



Actividades de Astronomía y Ciencias del Espacio desarrolladas en la UMCE

Juan Espinoza G.
juan.espinoza@umce.cl
Departamento de Física
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

Este artículo corresponde a una sección del libro "Didáctica de la Astronomía: Aplicación del modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación en la asignatura Ciencias del Espacio, editado en el año 2007, como producto del proyecto de investigación realizado por el autor y que formaba parte de una tesis de doctorado. Hasta donde se conoce, este es el primer libro acerca de didáctica de la Astronomía publicado en el país y, hasta la fecha, el único. En este trabajo se presenta una reseña de las actividades de enseñanza de la Astronomía desarrolladas en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, mediante tres líneas de acción: docencia en asignaturas de pregrado; proyectos de extensión para la promoción y desarrollo de la Astronomía y la producción de material didáctico para distintos niveles de escolaridad; y proyectos de investigación didáctica para la docencia. Para ilustrar el texto se han incorporado ilustraciones de material didáctico e instrumentos, fotografías de salidas a terreno y de eventos astronómicos, que no están en el original. Donde sea pertinente, el texto se ha ampliado con la finalidad de actualizar los datos y profundizar en algunos puntos.



Portada del libro Didáctica de la Astronomía, publicado el 2007.

1. Introducción

Un aspecto importante a considerar como antecedente de este trabajo, son los proyectos y actividades realizados por el autor, bajo la temática de Astronomía y Ciencias del Espacio, en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Estas actividades se han realizado desde el año 1986, siendo una de las primeras la observación y registro fotográfico del cometa Halley (figuras 1 y 2). En otros términos, se ha realizado un plan sistemático de actividades en relación a la enseñanza y difusión de la Astronomía, tanto en la universidad como en el ámbito escolar, en las últimas tres décadas, que se comentan sucintamente a continuación.



Figura 1



Figura 2

Fotografías del cometa Halley captadas entre enero y marzo de 1986, período en que había buenas condiciones para observarlo. Se efectuaron varias salidas a terreno hacia los alrededores de Santiago, lugares óptimos para fotografiar. En estas excursiones participaban profesores y estudiantes del Depto. de Física.

Debido a la motivación personal del autor de este trabajo y al interés de algunos estudiantes del Departamento de Física, se propuso en 1990 un proyecto de extensión que tenía por título **Promoción y desarrollo de la Astronomía en la UMCE**¹. Las portadas de los informes finales del proyecto oficial se ilustran en la figura 3. Este proyecto de extensión se realizó durante varios años en la universidad, con el propósito de encauzar el interés e inquietudes de los alumnos y profesores por la Astronomía y ciencias afines. El proyecto se ha ejecutado desde el año 1991 y de él han derivado otros proyectos, tanto de extensión como de investigación, algunos de ellos aún vigentes. Aunque el proyecto, oficialmente, se realizó entre los años 1991 al 1995, los años sigui-

¹ Espinoza, J., (1991 – 1995) Informes de Proyectos de Extensión “Promoción y Desarrollo de la Astronomía en la UMCE”.

entes se realizaron diversas actividades al alero de esta temática y las que se registraron en diversos informes, sin tener código de la Dirección de Extensión. La figura 4 ilustra un informe con las actividades realizadas desde el año 1986 hasta 1990, como preludio a las actividades de Astronomía, efectuadas principalmente en asignaturas de Física Experimental. Algunas de las portadas de los informes con las actividades realizadas desde 1996 en adelante, se ilustran en la figura 5.



Figura 3. Portada de los informes de ejecución de los proyectos de extensión.

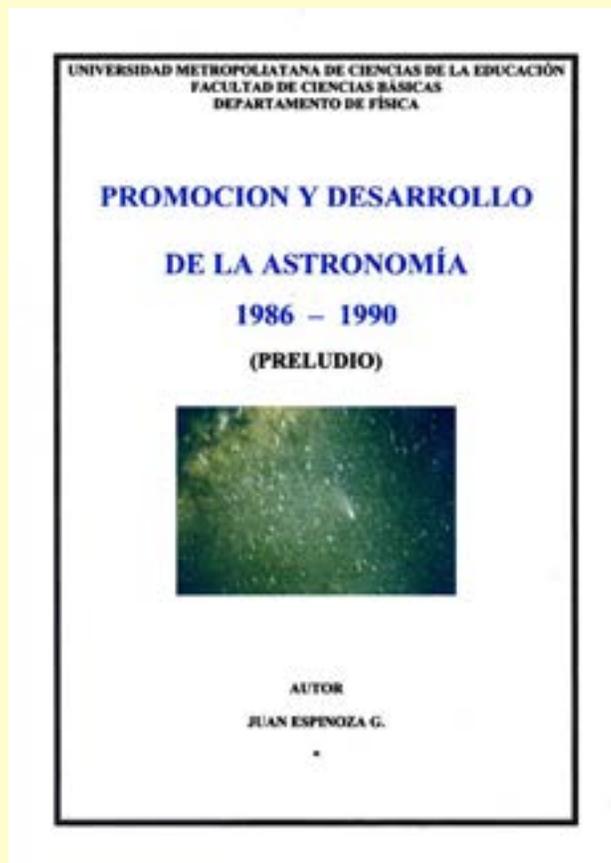


Figura 4



Figura 5. Portada de los informes con las actividades realizadas durante el año, desde 1996.

2. Objetivos

Los objetivos principales del proyecto Promoción y desarrollo de la Astronomía en la UMCE son:

- Desarrollar y divulgar la Astronomía y ciencias afines, con especial énfasis en su dimensión educativa.
- Producir material didáctico para la enseñanza de la Astronomía y las ciencias en general, en particular la Física, utilizando actividades astronómicas y tópicos de Astronomía.
- Desarrollar y realizar actividades de observación y registro de eventos astronómicos.

3. Líneas de desarrollo de la Astronomía

Se ha estado desarrollando la Astronomía en la UMCE mediante varias líneas de acción que a continuación se reseñan brevemente.

3.1. Docencia. Una **primera línea** es la docencia en cursos complementarios (o facultativos) sobre el tema. Una experiencia concreta es el curso **Iniciación a la Astronomía** que se imparte desde el año 1990 hasta el presente, dirigido principalmente a estudiantes universitarios que

Descripción del cielo nocturno, Gravitación y Sistema Solar, Cómo se observa el cielo, Evolución de las estrellas y galaxias, Vida en el Universo.

La asignatura **Iniciación a la Astronomía** se ha dictado sin interrupciones, durante los últimos años (hasta el 2004), y la evaluación efectuada es positiva, permitiendo que los alumnos amplíen su horizonte cultural en los aspectos relacionados con el cielo diurno y nocturno, los planetas, estrellas y galaxias y el Universo en general.

Como continuación y profundización de la asignatura anterior, se ofrece el **Taller de Astronomía**. El propósito esencial de este curso es el de realizar trabajos prácticos de Astronomía utilizando diversos instrumentos de observación, entre ellos una plataforma ecuatorial, cámaras fotográficas, un telescopio Schmidt-Cassegrain con accesorios para astrofotografía. Los temas principales son: Nociones de astrofotografía y óptica; Instrumentos astronómicos; Características generales y fotografía de la Luna, el Sol, los planetas, las estrellas y nebulosas; Otras técnicas de astrofotografía.



Un tercer curso facultativo en el que se presentan también algunas ideas de la Astronomía es la asignatura Ciencia Ficción: Ciencia e Imaginación, la que se impartió entre los años 1995 a 1997, y se volvió a impartir durante el 2001.

La asignatura semestral **Ciencias del Espacio** que se ofrece desde el año 2000 tiene carácter de obligatoria en el currículo de Licenciatura en Educación en Física y Pedagogía en Física y Ciencias Naturales con un total de 6 horas pedagógicas, que incluye actividades de observación en terreno, con el siguiente programa:

- Descripción del cielo nocturno y diurno
- Métodos de observación en astronomía
- Gravitación y sistema solar
- Estrellas y evolución estelar
- Galaxias y Cosmología
- Vida en el Universo
- Astronáutica



La literatura básica que se utiliza y ha servido para formular los contenidos de de estas asignaturas es la siguiente:

- Discovering the Universe, W.J.Kaufmann III y Neil F. Comins, Editorial W.H. Freeman.
- Universe, W.J. Kaufmann III y Roger A. Freedman, Editorial W.H. Freeman.
- Discovering Astronomy, R.Robert Robins, William H. Jefferys y Stephen J. Shawl, Editorial Wiley.
- Guía de campo de las estrellas y planetas, Jay M. Pasachoff y D.H. Menzel, Editorial Omega.
- Vida inteligente en el Universo, Carl Sagan y I.S. Schkloskii, Editorial Reverté.
- Curso de Astronomía general, P.I. Bakulin, E.V. Kononovich y V.I. Moroz, Editorial Mir.

Un nuevo curso complementario de Astronomía se comenzó a ofrecer el año 2001. Se trata de **Vida en el Universo**, en el que a partir de la ecuación de Drake se estudian sus elementos astronómicos, astrobiológicos y socio culturales que la componen. El programa de esta asignatura contempla las siguientes unidades:

- La ecuación de Drake
- Origen y evolución del Universo
- Estrellas y evolución estelar
- Formación y evolución de sistemas planetarios
- Condiciones para la vida y su evolución
- Estrategias de búsqueda de vida inteligente



En el segundo semestre de 1998 se imparte la asignatura **Ciencias del Espacio y de la Tierra** para el programa de Bachillerato en Ciencias, la que contempla actividades de Astronomía y Geofísica. La intención es mantenerlo en el programa en el segundo semestre del primer año.

En cuanto a perfeccionamiento a profesores, se han ofrecido diversas instancias en el marco del Programa de Perfeccionamiento Fundamental del Ministerio de Educación para la enseñanza media y, en particular, para el segundo año de Educación Media en los temas específicos de Astronomía.

En la tabla siguiente se presenta el número de alumnos inscritos en las asignaturas de Astronomía ofrecidas desde los años 1990 hasta la fecha, en diferentes planes de estudio.

Registro de alumnos inscritos

| | Iniciación a la Astronomía | Taller de Astronomía | Ciencias del Espacio y de la Tierra Bachillerato | Ciencias del Espacio | Vida en el Universo | Astronomía y Gravitación | Mención Educación en Astronomía |
|-------|----------------------------|----------------------|--|----------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1990 | 35 | | | | | | |
| 1991 | 37 | | | | | | |
| 1992 | 30 | | | | | | |
| 1993 | 47 | | | | | | |
| 1994 | 50 | | | | | | |
| 1995 | 45 | | | | | | |
| 1996 | 38 | | | | | | |
| 1997 | 46 | 24 | 10 | | | | |
| 1998 | 40 | 20 | 7 | | | | |
| 1999 | 27 | 9 | * | | | | |
| 2000 | 25 | 5 | * | 8 | | | |
| 2001 | 32 | 7 | | 13 | 23 | | |
| 2002 | 30 | 17 | | 11 | 16 | | |
| 2003 | 17 | 20 | | 11 | | | |
| 2004 | 20 | 18 | | 15 | | | |
| 2005 | | | | 12 | | | |
| 2006 | | | | 13 | | | |
| 2007 | | | | 4 | | 6 | |
| 2008 | | | | | | 5 | 4 |
| 2009 | | | | | | 14 | 5 |
| 2010 | | | | | | 17 | 4 |
| 2011 | | | | | | 15 | 25 |
| 2012 | | | | | | | 22 |
| 2013 | | | | | | | 10 |
| 2014 | | | | | | | 13 |
| 2015 | | | | | | | 20 |
| 2016 | | | | | | | 12 |
| Total | 519 | 120 | 17 | 87 | 39 | 57 | 115 |

* La asignatura no se ofreció debido a cambio de planes de estudios, o no fue dictada por el autor.



Considerando la cantidad creciente de trabajos, instrumentos, revistas, informes, fotografías, material didáctico, modelos astronómicos, cartas estelares que se ha acumulado a propósito de estas asignaturas y otras actividades afines, fue necesario contar con una sala-laboratorio exclusiva para Astronomía, la que fue asignada especialmente para tal fin en el Departamento de Física. En esta sala-laboratorio se realizan también proyecciones, seminarios y atención de escolares en los períodos que se efectúan las muestras experimentales de Física y Astronomía.

Memorias de título y tesinas. Respecto a memorias de título y tesinas en temas de Astronomía, dirigidas por el autor de este artículo, se han realizado las siguientes:

- Actividades y experimentos de Astronomía (1992) de Gustavo Venegas H.
- Diaporama de Astronomía (1993) de Alejandro Gómez H.
- Experimentos de Física del Sol (2003) de Alexis Zúñiga N.
- Construcción y uso de plataforma ecuatorial para astrofotografía y su aplicación didáctica a nivel universitario (2004) de Mario Loo R. y Gabriel Santibáñez R.
- Elaboración de una guía didáctica de aprendizaje para utilizar cámaras CCD en astrofotografía para estudiantes universitarios (2004) de Pamela Cordero V. y Guislaine Loayza M.
- Construcción de un espectrógrafo estelar y propuesta de material didáctico para la enseñanza de la espectroscopia astronómica (2010) de Ma. Isabel Lelas C. y Pablo Soto C.
- Elaboración de una guía didáctica para la enseñanza de la arqueoastronomía basada en el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación (2011) de Cinthia Valenzuela M.

En docencia, se consideran también las siguientes actividades lectivas efectuadas desde el año 1986 en adelante:

- **Viajes de estudio** (1986 – 1990) en la asignatura Física Experimental del plan de estudios. En estos viajes los estudiantes realizaban proyectos experimentales de los contenidos de la asignatura, donde se contemplaban también actividades de Astronomía, tales como:



Figura 6. Construcción y uso de plataformas ecuatoriales para fotografiar el cielo nocturno con seguimiento. En este período se construyeron las plataformas ecuatoriales de brazo simple (1987, a la izquierda) y de brazo doble (1989, a la derecha). En la fotografía central un estudiante de la época está utilizando una plataforma ecuatorial en una salida a terreno.



Figura 7. Estudiantes en un viaje de estudios emplean instrumentos astronómicos básicos, contruidos por ellos mismos, para realizar mediciones del cielo nocturno.



Figura 8. Un estudiante construyó un teodolito como se observa en las fotografías. Consiste en un instrumento para medir las coordenadas celestes de los astros.

Además de las actividades experimentales que realizaban los estudiantes en estos viajes, también se visitaban lugares en donde se aplica la Física, como por ejemplo los observatorios en donde se investiga en Astronomía de la IV región, Cerro Tololo, La Silla, Las Campanas y Pachón. También se visitaba la Central Hidroeléctrica Los Molles, el embalse La Paloma, embalse Recoleta, parque natural Pichasca, Valle El Encanto, mineral de hierro cercano a La Serena, puquén de Los Molles, museos y otros lugares de interés de la región. La fotografía de la figura 9 muestra al grupo completo de estudiantes que realizó el viaje en el año 1986, en que se visitó el observatorio astronómico de Cerro Tololo; atrás se observa la cúpula del telescopio de 4 m de diámetro, el más grande de este observatorio. La figura 10 ilustra completa la meseta donde se ubican las cúpulas de los telescopios del observatorio de Cerro Tololo, en una fotografía captada al llegar al lugar. La figura 11 corresponde a las cúpulas de telescopios menores.



Figura 9



Figura 10



Figura 11

Otros observatorios que se ha visitado en distintos viajes con estudiantes son: Cerro La Silla y Paranal del Observatorio Europeo Austral (ESO, del inglés European Southern Observatory). La figura 12 ilustra el Observatorio de La Silla desde el camino de acceso, antes de llegar al observatorio. La figura 13 ilustra algunas de las cúpulas del observatorio, destacándose atrás la del telescopio de 3,6 m, NTT (New Technology Telescope), tecnología que fue empleada en la construcción de los telescopios de Cerro Paranal de la misma ESO. Las figuras 14 y 15 ilustran otros instrumentos del observatorio La Silla. La figura 16 muestra una de las cúpulas de Paranal, ubicado en la III región de Antofagasta. También se visitó Armazones de la Universidad Católica del Norte.



Figura 12



Figura 13



Figura 14



Figura 15



Figura 16

También se ha visitado, con los estudiantes, observatorios turísticos ubicados, principalmente en la IV región como por ejemplo: Cruz del Sur (en Combarbalá), Collowara (en Andacollo), Mamalluca (en Vicuña), Observatorio solar (en Vicuña).

- **Grupo de Astronomía y salidas a terreno** (1991 – 2000). Durante este período se realizaron varias salidas a terreno con la finalidad de hacer observaciones astronómicas nocturnas. En la V región se eligió un lugar cercano al poblado de El Tártaro (sector Las Minillas). Las fotografías de las figuras 17, 18 y 19 ilustran salidas a terreno de este período y los instrumentos con que se contaba al comienzo. El telescopio Schmidt-Cassegrain de 254 mm de diámetro, marca Meade, ilustrado en la figura 20, llegó recién en abril de 1993.



Figura 17



Figura 18



Figura 19



Figura 20

En las salidas a terreno se agregó ahora el telescopio catadióptrico Schmidt-Cassegrain Meade, el que se había adquirido con algunos accesorios para astrofotografía. La figura 21 corresponde a una fotografía de una salida a terreno a Las Minillas donde se llevó este telescopio.



Figura 21

- **Salidas a terreno (2001 – 2016)** en las asignaturas Ciencias del Espacio (Plan FID), Astronomía y Gravitación (Plan 2005, de pedagogía en Física), Iniciación a la Astronomía (electivo plan FID), Taller de Astronomía (electivo plan FID), y Telescopios y Astronomía Instrumental (Plan 2005, mención Educación en Astronomía). En todas estas asignaturas, cuando fue dictada por el autor de este trabajo, se hicieron salidas a terreno a la IV región, en diversos sectores adecuados para la observación nocturna del cielo, a las Minillas de la V región, o a la VI región. Las fotografías de las figuras 21 a 28 ilustran el armado de algunos de los instrumentos que se llevan a las salidas a terreno y que se arman a la luz del día.



Figura 22



Figura 23



Figura 24



Figura 25

Figura 26



Figura 27

Figura 28

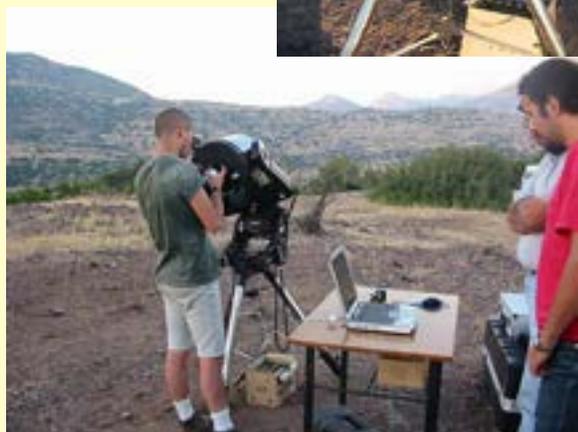


Figura 29



En las siguientes ilustraciones (figuras 30 a 38) se muestran salidas a terreno para realizar observaciones astronómicas en las cercanías de Vicuña, IV región, tal como El Churque y otros, asistencia a congresos de Astronomía, donde algunos de los estudiantes presentaban trabajos, como en Vicuña (1998), Valparaíso (1999), Copiapó (2000), Antofagasta (2002), Coyhaique (2004).



Figura 30



Figura 31



Figura 32



Figura 33



Figura 34



Figura 35



Figura 36



Figura 37



Figura 38

Mención Educación en Astronomía. Durante los años 2005 – 2006 se creó la Mención Educación en Astronomía, en el plan 2005, como salida alternativa del pregrado de la Facultad de Ciencias Básicas, dirigida por el Departamento Física, donde el autor de este artículo tuvo una importante participación en la idea de crear la mención y, además, dicta dos de las asignaturas. La mención se imparte durante dos años (tercer y cuarto año) y comprende 4 asignaturas. Algunas de las justificaciones formuladas para implementar esta mención son las siguientes:



1. El gran potencial didáctico de la Astronomía para contribuir a la enseñanza – aprendizaje de las ciencias en todos los niveles del sistema educacional.
2. El desarrollo en todo el mundo de la Didáctica de las Ciencias, y en particular la Didáctica de la Astronomía, se ha traducido en publicaciones, revistas electrónicas, tesis de postgrado y congresos de la especialidad, que contemplan el rápido desarrollo de la Astronomía, sus resultados actuales y su enseñanza – aprendizaje.
3. Los planes de estudios de la Educación Básica y Educación Media contemplan muchos tópicos de Astronomía, los que son enseñados por profesores no suficientemente preparados y que han enseñado conceptos equivocados o preconceptos.
4. La naturaleza interdisciplinaria de la Astronomía como una ciencia natural tiene fuertes conexiones con la tecnología e instrumentación de punta, con la educación y divulgación de sus resultados, con el interés masivo por la Astronomía a nivel mundial que ha motivado en el último tiempo el turismo astronómico.
5. En Chile no existe una enseñanza sistemática y de capacitación universitaria de Astronomía para profesores de Educación Básica y Media, que contemple aspectos culturales y de alfabetización científica, excepto la ofrecida en la UMCE en la formación y capacitación de profesores.
6. Construcción de un observatorio didáctico en el edificio de la Facultad de Ciencias Básicas, equipado con un telescopio de 400 mm de diámetro y diversos accesorios. También se cuenta con telescopios de diversas configuraciones ópticas, instrumental de laboratorio de óptica y accesorios para los telescopios.



Figura 39. Observatorio didáctico del Departamento de Física

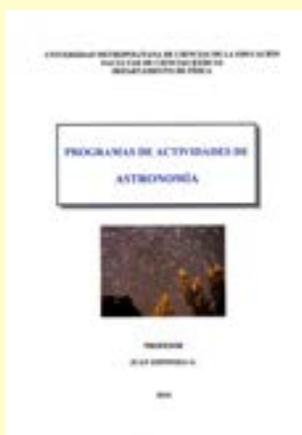
Las asignaturas semestrales de la Mención Educación en Astronomía son:

ASTRONOMÍA I.- Mecánica celeste (sistemas de coordenadas, movimientos de la Tierra y sus efectos en la observación de la esfera celeste, la eclíptica y el movimiento aparente del Sol, equinoccios y solsticios, movimiento del Sol, la Luna y los planetas, medición de distancias angulares de objetos en el cielo, medida del tiempo y calendarios). Sistema solar (modelos del sistema solar, gravitación: N. Copérnico, Tycho Brahe, J. Kepler, I. Newton y la ley de gravitación universal, el sistema Tierra - Luna, los planetas y sus satélites naturales, componentes menores del sistema solar, planetas extrasolares, nociones de gravitación relativista, etc.). (06 horas)

ASTRONOMÍA II.- Estrellas y Vía Láctea (propiedades físicas de las estrellas, estructura del Sol y las estrellas, origen y evolución de las estrellas, clasificación de las estrellas, diagrama H-R, Vía Láctea y sus componentes, etc.) **Galaxias y Universo** (tipos y clasificación de galaxias, evolución de las galaxias, origen y estructura del Universo, modelos cosmológicos, nueva visión del Universo, cosmovisión de culturas antiguas). **Vida en el universo** (la vida en la Tierra y su origen, búsqueda de vida en el sistema solar y fuera de él, ecuación de Drake). (08 horas)



- **TELESCOPIOS Y ASTRONOMÍA INSTRUMENTAL.**- Nociones de óptica geométrica y ondulatoria; Instrumentos básicos; Telescopios; Astrofotografía; Instrumentos y técnicas avanzadas; Proyecto de observación: el cielo nocturno; Proyecto de observación: el Sol; Proyecto de observación: la Luna; Transposición didáctica. (08 horas)
- **DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA .**- Naturaleza de la ciencia y de la Astronomía; Estrategias para la enseñanza-aprendizaje de la Astronomía; Recursos didácticos experimentales y multimedia; Contenidos curriculares de Astronomía en la Educación Básica, Media y Superior; Preconceptos de Astronomía; Modelos y enfoques de enseñanza-aprendizaje constructivistas; Modelos de enseñanza-aprendizaje con aplicaciones a la enseñanza de la Astronomía; La evaluación en la enseñanza-aprendizaje de la Astronomía. (08 horas)



3.2. Proyectos de extensión. La segunda línea consiste en la realización de proyectos de extensión, uno de los cuales, y proyecto central mencionado anteriormente, es la **Promoción y desarrollo de la Astronomía en la UMCE**, en el cual se ha divulgado la Astronomía mediante diversas acciones y se han efectuado actividades como, por ejemplo: Semana de la Astronomía, con actividades destinadas a estudiantes de Educación Básica y Media, y de la universidad; presentaciones en Congresos de Enseñanza de la Física y de Ciencias; dirección de memorias de título sobre Astronomía; Expedición al altiplano chileno para el eclipse total de Sol del 3 de Noviembre de 1994; ciclos de charlas y videos en la universidad; actividades experimentales de Astronomía; charlas efectuadas en colegios; habilitación de laboratorio de Astronomía; cursos destinados a participantes en los proyectos; participación en proyecto Explora de Conicyt 1996.

Las fotografías de las figuras 40, 41 y 42 muestran algunos de los experimentos, fotografías, modelos, instrumentos, afiches y maquetas que se exhibían en la Semana de la Astronomía.



Figura 40



Figura 41



Figura 42

Entre otros proyectos de extensión de esta línea, está la realización de producciones audiovisuales de Astronomía, material didáctico destinado a estudiantes de Educación Media. Consiste en una serie de diaporamas denominada **El Universo**² que a la fecha consta de unos seis títulos. Una parte del material fotográfico empleado en estas producciones audiovisuales ha sido captada especialmente para ese efecto en salidas a terreno en sesiones de observación y astrofotografía. Los títulos de esta serie son: El sistema solar: los planetas interiores; El sistema solar: los planetas exteriores; Eclipse de Sol en Chile; Las estrellas; Evolución de las estrellas; Los cometas.

² Espinoza, J. y Brahim, L., (1994 – 1998). Informes de Proyectos de Extensión sobre la serie de diaporamas El Universo.



Figura 43
Carátulas de los videos producidos.

En los años 2000 y 2003 se efectuaron sendas exposiciones en la sala de extensión de la universidad que tenían por título Observando el cielo: Actividades de Astronomía en la UMCE. El propósito de las exposiciones era mostrar las actividades que se realizan en el Departamento de Física de la UMCE relacionadas con la enseñanza de la Astronomía, como también algunas actividades prácticas simples que pueden ser realizadas por estudiantes de Educación Básica y Media. En las exposiciones se exhibían fotografías, producto de diversos registros de eventos astronómicos en salidas a terreno, organizadas y dirigidas por el autor de este trabajo. En las figuras siguiente (¿?) se ilustran los afiches de ambas exposiciones. Hay que notar que la exposición del año 2000 correspondió a un proyecto de "Innovación y mejoramiento integral de la formación inicial de docentes". El del año 2003 correspondió a un proyecto de extensión. Las dos exposiciones se realizaron en la Sala Nemesio Antúnez de la Dirección de Extensión de la UMCE.

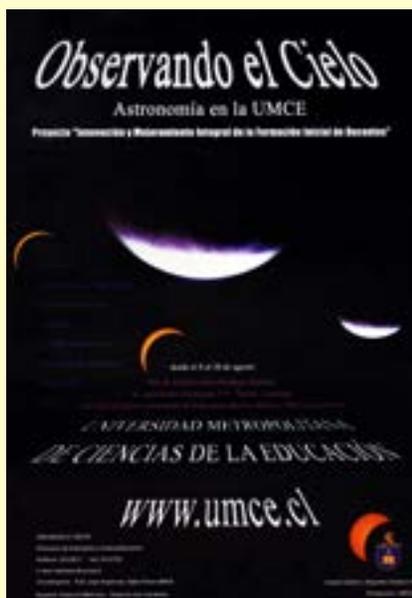


Figura 44. Afiche de la exposición del año 2000 (agosto 8 – 30)



Figura 45. Afiche de la exposición del año 2003 (22 de octubre al 7 de noviembre)



Figura 46. Anuncio frente a Dirección de Extensión de la exposición del año 2000.



Figura 47. Dípticos para la exposición "Observando el cielo" del año 2000.

Las fotografías de las figuras 48, 49, 50 y 51, muestran diferentes actividades de la exposición, los estudiantes que colaboraron en ella y el público asistente, principalmente, escolares del sistema nacional de educación.



Figura 48



Figura 49



Figura 50



Figura 51

3.3. Proyectos de investigación e innovación pedagógica. La tercera línea corresponde a proyectos de investigación educacional y de innovación en docencia, que en una primera etapa está dedicada a la producción y validación de material didáctico sobre Astronomía y ciencias afines. El título de este proyecto es **Material didáctico de Astronomía para Educación Básica y Media**. Por medio de este proyecto se efectuó una recopilación, adaptación, diseño y puesta a prueba de actividades experimentales de Astronomía que pueden ser utilizadas en Educación Básica y Media, en las asignaturas de Ciencias Naturales, Física, Geografía, en las unidades relacionadas con temas astronómicos. El material didáctico de Astronomía destinado a alumnos y profesores de Educación Básica y Media incluye: unidades audiovisuales, apuntes, recopilación de artículos de revistas, sets de diapositivas, manuales de actividades, traducciones y comentarios de artículos de revistas y libros especializados, guías para profesores, etc.

Un segundo proyecto corresponde a uno de desarrollo sobre la base de una tesis de magíster, el que consistió en el **Diseño curricular de la asignatura Ciencias del Espacio para la carrera de Pedagogía en Física y Ciencias Naturales, en el marco del proyecto de formación inicial de docentes de la UMCE** (año 2000).



Un tercer proyecto de investigación de enseñanza de la Astronomía que tiene por título **Estudio de la aplicación del modelo de enseñanza – aprendizaje como investigación en la asignatura Ciencias del Espacio de la carrera de Pedagogía en Física y Ciencias Naturales de la UMCE**, en curso durante los años 2003 – 2004. En este proyecto se estudia la evolución del aprendizaje de los estudiantes según las estrategias didácticas basadas en el modelo, como también se produce y evalúa material didáctico actualizado de Astronomía para promover el cambio conceptual, metodológico y actitudinal que postula el modelo. Un producto de este proyecto es la edición del libro que se muestra en la figura 52.



Figura 52

Portada del informe final del proyecto de investigación 2003-2004.

El cuarto proyecto de investigación consistió en el **Estudio de las competencias de las asignaturas de la mención Educación en Astronomía del Depto. de Física y una propuesta de estrategias para su implementación y evaluación** (años 2011 – 2012).

Todos estos proyectos, tanto los de extensión como los de investigación, han permitido financiar en parte las actividades y la adquisición de una serie de instrumentos, accesorios y material didáctico, específicos para Astronomía, como por ejemplo un telescopio Schmidt-Cassegrain de 254 mm de abertura y diversos accesorios para astrofotografía, filtros, oculares, cámara CCD SBIG modelo ST-7XME, un GPS, cámaras CCD básicas, etc.



Por otra parte, las actividades de docencia, extensión e investigación realizadas en el ámbito de la enseñanza y difusión de la Astronomía, las tres últimas décadas, han permitido que en el nuevo edificio de la Facultad de Ciencias Básicas de la UMCE, financiado mediante un proyecto Mecesus, se contemplara la construcción de un observatorio astronómico didáctico que albergará próximamente un telescopio de 400 mm de diámetro. También el proyecto mencionado ha permitido en el año 2005 la contratación de un astrónomo para apoyar las actividades de Astronomía del Departamento de Física.



Figura 53. Cúpula del observatorio del Departamento de Física de la UMCE, vista desde la terraza de observación.

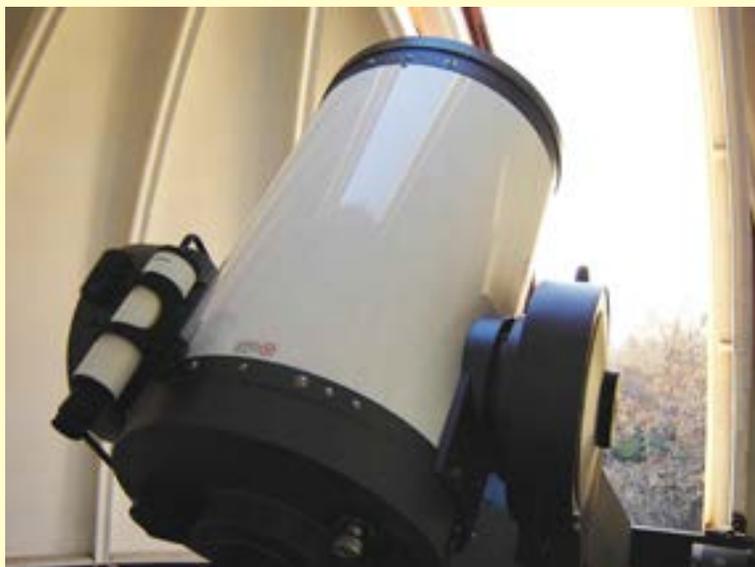


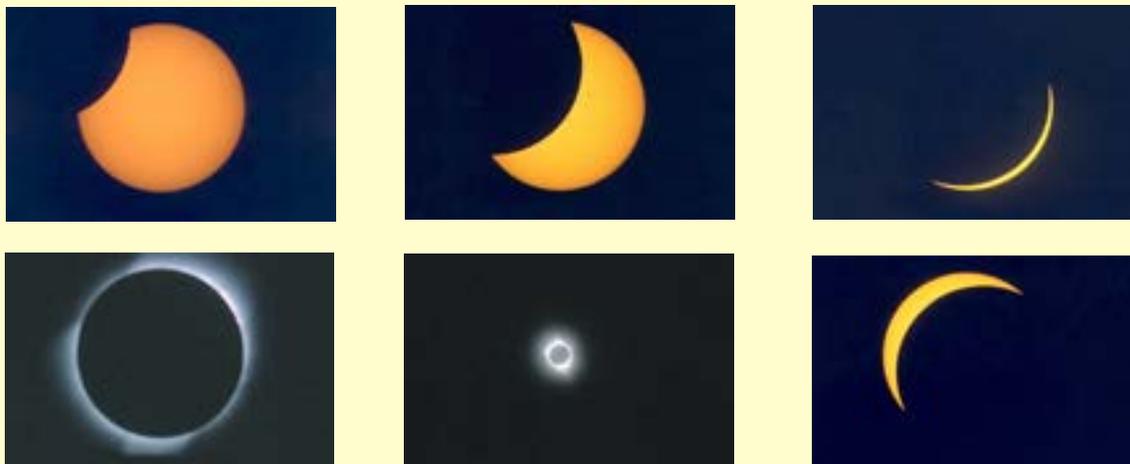
Figura 54. Telescopio Schmidt-Cassegrain de 400 mm, instalado en el observatorio del Departamento de Física de la UMCE.

3.4. Otros proyectos y actividades.

Observación y registro de eventos astronómicos

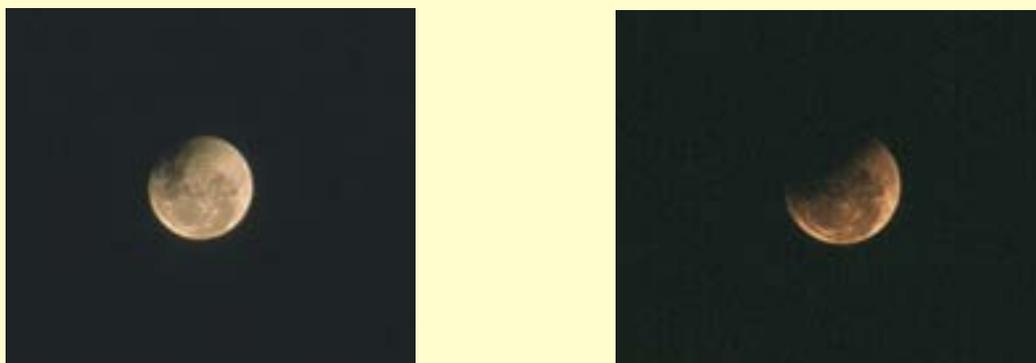
El tercer objetivo del proyecto "Promoción y desarrollo de la Astronomía en la UMCE" corresponde a la observación y registro de eventos astronómicos, los que son una oportunidad para preparar actividades en las asignaturas. Entre ellas se han realizado:

- **Expedición al Altiplano chileno para observar y registrar el eclipse total de Sol del 3 de noviembre de 1994.**



- **Observación y registro de eclipses de Luna. Se han observado y registrado varios eclipse de Luna, desde el año 1992 hasta el 2014.**

Diciembre 9 - 10, 1992



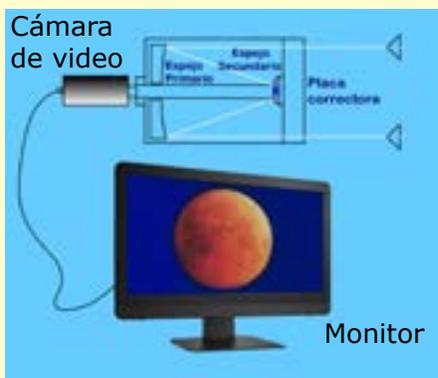
Noviembre 29, 1993



Noviembre 18, 1994



27 de Septiembre de 1996: Este eclipse de Luna fue observado en el patio de la universidad. Una cámara de video se conectó al telescopio catadióptrico y el eclipse fue observado en un monitor. El esquema siguiente ilustra las conexiones que se realizaron.



Telescopio Smichidt-Cassegrain de 254 mm de diámetro

Septiembre 24, 1997



Enero 20 -21, 2000



Este eclipse total de Luna fue fotografiado en el foco primario del telescopio con película diapositiva ISO 100, grabado en video y además se realizaron mediciones de la intensidad luminosa con un fotómetro.

Mayo 15-16, 2003

Imágenes digitales del eclipse de Luna captadas con una cámara CCD básica (webcam) adaptada al telescopio Schmidt-Cassegrain de 254 mm.



La adaptación de la cámara webcam al telescopio se ilustra en la fotografía siguiente.



Abril 15, 2014



- **Observación y registro de cometas.** Se han observado y registrado en fotografías cometas como el Halley, Hale-Bopp y McNaught, que aparece en la fotografía siguiente (sin seguimiento, VI Región, latitud $34^{\circ} 26'$, enero 2007):



- **Observación y registro de la oposición de Marte del 27/28 de agosto de 2003.** En esta ocasión Marte tenía un tamaño angular de $25,1''$ de arco. La imagen de este planeta fue captada con una webcam el 1 de septiembre de 2003 con el telescopio Meade Schmidt-Cassegrain de 254 mm de abertura, con proyección por ocular de 26 mm y filtro Celestron #25 rojo, durante la asignatura Ciencias del Espacio.

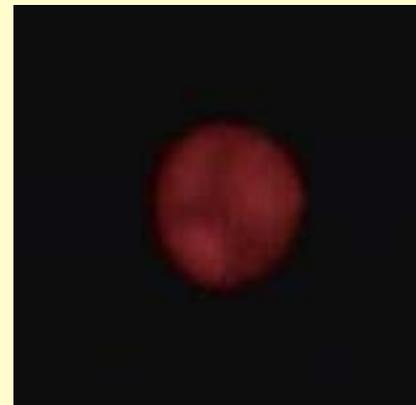




Figura 55



Figura 56

En la figura 56 y 57 se observan las actividades realizadas durante el registro fotográfico del eclipse total de Sol, donde también está el autor de este trabajo.



Figura 57

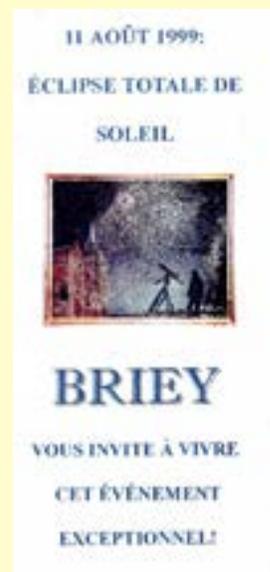


Figura 58. Tarjeta de recuerdo del eclipse total de Sol con sello postal y díp-tico de la ciudad de Briey, invitándonos a este evento excepcional.

Las figuras 59 y 60 son fotografías del eclipse total de Sol. Notar que en la figura 59, que muestra una etapa parcial, se sacó el filtro solar y las nubes actuaron como tal.



Figura 59



Figura 60

Escuela de Astronomía para profesores

En agosto de 2004 se presentó un proyecto a la European Southern Observatory (ESO), idea original del autor de este artículo, para efectuar la Escuela de Astronomía para Profesores, la que se realizó en julio de 2005, repitiéndose en enero de 2006, enero de 2007, enero de 2008, enero de 2009 y enero de 2010, auspiciadas por la ESO (Observatorio Europeo Austral). El telescopio y otros accesorios han sido financiados por la ejecución de estas tres Escuelas de Astronomía para Profesores.



Figura 61

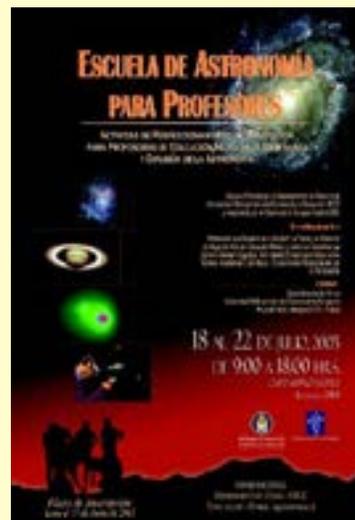


Figura 62



Figura 63. Portada de los Manuales de las 6 Escuelas de Astronomía para Profesores efectuadas entre los años 2005 a 2010.

Conclusión

En el texto "Didáctica de la Astronomía: Aplicación del modelo enseñanza-aprendizaje como investigación en la asignatura Ciencias del Espacio" se realiza en estas últimas secciones un breve resumen de la enseñanza de la Astronomía en nuestro país y en el mundo, las dificultades que se presentan en los niveles escolares y de formación de profesores, los antecedentes que condujeron al planteamiento de la asignatura Ciencias del Espacio en la carrera de Pedagogía en Física y Ciencias Naturales del Departamento de Física de la UMCE y la necesidad de efectuar un diseño curricular de ella, como proyecto de desarrollo.

En resumen, estimamos que los objetivos mencionados para el proyecto de extensión **Promoción y desarrollo de la Astronomía en la UMCE** se han ido cumpliendo sistemáticamente durante estos años y que las actividades realizadas son un aporte educativo valioso, tanto para los estudiantes de la universidad como para estudiantes de Educación General Básica y Media.