelquen sus nuevos aprendizajes hacia los demás organizando actividades de enseñanza y difusión de la temática. De este modo, se intenta que comprendan que el conocimiento propio cobra sentido cuando es posible utilizarlo para que otros también aprendan, promoviendo que dichos aprendizajes queden ligados a vivencias placenteras en relación a la astronomía.

El Grupo Osiris funciona todos los viernes de 18.45 a 20.45 hs en dos sedes en forma simultánea, una en El Bolsón y otra en Bariloche, contando con unos 20 estudiantes de nivel medio en cada una. El detalle y la cantidad de participantes en las distintas actividades que se organizan pueden consultarse en www.miradasalcielo.com.ar.

Fundamentos disciplinares y didácticos

Pese a que la astronomía resulta ser un área de interés para gran parte de la población, incluyendo a niños y jóvenes, esta disciplina se encuentra poco desarrollada en las escuelas, donde se suele privilegiar el desarrollo de contenidos descriptivos sobre los astros que componen el Sistema Solar y la utilización de representaciones fuera de escala. Sin embargo, es poco habitual el desarrollo de propuestas vinculadas a la observación del cielo, como si la astronomía no tuviese vinculación con ello. Esta modalidad sin sustento físico y sin relación con el modo en que se arribó a estos conocimientos suele presentarse también en los libros escolares y en videos educativos de internet, donde se han detectado importantes errores conceptuales y didácticos en relación a las causas de fenómenos tan cotidianos como el día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares (Galperin y Raviolo, 2017; Galperin et al., 2020).

Por lo tanto, no llama la atención que los estudiantes finalicen la escuela secundaria con ideas alejadas de la realidad, tales como que la Luna se encuentra visible en el cielo todas las noches, que el Sol sale y se pone por el mismo lugar y se encuentra encima de nuestras cabezas a las 12 hs de nuestro reloj, que las estrellas están quietas en el cielo, que las estaciones se deben al cambio de la distancia entre la Tierra y el Sol o que los planetas sólo pueden ser observados con un telescopio. En este sentido, diferentes investigaciones indican que los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares son comprendidos por una proporción muy baja de estudiantes de todos los niveles educativos (Trumper, 2001; Vega Navarro, 2007; Alvarez, Galperin y Quinteros, 2018).



Gran parte de estas dificultades de comprensión pueden deberse al uso preponderante del sistema de referencia heliocéntrico para la explicación de dichos fenómenos, a partir del movimiento de la Tierra y la Luna en el espacio, dejando de lado la posibilidad de explicarlos mediante la descripción del movimiento del Sol y la Luna en el cielo tal como son vistos por un observador en la superficie terrestre. Esta utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico es la que se prioriza en el Grupo Osiris, y en las propuestas que se organizan, propiciando que los estudiantes se familiaricen con este modo de explicar los fenómenos celestes, el cual los vincula con la observación del cielo y con la descripción de lo que ocurre a su alrededor, permitiendo la construcción de un modelo cinemático celeste acerca de los fenómenos astronómicos cotidianos cercano a la realidad de ellos (Galperin, 2016). En función de ello, la mayoría de las actividades que se realizan tienen su eje en cuestiones que pueden visualizarse a simple vista: talleres sobre el cielo diurno y nocturno, funciones de planetario, observaciones del cielo, visualización de eclipses y tránsitos, charlas de reconocimiento de constelaciones, videos explicativos topocéntricos, etc.

Descripción

Osiris constituye un grupo abierto y horizontal integrado por estudiantes de secundaria al cual se puede ingresar al inicio y a mitad del año. Para participar, cada estudiante debe enviar una postulación en la que debe presentarse, explicar por qué debería formar parte del grupo y describir alguna noticia que le haya resultado relevante. Además, debe comprometerse a asistir regularmente a los encuentros semanales.

El grupo debe su nombre al planeta extrasolar HD 209458b, llamado extraoficialmente Osiris, el cual representa el espíritu del grupo al ingresar al mismo: el grupo constituye un mundo nuevo por descubrir, está ubicado lejos de los centros astronómicos más conocidos y en él se utiliza un punto de vista diferente al tradicional, de donde proviene el slogan que caracteriza al grupo: mirando desde otra órbita. En Osiris la predisposición y los intereses de sus integrantes determinan la mayoría de las propuestas que se realizan y, como meta fundamental, se intenta que sus integrantes organicen y coordinen actividades dirigidas a sus pares y a la comunidad. En consecuencia, los estudiantes de nivel medio llevan a cabo talleres en las escuelas, manejan los telescopios en las observaciones del cielo, organizan campañas para disminuir la contaminación lumínica, colaboran en las funciones de planetario y producen videos propios que se difunden en las redes sociales (Figura 1).



Figura 1. Estudiantes del Grupo Osiris coordinando talleres en escuelas (izquierda) y colaborando en las funciones de planetario (derecha).



Entre los talleres que se desarrollan, se destacan: *Invento mi propia constelación* (para primer ciclo), *Secretos del cielo diurno* (sobre el movimiento del Sol en el cielo), *Secretos del cielo nocturno* (sobre el reconocimiento de constelaciones), *Buscando planetas* (sobre cómo distinguir planetas a simple vista), *Contando estrellas* (sobre la contaminación lumínica) y *Qué forma tiene la Tierra* (sobre las evidencias de la esfericidad de la Tierra) (Figura 2).



Figura 2. Producciones en los talleres de Osiris (logo en el centro). Izquierda: taller *Invento mi propia constelación* (1er. grado). Derecha: taller *Contando estrellas* (5to. grado).

Entre las propuestas que se destacan, anualmente se organizan los *Encuentros de Jóvenes Astrónomos* (E.J.A.), los cuales constituyen “minicongresos” de astronomía dirigidos a niños y jóvenes de entre 11 y 18 años en los cuales se llevan a cabo propuestas de difusión de la temática tales como charlas y talleres, observaciones del cielo, funciones de planetario, lanzamiento de cohetes de agua, etc, en un marco donde las vivencias agradables y significativas potencian las ganas de aprender de los participantes. Los EJA se llevan a cabo en diferentes localidades, habiéndose llevado a cabo 13 EJAs desde el año 2009: El Bolsón (2009 y 2018), La Plata (2011), Chivilcoy (2012), La Punta (2013), Malargüe (2014), Las Grutas (2015), Bariloche (2016 y 2023), San Rafael (2017), Ing. Jacobacci (2019), El Chocón (2021) y Perito Moreno (2022). En total, en estos encuentros participaron más de 10.000 estudiantes y docentes (Figura 3).



Figura 3. Osiris en Bariloche durante el 13vo. Encuentro de Jóvenes Astrónomos (2023).



Por otro lado, se han realizado actividades públicas de observación de eclipses solares en distintas localidades, de las cuales han participado miles de personas. Se observaron los eclipses parciales de Sol del 11/9/2007 (desde Leleque, Chubut), del 11/7/2010 (desde El Maitén, Chubut), del 13/11/2012 (desde El Bolsón), del 15/2/2018 (desde El Bolsón y Bariloche) y del 30/4/2022 (desde Bariloche). A su vez, se destacan las jornadas públicas con charlas de astronomía los días previos y la organización de observaciones públicas para cada eclipse solar total o anular: eclipse anular del 26/2/2017 (Sarmiento, Chubut) y eclipses totales de Sol del 2/7/2019 (Bella Vista, San Juan) y del 14/12/2020 (Valcheta, Río Negro). Los registros de estas actividades pueden verse en la página www.eclipses.com.ar (Figura 4).



Figura 4. Estudiantes de nivel medio del Grupo Osiris poniendo a disposición del público instrumental astronómico en los sitios de observación organizados por el grupo para los eclipses solares de febrero de 2017 (izquierda) y julio de 2019 (derecha). Para el eclipse total del 2 de julio de 2019 se organizaron charlas previas en la ciudad de San Juan (centro).

Resultados

En función de sus acciones, el Grupo Astronómico Osiris fue declarado de interés educativo, social y cultural por la Legislatura de la Provincia de Río Negro (2013) y por el Concejo Deliberante de El Bolsón (2016). A su vez, ha recibido los premios Educar-Intel (2007) y Clarín-Zurich (2011 y 2018), habiendo obtenido subsidios en diferentes convocatorias: Ministerio de Educación de la Nación (2005), Fundación YPF (2007), Petrobrás Socioambiental (2013), Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación (2017 y 2022) y de la Universidad Nacional de Río Negro (2014 a 2023).

Como modo de tener registro de todo lo que se realiza, el grupo exhibe una planilla online en donde se presentan las actividades que se llevan a cabo y la cantidad de participantes en cada una. La misma se encuentra disponible en su página web: www.miradasalcielo.com.ar. El promedio de los últimos años indica una participación de unas 5.000 personas anuales, lo que representa un número muy alto para un proyecto que cuenta con recursos humanos rentados muy limitados (sólo 3 docentes).

Conclusiones

El funcionamiento del Grupo Astronómico Osiris a lo largo de tantos años evidencia que es posible nuclear a adolescentes de distintas edades en torno a un tema de interés, responder a su necesidad de encontrar marcos de pertenencia, generar buenos vínculos entre docentes y estudiantes y aprender ciencias en un ambiente placentero, logrando un compromiso importante con la tarea. Esto queda reflejado en las evaluaciones que se realizan, donde los estudiantes expresan sus sentimientos:



"Osiris es un lugar especial donde cada uno puede ser quien es. Hay veces que aprendemos cosas sin darnos cuenta lo valioso que es estudiar con gente que te quiere... Me queda un año y estoy seguro que va a ser casi tan bueno como cuando nos conocimos, cuando recién empezábamos la secundaria y ustedes aparecieron con sus linternitas rojitas para alumbrarnos la mejor época de nuestras vidas. ¡GRACIAS!"

"Los invito 7 cafecitos. Uno por cada año que estuve en Osiris. Personalmente prefiero juguito y alfajor Guaymallen, como comíamos en los viajes de Osiris. ¡Gracias!"

"Mi último año y qué mejor forma de terminarlo que con eclipses solares, un EJA inolvidable, nuevas charlas y un campamento divertidísimo. Más que agradecida con este grupo que me acompañó en toda esta etapa que termina. Me llevo desde conocimientos hasta personas magníficas. Aprecio muchísimo los espacios que se nos otorgan para crecer. Adoro el estilo de un grupo unido que deja de lado los prejuicios y la exclusión. Sumamente feliz de haber sido parte de algo tan lindo."

Es posible visualizar otras frases de evaluaciones realizadas en la sección [Relatos](#) de su página web, donde queda en evidencia que el Grupo Osiris deja una impronta positiva en quienes participan en él ya que hace posible que los jóvenes sean parte de propuestas que les permiten poner en juego sus potencialidades e intereses, haciendo que descubran todo lo que, si se lo proponen, son capaces de realizar.

Por ese motivo, la canción de Osiris expresa en su estribillo: "Por eso llegué un día a Osiris... ¡y aquí me quiero quedar!"

Referencias bibliográficas

- Alvarez, M., Galperin, D. y Quinteros, C. (2018). Indagación de las concepciones de estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. (Comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 129-142. Tandil: UNICEN.
- Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos* (Tesis doctoral). Tandil: UNICEN.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2017). Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 12 (1), 1-11.
- Galperin, D., Alvarez, M., Heredia, L. y Haramina, J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32 (nro. extra), 125-133.
- Trumper, R. (2001). Assessing students' basic astronomy conceptions from junior high school through university. *Australian Science Teachers Journal*, 47(1), 21–31.
- Vega Navarro, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.



Porteo ergonómico como herramienta de aprendizaje para la astronomía en infancias menores a 3 años

Piccirilli, María Pía^{1,3,4,5} y Scalia, Cecilia^{2,5}

¹Grupo de Cosmología, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas,
Universidad Nacional de La Plata

²Secretaría de Extensión, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas,
Universidad Nacional de La Plata

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴Porteo conCiencia (@porteo.con.ciencia), ⁵AstroPiche (@astro.piche)

mpp@fcaglp.unlp.edu.ar

Resumen

La Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas ofrece hace más de una década talleres para infancias durante las vacaciones de invierno. En los últimos años, se ha ampliado y adaptado la propuesta para incluir los grupos etéreos comprendidos entre 3 y 12 años de edad, teniendo también en cuenta si presentan algún tipo de discapacidad (limitaciones en la movilidad, trastornos del espectro autista, etc.). Desde el Planetario de La Plata se contemplan en cartelera opciones para espectadores mayores de 5 u 8 años y hay una función en particular indicada para menores de 6 años. ¿Cómo se da la inclusión de las infancias menores de 3 o 5 años en el aprendizaje de la astronomía? Si no tienen edad para asistir a un taller, ¿significa que no pueden aprender? ¿Tienen posibilidad de incorporar conceptos mucho antes de poder decir "Saturno es mi planeta favorito"? Para ello se propone el porteo ergonómico como herramienta de inclusión y acompañamiento.

Palabras clave: Astronomía; Porteo ergonómico; Talleres; Inclusión.

Abstract

The Faculty of Astronomical and Geophysical Sciences has been offering workshops for children during winter vacations for over a decade. In recent years, the proposal has been expanded and adapted to include age groups ranging from 3 to 12 years old, also taking into account if they have any type of disability (mobility limitations, autism spectrum disorders, etc.). At the Planetarium of La Plata University, options for viewers over 5 or 8 years old are included in the program, and there is a specific function aimed at children under 6 years old. How is the inclusion of children under 3 or 5 years old in learning about astronomy achieved? If they are not old enough to attend a workshop, does that mean they cannot learn? Is it possible for them to incorporate concepts long before they can say "Saturn is my favorite planet"? For this purpose, we propose babywearing as a tool for inclusion and support.

Keywords: Astronomy; Babywearing; Workshops; Inclusion.



Introducción

La actividad "Porteando Estrellas" se propone en el entorno de los talleres de invierno que la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAGLP) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) ofrece para las infancias como herramienta de promoción de las ciencias y siendo fundamental para fomentar su curiosidad desde una edad temprana. La oferta de talleres tradicionales ofrecidos por la Facultad se adapta al rango etéreo entre 3 y 12 años de edad.

De eventos anteriores se ha observado que muchas familias con bebés e infancias menores a los tres años esperan en el parque mientras los mayores asisten a diversos talleres, o bien se distribuyen el cuidado de manera de no asistir con los más pequeños. Desde el punto de partida en que la propuesta de los talleres implica la separación momentánea de niñeces y cuidadores, la implementación de una modalidad similar resulta imposible para infancias menores a tres años. Sin embargo, ¿no hay aprendizaje posible antes de esa edad?

Propuesta

Entre el nacimiento y los tres años las infancias crecen y aprenden de manera vertiginosa. Acercarles aprendizajes en torno a la astronomía es tan sólo cuestión de forma. Para empezar, cualquier indicación de dirección hacia el cielo resulta difícil si no se dirige la mirada desde la misma altura. Muchas veces es posible identificar planetas (con la ayuda de aplicaciones de celular) que llaman la atención y deslumbran por su brillo. Al señalarlos, con frecuencia no notamos que la dirección de la visual de los más pequeños es obstruida por obstáculos como edificios. Portear¹ lleva las miradas a una misma altura, de manera que facilita la propuesta de observación del cielo nocturno.

Con el correr del tiempo, los conceptos se van incorporando a través de dibujos animados, ilustraciones, mitos, creencias, canciones, libros, cuentos, películas, hasta que finalmente las infancias consiguen realizar preguntas e incluso construir conjeturas. En muchos casos, las fuentes de información son imprecisas y dan la posibilidad de inferir ideas erróneas (por ejemplo, que la Luna sólo se ve de noche), cuya posibilidad de ponerlas en conflicto es tan simple como la observación del cielo a simple vista, incluso desde casa.

Según UNICEF (2018), más del 80% del cerebro del bebé se forma antes de los 3 años y jugar 15 minutos diarios de manera co-participativa con el cuidador de referencia puede desencadenar miles de conexiones cerebrales. *"Durante los primeros años de vida, y en particular desde el embarazo hasta los 3 años, los niños necesitan nutrición, protección y estimulación para que su cerebro se desarrolle correctamente. Los progresos recientes en el campo de la neurociencia aportan nuevos datos sobre el*

¹ Portear se refiere a la actividad de cargar a una cría utilizando un dispositivo, que si fue diseñado para tal fin se denomina *portabebé*. El porteo en sí mismo es tanto ancestral como cultural. En particular, a lo largo de este artículo se hará referencia específicamente al porteo ergonómico, donde se convoca a la ergonomía como ciencia multidisciplinaria para evaluar la mejor manera de cargar a una cría disminuyendo el impacto de esta actividad tanto sobre el adulto como sobre la infancia porteada.



desarrollo cerebral durante esta etapa de la vida” (UNICEF, s/f). Según expertos en el área, “los primeros años de la vida del niño sientan las bases de todo su crecimiento en el futuro”.

Existen estudios que dan cuenta que infancias de 9 meses de edad pueden elaborar el concepto de cantidad e intuir operaciones aritméticas sencillas como suma y resta, incluso antes de la adquisición del lenguaje (Dehaene, 2018; McCrink y Wynn, 2004). Por ende, no ofrecer información relativa al aprendizaje de la astronomía en términos asequibles y adaptados es, simplemente, una limitación adulta.

En este sentido es que se propone al porteo ergonómico como una actividad que permite la integración de las infancias y de las familias a un entorno de aprendizaje.

Metodología

El porteo ergonómico es una actividad que consiste en cargar a un bebé/niño mediante un dispositivo denominado portabebé. Esto debe hacerse de manera adecuada para atender a las pautas de seguridad y también mediante la utilización de un portabebé adecuado (ver Figura 1) para acompañar el desarrollo y también respetar el cuerpo del adulto (Critzmann et al., 2021).



Figura 1. Izquierda: diferencias entre las posturas adquiridas al portear con portabebés adecuados y no adecuados. Derecha: ejemplo de un porteo adecuado utilizando un muñeco.
Fuente: Crianza en Brazos – Escuela de Porteo ® y Porteo conCiencia®.

Con el objetivo mencionado se propone el porteo ergonómico como una herramienta de coparticipación en las actividades y de sostén al desarrollo de la atención conjunta (López Acuña y Salmerón Ruiz, 2014). Hay evidencias de que el porteo promueve el desarrollo del lenguaje y el intercambio vocal con la persona que portea (Mireault, Rainville y Laughlin, 2017).

Para llevar adelante la propuesta de utilizar el porteo como herramienta para la participación en actividades en el campo de la astronomía con infancias menores a 3 años se pusieron a disposición diversos portabebés y un muñeco de porteo cuyo



diseño es específico para este fin (ver Figura 1) en el parque del Observatorio durante el dictado de los tradicionales talleres de vacaciones de invierno. El espacio asignado estaba situado en un entorno cercano a las mesas de acreditación de los talleres. La convocatoria a la actividad se realizó en el momento, acercándose individualmente a las personas que pudieran estar potencialmente interesadas en la propuesta.

Una parte importante en cuanto a la integración de las actividades en astronomía consistió en la difusión y asesoramiento respecto a las funciones ofrecidas por el Planetario UNLP de manera de recomendar a las familias estrategias para asistir a cada propuesta según la motivación específica que presentaban. Por ejemplo, una madre se acercó consultando si era posible asistir al Planetario con su hijo de ocho meses, ya que tenía un hermano de 5 años y no sabía si era posible compartir la actividad con ambos o si le sería permitida la entrada con el más pequeño. Se le sugirió asistir a la función "El Universo de tu imaginación", que favorece que las infancias menores a 6 años puedan sentirse parte ya que incorpora dibujos y canciones que suelen resultarles familiares y, además, es más breve que el resto. Si bien el estímulo no deja de ser intenso, el porteo se presenta como una herramienta reguladora y facilitadora que permitirá al hermano menor participar en conjunto con su familia. Se le indicó cómo portear para esta ocasión y se le brindó información acerca de las ventajas del porteo que, en este caso, se constituye como una referencia de seguridad ante el asombro o desconcierto que puedan ofrecer las luces y sonidos del espectáculo. De este modo, se logra el objetivo de que una madre y sus dos hijos participen en una actividad vinculada a la astronomía en lugar de, ante la duda, recurrir a otro tipo de entretenimientos generales.

Resultados

Durante los cuatro días en que se puso en marcha la actividad se acercaron personas gestantes, familias con niñeces de 3 meses, 4 meses, 5 meses, 8 meses, 1 año y 1½ años. Algunas de ellas contaban con información incompleta de porteo y otras no tenían información alguna. En todos los casos coincidieron en la necesidad de este tipo actividad.

Todas las familias que formaron parte de la propuesta de aprender a portear para incorporarlo como una oportunidad de participación y aprendizaje en actividades vinculadas a la astronomía coinciden en que las infancias menores de 3 años no tienen un lugar específico en propuestas de aprendizaje en cuanto a la temática y que muchas veces la participación de los mayores se ve restringida por la imposibilidad de compatibilizar actividades con ambos. Si bien el rango etéreo de 0 a 3 años no es muy amplio, incluye una inmensa diversidad en cuanto al desarrollo. El porteo ergonómico brinda una herramienta de conciliación para las diversas propuestas de aprendizaje sin dejarlos de lado y promoviendo la coparticipación y el desarrollo de la atención conjunta (Figura 2).

Además de las funciones del Planetario y la accesibilidad al mismo (por ejemplo, la limitación que supone subir las escaleras con un carrito), se brindó información acerca de qué eventos astronómicos pueden abordarse en familia con la ayuda del porteo ergonómico. Se remarcó que ciertos eventos como los eclipses de Sol no son seguros para observar con infancias porteadas, pero sí lo son los eclipses lunares.



Figura 2. Familias participantes durante el último día de actividad en el parque de la FCAGLP, dando una devolución acerca de la propuesta realizada una vez finalizada la misma (izquierda). Se puede ver en la foto una manta sobre el suelo con los elementos de trabajo (muñeco y portabebés). A la derecha se ejemplifica con una foto el uso de un portabebés y cómo pueden contribuir al desarrollo de la atención conjunta. Fuente: Porteo conCiencia®.

Es de gran importancia destacar también la relevancia que adquieren las técnicas de porteo en las situaciones de discapacidad (Miller, 2016). Por ejemplo, las infancias que no cuentan con la autonomía para observar el cielo o participar de talleres encuentran especial provecho en la propuesta del porteo ergonómico. Esto les permite ser incluidos junto la persona cuidadora y recuperar no sólo la posibilidad de trasladarse a los espacios de enseñanza, sino también organizar su postura para dirigir la mirada en la misma dirección que el adulto (a diferencia de una silla postural). Antecedentes en cuanto a discapacidad y transporte han sido analizados en el marco del porteo, demostrando claros beneficios y potencial de inclusión (Chacón Medina, 2018).

Por último, la oportunidad de incorporar el porteo a actividades cotidianas (como por ejemplo ir a retirar a los más grandes al colegio), implica recuperar cierta autonomía que da la posibilidad de observar, entre otras cuestiones astronómicas sencillas, que la Luna puede verse también cuando hay luz de día.

Discusión

Quienes asistieron a la actividad de la Figura 2 coincidieron unánimemente en que "está buena la propuesta". Y, por sobre todas las cosas, lo sintieron como un espacio de integración que anima a sumarse a los talleres de las vacaciones de invierno, cumpliendo el objetivo de esta actividad integrativa.

Conclusiones

El porteo ergonómico se presenta como una herramienta facilitadora para la integración de infancias menores a 3 años a actividades vinculadas a la astronomía. Brinda la oportunidad de coparticipar de actividades junto a adultos y hermanos mayores, así como también posibilita la integración y la accesibilidad para asistir a eventos y espectáculos en la temática astronómica. Esto cobra especial relevancia en casos de discapacidad y/o movilidad reducida. El potencial impacto de extender estas prácticas es la adquisición de conocimientos de forma intuitiva y cotidiana en el entorno familiar, sin proponer separación alguna entre infancias y adultos cuidadores.



Referencias bibliográficas

- Chacón Medina, D. C. (2018). *Porteo ergonómico adaptado en niños con discapacidad motora entre 1 y 24 meses y su uso como herramienta para favorecer el desempeño de la movilidad del adulto en el transporte público* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Abierta Interamericana.
- Critzmann, S., Piccirilli, M. P., Schulz, N., Iroumé, M. F. y Galo, M. P. (2021). La práctica del porteo y la importancia de conocer e informar las pautas de seguridad. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 119(3), 145-216.
- Dehaene, S. (2018). *En busca de la mente*. Ediciones siglo XXI.
- López Acuña, E. S. y Salmerón Ruiz, M. A. (2014). El Porteo Ergonómico. *Pediatría Integral*, XVIII(10), 774-780.
- McCrink, K. y Wynn, K. (2004). Operational momentum in large-number addition and subtraction by 9-month-old infants. *Psychological Science*, 15 (11), 776-781.
- Miller, R. (2016). Potential Therapeutic Benefits of Babywearing. *Creative Nursing*, 22(1), 17-23.
- Mireault, G. C, Rainville, B. S. y Laughlin B. (2017). Push or Carry? Pragmatic Opportunities for Language Development in Strollers vs. Backpacks. *Infancy*, 23(4), 616-624.
- UNICEF (2018). *Aprendizaje a través del juego*. <https://www.unicef.org/sites/default/files/2019-01/UNICEF-Lego-Foundation-Aprendizaje-a-traves-del-juego.pdf>
- UNICEF (s/f). *Desarrollo de la primera infancia*. <https://www.unicef.org/lac/desarrollo-de-la-primera-infancia> (Consulta: 22 de febrero de 2024)



La radiodifusión como herramienta para la divulgación de la astronomía

Quinteros, Johana

Observatorio Astronómico Félix Aguilar

ing.jquinteros@gmail.com

Resumen

Durante décadas, la radiodifusión ha permitido que la información y la cultura alcance a una gran audiencia. Hoy en día la información cumple un rol fundamental en nuestra vida cotidiana, y desde el punto de vista de la educación y la ciencia es fundamental llevar el conocimiento a la población. En este trabajo se cuenta la experiencia de cómo nació un programa de radio que tiene como objetivo lograr que el conocimiento científico en materia de astronomía llegue a la población en forma clara y sencilla de comprender.

Palabras clave: Educación; Astronomía; Radiodifusión.

Abstract

For decades, broadcasting has allowed information and culture to reach many people. Nowadays information plays a fundamental role in our daily lives, for education and science it is essential to bring knowledge to the population. This paper shows the experience of how a radio program was born that aims to ensure that scientific knowledge on astronomy reaches the people in a clear and easy to understand way.

Keywords: Education; Astronomy; Broadcasting.

Introducción

El Observatorio Astronómico Félix Aguilar (OFA) se encuentra en la provincia de San Juan y fue fundado el 28 de septiembre de 1953. Allí se realizan tareas de investigación, divulgación y turismo astronómico. Desde hace varios años surgió la inquietud de acercar el conocimiento en astronomía y dar a conocer las actividades de la institución a la comunidad en general. Así nació un proyecto llamado “Noticiero Astronómico”, que comenzó a hacerse realidad desde mayo de 2021. El objetivo es mostrar todo el camino recorrido y como se lleva a cabo actualmente este proyecto.

Metodología

Desde hace algunos años se habla de la democratización del conocimiento, entendiéndolo que se trata de un proceso que no solo debe ofrecer plataformas de libre acceso sino que, además, debe brindar información entendible para los no versados



en temas astronómicos o científicos en general. Democratizar el conocimiento exige generalizar los aprendizajes que expanden capacidades y libertades, individuales y colectivas. Las desigualdades en el uso del conocimiento tienen que ver ante todo con las diferentes posibilidades de acceder a la educación superior (Arocena, 2014).

De alguna manera, centrándose en el concepto básico de la democratización del conocimiento, las instituciones públicas, ya sean Universidades y otros organismos estatales dedicados a la investigación, están obligados a hacer llegar a la población que, de una u otra manera financia esos estudios, los resultados logrados por más complejos que sean. Es importante aclarar que el concepto es, en síntesis, divulgar y no difundir conocimientos, por lo tanto resulta importante conocer la diferencia entre estos dos términos. La divulgación del conocimiento científico es una responsabilidad de todo aquel que investiga, porque contribuye a la democratización del conocimiento, realimentar las desigualdades preexistentes o comunicar resultados a la comunidad formada por los especialistas en la materia. Mientras que la difusión es la propagación del conocimiento entre especialistas y constituye un tipo de discurso diferente, contiene un conjunto de elementos o signos propios de un discurso especializado y una estructura que se constituyen en factores clave a la hora de su evaluación (Espinosa Santos, 2010). Para no generar confusión podríamos emplear la expresión “comunicación pública” en todo lo que se refiere a divulgación de la ciencia, ya que tanto la difusión como la divulgación científica son actividades de comunicación.

Para democratizar el uso del conocimiento, es necesario democratizar el acceso al conocimiento (Arocena, 2014), por esta razón es que surge la idea de un Noticiero Astronómico (nombre del programa de radio), que está basada en el interés de los trabajadores del Oafa en llegar a una población ávida de conocer los diferentes eventos que se desarrollan en un cielo que a veces resulta difícil de comprender.

Hasta aquí tenemos dos aspectos que se deben unificar para lograr que el conocimiento científico llegue a la población. Por un lado, la obligación de una institución como el Oafa en realizar una comunicación pública de los conceptos astronómicos en forma eficaz y, por otra parte, el interés de su personal en lograr que esos conceptos resulten entendibles.

Justificado el por qué y para qué o para quiénes, debemos ahora resolver el cómo. Es decir qué medios utilizar para que el concepto astronómico o científico a comunicar llegue a los destinatarios. Desde ya que una herramienta válida es internet o la prensa escrita, sin dejar de lado los medios televisivos y radiales. La Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) cuenta con los medios necesarios para lograr el objetivo; de todos ellos elegimos el radial ya que estamos convencidos de que es posible llegar a un número mayor de interesados debido a que la radiodifusión llega inclusive a lugares donde no hay acceso a internet. Por otra parte, un programa radial puede grabarse y distribuirse a otras emisoras dispuestas a comunicar este tipo de contenidos. Con todo esto en mente es que decidimos realizar un programa semanal. Este ciclo denominado “Noticiero Astronómico” comenzó a emitirse en mayo de 2021 por Radio Universidad – FM 93.1 todos los miércoles a las 20 horas con la conducción del Lic. Carlos López.



En este espacio de media hora se informaba sobre lo que se podía observar en el cielo sanjuanino durante la semana y las actividades del Observatorio Astronómico Félix Aguilar. Debido a la escasez de tiempo, dos meses más tarde el programa comenzó a tener una duración de 1 hora, conservando el espacio de los miércoles en la noche; es decir, se comenzó a emitir de 20 a 21 horas, lo que permitió al conductor incorporar entrevistas a los docentes e investigadores del Oafa.

En agosto del 2021, a tan solo tres meses del inicio del ciclo se incorpora como co-conductora la Ing. Johana Quinteros, investigadora del Oafa, quien incorpora al programa temas de actualidad.

En octubre del 2021, por cuestiones personales el Lic. Carlos López se retira del Noticiero, dejando a cargo de la producción y conducción del programa a la Ing. Quinteros, quien se encarga de darle su impronta, modificando el formato original al introducir noticias locales, nacionales e internacionales y entrevistas a investigadores reconocidos de la astronomía. Desde ese momento hasta la fecha, la Ing. Quinteros sumó a sus tareas semanales de docencia e investigación la producción y conducción de este espacio radial, donde la idea primordial es comunicar sobre astronomía en forma sencilla y amena.

Resultados y discusiones

Actualmente el Noticiero Astronómico está por comenzar la emisión de su cuarto ciclo al aire por Radio Universidad FM 93.1 (Figura 1), el cual consiste en un espacio de una hora donde se comunican conceptos astronómicos en forma agradable, combinados con noticias sobre investigaciones en el área, datos sobre eventos astronómicos y entrevistas a estudiantes e investigadores nacionales e internacionales de diferentes áreas de la astronomía. También resulta importante destacar que durante el 2023 el programa tuvo unas ediciones especiales que fueron emitidas por FM Calingasta (FM 103.5 – AM 990).



Figura 1. Inicio y actualidad del Noticiero Astronómico.



Conclusiones

El Noticiero Astronómico desde su creación ha tenido gran repercusión en los oyentes, lo cual se vio reflejado en la ampliación del horario original y las ediciones especiales que fueron emitidas por FM Calingasta. Además, debido al impacto en la comunidad, la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan le otorgó en el mes de diciembre de 2023 el Aval Institucional al programa radial a través de la Resolución N°165/2023–CD– FCEFN.

Sin dudas, el Observatorio Astronómico Félix Aguilar a través de la Ing. Johana Quinteros, encargada de la producción y conducción del programa, hace un gran esfuerzo por contribuir a la comunicación pública de la ciencia, uno de los pilares fundamentales de la Universidad Nacional de San Juan.

Referencias bibliográficas

- Arocena, R. (2014). La investigación universitaria en la democratización del conocimiento. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 9(27), 85-102.
- Espinosa Santos, V. (2010). Difusión y divulgación de la investigación científica. *Idesia (Arica)*, 28(3), 5-6.



EJE TEMÁTICO Nº 3 / DESARROLLO DE ASPECTOS CIENTÍFICOS, DIDÁCTICOS Y/O
TECNOLÓGICOS

Explorando las estrellas a través de la fotografía de espectros

Nowik, Adrián

Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar

adrian.nowik@gmail.com

Resumen

La fotografía de espectros juega un papel muy importante en la comprensión del universo. A través de la astrofotografía y la espectroscopía los astrónomos pueden obtener información detallada sobre la composición y propiedades físicas de los cuerpos celestes. Este trabajo explora métodos y técnicas simples empleados en este campo, así como su relevancia en la astrofísica moderna.

Palabras clave: Espectroscopía; Astrofotografía; Astrofísica; Análisis Espectral.

Abstract

Spectral photography plays a very important role in universe understanding. Through astrophotography and spectroscopy, astronomers can obtain detailed information about the composition and physical properties of celestial bodies. This work explores simple methods and techniques employed in this field, as well as their relevance in modern astrophysics.

Keywords: Spectroscopy; Astrophotography; Astrophysics; Spectral Analysis.

Introducción

A través de la fotografía y análisis de espectros de estrellas se pueden determinar características como su composición química, temperatura superficial, densidad, movimiento de traslación, y rotación. Para fotografiar los espectros es necesario emplear una red de difracción que se puede colocar en una cámara réflex o en un telescopio. El análisis de la fotografía de espectros se debe realizar mediante aplicaciones de software, que realizan el post procesado y la calibración en unidades de nanómetros o angstroms, permitiendo identificar las líneas de absorción o emisión, la temperatura y la clasificación espectral del astro.

Metodología

La fotografía del espectro se puede tomar con las mismas cámaras réflex o telescopios que se emplean para astrofotografía, empleando un filtro del tipo red de difracción SA-100 (Figura 1).



Figura 1. Red de Difracción y cámara DLSR

Los espectros de los astros más brillantes pueden fotografiarse con equipamiento más simple, mientras que los más tenues requieren equipamiento más sofisticado. (Figura 2).



Figura 2. Cámara DLSR con distintos tipos de montura y Telescopio

La fotografía obtenida debe procesarse con una aplicación como RSpect (Figura 3). Con la misma se realiza un simple post-procesado para acomodar la imagen, disminuir el ruido y resaltar las líneas de emisión y absorción. Con esa imagen mejorada, se calibra su escala en nanómetros o angstroms y luego es posible determinar la composición química, su temperatura y su clasificación espectral.

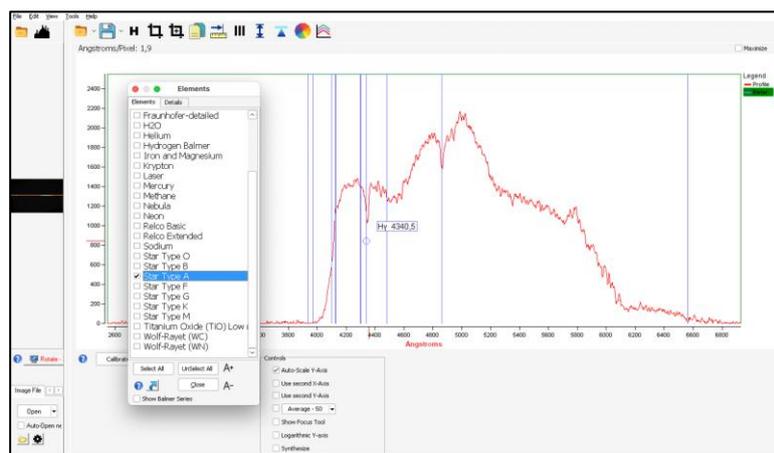


Figura 3. Aplicación de Post-Procesado RSpect.



Resultados y discusiones

Se presentan algunos ejemplos de fotografías de espectros y su análisis, para determinar su temperatura superficial, clase espectral y la presencia de algunos elementos químicos. Por tratarse de estrellas muy brillantes se pudieron fotografiar mediante equipamiento simple y con una montura Alt-Azimutal.

Alfa Cruz

Mediante una cámara Reflex Canon T3i y una lente de 200mm se pudo fotografiar esta estrella, y a través del espectro se pudo estimar su temperatura superficial en aproximadamente 30.000 grados y su clase espectral tipo B. En el espectro registrado se detectaron líneas de absorción muy pronunciadas coincidentes con la presencia de hidrógeno y carbono en su superficie (Figura 4).

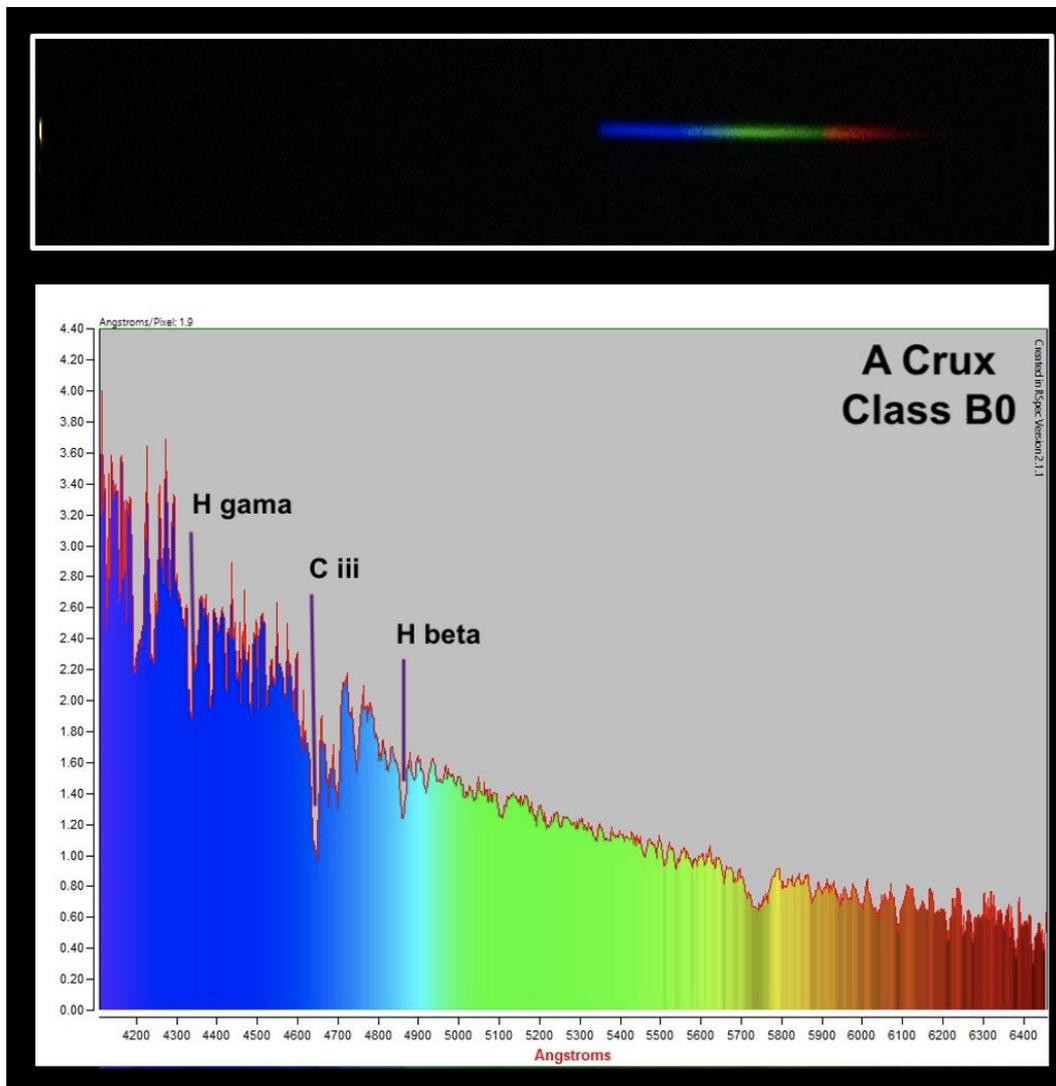


Figura 4. Espectro obtenido de Alfa Cruz.



Sirio

Mediante una cámara Mirrorless Sony A6000 y una lente de 200mm se pudo fotografiar esta estrella y, a través del espectro, se pudo estimar su temperatura superficial en aproximadamente 10.000 grados y su clase espectral tipo A. En el espectro registrado se detectaron líneas de absorción muy pronunciadas coincidentes con la presencia de hidrógeno en su superficie (Figura 5).

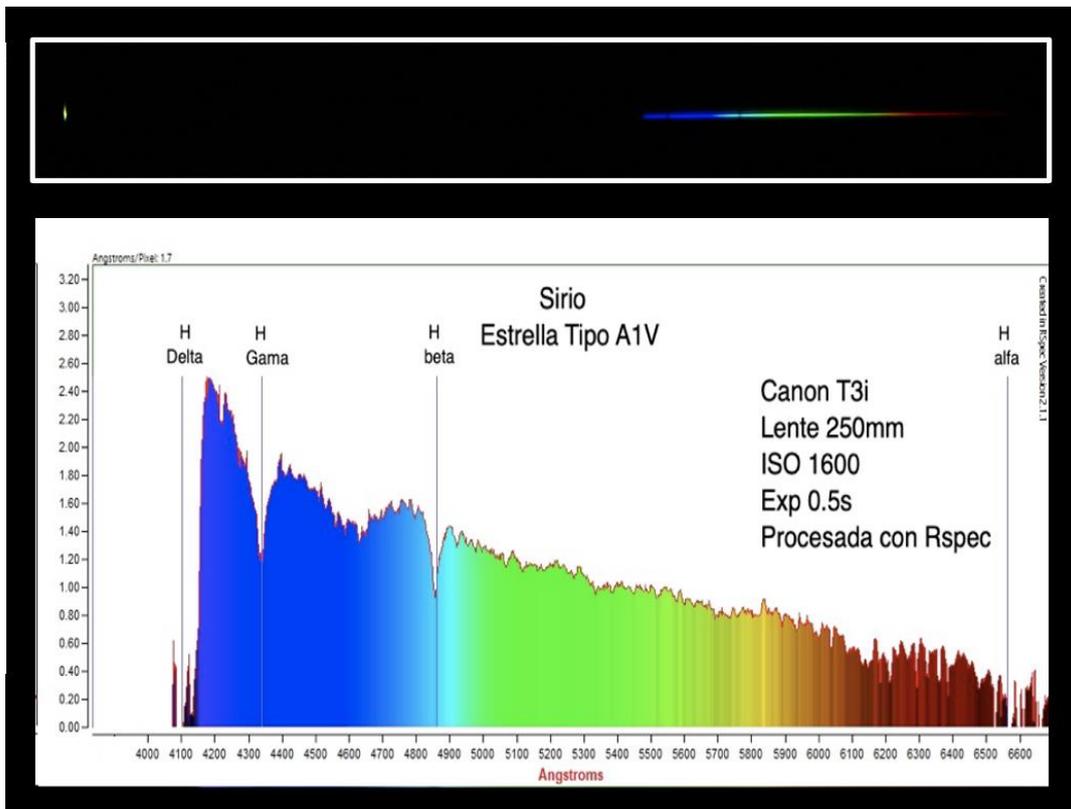


Figura 5. Espectro obtenido de Sirio.

Gama Cruz

Mediante la misma cámara Mirrorless Sony A6000 y una lente de 200mm se pudo fotografiar esta estrella, y a través del espectro no se pudo estimar su temperatura superficial debido a que gran parte de la información del espectro se produce en longitudes de onda muy bajas que no pueden ser capturadas por una cámara fotográfica. En el espectro registrado se detectaron líneas de absorción muy pronunciadas coincidentes con la presencia de monóxido de titanio en su superficie (Figura 6).

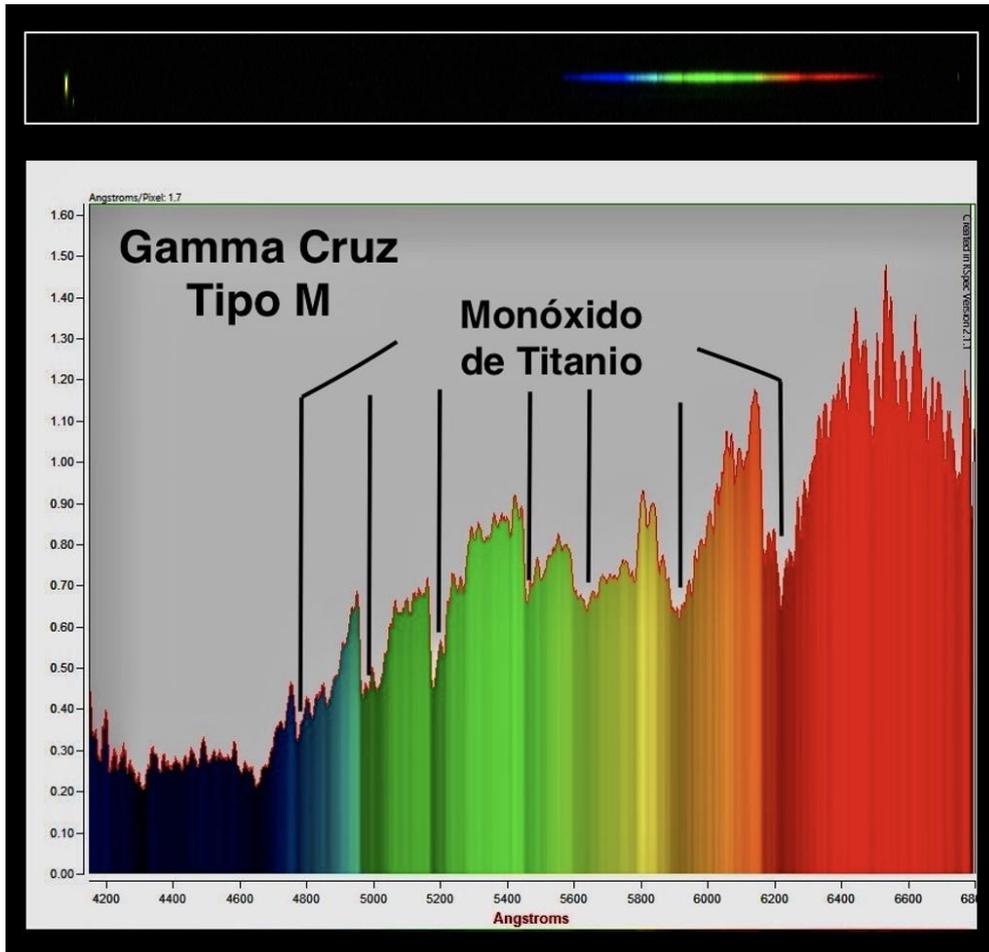


Figura 6. Espectro obtenido de Gama Cruz

Conclusiones

Mediante equipamiento simple de astrofotografía amateur y el agregado de una red de difracción, puede determinarse información de las estrellas como su temperatura superficial, su clasificación espectral y composición química. El procedimiento de adquisición de las fotografías de los espectros es muy simple. El procesado de las fotos se debe realizar con aplicaciones específicas para procesar estas imágenes, sin la complejidad que tienen las aplicaciones típicas de astrofotografía.

Bibliografía

- Walker, R. (2017). *Spectral Atlas for Amateur Astronomers. A Guide to the Spectra of Astronomical Objects and Terrestrial Light Sources*. Cambridge University Press.
- Leadbeater, R. (2023). *The Star Analyser - A simple low resolution spectrograph*. <http://www.threehillsobservatory.co.uk/astro/spectroscopy.htm>
- Field, T. (2023). *Getting Started in Astronomical Spectroscopy with RSpec* – pdf. <https://www.rspec-astro.com/getting-started-pdf/>



EJE TEMÁTICO Nº 3 / DESARROLLO DE ASPECTOS CIENTÍFICOS, DIDÁCTICOS Y/O
TECNOLÓGICOS VINCULADOS A LA ASTRONOMÍA

Contaminación lumínica: un proyecto para “visibilizar” un problema grave para la astronomía y la humanidad

Galperin, Diego^{1,2}, Heredia, Leonardo², Galperin, Matías² y Vilches Duval, Isabella²

¹Universidad Nacional de Río Negro

²IFDC de El Bolsón (Grupo Osiris)

dgalperin@unrn.edu.ar

Resumen

Un problema actual de la humanidad se encuentra relacionado con el alumbrado público, el cual se instala y orienta inadecuadamente, además de colocarse en exceso, generando contaminación lumínica. Esto provoca un desperdicio de energía, daño a los animales que necesitan la oscuridad para descansar u orientarse, encandilamiento a peatones y conductores, y consecuencias negativas en la salud, tales como insomnio, estrés y enfermedades a futuro como cáncer o diabetes. A su vez, el alumbrado ilumina el cielo, lo que impide ver las estrellas, afectando la astronomía profesional y amateur. En función de esta realidad, se elaboró un proyecto educativo con el fin de concientizar a la población acerca de la problemática, de sus consecuencias para la salud y el ambiente, y para cuestionar afirmaciones que asocian la presencia de luz con una mayor seguridad. El proyecto fue declarado finalista del Zayed Sustainability Prize 2023 (Emiratos Árabes Unidos), lo que permitió cumplir gran parte de sus objetivos.

Palabras clave: Contaminación lumínica; Astronomía; Proyecto educativo; Zayed Prize.

Abstract

A current problem for humanity is related to public lighting, which is installed and oriented improperly, in addition to being placed in excess, generating light pollution. This causes a waste of energy, damage to animals that need darkness to rest or orient themselves, dazzling pedestrians and drivers, and negative health consequences, such as insomnia, stress and future diseases such as cancer or diabetes. In turn, the lighting illuminates the sky, which prevents seeing the stars, affecting professional and amateur astronomy. Based on this reality, an educational project was developed in order to raise awareness among the population about the problem, its consequences for health and the environment, and to question statements that associate light with greater safety. The project was declared finalist for the Zayed Sustainability Prize 2023 (United Arab Emirates), which allowed it to meet most of its objectives.

Keywords: Light pollution; Astronomy; Educational project; Zayed Prize.



Introducción

El Grupo Astronómico Osiris constituye un equipo de estudiantes de nivel medio y docentes que forma parte del programa de extensión “Miradas al cielo” correspondiente a la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro y al Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón, programa que tiene como meta la enseñanza y la difusión de la astronomía hacia las escuelas y hacia la comunidad en general.

Como parte de sus actividades, en 2022 se abordó la problemática de la contaminación lumínica y sus implicancias para la astronomía, llevándose adelante una campaña de concientización mediante “memes” realizados por los estudiantes. Sin embargo, la misma tuvo alcance limitado, por lo que en 2023 se decidió tratar de ampliar su llegada a otros destinatarios, especialmente a personas de otras localidades del país. En función de ello, se decidió desarrollar un proyecto educativo para participar de un premio internacional que distinguiera este tipo de acciones, el Zayed Sustainability Prize, siendo declarados finalistas en la categoría Escuelas Globales de América. Esta distinción permitió dar visibilidad al proyecto tanto en los medios locales como nacionales, obteniendo una repercusión muy importante para el grupo y para la problemática. La ceremonia de premiación se realizó el 1 de diciembre de 2023 en Dubai (Emiratos Árabes Unidos) en el marco de la 28ª Conferencia Internacional de Cambio Climático, adonde fue invitado un pequeño contingente del Grupo Astronómico Osiris. En este trabajo detallamos el proyecto elaborado y las numerosas instancias de difusión de la problemática en las que se expuso, lo que permite concluir que el mismo fue muy exitoso pese a no haber resultado ganador.

Metodología: antecedentes y desarrollo del proyecto

Los Emiratos Árabes Unidos organizan anualmente el Zayed Sustainability Prize (<https://zayedsustainabilityprize.com>), el cual reconoce a organizaciones sin fines de lucro, a pequeñas y medianas empresas y a escuelas secundarias de todo el mundo por presentar soluciones sostenibles, impactantes, innovadoras e inspiradoras en las categorías de Salud, Alimentos, Energía, Agua y Escuelas Secundarias Globales. El mismo fue instituido en 2008, otorgando en 2023 un premio de 100 mil dólares a cada uno de sus ganadores, agrupados en 11 categorías distintas, 6 de las cuales corresponden a escuelas secundarias del mundo.

En función de este premio, el Grupo Astronómico Osiris desarrolló un proyecto educativo relacionado con el problema de la contaminación lumínica (Chepesiuk, 2010), uniéndose para ello a la Escuela Nuevos Horizontes de El Bolsón, Río Negro.

Como antecedente inmediato, los estudiantes del grupo analizaron la problemática en 2022, pudiendo concluir que la contaminación lumínica había aumentado considerablemente en la ciudad de El Bolsón en los últimos años: se identificaron caminos vecinales con luces intensas como si fuesen autopistas, plazas donde parece de día en plena noche, luminarias en exceso sin direccionamiento alguno y casas con luces prendidas en sus frentes durante toda la noche (pese a que la calle está iluminada por una luminaria pública). A su vez, se observó que la luz de dichas luminarias ingresa por las ventanas de las viviendas, fenómeno llamado “intrusión



lumínica”, por lo que los vecinos deben bloquear con cortinas la potente luz que ingresa por sus ventanas (Figura 1). A su vez, se pudo asociar el aumento de la contaminación lumínica con el recambio de las luminarias de las calles realizado por el municipio local aprovechando el cambio de tecnología de lámparas de sodio (naranjas) a led (blancas). Pese a que estas nuevas luminarias consumen menos energía eléctrica, el impacto visual ha crecido mucho dado que, amparados por el bajo consumo, se han colocado más luminarias y de una mayor potencia lumínica. Además, el ojo humano resulta más sensible a la frecuencia de emisión de estas nuevas lámparas led (Sánchez de Miguel et al., 2021).

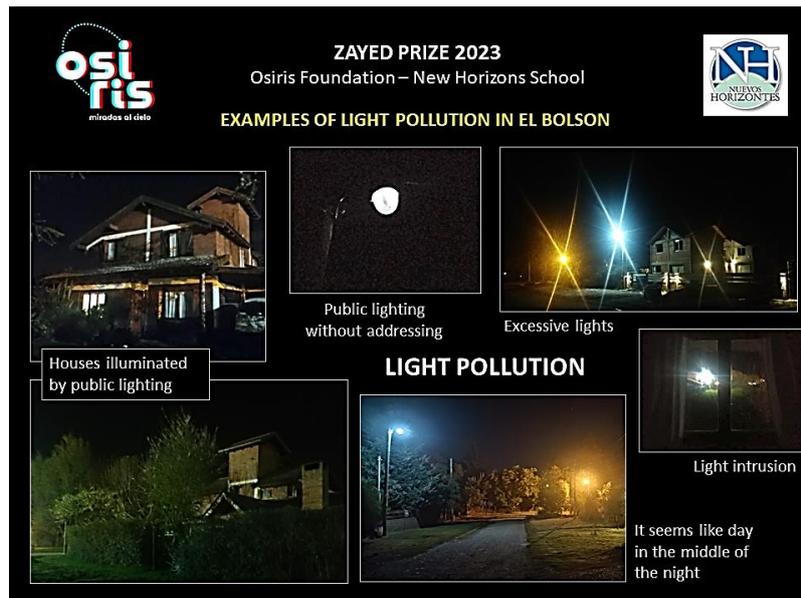


Figura 1. Ejemplos de contaminación lumínica registrados: luminarias en exceso y de gran potencia, calles en las que parece de día, luminarias sin direccionamiento, casas iluminadas, luces que ingresan por las ventanas y viviendas con luces externas prendidas toda la noche.

Como instancia inicial, en octubre de 2022 se realizó una campaña de concientización sobre la contaminación lumínica en las redes sociales del Grupo Astronómico Osiris (@astroosiris) a partir de dibujos y "memes" realizados por los estudiantes de nivel medio del grupo (Figura 2), además de llevar a cabo un taller en diferentes escuelas de la localidad aprovechando un capítulo de Los Simpsons que trata sobre la problemática (Figura 3). Ambas acciones fueron bien recibidas, pero su impacto fue escaso. Por ese motivo, en 2023 se desarrolló el proyecto presentado al Zayed Sustainability Prize, el cual se propuso dar mucha mayor visibilidad al problema a partir de una campaña profesional de concientización y, al mismo tiempo, proponer el diseño de un plan de alumbrado racional y eficiente a ser implementado en una zona de la localidad con el fin de mostrar que es posible encontrar una solución al problema que satisfaga a todas las partes. Para ello se planteó la utilización de una aplicación tecnológica que permite el prendido de la luminaria de la calle cuando un peatón pasa caminando utilizando la tecnología Bluetooth del celular, lo que hace posible que el prendido de la luminaria sea a demanda, y la necesidad de orientar adecuadamente las luminarias que queden prendidas toda la noche (Figura 4).



Figura 2. Memes sobre la problemática realizados por estudiantes del Grupo Osiris.



Figura 3. Estudiantes del Grupo Osiris coordinando un taller sobre contaminación lumínica.



Figura 4. Desarrollo tecnológico para encender las luminarias a demanda activando el Bluetooth en el celular si el peatón lo considera necesario.

Resultados

El proyecto fue finalista en la categoría Escuelas Globales, quedando ternado con otras dos escuelas de Latinoamérica (una de Perú y otra de Chile). Aunque el proyecto no resultó ganador, la cantidad de notas aparecidas en distintos medios de comunicación nacionales permite concluir que la parte del proyecto vinculada con dar gran visibilidad a la problemática ha podido ser lograda con creces. En este sentido, un rápido relevamiento permitió dar cuenta de más de 30 notas sobre el proyecto publicadas en medios escritos, y más de 10 en medios audiovisuales tanto locales como nacionales. En particular, se publicaron notas en los siguientes medios masivos de comunicación: *La Nación*, *Infobae*, *Página 12*, *Río Negro*, *El Cordillerano*, *Agencia Telam*, *Radio Nacional*, *Forbes* y en televisión abierta por *Canal 9*. En varias de estas notas se logró poner en cuestionamiento la idea común que asocia una iluminación nocturna excesiva con una mayor seguridad de las personas, lo cual no se encuentra demostrado (muchos hechos delictivos ocurren en zonas muy iluminadas).

Por último, al ser finalistas, un contingente integrado por un docente y dos estudiantes del grupo fue invitado a asistir a la ceremonia de premiación el día 1 de diciembre de 2023 en Dubai. El viaje duró 10 días durante los cuales participaron en la ceremonia, recorrieron la Conferencia de Cambio Climático, conocieron estudiantes de otras escuelas del mundo y visitaron diferentes lugares destacados de la ciudad y sus alrededores (Figura 5).



Figura 5. Registros del viaje a Dubai de los integrantes del Grupo Astronómico Osiris.

Con el fin de comunicar la experiencia, durante el viaje se realizaron transmisiones en vivo y se compartieron imágenes del mismo, estando disponibles para su visualización en las cuentas del Grupo Osiris en *Instagram*, *Facebook* y *Tik Tok*. La ceremonia de premiación está disponible en la cuenta de YouTube del *Premio Zayed*. Por último, luego del regreso de Dubai se pudo describir el proyecto y lo realizado en una nota en el *Canal 4* de El Bolsón.

Conclusiones

Pese a que el proyecto no resultó ganador en el Zayed Sustainability Prize, es posible considerar que el mismo ha cumplido ampliamente gran parte de sus objetivos ya que logró dar difusión a una problemática muy visible (por el impacto que genera), pero que no se percibe como un problema. Se espera poder seguir concientizando acerca de la problemática en los próximos años y que el municipio local comience a tener en cuenta algunas ideas del proyecto. De este modo será posible tener un alumbrado público eficiente afín a la conservación de los recursos naturales que, al mismo tiempo, preserve la salud de las personas y del resto de los seres vivos, permitiéndonos observar las estrellas.

Referencias bibliográficas

- Chepesiuk, R. (2010). Extrañando la oscuridad: los efectos de la contaminación lumínica sobre la salud. *Salud Pública de México*, 52(5), 470-477
- Sánchez de Miguel, A., Bennie, J., Rosenfeld, E., Dzurjak, S., Gaston, K.J. (2021). First Estimation of Global Trends in Nocturnal Power Emissions Reveals Acceleration of Light Pollution. *Remote Sens*, 13, 3311.



Aspectos cuánticos de la cosmología inflacionaria

Holzmann Airasca, Aldana¹ y Bengochea, Gabriel R.²

¹*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.*

²*Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), CONICET - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.*

aldana.holzmann@outlook.com

Resumen

El modelo cosmológico más aceptado para describir la evolución del universo, desde una etapa muy temprana hasta nuestros días, se basa en dos pilares fundamentales: la Relatividad General y la Teoría Cuántica. Sin embargo, existen aún algunos problemas no resueltos dentro de este modelo. En este contexto, exploramos nuevas perspectivas sobre las etapas iniciales del universo mediante teorías modificadas que desafían las reglas cuánticas convencionales. Estas teorías buscan no solo explicar el surgimiento de las semillas primordiales que eventualmente formaron las galaxias y estructuras cósmicas que observamos actualmente en el cielo, sino también resolver algunos de los enigmas cuánticos y abordar otros interrogantes tales como el problema de la *inflación eterna*. Presentamos de manera accesible la esencia de las diversas propuestas que existen en este campo, y mostramos que es posible ofrecer respuesta a algunos de los interrogantes clave de la teoría de inflación.

Palabras clave: Cosmología; Inflación; Mecánica Cuántica; Modelos de Colapso Objetivo.

Abstract

The most accepted cosmological model to describe the evolution of the universe, from an early stage to the present day, is based on two fundamental pillars: General Relativity and Quantum Theory. However, there are still some unresolved issues within this model. In this context, we explore new perspectives on the early stages of the universe using modified theories that challenge conventional quantum rules. These theories aim not only to explain the emergence of the primordial seeds that eventually formed the galaxies and cosmic structures we observe in the sky but also to address some quantum mysteries and tackle other questions, such as the problem of *eternal inflation*. We present in an accessible manner the essence of various proposals in this field and demonstrate that it is possible to provide answers to some key questions in inflation theory.

Keywords: Cosmology; Inflation; Quantum Mechanics; Objective Collapse Models.



Introducción

Aproximadamente hace unos 13 mil millones de años, el universo experimentó un cambio dramático: una brevísima etapa de expansión acelerada que dejó su huella en la estructura misma del espacio-tiempo (Albrecht y Steinhardt, 1982; Linde, 1982; Guth, 1981, 1997; Bengochea, 2020a). Este fenómeno, conocido como *inflación cósmica*, habría jugado un rol fundamental en el origen de las semillas primordiales, que mucho más tarde ‘germinaron’ para dar lugar a las estructuras a gran escala que pueblan nuestro cielo hoy, como galaxias, cúmulos galácticos y filamentos cósmicos (Mukhanov, Feldman y Brandenberger, 1992).

La teoría inflacionaria es una pieza clave en el rompecabezas del modelo cosmológico moderno conocido como *Big Bang*. Su descripción tiene como bases tanto a la teoría gravitatoria de Einstein como a la Teoría Cuántica. Además, está respaldada por las observaciones más recientes de la radiación del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) (Akrami et al., 2020).

A pesar del increíble éxito de la teoría inflacionaria para explicar los primeros momentos del universo, aún quedan diversos desafíos teóricos por resolver. Uno de los más intrigantes es la búsqueda de una teoría completa que nos cuente la historia de cómo el mundo cuántico puede ser descrito, en ciertas circunstancias (y con muy buena precisión), por la física clásica de nuestra vida macroscópica cotidiana. Asunto que está vinculado con lo que se llama “*problema de la medición*” en la Mecánica Cuántica (Okón, 2014). Este problema esencialmente tiene que ver con que no es claro en qué instante ocurre una medición sobre un sistema (digamos un conjunto de átomos), ni qué la produce (usualmente se le atribuye a un aparato o a un observador), por la cual se produce un “colapso” y dicho sistema deja de estar en un estado con ciertas características no bien definidas y pasa a otro estado diferente con dichas propiedades bien definidas. Recordemos que en la física de Newton, por ejemplo, esto no ocurre. Los objetos en todo momento tienen las propiedades bien definidas más allá de que algo o alguien realice una medición sobre ellos. O sea, el mundo existe independientemente de que algo o alguien los observe. La Cuántica estándar parece romper con esta visión del mundo.

Pero eso no es todo. Otro problema inherente a la teoría inflacionaria es la posibilidad de una inflación sin fin. Bajo ciertas condiciones, la fase inflacionaria podría no detenerse nunca debido a los efectos de ciertas *fluctuaciones cuánticas* presentes, que alteran la dinámica y la evolución esperada del universo, llevándonos al concepto de *inflación eterna*. La idea es que si inflación no finaliza, permanentemente se estarían generando más y más regiones inflacionarias. Y donde inflación no termina, las estructuras no pueden formarse gravitacionalmente debido a la fuerte expansión que impide dichos procesos; lo que termina estrechamente ligado con un tema recurrente en la divulgación actual como es el *Multiverso* (Bengochea, 2017). Una enorme cantidad de regiones desconectadas, que literalmente constituirían un número casi infinito de universos distintos. Este fenómeno, si bien desafiante, podría incluso cuestionar la validez misma de la propuesta inflacionaria (Linde, 1986). Vivimos en un universo donde la inflación cósmica ha finalizado, y en donde galaxias y planetas han podido formarse. Por lo tanto, debe lograrse un entendimiento profundo acerca de cómo fue que esto sucedió.



Por otro lado, la teoría Cuántica estándar no nos ofrece una explicación completa sobre cómo surgieron las inhomogeneidades (semillas cósmicas) y asimetrías primordiales en el universo temprano, que más tarde darían lugar a las estructuras que hoy observamos (Sudarsky, 2011; Bengochea, 2020b).

Aquí es donde entran en juego las propuestas de los conocidos *modelos de Colapsos Objetivos*, inicialmente introducidos en cosmología en Perez, Sahlmann y Sudarsky (2006). La idea es modificar la teoría Cuántica estándar e introducir un mecanismo que permita “colapsos espontáneos” y aleatorios en los estados cuánticos de los sistemas, ocurriendo un proceso similar al de que sucede en una medición de laboratorio. De esta forma, nos valemos de una teoría capaz de explicar la transición desde un estado de “vacío” del universo primitivo a un estado cuántico lleno de semillas de estructura, sin necesidad de recurrir a las ideas clásicas de un observador o un dispositivo y resolviendo así el problema de la medición. Recordemos que, en el enfoque estándar de la Cuántica, un aparato de medición o un observador externo debe realizar las mediciones en un laboratorio para obtener resultados específicos. Pero estos ingredientes, claramente, al inicio del universo están completamente ausentes.

La idea fundamental de nuestra investigación es implementar una versión particular de un modelo de Colapsos Objetivos en el universo inflacionario (Leon y Bengochea, 2016; Bengochea et al., 2020). Buscamos con ello ofrecer una descripción satisfactoria de la transición de lo cuántico a lo clásico en el universo temprano; descripción que debe ser compatible con las observaciones del FCM. También queremos explorar si este enfoque podría proporcionar una solución al desafiante problema de la inflación eterna (León, 2017).

En este contexto, nuestro objetivo es presentar algunos de los problemas de la teoría cosmológica de manera divulgativa y, a su vez, explorar brevemente los modelos que buscan brindar soluciones a estos aspectos teóricamente no resueltos en la propuesta inflacionaria. Además, buscamos acercar a un público no experto en este enigmático tema de investigación que no se trata usualmente en la divulgación de la astronomía.

Metodología

La mayoría de las investigaciones que exploran las fases iniciales del universo se limitan a enfoques dentro de la teoría Cuántica estándar. Sin embargo, como ya mencionamos, estas explicaciones a menudo no proporcionan una comprensión completamente satisfactoria del origen de las asimetrías iniciales del universo. Es en este contexto que nuestro trabajo propone estudiar la implementación de teorías alternativas de Mecánica Cuántica en el escenario cosmológico, teorías que deben estar en concordancia con las observaciones del FCM.

La esencia de nuestra investigación radica en la implementación de un modelo particular de Colapsos Objetivos denominado *Localización Continua Espontánea* (CSL) en el contexto del universo inflacionario. Este enfoque nos permite ofrecer una explicación satisfactoria de la transición entre el mundo cuántico y el mundo clásico, y al mismo tiempo podemos abordar otras problemáticas tales como el de la inflación eterna. Nuestra meta es proporcionar una perspectiva única desde los aspectos cuánticos a uno de los problemas técnicos fundamentales en la cosmología actual.



Resultados y discusiones

En los artículos de León (2017) y de Lechuga-Solís y Sudarsky (2023) se han explorado dos maneras diferentes de modificar las reglas de la Mecánica Cuántica utilizando variantes de modelos CSL y aplicándolos al universo en sus primeras etapas. Ambas propuestas ofrecen una explicación satisfactoria sobre cómo se generaron las semillas primordiales en el universo. Esto es así, puesto que el mecanismo que se incorpora en estos modelos lleva al universo desde una situación inicial con ciertas simetrías a otra en donde emerge la estructura. Y esto sucede de manera natural, por la propia dinámica modificada de la teoría, sin que agentes externos realicen mediciones como ocurre en un laboratorio. Sin embargo, cuando se trata de abordar el tema de la inflación eterna, difieren en detalles de enfoques sobre cómo formular el problema y en algunos aspectos técnicos acerca de cómo los colapsos alteran la evolución. En particular, en el enfoque de León (2017), la propuesta se acerca más al modo ortodoxo de plantear el problema de inflación eterna. Esto es, se compara la evolución del tamaño de las mencionadas "fluctuaciones cuánticas" respecto a la evolución esperada clásicamente. Se demuestra allí que, al aplicar una nueva teoría Cuántica, se modifican las conclusiones usuales sobre una fase inflacionaria que nunca termina, y todas sus implicancias respecto al multiverso. Esto se analizó solamente para algunos tipos específicos de modelos inflacionarios.

En el enfoque planteado en Lechuga-Solís y Sudarsky (2023) se encuentra que, si bien ajustando ciertos parámetros del modelo es posible evitar el problema de la inflación eterna, el esquema de esta manera de encarar el problema tiene que ver con una versión más radical acerca de cómo la teoría cuántica modificada, a través de los procesos de los colapsos, afecta la dinámica del sistema de una forma diferente a la de León (2017), y además hay que llevar a cabo ajustes específicos para que se logre explicar de manera satisfactoria el universo temprano.

Siguiendo una línea de trabajo similar a la de León (2017), nosotros también buscamos resolver el rompecabezas de la inflación eterna. Esto lo llevamos a cabo utilizando un modelo CSL que posee un espíritu más acorde a lo que uno esperaría para el caso cosmológico, donde los aspectos relativistas deben ser tenidos en cuenta. Si bien es un trabajo en progreso, hemos logrado dar los primeros pasos e identificar el rol de ciertos parámetros libres dentro de nuestro modelo que resuelven el problema de la inflación eterna. Los detalles técnicos en profundidad de estos resultados forman parte del trabajo final de Tesis de Licenciatura en Física y podrán consultarse en Holzmann Airasca (2024).

Conclusiones

Si bien en la actualidad hay diferentes enfoques, la motivación detrás todos es la misma: abordar, a través de teorías alternativas, el problema de la medición en Mecánica Cuántica y su vinculación con la cosmología del universo temprano para explicar el surgimiento de las semillas cósmicas iniciales que más tarde dieron lugar a las estructuras que observamos actualmente en el universo. Estas propuestas tienen ventajas adicionales inesperadas, como por ejemplo las que abordamos aquí. Esto es, arrojar luz a uno de los problemas que tiene la propuesta estándar inflacionaria conocido como el problema de la inflación eterna.



En esta presentación se mencionan de manera breve y divulgativa las ideas y los rasgos más generales de esta área de investigación, junto con algunos caminos que se están explorando en la actualidad.

Referencias bibliográficas

- Akrami Y. et al. (2020). Planck 2018 results X. Constraints on inflation. *Astronomy and Astrophysics*, 641, A10.
- Albrecht, A. y Steinhardt, P. J. (1982). Cosmology for Grand Unified Theories with Radiatively Induced Symmetry Breaking. *Physics Review Letters*, 48, 1220.
- Bengochea, G. R. (2017). El mito del Multiverso. *Revista Si Mouve*, 14, 15-18.
- Bengochea, G. R. (2020a), El origen cuántico del universo, *Revista Si Muove*, 18, 39-46.
- Bengochea, G.R. (2020b). On the quantum description of the early universe. *Revista Mexicana de Física E*, 17, 263–271.
- Bengochea, G. R., Leon, G., Pearle, P. y Sudarsky, D. (2020). Discussions about the landscape of possibilities for treatments of cosmic inflation involving continuous spontaneous localization models. *European Physics Journal C*, 80, 1021.
- Guth, A. H. (1981). Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems. *Physics Review D*, 23, 347.
- Guth, A. H. (1997), *The inflationary universe*. Perseus Books.
- Holzmann Airasca, A., (2024). *Aspectos cuánticos de la cosmología inflacionaria y sus desafíos teóricos (Tesis de Licenciatura en Cs. Físicas)*. Bs. As.: Universidad de Buenos Aires.
- Lechuga-Solís, R. L. y Sudarsky, D. (2023). Eternal inflation and collapse theories, *arXiv:2308.01383*.
- León, G. (2017). Eternal inflation and the quantum birth of cosmic structure. *European Physics Journal C*, 77, 705.
- Leon, G. and Bengochea, G. R. (2016). Emergence of inflationary perturbations in the CSL model. *European Physics Journal C*, 76, 29.
- Linde, A. D. (1982). A new inflationary universe scenario: A possible solution of the horizon, flatness, homogeneity, isotropy and primordial monopole problems. *Physics Letters B*, 108, 389.
- Linde, A. D. (1986). Eternally existing self-reproducing chaotic inflationary universe. *Physics Letters B*, 175, 395.
- Mukhanov, V. F., Feldman, H. A. y Brandenberger, R. H. (1992). Classical and Quantum Theory of Perturbations in Inflationary Universe Models. *Physics Reports*, 215, 203.
- Okón, E (2014). El problema de la medición en mecánica cuántica. *Revista Mexicana de Física E*, 60, 130-140
- Perez, A., Sahlmann, H. y Sudarsky, D. (2006). On the quantum origin of the seeds of cosmic structure. *Classical and Quantum Gravity*, 23.
- Sudarsky D. (2011). Shortcomings in the Understanding of Why Cosmological Perturbations Look Classical. *International Journal of Modern Physics D*, 20, 509-552.



Una propuesta topocéntrica para la enseñanza de las fases lunares en la escuela secundaria

Lemus Frías, Claudia¹, Alvarez, Marcelo¹ y Diego Galperin¹

¹Universidad Nacional de Río Negro

lemusclaudia515@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño y la implementación de una secuencia para la enseñanza de las fases lunares en los primeros años de la escuela secundaria a partir de la construcción de un modelo explicativo topocéntrico basado en el movimiento de la Luna en el cielo. La secuencia fue llevada a cabo en un curso de 25 estudiantes de segundo año de escuela secundaria. Para su evaluación se recolectó información mediante el análisis de las producciones de cada estudiante, el registro de las clases y la realización de entrevistas individuales. Los resultados evidencian una evolución favorable de los conocimientos de los estudiantes acerca del fenómeno y de la posibilidad de vincularlo con lo que pueden percibir en su propio entorno celeste.

Palabras clave: Fases lunares; Modelo topocéntrico; Nivel secundario.

Abstract

In this work, the design and implementation of a sequence for teaching lunar phases in the early years of high school is presented. The sequence is based on the construction of a topocentric explanatory model derived from the movement of the Moon in the sky. It was implemented in a class of 25 second year high school students. To evaluate its effectiveness, data was collected through analysis of each student's work, class recordings, and individual interviews. The results demonstrate a positive development in the students' understanding of the phenomenon and their ability to relate it to what they can observe in their own celestial surroundings.

Keywords: Lunar phases; Topocentric model; High school education

Introducción y fundamentación

El fenómeno de las fases lunares es uno de los más cotidianos y menos comprendidos por estudiantes de todos los niveles educativos (Baxter, 1989; Bayraktar, 2009; Alvarez, Galperin y Quinteros, 2018). Esto puede deberse a varias causas. Por un lado, la escasa comprensión del fenómeno que tienen los docentes (Galperin, Prieto y Heredia, 2018). Por otro lado, se ha detectado la presencia de errores conceptuales y didácticos en los libros de texto que se utilizan en las escuelas, muchos de las cuales



refuerzan las concepciones alternativas que ya poseen los estudiantes (Navarro Pastor, 2009; Galperin y Raviolo, 2017). A su vez, estos mismos errores se encuentran en videos educativos y de divulgación presentes en Internet y que actualmente son muy utilizados como recursos de enseñanza (Galperin et al., 2020). Una última causa puede estar relacionada con el uso exclusivo de un modelo que explica las fases de la Luna en forma heliocéntrica, desde un punto de vista externo a la Tierra, sin relación alguna con lo que es posible observar cotidianamente en el cielo (Galperin, 2016).

En función de esta realidad, y con el antecedente de haber realizado una experiencia virtual en época de pandemia con estudiantes de nivel primario (Galperin, Alvarez y Santa Ana, 2022), se diseñó una secuencia didáctica para la enseñanza del fenómeno de las fases lunares a estudiantes de los primeros años del nivel secundario utilizando el sistema de referencia topocéntrico, el cual se encuentra centrado en la posición de un observador sobre la superficie terrestre. Desde este punto de vista, el fenómeno puede ser explicado a partir del movimiento propio de la Luna en el cielo de un día al otro, lo que provoca que cambie su posición angular respecto al Sol (siendo el observador el centro de dicho ángulo). En consecuencia, pese a que la Luna siempre posee una mitad de su superficie iluminada por el Sol, casi nunca es posible observar toda esa mitad (sólo en Luna llena). En este sentido, la Luna nueva ocurre cuando la Luna se ubica en dirección aproximada hacia el Sol, lo que provoca que la mitad no iluminada quede en dirección hacia el observador, por lo que no podrá ser observada. Sin embargo, una semana después la Luna se habrá desplazado hasta quedar perpendicular al Sol, lo que permitirá ver la mitad de su mitad iluminada (un cuarto de Luna). Por su parte, la Luna llena se produce dos semanas después de la Luna nueva, cuando el Sol y la Luna se ubican opuestos en el cielo, por lo que será visible toda su mitad iluminada (Figura 1). Este movimiento propio de la Luna en el cielo cada día que pasa es, justamente, el giro de la Luna como satélite en torno a la Tierra.

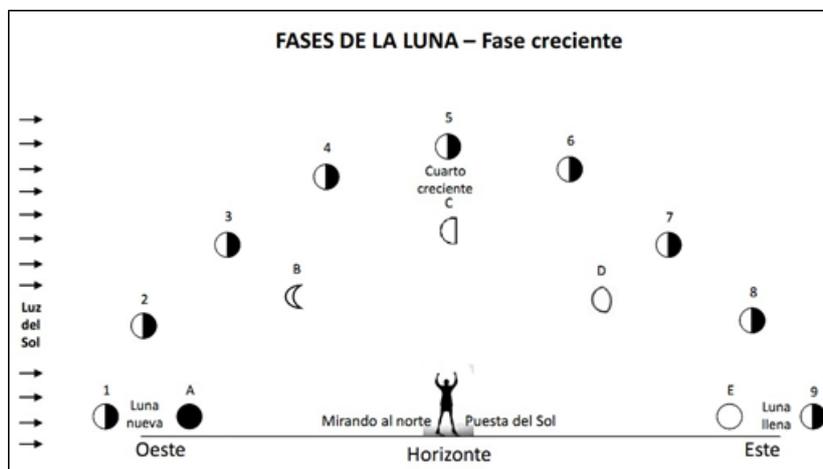


Figura 1. Esquema explicativo topocéntrico de la fase lunar creciente para un observador mirando al norte desde latitudes medias del hemisferio sur (Galperin, 2016).

En este trabajo se presenta la propuesta diseñada y algunos resultados preliminares del proceso de implementación en un curso de segundo año de nivel secundario.



Metodología

Se diseñó una secuencia didáctica consistente en 7 actividades para desarrollar en un lapso de 4 clases de unos 80 minutos. La misma se implementó en un curso de 25 estudiantes de segundo año de una escuela secundaria pública de la ciudad de Bariloche, Argentina. Se registraron las producciones de los estudiantes y se analizaron sus aprendizajes a partir de las actividades individuales resueltas por cada alumno al principio y al final del proceso de implementación, cuando se les solicitó que explicaran con un dibujo y un breve texto a qué se debían las distintas fases lunares. Se llevaron a cabo grabaciones de las clases y entrevistas a los estudiantes, las cuales se analizarán en una etapa posterior con el fin de complementar la información recabada hasta el momento.

La síntesis de la secuencia didáctica diseñada puede visualizarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de la secuencia didáctica diseñada.

Nº	Nombre	Consigna	Pregunta/s	Síntesis
Actividad 1	Poniendo en juego nuestras ideas	Explicar las fases lunares con un dibujo y un texto	¿A qué te parece que se deben las fases lunares?	Indagación de las ideas sobre la causa de las fases lunares
Actividad 2	Registro de la Luna durante un mes	Realizar registros (dibujos o fotos) de la Luna en diferentes momentos del día y en diferentes días a lo largo del mes	¿Se mueve la Luna en el cielo en el mismo día? ¿Y de un día al otro?	Observación de la Luna en forma directa a lo largo del mes
Actividad 3	El movimiento diario de la Luna	Analizar cómo se desplaza la Luna a lo largo de su trayectoria diaria	¿Cómo se mueve la Luna a medida que pasan las horas?	Reconstruir el movimiento diario que realiza la Luna en el cielo
Actividad 4	El movimiento propio de la Luna	Registro del cambio de posición y forma de la Luna a una hora fija (amanecer o atardecer) durante diferentes días	¿Cómo se mueve la Luna a medida que pasan los días? ¿Cómo cambia su forma?	Observación y/o simulación del movimiento propio lunar y de su cambio de forma
Actividad 5	Forma visible de un cuerpo iluminado por la mitad	Girar alrededor de una esfera mitad blanca y mitad negra y dibujar cómo se la ve desde distintas posiciones	¿Veo igual desde distintos ángulos un cuerpo iluminado por la mitad?	Analizar cómo se ve un objeto mitad iluminado desde distintos ángulos
Actividad 6	Las fases lunares y su relación con el ángulo Luna-Sol	Explicación de las fases de la Luna usando Stellarium y un esquema diseñado a tal efecto	¿Cuál es la relación entre el ángulo de la Luna respecto al Sol y su forma visible?	Explicación de las fases a partir de los esquemas explicativos topocéntricos
Actividad 7	Actividades para revisión de los nuevos conocimientos	Resolución de consignas de comprensión sobre las fases lunares	¿Por qué la Luna presenta fases?	Explicitación del modelo mental explicativo de las fases lunares



Resultados

La secuencia didáctica fue desarrollada satisfactoriamente en términos de la dinámica de trabajo y las actividades llevadas a cabo por los estudiantes. Respecto de los aprendizajes, en este primer análisis sólo se comparan las respuestas del test inicial y final, quedando para próximos trabajos analizar las entrevistas y las producciones de los estudiantes a lo largo de las clases. La propuesta fue coordinada y registrada por la docente del curso en cuatro de sus clases de la asignatura Física.

Al analizar la indagación inicial es posible visualizar que casi ninguno de los 25 estudiantes pudo brindar una explicación adecuada sobre la causa de las fases lunares, pudiéndose clasificar sus respuestas en diferentes categorías de modelos mentales ya relevados (Alvarez, Galperin y Quinteros, 2018). En este sentido, once estudiantes (44%) no lograron dar una explicación del fenómeno ya que sólo nombraron y/o dibujaron distintas fases, no siempre correctamente, mientras que diez de ellos (40%) asociaron inadecuadamente el fenómeno con el cambio de iluminación del Sol sobre la Luna a lo largo del mes (modelo de ángulo de incidencia). A su vez, sólo dos alumnos (8%) relacionaron las fases con la sombra de la Tierra proyectada sobre la Luna (modelo de eclipse) pese a que suele ser la concepción alternativa más presente en otras investigaciones (Baxter, 1989; Bayraktar, 2009). Por último, dos estudiantes (8%) indicaron que la apariencia de la Luna cambia debido a la variación de su posición respecto al Sol y a la Tierra, aunque no realizaron un dibujo sobre ello. Se pudo visualizar que todos los gráficos explicativos poseían un punto de vista heliocéntrico, con la Luna en el espacio girando en torno a la Tierra (Figura 2).

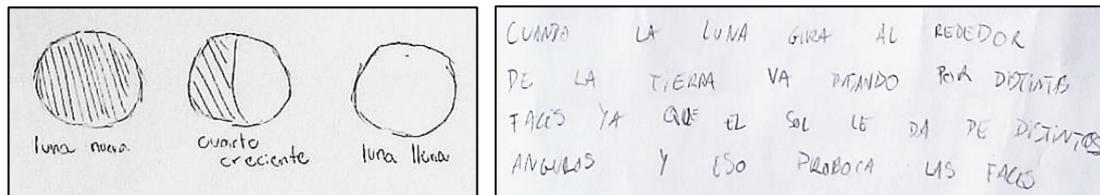
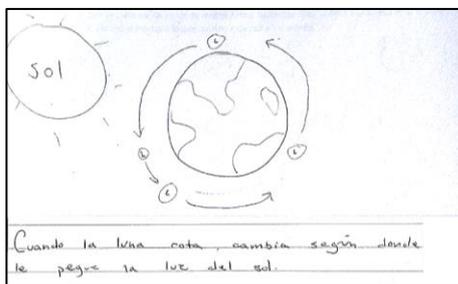


Figura 2. Ideas inadecuadas detectadas en la Actividad 1. Izquierda: se describen las fases pero no se explican. Derecha: “el Sol le da desde distintos ángulos a la Luna”, iluminándola diferente.

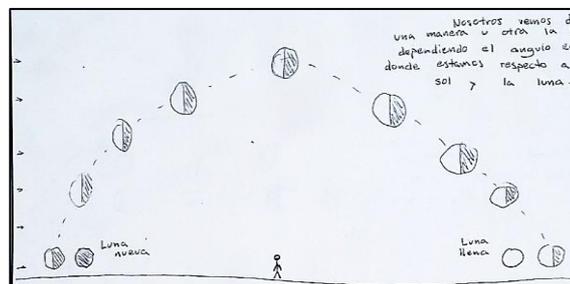
Al comparar las ideas iniciales con las presentes en la actividad final de la secuencia, es posible visualizar un cambio sustancial en el conocimiento de los estudiantes en cuanto a la causa de las fases lunares. En primer lugar, 15 de los estudiantes (60%) presentan esquemas y/o explicaciones topocéntricas correctas del fenómeno. De los 10 estudiantes restantes, sólo 3 de ellos (12%) dibujan las fases sin dar ninguna explicación, 2 estudiantes (8%) explican incorrectamente el fenómeno desde un punto de vista topocéntrico y, por último, 5 alumnos (20%) utilizan esquemas heliocéntricos que no explican el fenómeno. Como se evidencia, casi el 70% del estudiantado pudo cambiar su punto de vista y comenzar a utilizar el sistema de referencia topocéntrico para describir el movimiento de la Luna en el cielo, algo que no suele ser sencillo dado que se encuentra muy arraigado el uso casi exclusivo del sistema de referencia heliocéntrico en los materiales educativos y de difusión de la temática.



Por otro lado, el análisis de los registros de la actividad final muestra que la mayoría de los estudiantes ha logrado comprender que la Luna siempre se encuentra iluminada por la mitad por el Sol y que es la posición relativa entre ambos astros en el cielo lo que provoca que la misma se vea de diferentes formas desde la superficie terrestre (Figura 3). A su vez, dicho análisis indica que aproximadamente la mitad del curso no pudo describir con claridad la diferencia entre el movimiento diario de la Luna hacia el oeste y su movimiento propio hacia el este del cielo. Esto debería continuar desarrollándose retomando algunas de las observaciones realizadas a simple vista o de las simulaciones con Stellarium. Al respecto, es importante destacar que para explicar las fases lunares no es necesario desarrollar el movimiento diario de la Luna hacia el oeste, por lo que podría ser descartado de una futura secuencia en la que sólo se desee explicar dicho fenómeno.



"Cuando la luna rota, cambia [su forma] según donde le pega la luz del sol"



"Vemos de una manera u otra la Luna dependiendo el ángulo en donde estamos respecto al Sol y la Luna"

Figura 3. Comparación entre las respuestas dadas por un mismo estudiante al inicio (izquierda) y al final (derecha) de la secuencia didáctica. Queda en evidencia el cambio de sistema de referencia y de explicación, siendo inadecuada al inicio y correcta al final.

Conclusiones

A partir del análisis realizado, que implicó la comparación entre los registros de la actividad inicial y final (la cual proponía explicar con un dibujo y un texto corto las fases lunares), es posible concluir que ha habido una evolución favorable en los conocimientos de los estudiantes acerca del fenómeno. Esto implicó un cambio radical en el modelo utilizado, pasando de un punto de vista heliocéntrico a uno topocéntrico vinculado a lo que ellos pueden observar todos los días en el cielo. En este sentido, una proporción importante de los alumnos logró explicar el fenómeno desde un punto de vista topocéntrico, comprender que la Luna siempre está iluminada por la mitad y que es su posición en el cielo respecto al Sol lo que genera las diferentes fases. Sin embargo, sólo la mitad de los estudiantes pudo dar cuenta con claridad de la diferencia entre el movimiento diario y propio de la Luna en el cielo.

Para finalizar, resulta relevante destacar el aspecto motivacional de la secuencia didáctica implementada, lo cual no resultó visible en el aula a lo largo de las cuatro clases. En este sentido, la gran mayoría de los estudiantes mostraron gran entusiasmo en la realización de las distintas actividades, algo que no suele ser común dentro del contexto escolar del nivel secundario, lo que puede asociarse con la posibilidad de relacionar lo aprendido con la observación directa del cielo y con poder predecir y explicar el fenómeno de las fases desde su propio punto de vista.



A futuro se prevee dar continuidad a este trabajo a partir del análisis de los trabajos de cada estudiante a lo largo de las clases y de las entrevistas realizadas a algunos de ellos al finalizar el proceso de implementación de la secuencia didáctica.

Referencias bibliográficas

- Alvarez, M., Galperin, D. y Quinteros, C. (2018). Indagación de las concepciones de estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 129-142. Tandil, Argentina: UNCPBA.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Bayraktar, S. (2009). Pre-service Primary Teachers' Ideas about Lunar Phases. *Journal of Turkish Science Education*, 6(2), 12-23.
- Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos* [Tesis doctoral]. Tandil, Argentina: UNCPBA.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2017). Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 12(1), 1-11.
- Galperin, D., Prieto, L. y Heredia, L. (2018). Concepciones de docentes sobre las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 116-128. Tandil, Argentina: UNCPBA.
- Galperin, D., Alvarez, M., Heredia, L. y Haramina, J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista Enseñanza de la Física*, 32(no. extra), 125-133.
- Galperin, D., Alvarez, M., & Santa Ana, M. (2022). ¿Cómo se mueve la Luna en el cielo? Evaluación de una secuencia para la construcción de un modelo alternativo para la explicación de las fases lunares. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2).
- Navarro Pastor, M. (2009). *Aprendizaje y enseñanza de astronomía diurna en Primaria* [Tesis doctoral]. Alicante, España: Universidad de Alicante.



CIERRE DEL ENCUENTRO



EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES

Aquí se presentan algunos de los comentarios expresados por los asistentes en una evaluación online llevada a cabo al finalizar el I EVEDA. La evaluación completa con todas las respuestas dadas y su sistematización puede descargarse [aquí](#).

Muy buenas todas las charlas, paneles y presentaciones, abarcando todo tipo de temáticas desde lo más cotidiano para el aficionado como el acercamiento de conceptos teóricos avanzados. Fue muy enriquecedor poder conocer las experiencias de personas de distintas edades, nacionalidades y puntos del país.

Las charlas magistrales fueron insuperables en todo sentido, por la relevancia de los expositores y de los temas tratados, además de su claridad y su esfuerzo para "bajar a tierra" temas tan complejos. También disfruté mucho de la observación del cielo y de la charla con los especialistas. Aclaro que no soy docente, ni trabajo en difusión, por lo que mi interés está más del lado "del que aprende", que "del que enseña".

¡Todo ha sido de gran valor! Soy docente de música en nivel inicial y media. Intento hacer mi aporte sobre difusión de la astronomía en los colegios en los que trabajo. La exposición de los trabajos en estos 3 días fueron muy motivacionales. Por otro lado compartir este encuentro con especialistas a quienes sigo y tengo muchos de sus libros fue un lujo.

Excelentes charlas que me sirvieron de medición para saber que tan ajournados están los contenidos que dicto en los ISFD. Logré ampliarlos más y enriquecer la práctica de mis estudiantes.

Me he maravillado con las disertaciones y las temáticas. Soy aficionada a la astronomía, no científica. Lenguaje, metodología, enfoques, me parecieron accesibles a mis posibilidades. Me gustaría apreciar diversidad de géneros integrando las charlas matutinas (horario en el que pude asistir). Quedo atenta a sucesivos envíos de información vinculada a la astronomía, eventos especiales y otros. aguardo la 2da edición de EVEDA. Muchas gracias.

La profesionalidad de los disertantes, los pdf presentados, el tiempo al final para preguntas, la puntualidad del comienzo y del final, todo fue muy preciso y organizado. Aprendí y volví a aprender. Todos los temas tratados fueron relevantes y mis expectativas fueron cubiertas.

Primero la forma de la organización, me pareció genial. Los momentos de charla con especialista fueron un gran complemento a todo lo discutido durante el día.



EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES (CONTINUACIÓN)

Todas las propuestas fueron de excelencia, variadas en la temática, y evidenciaron el compromiso de los disertantes con la propuesta. No crean que calificué con 5 a todas por demagogia: es que en cada una aprendí algo, incluso en los temas que me parecía conocer, como los eclipses, por ejemplo. Y en los temas en los que mi conocimiento era insuficiente o nulo, como en los que se abordaron en las clases magistrales, me sentí muy bien, porque en ningún momento hubo una disposición de los organizadores para indicar que sólo algunos podrían acceder a ese nivel de conocimientos.

Todas las exposiciones del sábado fueron excelentes. También me gustó compartir durante la tarde la charla informal, porque es donde los aficionados se atreven a preguntar más cosas, esto ha sido una muy buena idea.

Me parece importante como docente, poder acceder a estos espacios de formación, con calidad educativa, porque es una temática relevante (además de apasionante) que se encuentra hoy en los diseños curriculares desde el nivel inicial y en la formación de los profesorado (por lo menos en la Pcia. de Bs As). Enfrentar los obstáculos epistemológicos que "arrastramos" de nuestra formación, de una manera, por momentos, lúdica, colectiva y compartida favorece la predisposición y apertura para el aprendizaje. La virtualidad tiene sus desventajas pero han sabido potenciar las virtudes de esta modalidad y las actividades resultaron atractivas.

Fueron actividades que ofrecieron mucho conocimiento y aportaron muy buenas ideas para trabajar con estudiantes de distintas edades. Muy agradecido a todos los expositores.

Me gustó mucho. Es el primer evento sobre el tema en el que participo y me quedo con ganas de más. Esperaré ansiosa una nueva edición EVEDA.

Muy buena organización. Muchas gracias por ofrecer temas y actividades tan variadas. Hasta la próxima!!!

Es mi primera experiencia en un congreso de astronomía. En general es algo a lo que uno como aficionado capaz no puede acceder, con lo cual la oportunidad de tener en unos pocos días la posibilidad de acceder a los trabajos de profesionales y a la actualidad de la ciencia a alto nivel fue invaluable. En lo personal, lo que más me llegó fueron las charlas sobre el rol de aficionado y las relacionadas con la observación del cielo, aunque todas las exposiciones fueron excelentes.



EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES (CONTINUACIÓN)

El encuentro me pareció de un nivel científico superlativo, del cual siendo lego en la materia me ayuda a poder entender el maravilloso mundo en el que vivimos... Así que les estoy muy agradecido por el evento. Gracias.

Excelente. Algo necesario para la divulgación de la astronomía.

Me gustó mucho el formato mixto con la participación de estudiantes.

Se notó la pasión de los organizadores y participantes, al igual que la gran cantidad de trabajo y de horas que han dedicado. Creo que este tipo de eventos le hace muy bien a la ciencia y la tecnología. Es necesario difundirlas e incentivar fundamentalmente a los jóvenes para que despierten su pasión por la ciencia y la tecnología, induciéndolos a pensar y plantearse preguntas.

Excelente tanto este evento como las jornadas de las que participé en San Juan en 2019.

Muchas gracias a los organizadores, de verdad, a los que amamos la Astronomía, tener estos encuentros nos alimenta el alma.

Me llevo mucho para repensar, sobre todo, de mi desempeño como docente. Atrapa mucho mi atención escuchar personas apasionadas por lo que hacen, aún cuando mi entendimiento no permite comprender del todo lo que están contando. Celebro la idea de incluir alumnos de secundaria ¡y que se hayan animado a hablar en público! ¡Felicitaciones por el trabajo realizado!



EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL I EVEDA

Cantidad de días: 3

Cantidad de actividades: 26

Charlas	Paneles	Talleres	Actividades nocturnas	Sesiones de trabajos
15	3	3	3	2

Procedencia de los participantes (en porcentaje de inscriptos)*

RN	CABA	BA	COR	SJ	SF	CH	EXT	SAL	CAT	COR	NEU	OTRAS
31,6	21,1	17,5	6,1	3,5	2,6	2,6	2,6	1,8	1,8	1,8	1,8	5,3

* RN: Río Negro. CABA: Ciudad de Buenos Aires. BA: Buenos Aires. COR: Córdoba. SF: Santa Fe. CH: Chubut. EXT: Extranjeros. SAL: Salta. CAT: Catamarca. COR: Corrientes. NEU: Neuquén. OTRAS: Otras provincias.

Puntaje promedio asignado a cada actividad por los asistentes (de 1 a 5)*
(respondió el 40% de los participantes)

Jueves 14 de marzo										Viernes 15 de marzo								Sábado 16 de marzo									
10 hs	11 hs	12 hs	14 hs	15 hs	18 hs	18 hs	19 hs	22 hs		10 hs	11 hs	12 hs	14 hs	15 hs	18 hs	18 hs	19 hs	22 hs		10 hs	11 hs	12 hs	14 hs	18 hs	18 hs	19 hs	21 hs
CH 1	CH 2	CH 3	EI 1	TR AB 1	PA N 1	TALL 1	MAG 1	PREG 1		CH 4	CH 5	CH 6	EI 2	TR AB 2	PA N 2	TALL 2	MAG 2	OBSERV 2		CH 7	CH 8	CH 9	EI 3	PA N 3	TALL 3	MAG 3	CIE
4,9	4,9	4,8	4,8	4,6	4,8	4,8	4,6	4,9		4,8	4,8	4,8	4,8	4,5	4,9	4,8	4,8	4,9		4,8	4,9	4,9	4,8	4,9	4,6	4,9	4,8

* CH: Charla. EI: Espacio informal. TRAB: Exposición de trabajos. PAN: Panel. TALL: Taller. MAG: Charla magistral. PREG: Pregúntele al especialista. OBSERV: Observación virtual del cielo. CIE: Cierre y sorteo.

Puntaje promedio del I EVEDA (sobre 5)

4,8



CONCLUSIONES DE CIERRE

Han transcurrido tres meses de la finalización de este *I Encuentro Virtual de Educación y Difusión de la Astronomía* y, mirando retrospectivamente, no dejamos de estar orgullosos de lo que hemos logrado realizar en un contexto muy complejo para nuestro país y en un entorno virtual que suele ser desfavorable para la comunicación y el intercambio entre quienes participan en ellos, tanto asistentes como disertantes.

Pese a ello, de este I EVEDA han participado más de 120 personas interesadas en la enseñanza y la comunicación pública de la astronomía, de las cuales 30 han sido jóvenes de escuelas secundarias interesados en la temática, quienes no suelen ser propensos a participar en este tipo de propuestas. Para lograrlo se organizaron talleres especialmente dirigidos a ellos, además de motivarlos a presentar sus experiencias en relación a la astronomía. En este sentido, algunos de estos estudiantes han sido parte del panel de aficionados del día sábado, contando sus experiencias dentro del Grupo Astronómico Osiris, y han presentado un trabajo vinculado a la contaminación lumínica, una problemática actual muy relevante. Esto ha sucedido gracias a que se les ha brindado un espacio para ello dentro del Encuentro, de forma similar a lo que se promueve en el Grupo Osiris, donde se fomentan este tipo de acciones y se les brinda a sus jóvenes integrantes la responsabilidad que implica la coordinación de diferentes talleres y espacios de divulgación astronómica.

Por su parte, para los adultos participantes se buscó que puedan estar presentes en la mayoría de las propuestas, sabiendo que muchos de ellos no podrían dejar de lado sus obligaciones cotidianas durante tres días. Por ese motivo se concentraron las charlas más destacadas en el horario del atardecer, donde se contó con la presencia de disertantes argentinos de gran nivel académico que residen en el exterior. Además, se incorporó el día sábado como último día del congreso con el fin de alentar la participación de personas aficionadas a la temática. A su vez, se plantearon propuestas en horario nocturno, algo muy poco habitual en este tipo de congresos, destacándose la observación virtual del cielo llevada a cabo el viernes por la noche en la cual se transmitieron imágenes de objetos de cielo profundo captadas en ese mismo momento desde la ciudad de Mar del Plata. Con el mismo fin, el jueves a la noche se llevó a cabo la propuesta "Pregúntele al especialista", en la cual se respondían preguntas diversas de astronomía que los asistentes realizaban en ese mismo momento, produciéndose un diálogo fluido entre profesionales y aficionados.

Otras cuestiones relevantes de la organización fueron los distintos espacios informales en horario de desayuno y merienda para el intercambio entre los asistentes, ocupando un lugar relevante el correspondiente al horario de las 14 a las 15 hs donde los participantes podían preguntar y dialogar informalmente con los tres disertantes de las charlas de la mañana. Al mismo tiempo, este espacio posibilitó el intercambio entre los propios disertantes en relación a las temáticas desarrolladas en sus charlas. Esto permitió un intercambio fluido entre los presentes, participantes y disertantes, mucho más enriquecedor que el suele darse habitualmente en los congresos durante unos pocos minutos de preguntas posteriores a cada charla.



Como grupo de adultos, también resultó muy importante la participación activa de los integrantes del Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar (CAIFA), cuyos integrantes asistieron a la mayoría de las propuestas, expusieron trabajos de calidad y fueron parte de la coordinación y el desarrollo del panel de aficionados del sábado por la tarde. A su vez, hubo gran participación de adultos aficionados a la temática de muchas provincias de Argentina, siendo menor la presencia de extranjeros.

Como dato no menor en relación al modo de desarrollo del I EVEDA, y pese a que era un encuentro virtual en el que cada coordinador podría haberse conectado desde su casa, se decidió que el equipo organizador se reúna en la ciudad de Bariloche para transmitir y coordinar el evento desde un aula de la sede Anasagasti de la Universidad Nacional de Río Negro. En función de ello, el equipo estuvo trabajando cada día desde las 8.30 hs hasta las 23 hs, horario en que finalizaron las actividades los días jueves y viernes. Por su parte, el sábado por la noche las actividades finalizaron con una instancia informal amena y alegre en la que se sortearon valiosos premios entre los que había chocolates de *Jauja* y un telescopio reflector donado por *Óptica Saracco*.

Por último, consideramos que la conformación del equipo organizador también fue un punto fuerte de este Encuentro dado que el mismo incluyó científicos de destacada trayectoria en su área de investigación, y también en la comunicación pública de la astronomía, junto a docentes de nivel medio y superior abocados a la enseñanza de la temática y a la investigación en el área de la educación en astronomía.

Esperamos haber cumplido con las expectativas de poner a disposición del público conocimientos astronómicos relevantes y valiosos, pero también aquellos relativos a cómo mejorar y consolidar la enseñanza y la comunicación pública de la disciplina.

Les agradecemos por haber sido parte de este I EVEDA y los esperamos nuevamente en futuras propuestas que organizaremos.

Dr. Diego Galperin
Programa Miradas al cielo
Universidad Nacional de Río Negro
Co-organizador del I EVEDA

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA (I EVEDA)

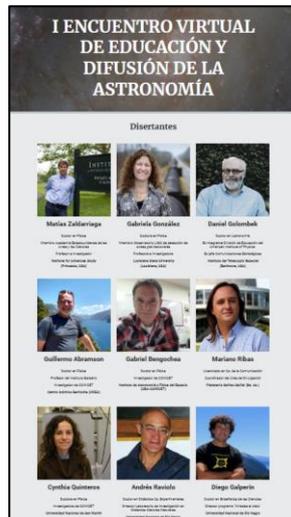


EL I EVEDA EN IMÁGENES



El equipo organizador del I EVEDA. De izquierda a derecha: Leonardo Heredia, Diego Galperin, Cynthia Quinteros, Guillermo Abramson, Gabriel Bengochea y Marcelo Alvarez.

La página web del I EVEDA



Se realizó un diseño de página web atractivo y sencillo de leer y comprender con el fin de motivar a participar a personas que no fuesen profesionales y que no estuviesen habituadas a este tipo de congresos académicos.

Jueves 14 de marzo



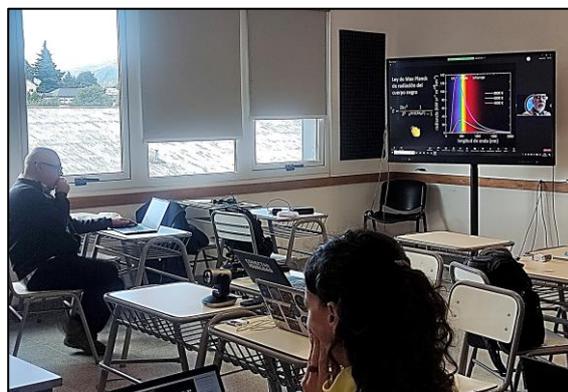
9.30 hs. Inauguración del I EVEDA a cargo del Dr. Gabriel Bengochea y del Dr. Diego Galperin con la presencia del Dr. Diego Aguiar (centro), vicerrector de la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro.



El equipo organizador en distintas tareas durante la inauguración del I EVEDA: monitoreo de la reunión virtual (Dr. Guillermo Abramson), revisión de la comunicación con los asistentes (Dra. Cynthia Quinteros) y registro de la asistencia (Prof. Leonardo Heredia).



Jueves 14 de marzo (continuación)



10 hs. Charla: *“El desayuno cuántico y la vida de las estrellas”* (Dr. Guillermo Abramson).
Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea.



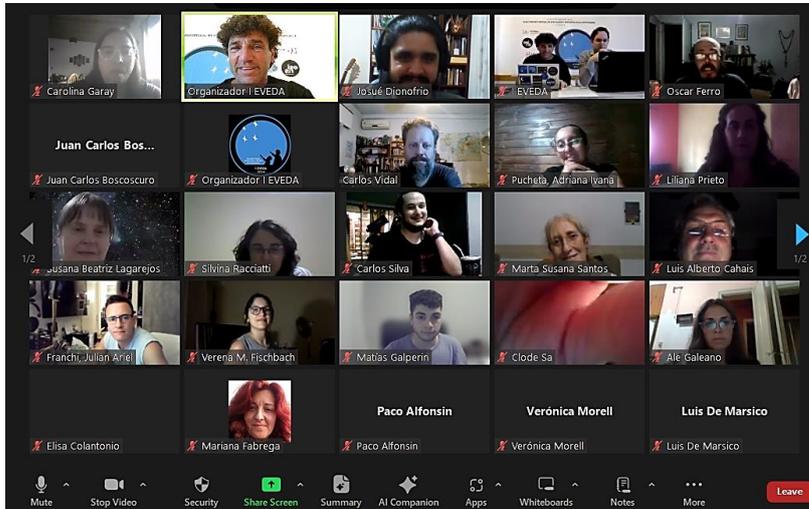
13 hs. Almuerzo del equipo organizador.



15 hs. *Exposición de trabajos 1.*
Coordinación: Dra. Cynthia Quinteros. Expositor 4: Prof. Leonardo Heredia.



Jueves 14 de marzo (continuación)



17 hs. Panel 1:
Educación en astronomía

Panelistas:
Prof. Carlos Vidal
Prof. Liliana Prieto
Lic. Josué Dionofrio

Coordinación:
Dr. Diego Galperin

19.30 hs.
Charla magistral:
*“¿Cómo se compone,
dirige y escucha la música
de las esferas?”*
Dr. Daniel Golombek

Coordinación:
Dr. Gabriel Bengochea



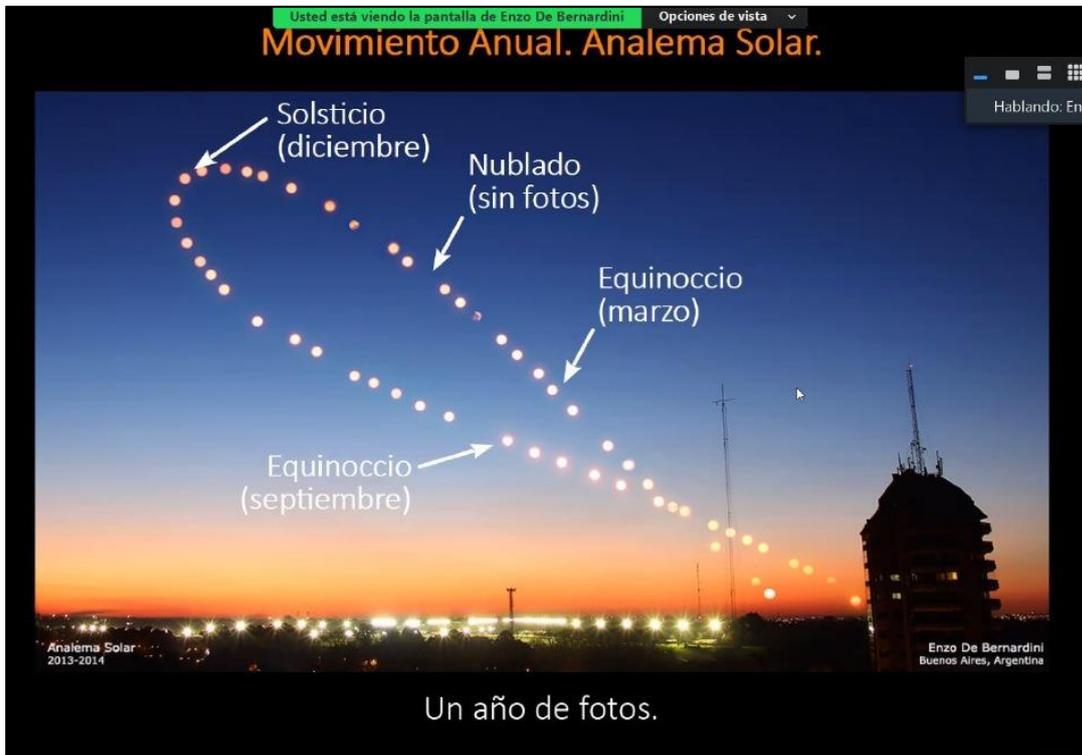
22 hs.
*Pregúntele
al especialista*

Coordinación:
Dr. Gabriel Bengochea

Transmisión desde
la casa de Marcelo Alvarez
en Bariloche



Viernes 15 de marzo

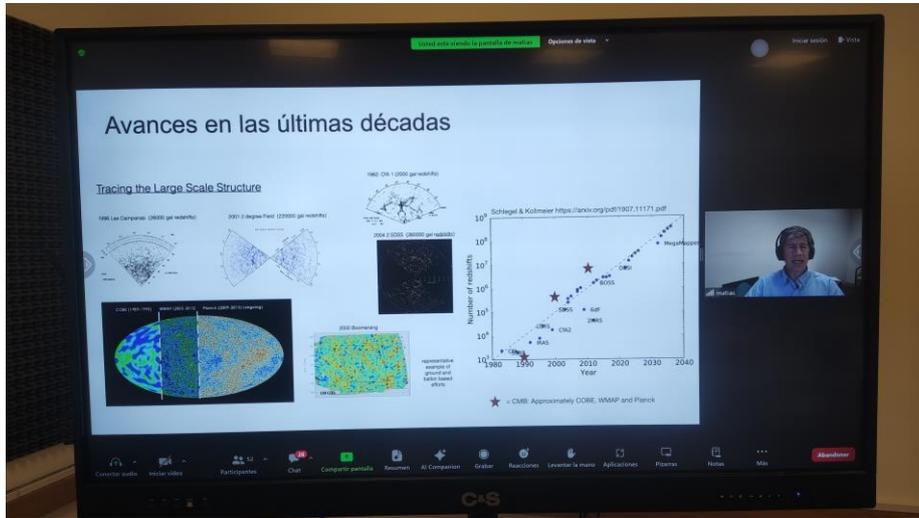


11 hs. Charla: "Astronomía visual" (Enzo de Bernardini). Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea.

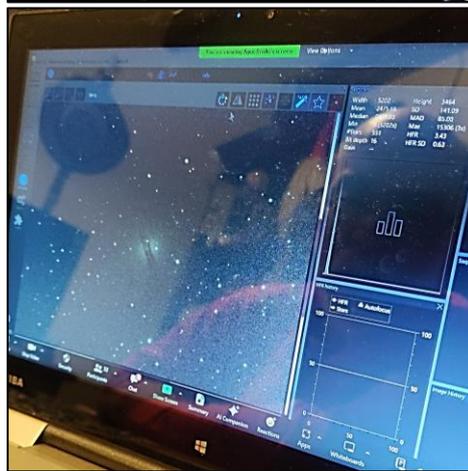


15 hs. Exposición de trabajos: estudiantes de nivel medio del Grupo Osiris exponiendo un trabajo su proyecto para la reducción de la contaminación lumínica.

Viernes 15 de marzo (continuación)



19.30 hs. Charla magistral: “Del Big Bang a las ondas gravitacionales” (Dr. Matías Zaldarriaga).
Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea.



22 hs. Observación virtual del cielo. Coordinación: César y Agustín Brollo desde Mar del Plata.



Sábado 16 de marzo



10 hs. Charla: “(Des) Información astronómica: ejemplos y análisis de una problemática contemporánea” (Lic. Mariano Ribas). Coordinación: Dra. Cynthia Quinteros.



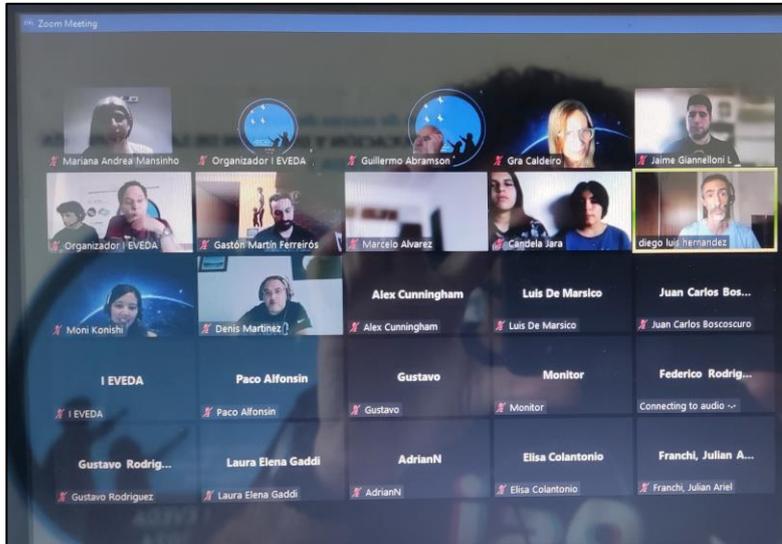
11 hs. Charla: “Eclipses de Sol: espectáculos de la naturaleza con mirada científica” (Ing. Josep Masalles). Coordinación: Dra. Cynthia Quinteros.



Espacios de descanso de los organizadores. Almuerzo y paseo posterior por Bariloche.



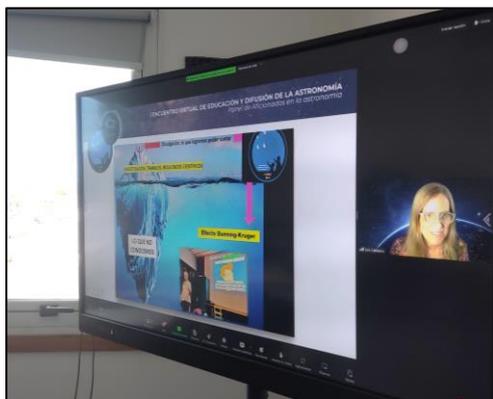
Sábado 16 de marzo (continuación)



17 hs. Panel 3:
Los aficionados en la astronomía

Panelistas:
Mg. Graciela Caldeiro
Diego Hernández
Ing. Mónica Konishi
Lic. Jaime Giannelloni Lizana
Isabella Vilches Duval y
Candela Jara

Coordinación:
Lic. Mariana Mansinho



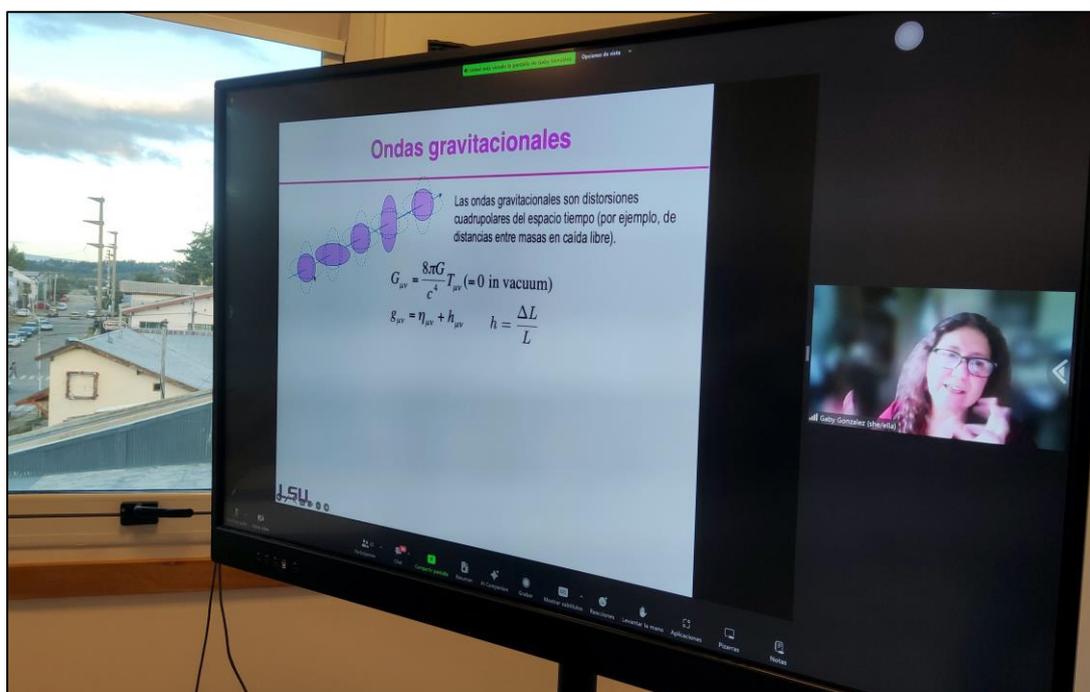
17 hs. Exposiciones de Graciela Caldeiro (CAIFA) y Diego Hernández (Planetario CABA).



17 hs. Exposiciones de Jaime Giannelloni Lizana (ASTRONOR) y Grupo Astronómico Osiris.



17 hs. Taller para estudiantes: “*Qué forma tiene la Tierra*” (Prof. Leonardo Heredia).
Coordinación: Cynthia Quinteros.



19.30 hs. Charla magistral: “*Astronomía con ondas gravitacionales*” (Dra. Gabriela González).
Coordinación: Dr. Gabriel Bengochea.

Cierre del I EVEDA

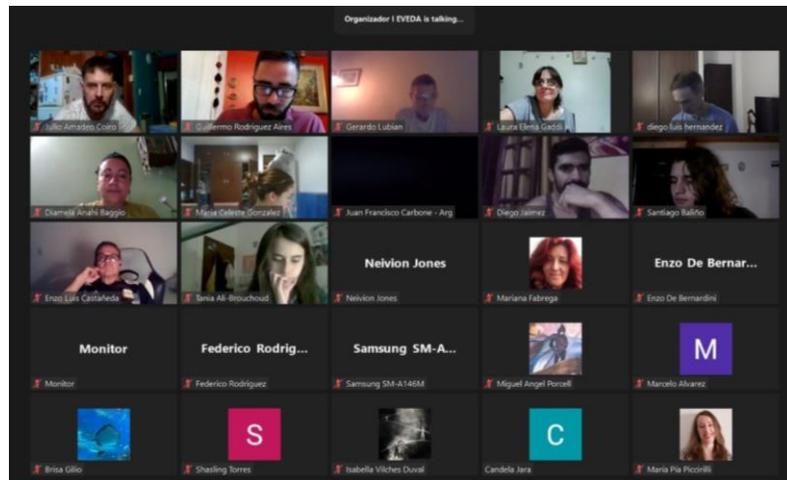
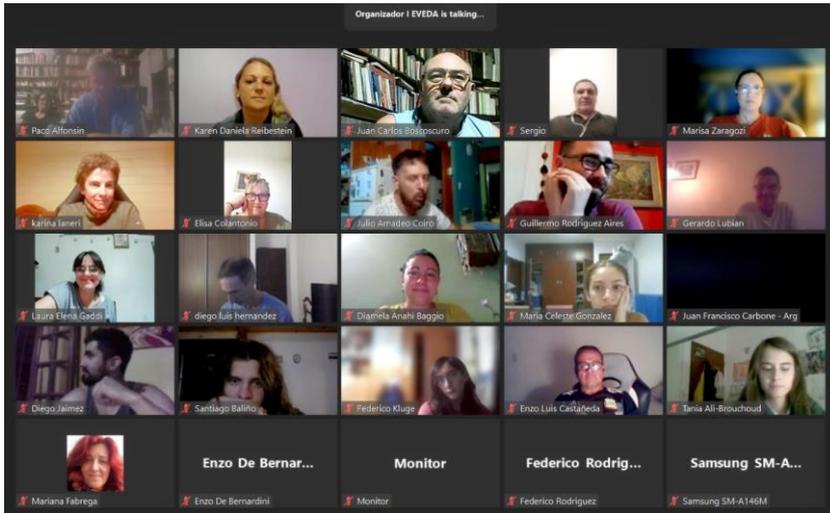


Los responsables del I EVEDA mostrando los premios a sortear entre los presentes durante el cierre del evento: chocolates de Jauja, libros de Guillermo Abramson y Diego Galperin y telescopio de Óptica Saracco (se envió luego a la ganadora).



El equipo organizador cerrando el evento con la bandera del I EVEDA

I ENCUENTRO VIRTUAL DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA (I EVEDA)



Los asistentes durante el cierre del I EVEDA



Los organizadores sacándose fotos con los asistentes presentes (en las pantallas) durante el cierre del I EVEDA luego del sorteo de premios.



Publicación realizada en el mes de junio de 2024 como cierre del
I Encuentro Virtual de Educación y Difusión de la Astronomía (I EVEDA).

Agradecemos los aportes de todos los participantes para compartir, incrementar y
desarrollar el campo de la enseñanza y la comunicación pública de la astronomía.

ISBN 978-631-00-4051-6

