

Ciencia y Tecnología

Publicación Bianual de la Dirección de Investigación Científica de la
Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Número 4, Segunda Época, Junio 2009

ISSN: 1995 - 9613



La Investigación en las Ciencias Espaciales

Ciencia y Tecnología

Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Dirección de Investigación Científica

Número 4, Segunda Época, Junio 2009
ISSN: 1995-9613

Portada: Nebulosa de la Hélice
Fotografía: Telescopio Espacial Hubble (HST)

Rectora

Julieta Castellanos

Vicerrectora Académica

Rutilia Calderón

Directora de Investigación Científica

Leticia Salomón

Directora de Revista

Sayda Burgos

Consejo Editorial

Claudia Torres

Gerardo Borjas

Gustavo Pérez

Ivette Lorenzana

Norma Lagos

Virginia Mejía

Edición, arte y diagramación

*Departamento de Documentación
e Información*

La Dirección de Investigación Científica

La Dirección de Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), es la instancia normativa del Sistema de Investigación Científica, encargada de velar por la aplicación de políticas, planes, programas, proyectos y acciones destinados al desarrollo de la investigación científica con calidad.

Edificio 4-A, 3er. piso
Cubículo 301

Tel/fax: 231-0678
Pbx: 232-2110, ext. 151
e-mail: dicu@unah.edu.hn
sayda@gmail.com
virgimejia@gmail.com
web: www.unah.hn

Esta es una publicación bianual de la Dirección de Investigación Científica.

El contenido de cada artículo es responsabilidad de su autor.

La suscripción de esta publicación es gratuita, solamente se cobrará el costo del envío.

La presente publicación es una edición especial dedicada a la Facultad de Ciencias Espaciales, cuyas investigaciones fueron financiadas por la Dirección de Investigación Científica.

Contenido

Diálogo Abierto

- Entrevista a *María Cristina Pineda*
“La investigación espacial y su impacto en la sociedad hondureña” 3

Temática

- Relación del origen de eyecciones coronales de masa a partir de la formación de manchas en el disco visible del sol
Maribel S. Guerrero V. 15

- Base de datos de eventos solares observados desde la Plaza del Sol del Parque Arqueológico de Copán Ruinas
María Cristina Pineda de Carías, Santos Vito Véliz 20

- Relación de agujeros negros súper masivos con propiedades globales de las galaxias que los albergan
Yvelice Soraya Castillo Rosales 36

- Modelo de realidad virtual del centro histórico del Distrito Central basado en análisis espacial con sistemas de información geográfica
Eduardo Moreno Segura 67

- Estudio de estrellas cefeidas en cúmulos galácticos
María de Jesús Quiróz 84

- Análisis del comportamiento espectroscópico de largo períodos de las estrellas Be
Ligia del Carmen Aréas Zavala 90

Notas Informativas

- Tercer Congreso de Investigación Científica 101

- Otros Anuncios 104

- Criterios para la publicación en la Revista Ciencia y Tecnología 113

Éste número de la Revista Ciencia y Tecnología ha dedicado toda su temática a publicar los resultados de los proyectos de investigación realizados por el Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, Facultad de Ciencias Espaciales, como un reconocimiento a su esfuerzo y a la integración sistemática de la investigación al trabajo académico universitario



**DIÁLOGO
ABIERTO**

La investigación espacial y su impacto en la sociedad hondureña

CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CT) Entrevista a la Doctora María Cristina Pineda, hondureña, Decana en funciones de la Facultad de Ciencias Espaciales. Es estudiosa de diversos temas de interés nacional e internacional, particularmente de los campos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica y Arqueoastronomía

CT/ Desde que se inició el Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS/UNAH) ¿cuáles son sus logros más importantes?

MCP/ El haber conseguido poner en funcionamiento un observatorio astronómico en una universidad pública centroamericana ha sido un logro mundial grande, significativo y de suma importancia para la región. Más allá de esto, el haber creado las condiciones para que en nuevos campos del conocimiento, profesores y estudiantes podamos trabajar desde los ambientes académicos de la docencia, la investigación y la vinculación con la Sociedad que nos brinda la Universidad más grande y de más tradición en Honduras es otro logro importante. El hecho de estar estimulando que los habitantes de Honduras levantemos la vista al cielo para ver los planetas, las estrellas, las galaxias, a lo más profundo del cielo pero también a nuestro planeta para entender mejor su realidad y nuestro lugar en el Universo es un logro muy grande.

El haber creado las condiciones para que los niños y jóvenes de Honduras tengan ahora la opción de aprender a conocer mejor y a usar las Ciencias y las Tecnologías Espaciales, que las incorporen como parte de su diario quehacer y su cultura y que puedan aspirar a especializarse en la UNAH en los campos de la Astronomía y la Astrofísica, o de la Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica, o de la Arqueoastronomía, son logros muy importantes. Hemos llegado a conformar un equipo de profesores, instructores, de personal administrativo y de servicio orgullosos de laborar en una de las unidades universitarias hondureñas de mayor prestigio nacional e internacional, que continuamente interactúa con profesores e investigadores que laboran en varios países y regiones del mundo. Hemos empezado a formar para Centroamérica, los primeros profesionales de postgrado de la Astronomía y la Astrofísica, y del Ordenamiento y la Gestión del Territorio. Y como un logro así mismo importante, el haber promovido que el Honorable Consejo Universitario de la UNAH, en reconocimiento al funcionamiento del OACS/UNAH creara la Facultad de Ciencias Espaciales.

CT/ ¿Cuál es la misión más importante del OACS/UNAH?

MCP/ La misión del OACS/UNAH ahora convertido en la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (FACES/UNAH), es la de contribuir al cumplimiento del mandato constitucional de organizar, dirigir y desarrollar la educación superior en Honduras, en los campos de las Ciencias Espaciales, específicamente en la Astronomía y la Astrofísica, la Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica, la Arqueoastronomía, y otros campos afines. En este sentido nuestro ámbito de producción y acción es local, es regional, es universal. Nuestro compromiso es contribuir al desarrollo sostenible del país, por medio de la formación que brindamos a nuestros estudiantes, los productos de las investigaciones científicas que realizamos, y de las acciones de vinculación con la sociedad que promovemos, y por medio de la ciencia, la tecnología y la cultura que generamos, contribuir a que Honduras y el resto de los países centroamericanos, participemos de lo universal y nos desarrollemos en condiciones de equidad y humanismo.

CT/ ¿Qué tipo de investigaciones se realizan en el (OACS/UNAH)?

MCP/ La conversión del OACS/UNAH en la Facultad de Ciencias Espaciales ha facilitado la organización de nuestros propios departamentos académicos, y con ello una mejor definición y distinción de las líneas de investigación científica en las que trabajan los profesores. Así por ejemplo, en *Astronomía y Astrofísica* se trabaja en Dinámica Planetaria: en la búsqueda de órbitas de planetas extrasolares y, en el estudio del efecto de la rotación de Venus debido al impacto de un anillo de gas en expansión; en Formación Estelar: en la detección de máseres en regiones de formación de estrellas de gran masa; en Cúmulos Galácticos: en la construcción de una base de espectros patrones en cúmulos estelares en las Nubes de Magallanes; en Instrumentación Astronómica: en la construcción de un radiotelescopio por ser este un rango espectral que ofrece mejores condiciones que el óptico para realizar observaciones astronómicas desde Honduras; en la Astronomía en la Cultura: estudiando la influencia de la Luna en los procesos agrícolas y en el tratamiento y explotación del bosque, así como la relación del desarrollo con el calentamiento global a partir del clima espacial en la región de Latinoamérica; en la Caracterización de las condiciones de observación del OACS/UNAH y en la Educación en Astronomía. En el campo de la *Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica* se trabaja para formar parte de redes de: Laboratorios de Tecnologías de la Información Geográfica, de Infraestructuras de Datos Espaciales y de e-learning; se trabaja para poner en funcionamiento una Red Geodésica GPS para Tegucigalpa; en un Modelo de Realidad Virtual del Centro Histórico de Distrito

Central; en Percepción Remota Cuantitativa: para la detección de cambios por cobertura y uso de la tierra en el occidente de Honduras; se trabaja en el Desarrollo de Nuevas Tecnologías para la protección y preservación del Patrimonio Cultural y Hábitats Humanos en Honduras. En el campo de la *Arqueoastronomía*, se trabaja también en el Desarrollo de Nuevas Tecnologías para la preservación del Patrimonio Arqueológico y Hábitats Humanos desde esta nueva perspectiva; y se trabaja en la Arqueoastronomía Maya.

CT/ ¿Qué impacto tienen las investigaciones que se realizan en el OACS para el pueblo hondureño?

MCP/ El impacto de las investigaciones que realizamos en el OACS se puede ver y medir en varias escalas. En la escala de los propios Departamentos Académicos de la Facultad de Ciencias Espaciales, que permite que cada uno de nuestros profesores se especialice en determinados campos que le son de su interés, dándole entonces con ello un sello personal y de prestigio al propio Departamento al que pertenecen. En la escala de la Universidad, al permitirnos posicionarnos como una unidad académica de alto nivel académico, reconocida por nuestra alta producción científica en relación al resto de las unidades académicas de la UNAH o de cualquier otra universidad o institución de educación superior del país. En la escala nacional, al conseguir que diferentes personas, organizaciones o instituciones nos señalen ahora como los especialistas para atender determinados campos del conocimiento para beneficio del desarrollo local, regional y del país. En la escala internacional, al estar incursionando con nuestras investigaciones en varios campos, estamos contribuyendo a darle al país y a la región centroamericana un lugar en un contexto donde hasta ahora habíamos sido los grandes ausentes, lo que nos está facilitando formar parte de grupos de investigación con reconocimiento en la Comunidad Científica Internacional.

CT/ ¿Existen relaciones con centros internacionales de investigación?

MCP/ Los campos del conocimiento en que trabajamos en el OACS solamente pueden ser desarrollados con propiedad si se trabajan de manera conjunta con grupos de investigadores activos laborando en diferentes lugares del mundo. De esta manera nuestras actividades académicas las desarrollamos por medio de proyectos de docencia, investigación, desarrollo e innovación que realizamos en colaboración con profesores que trabajan en grupos de investigación de departamentos, observatorios astronómicos y centros especializados de varias universidades de España, Argentina, Estados Unidos, México, Brasil y los países de Centroamérica. Para mencionar sólo algunos ejemplos, en *Astronomía* y

Astrofísica, la acreditación regional que conseguimos para nuestro Programa de Maestría en Astronomía y Astrofísica, en parte se debió a que trabajamos con profesores de los observatorios de la Universidad Nacional de Córdoba, de la Universidad de La Plata y del Instituto de Astronomía y Física del Espacio de Argentina, de la Universidad Estadual Paulista de Brasil, de la Universidad Nacional Autónoma de México, de la Universidad de Cornell de Estados Unidos, de la Universidad Complutense de Madrid y de la Universidad de La Laguna de España, del Observatorio Astronómico del Vaticano.

Para poder abrir y poner en funcionamiento el campo de la *Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica*, hemos trabajado con personal de la NASA y del Servicio Geológico de los Estados Unidos, del Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de España, con quienes hemos logrado establecer relaciones con otras universidades españolas como la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad del País Vasco, con universidades latinoamericanas como la Universidad de Luján en Argentina, la Pontificia Universidad Católica de Chile y las universidades de Guadalajara y Sinaloa de México, o el Instituto Tecnológico de Cartago en Costa Rica. Para el desarrollo de la *Arqueoastronomía* nos hemos relacionado con investigadores de la Universidad de Colgate de Estados Unidos, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Politécnica de Barcelona de España. Como un hecho de enorme significado hemos logrado ingresar a la Unión Astronómica Internacional, organización que agrupa a más de diez mil astrónomos profesionales del mundo, teniendo entonces abiertas las puertas para interactuar, como ya lo estamos haciendo con la Comunidad Científica de unos ciento cincuenta países del mundo.

CT/ ¿Qué investigaciones se han realizado en el área geoespacial y qué impacto han tenido en las mismas nuestras comunidades?

MCP/ Particularmente desde la Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio, en la que ya tenemos los resultados de las primeras tesis, nuestros graduados han logrado incursionar en dos avenidas. Una, que tiene que ver con la regionalización de Honduras para la construcción de regiones plan a través del análisis espacial cuantitativo, siendo éste un trabajo de impacto nacional. La otra, que tiene que ver con el análisis multitemporal de la cobertura de la tierra en la Cuenca del Valle de Jesús de Otoro entre los años 2000 y 2006, para beneficio de los departamentos de Intibucá, La Paz y Comayagua. En el Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica se ha logrado diseñar una metodología para la elaboración y mantenimiento de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la gestión de los centros históricos o sitios de valor patrimonial: aquí se completó el SIG del

Distrito Central, cuyo diseño descansa en un escenario histórico que abarca la periodización de la conformación de las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela.

CT/ Dentro del campo de Arqueoastronomía ¿nos puede indicar los logros alcanzados y su beneficio para Honduras?

MCP/ En el campo de la Arqueoastronomía los resultados los agrupamos en cuatro grandes categorías. La primera, que recoge los resultados cuando descubrimos numerosos alineamientos de las estelas, graderías y estructuras del sector norte de la Plaza Principal del Parque Arqueológico de Copán Ruinas, asociadas con las salidas o puestas del sol en las fechas de eventos solares importantes tales como equinoccios, solsticios y pasos del Sol por el cenit en Copán. La segunda, cuando al ubicar en la línea del tiempo los resultados anteriores, pudimos develar el Grande y Complejo Plan del Gobernante 18 Conejo para la construcción del sector norte de la Plaza Principal de Copán Ruinas, al que propusimos llamar Plaza del Sol. La tercera cuando logramos demostrar como pudieron haber sido utilizadas las estelas de la Plaza del Sol como instrumentos para medir la posición del Sol sobre el horizonte en las fechas de eventos solares de interés, y a partir de ello medir la duración del año trópico llamado por los mayas el *haab*. Y la cuarta, cuando descubrimos que la Estela D y su altar, junto con las graderías que la rodean en el sector norte de la Plaza del Sol funcionaba como un reloj solar que seguramente el Gobernante 18 Conejo mandó a construir para marcar las divisiones del día y la duración del año trópico. Desde luego todos estos resultados contribuyen a entender mejor los conocimientos astronómicos que tenían y usaban los mayas, para el desarrollo de sus sociedades, lo cual es de enorme beneficio para nuestro país.

CT/ ¿Qué nuevas disciplinas científicas se han auspiciado dentro del OACS?

MCP/ El Observatorio Astronómico inicialmente se creó para poner en funcionamiento el campo de la Astronomía y la Astrofísica que antes de la década de los noventa no se ofrecía en la UNAH, ni en ninguna otra universidad o centro de educación superior del país. En este campo, desde entonces, trabajamos en las disciplinas de: Sistema Solar, El Sol, Estrellas, Galaxias, Instrumentación Astrofísica y Educación en la Astronomía. Al integrarnos a equipos internacionales de investigación, pronto empezamos a conocer el campo de las Ciencias Espaciales, y los enormes beneficios que para el desarrollo social y económico de los países de ellas se derivaban, por lo que casi inmediatamente empezamos a trabajar en sus diferentes disciplinas, contribuyendo desde el OACS a la construcción de capacidades en educación e investigación en este campo, para beneficio de nuestro



país y nuestra región. Fue así como empezamos a trabajar en la Percepción Remota primero, por cierto, en un proyecto regional con la NASA; luego, con los Sistemas de Información Geográfica, con la Fotogrametría, la Cartografía Espacial, los Sistemas de Geoposicionamiento Global, hasta llegar a abarcar casi completamente el campo de la Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica.

El campo de la Arqueoastronomía surgió derivado de la Maestría en Astronomía y Astrofísica, desde donde inicialmente nos propusimos estudiar cuáles eran los conocimientos astronómicos de los Mayas, particularmente los que habitaron en el occidente de Honduras. De esta manera empezamos a trabajar en la Arqueoastronomía Maya primero, pero luego, y por trabajar en las Ciencias Espaciales, recientemente hemos empezado a trabajar en las Nuevas Tecnologías para la Preservación del Patrimonio Nacional.

CT/ ¿Qué condiciones de observación astronómica tiene el OACS?

MCP/ Para explicar las condiciones de observación astronómica tenemos que hacer referencia, por un lado, a las condiciones según el rango del espectro electromagnético al que podamos acceder, y por otro, a los lugares desde donde podemos hacer las observaciones astronómicas; esto, dado el carácter del OACS de ser una unidad académica universitaria. En cuanto al rango del espectro electromagnético y por el tipo de telescopio que tenemos instalado en la cúpula, tenemos una capacidad para trabajar en horas nocturnas y de las madrugadas en el rango óptico; este rango tiene las limitaciones de que cuando hay nubes o está lloviendo no se pueden hacer observaciones, lo cual ocurre en Tegucigalpa con más frecuencia entre los meses de mayo a noviembre. Sin embargo, y para ampliar el número de días de observación, ya estamos haciendo estudios e investigaciones para construir nuestro propio radiotelescopio, lo que nos permitirá hacer observaciones a cualquier hora del día y en cualquier fecha del año, haciendo desde luego las observaciones en la región de radio del espectro electromagnético.

En cuanto al lugar desde donde podemos hacer observaciones, las podemos hacer utilizando el Telescopio “Rene Sagastume Castillo” que tenemos instalado en la cúpula de la Ciudad Universitaria de Tegucigalpa (Latitud: 14° 05´ Norte; Longitud: 87° 09´ Oeste; Altura: 1077 metros sobre el nivel del mar), o desde los predios alrededor de la cúpula utilizando pequeños telescopios portátiles. Por el tipo de tecnologías a las que ahora podemos acceder, adicionalmente, desde nuestras aulas y oficinas de trabajo en la Ciudad Universitaria de Tegucigalpa, hemos empezado a operar y a utilizar de manera virtual varios radio telescopios que físicamente están instalados en otros países e inclusive en otros continentes, lo cual

nos ha abierto posibilidades enormes para realizar nuestras observaciones e investigaciones desde el OACS/UNAH.

CT/ ¿Cuál es el enfoque que tiene OACS del calentamiento global?

MCP/ El calentamiento global es un gran problema para toda la humanidad, el cual debe ser estudiado seriamente y exhaustivamente para buscarle soluciones desde todas las perspectivas posibles. En el OACS lo abordamos desde varios puntos de vista, según el campo en que trabajan nuestros profesores. Por el lado de la *Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica*, lo abordamos estudiando las características de la superficie de la tierra y los cambios asociados que se pueden detectar por análisis multitemporales, cambios que pueden estar asociados con variaciones estacionales o con variaciones de una mayor pervivencia, cambios asociados a catástrofes naturales o a alteraciones de origen humano.

Por el lado de la *Astronomía y la Astrofísica*, lo hemos empezado a abordar desde el estudio de la actividad solar y su influencia en el clima de la tierra, y desde el estudio del clima espacial. Por el lado de la *Arqueoastronomía* lo estudiamos, conociendo mejor las características propias de la zona geográfica en que vivimos, las formas en que desde las primeras culturas que habitaron nuestro territorio las percibieron hasta como lo hacemos nosotros, y esto para distinguirlas de otro tipo de características que puedan tener un origen global.

CT/ ¿Qué relación existe entre los trabajos del OACS/UNAH y la Dirección de Investigación Científica?

MCP/ Desde su puesta en funcionamiento el OACS nació como una unidad universitaria donde la investigación científica era parte fundamental del quehacer de sus profesores y estudiantes. Ningún profesor universitario nuestro puede tener una Carga Académica que no incluya el desarrollo o la participación en algún proyecto de investigación científica. Nuestra relación con la Dirección de Investigación Científica, se ha empezado a estrechar particularmente en los últimos años, cuando su actual Dirección, a raíz de los procesos de reforma universitaria de la UNAH y del apoyo que ha recibido de las autoridades universitarias, está consiguiendo crear las bases y condiciones para cumplir sus funciones de dirigir los procesos académicos de investigación científica en todos sus aspectos.

Con la Dirección de Investigación Científica en los años más recientes, por ejemplo, hemos trabajado en la definición de los procedimientos para el desarrollo de los proyectos de investigación científica en nuestros departamentos académicos;

nuestros profesores han recibido ayuda para perfeccionar las formas de presentar sus diseños metodológicos como requisito previo para registrar sus proyectos; los profesores nos hemos visto estimulados a competir para conseguir becas de apoyo al desarrollo de los proyectos de investigación científica que queremos realizar; el personal de la Dirección de Investigación Científica nos ha impulsado a perfeccionar las formas de presentar públicamente los resultados de nuestras investigaciones, particularmente valorando la importancia y la forma de publicar nuestros resultados a través de la propia revista científica especializada.

Estamos claros que en materia de investigación científica hay mucho por hacer, pero tenemos la confianza que acompañados por el equipo de la Dirección de Investigación Científica vamos a llegar más lejos, sobre todo a partir de ahora que ya hemos conformado la Unidad de Investigación Científica de la Facultad de Ciencias Espaciales.

CT/ ¿Podría explicarnos qué líneas de investigación tienen para el futuro inmediato dentro del OACS?

MCP/ Los retos del futuro inmediato del OACS están condicionados por el apoyo que las autoridades universitarias nos brinden para organizar, en todos sus aspectos, la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES) en la que ahora nos hemos convertido. Funcionamos de hecho con una nueva estructura organizativa, nos esforzamos por trabajar en los nuevos campos que hemos abierto, pero será sólo hasta cuando oficialmente nos aprueben los nuevos puestos que nuestra nueva unidad académica demanda, que nos permitan nombrar y con ello disponer de nuestro propio personal que podremos alcanzar mayores resultados.

Seguiremos desde luego participando con los equipos internacionales que el desarrollo de nuestros proyectos y actividades requieren, ahora desde los campos científicos mejor definidos y por los que hemos luchado para que funcionen en la UNAH y en el país, pero lo tenemos bien claro, si no contamos con el apoyo institucional de manera evidente y directa, nuestros esfuerzos tendrán que ser extremos. Somos una nueva Facultad, pero aún no podemos participar conforme ley, en los organismos de gobierno universitario; no se nos permite participar directamente con la administración académica de la Universidad.

Aun cuando tengamos altos reconocimientos internacionales, pasamos por una situación interna difícil. Confiamos en que, cuando las autoridades universitarias tengan más claro el enorme potencial de la Facultad de Ciencias Espaciales, ellas mismas nos abrirán los espacios que nos permitirán realizar plenamente nuestro

trabajo.

En ese momento las líneas de investigación que estamos impulsando desde las Astronomía y la Astrofísica, la Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica y la Arqueoastronomía, tendrán un mayor impacto para nuestros estudiantes universitarios, para los niños, para los jóvenes, para los hondureños y los centroamericanos en general.



TEMÁTICA

Relación del origen de eyecciones coronales de masa a partir de la formación de manchas en el disco visible del Sol

Maribel S. Guerrero V.*

RESUMEN

En esta investigación se estudió la cantidad de eyecciones coronales de masa que se produjeron en la misma fecha de la formación de regiones activas en el disco visible del Sol, durante los dos últimos periodos mínimos de actividad solar. Así mismo de la base de datos de este trabajo de investigación se construyó un catálogo. Correlacionando la coincidencia estadística de estos eventos se ha encontrado una relación de la actividad solar desde la fotosfera con las manchas solares, hasta la formación de Eyecciones coronales de masa, como era de esperar. Y con el análisis de los datos de todo el año 2005 y medio año del 2006 de la formación de 165 regiones activas observadas en el disco visible del Sol, se hace notable la cantidad de regiones activas y no el tamaño de éstas, para la relación en la secuencia de eventos fotosfericos. Para los mismos años se encontraron 701 manchas formadas y se contaron 445 CME producidas. De lo que podemos concluir estadísticamente, que existe la correlación buscada entre ambos fenómenos, en una proporción mayor a 60%; respecto a la cantidad total de manchas para los años antes mencionados.

Palabras clave: *Eyecciones Coronales de Masa. Regiones activas. Disco visible. Actividad solar. Correlación. Fotosfera. Manchas solares. Filamentos. Prominencias. Corona solar.*

ABSTRACT

This research studied the amount of coronal mass ejections that occurred on the same date of the formation of active regions on the visible disk of the Sun, during the last two periods of minimum solar activity. Also the database of this research we built a catalog. Correlating statistical coincidence of these events showed a relationship of solar activity from the photosphere with sunspots to the formation of coronal mass ejections, as expected. And with the analysis of data from around 2005 and half year of 2006 for training of 165 active regions observed in the visible disk of the Sun, it is

* Maribel S. Guerrero, marsuy3000@com.com
Facultad de Ciencias Espaciales, Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

remarkable the number of active regions and not the size of these, for the relationship sequence of events in the photosphere. For the same years were trained and 701 spots were counted CME 445 produced. It was concluded that statistically, there is a correlation between the two phenomena sought by a ratio greater than 60% on the total number of spots for the years mentioned above.

Keywords: *Visible disk, photosphere, solar corona, solar activity, active regions, sunspots, filaments, prominences, Coronal Mass Ejections*

INTRODUCCIÓN

Las teorías físicas, así como nuevas observaciones, han demostrado que las manchas solares son una manifestación del campo magnético solar, de tal manera que cuando el número de manchas es muy grande la superficie del Sol se vuelve muy turbulenta aumentando la cantidad de materia y energía emitida al espacio. Por tal razón, en esta investigación se buscó el origen de eyecciones coronales de masa, a partir de la formación de manchas solares en el disco visible del Sol, durante los dos últimos mínimos de actividad solar porque en estas épocas se facilitan las observaciones por la baja actividad solar.

DESCRIPCIÓN

Se construyó un catálogo para los dos últimos mínimos de actividad solar 1994-1995 y 2005-2006. Se tomaron los datos de las manchas solares que aparecen y las que desaparecen en el disco visible del Sol del sitio web de MWLT (Mees White Light Telescope), telescopio en luz blanca; tomados individualmente para cada día, hora y región heliosférica. En éste se muestra para las manchas:

- Fecha: indica la fecha en que aparece y/o desaparece una región activa.
- Región activa: número de la región activa según el satélite NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
- Localización de la formación o desaparición: muestra la ubicación sobre el disco solar con coordenadas heliográficas. /área: área de la mancha en millonésimas del disco visible
- Número de manchas: cantidad de manchas

Configuración magnética (polaridades), en el sistema de Monte Wilson:

- Alpha (manchas de 1 polaridad magnética),
- Beta (manchas de ambas polaridades separadas),
- Gamma (manchas de ambas polaridades mezcladas) o
- Delta (manchas de ambas polaridades en una singular penumbra).

Cuenta también con los siguientes datos para filamentos prominencias, por el tipo de evento que puede ser clasificado en: AFS(Sistema de Arcos de Filamento), APR(Prominencia Activa), EPL(Prominencia Eruptiva sobre el Limbo), MDP(Prominencia Montículo), DSF(Filamentos Desapareciendo) desde CDAW Data Center; asociados a las eyecciones coronales de masa.

Las estadísticas para los casos mostrados en el catálogo, desde las manchas hasta las eyecciones coronales de masa asociados a las primeras, muestran coincidencia entre la formación de manchas y de CME dentro de una mínima actividad solar.

RESULTADOS

El análisis de datos se hizo a partir de las estadísticas de los eventos mostrados, relacionando las regiones activas que desaparecieron para los cuatro años, vemos que se formaron más de éstas, que las que desaparecieron en el hemisferio visible del Sol. Por otro lado, claramente se ve que el porcentaje de polaridades Beta es mayor en todos los casos, donde las regiones activas predominantes tienen dos polaridades. Sabemos que estos datos pertenecen a ciclos de mínima actividad, así las regiones activas se encuentran en latitudes muy cercanas al ecuador del Sol, como es de esperar al final de cada ciclo. Se observa que las áreas cubiertas por las regiones activas son relativamente pequeñas de 10 a 40, solamente en un par de ellas se sobrepasaron de 200 en millonésimas del hemisferio visible del Sol. En lo que respecta a las regiones activas se ve un número grande en la formación de filamentos y prominencias en 1994 y 1995, mientras lo contrario sucedió en el 2005 y 2006.

De otra manera en el último mínimo de actividad 2005-2006 se produjeron aproximadamente 445 eyecciones coronales de masa solar a partir de 165 regiones activas, y la cantidad total de manchas igual a 701. De los resultados anteriores se puede decir que las CME están ligadas a la formación de manchas solares en una proporción mayor a 60%. Se concluye una correlación en la que influye la cantidad de manchas solares existentes para la formación de CME. Lo que nos abre nuevas interrogantes para las regiones de intensos campos magnéticos, como por ejemplo ¿qué otros elementos intervienen para que el Sol expulse materia dentro de las CME? y ¿cómo afecta la heliosismología los campos magnéticos de las regiones activas y de las prominencias?

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación Científica DICU de la UNAH y su cuerpo técnico, por el apoyo por medio de las becas a los trabajos de investigación, dentro de la Astrofísica Solar, que me permite el crecimiento en este campo y aportar “un granito de arena”; de igual forma a la Dirección del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa.

BIBLIOGRAFÍA

- Chen, James. 1997. Coronal Mass Ejections., causes and consequences. Geophysical Monograph. (99): 66.
- Gosling, J.T et al. 1974. Solar Wind three. Proceedings of the Third Conference. Pacific Grove. Calif., March 25-29, 1974. (A75-28001 12-92) Los Angeles: University of California, p. 140-143.
- Hundhausen, A. J. 1996. In cosmic winds and the heliosphere. Coronal mass ejections. J.R. Jokipii et al. eds. Arizona: Tucson in press.
- Hundhausen, A. 1999. The many faces of the sun: summary of the results from NASA's Solar Maximum Mission. New York: Springer, p.143.
- <http://www.SpaceWeather.com/glossary/flareclasses.html>
- http://www.sec.noaa.gov/ftpdir/list/hpi/power_1999.txt
- <http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpfilaments.html>
- <http://www.solar.ifa.hawaii.edu/mees.html>
- <http://www.solar.ifa.hawaii.edu/ARMaps/armaps.html>
- <http://www.solar.ifa.hawaii.edu/ARMaps/archive.html>
- Ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_FILAMENTS/fil1994
- Ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_FILAMENTS/fil1995
- Ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_FILAMENTS/fil2005
- Ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_FILAMENTS/fil2006
- <http://star.mpae.gwdg.de/indexe.shtml>
- http://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/

Base de datos de eventos solares observados desde la Plaza del Sol del Parque Arqueológico de Copán Ruinas

María Cristina Pineda de Carías*
Santos Vito Véliz*

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo ha sido diseñar y conformar una base de datos a partir del uso del material fotográfico recolectado entre 1998 y 2008 por nosotros, como Grupo de Arqueoastronomía del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. En este trabajo describimos las características de la base de datos relacional que contiene 2,467 fotografías y 8 tablas de atributos con fechas y lugares desde donde se realizaron las observaciones de las salidas y puestas del Sol, o para diferentes horas del día para conocer el tamaño y la dirección de las sombras de la Estela D, reloj solar del Parque Arqueológico de Copán Ruinas. La utilización del software de dominio público Picasa3 en combinación con hojas de cálculo de Excel facilita que cualquier usuario, en especial de la comunidad de investigadores y personas estudiosas de la Arqueoastronomía, aproveche esta información para comprender cómo se realizaban las observaciones astronómicas en Copán Ruinas o para generar nuevas líneas de investigación en Arqueoastronomía.

Palabras clave: *Arqueoastronomía, observaciones solares, Parque Arqueológico Copán Ruinas, base de datos.*

ABSTRACT

The main objective of this work has been to design and form a database using photographic material collected between 1998 and 2008 by us as a group of Archaeoastronomy of the Central American Suyapa Astronomical Observatory of the National Autonomous University of Honduras. In this paper we describe the characteristics of the relational database containing 2.467 photographs and 8

* María Cristina Pineda de Carías, mcarias@cablecolor.hn

* Santos Vito Véliz, vitoveliz@yahoo.com

Facultad de Ciencias Espaciales, Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

attribute tables with dates and places where observations were made at sunrises and sunsets, or for different times of day from the size and direction of the shadows of Stela D, sundial of the Archaeological Copan Ruins Park. The use of Picasa3 open source software in combination with Excel spreadsheets easier for anyone, especially the community of researchers and scholars of Archaeoastronomy, use this information to understand how astronomical observations were made in Copan or to generate new lines of research in Archaeoastronomy.

Keywords: *Archaeoastronomy, solar observations, Archaeological Copan Ruins Park, database.*

INTRODUCCIÓN

Desde el año 1998 hasta el presente, los autores de este trabajo conformamos el Grupo de Arqueoastronomía del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (OACS/UNAH). Desde esa fecha hemos venido realizando observaciones astronómicas e investigaciones arqueoastronómicas en el Parque Arqueológico de Copán Ruinas, las cuales han puesto en evidencia los conocimientos que los mayas tenían acerca de los movimientos del Sol y cómo estos pudieron ser utilizados para la construcción y orientación de estructuras, graderías y monumentos, así como para medir el tiempo. Estos trabajos se han concentrado específicamente en el sector norte de la Plaza Principal del Parque Arqueológico de Copán Ruinas, motivo por el cual propusimos llamar a este sector *Plaza del Sol*.

A lo largo de casi una década de trabajo, hemos logrado significativos avances en nuestras investigaciones, algunas de las cuales aparecen publicadas en la Revista *Yaxkin* del Instituto Hondureño de Antropología e Historia (Pineda de Carías, Véliz y Agurcia Fasquelle 2002); otras las hemos presentado en numerosos seminarios, congresos y conferencias realizadas en la UNAH y en diferentes instituciones nacionales e internacionales. Por la forma en que fue variando nuestro objeto de estudio, los resultados podemos agruparlos en cuatro grandes categorías:

1. De los alineamientos (1998-2000)

Cuando descubrimos numerosos alineamientos de estelas y orientación de estructuras y graderías, asociados con las salidas o las puestas del Sol en las fechas de los equinoccios, los solsticios y los pasos del Sol por el cenit de Copán Ruinas.

2. Sobre el Grande y Complejo Plan de 18 Conejo para la Plaza del Sol (2000-2002)

Cuando presentamos, a partir de los resultados de la etapa anterior y su ubicación en el tiempo, el descubrimiento de que la colocación de las estelas y la construcción de las graderías y estructuras que le dan forma a la Plaza Principal, estaban amarradas con alineamientos asociados con las salidas y puestas del Sol, ocurridas en equinoccios, solsticios y pasos del Sol por el cenit de Copán Ruinas.

3. Estelas como instrumentos de observación (2002-2006)

Una etapa en la que logramos demostrar cómo las estelas fueron utilizadas para señalar la posición del Sol sobre el horizonte, en fechas de eventos especiales, ocurridas dentro del ciclo *haab* del calendario maya. Durante este período hicimos gestiones para conseguir el emplazamiento de una réplica de la Estela B en los predios del OACS/UNAH en la Ciudad Universitaria de Tegucigalpa, para ser utilizada con las mismas funciones que la original Estela B de Copán Ruinas.

4. Estela D: Reloj Solar de Copan Ruinas (2007)

Cuando descubrimos que esta Estela D y su altar, junto con las graderías del sector norte de la Plaza del Sol, eran un reloj solar que utilizaban los mayas de Copán Ruinas para medir las divisiones del día y del año trópico.

Producto de estas investigaciones fue la generación de varios miles de fotografías de las salidas y puestas del Sol y de las sombras de la Estela D, tomadas desde la Plaza del Sol, durante las observaciones astronómicas realizadas en la fecha de los equinoccios, solsticios y pasos del Sol por el cenit de Copán Ruinas. La acumulación de esta enorme cantidad de datos generó también la necesidad de almacenarlos y guardarlos para preservarlos con miras hacia su posterior uso. Fue así como identificamos nuestro problema de estudio, preguntándonos: ¿Cómo mejorar y aprovechar al máximo la información fotográfica generada como Grupo de Arqueoastronomía del OACS/UNAH sobre la Plaza del Sol de Copán? ¿Cómo organizar los datos de manera que pudieran ser aprovechados por otras personas interesadas en realizar investigaciones arqueoastronómicas? ¿Cómo poner a la disposición de docentes y estudiantes todo este material documental para su estudio y comprensión de la cultura maya?

Para resolver este problema identificamos como el objetivo de este trabajo el diseño de un sistema de base de datos relacional que integrara 2,467 fotografías con software de computación para almacenamiento, recuperación, despliegue y consulta, de manera aislada o conjunta de las fotografías.

Con esta base de datos, la comunidad científica y los estudiosos de los temas de Arqueoastronomía tendrán una herramienta poderosa que les permita, de manera eficiente, acceder a los datos contenidos en las fotografías. El uso de una página web hará posible que, vía Internet, investigadores nacionales e internacionales se beneficien de los resultados obtenidos por el Proyecto de Arqueoastronomía Maya del OACS/UNAH.

METODOLOGÍA

El presente trabajo lo desarrollamos en seis etapas:

1. Localización y recolección de las fotografías obtenidas en el Proyecto de Arqueoastronomía Maya entre los años 1998 y 2007.
2. Evaluación del estado de las fotografías y selección de las que utilizaríamos en este Proyecto.
3. Diseño de un Sistema de Base de Datos (SBD) para integrar las fotografías (los datos) y los programas de computación para su manejo y visualización.
4. Almacenaje de las fotografías e introducción de los datos de cada fotografía a la base de datos.
5. Instalación del software para visualización de las fotografías.
6. Diseño de página web para poner a disposición de usuarios potenciales el SBD.

RESULTADOS

Selección de las fotografías para uso del Proyecto

Al inicio de este trabajo, localizamos y recolectamos cerca de diez mil fotografías tomadas entre 1998 y 2007.

Del estudio de las fechas en que fueron tomadas estas fotografías logramos identificar que, las que se tomaron en los años más tempranos se encontraban impresas y pegadas en quince álbumes, por lo que una primera tarea fue digitalizarlas. Las del tercio intermedio habían sido tomadas con una cámara analógica pero que fueron digitalizadas al momento de ser reveladas, encontrándose disponibles unas en diferentes CDs, y otras en diferentes computadoras del OACS. Las del tercio más reciente todas fueron tomadas con cámaras digitales por lo que las mismas estaban almacenadas en diferentes computadoras del OACS.

Para evaluar el contenido de la información disponible en cada fotografía, tomamos como criterio principal la evidencia para soportar y documentar observaciones astronómicas que fueron hechas a las salidas o a las puestas del Sol en las fechas de eventos tales como equinoccios, solsticios y pasos del Sol por el cenit de Copán Ruinas o porque recogían la sombra proyectada por la Estela D en diferentes horas del día. Fue después de una selección rigurosa que dejamos reducido el número de las fotografías para uso del proyecto en 2,467. Para los años 1998, 1999 y 2004 no se seleccionó ninguna fotografía.

Diseño de la Base de Datos

Como método eficiente para manipular el enorme volumen de fotografías, se buscó diseñar un sistema de base de datos consistente de toda la colección de las fotografías más un conjunto de programas de computación que permitiera a cualquier usuario acceder a los datos. Este sistema se instalaría y manejaría en una computadora personal, dedicada exclusivamente para este trabajo.

El modelo de la base de datos seleccionado fue relacional, por lo que se tuvo que diseñar tablas para presentar tanto los datos de cada fotografía como las relaciones entre ellas. Cada tabla debía tener una fila para registro de cada fotografía y varias columnas para los datos de cada fotografía, teniendo cada una de estas columnas un nombre único para representar también un atributo específico de cada fotografía. Sería entonces un modelo basado en registros de formato fijo (Silberschatz, Karth y Saudarshan 2006).

Los datos a recoger como atributos de cada fotografía serían los siguientes:

1. AÑO: El año en que fue tomada la fotografía.
2. EVENTO: El tipo de evento solar alrededor del cual fue tomada la fotografía. Estos eventos podían ser clasificados en:
 - EQPV: Equinoccio de Primavera
 - 1PSC: Primer paso del Sol por el cenit
 - SOLV: Solsticio de Verano
 - 2PSC: Segundo paso del Sol por el cenit.
 - EQOT: Equinoccio de Otoño
 - SOLI: Solsticio de Invierno.
3. FECHA: Para documentar el día y mes de la observación por evento.
4. Para cada día de trabajo alrededor de un evento solar, también había que documentar si las fotografías habían sido tomadas para observar:
 - SALIDAS: Salidas del Sol.
 - PUESTAS: Puestas del Sol.
En cada caso se indica la dirección desde donde y hacia donde se hizo la observación.
 - ESTELAD: Dirección y tamaño de la sombra.
Distinguiendo entre la mañana, el medio día y la tarde.
5. En un mismo día de trabajo, y para las salidas o puestas del Sol, o para las sombras de la Estela D, las fotografías debían almacenarse en secuencia, es decir, por el orden en que fueron tomadas.

Digitalización y almacenamiento de las fotografías

Como una consecuencia de las características del diseño de la base de datos, en una necesidad se convirtió la digitalización primero y luego la asignación de un nombre único para cada una de las 2,467 fotografías seleccionadas. El nombre de cada fotografía directamente sugería: el año, el tipo de evento, la fecha en que fue tomada, el número de la secuencia de toma de la salida, la puesta o la sombra de la Estela D. Por ejemplo: 2000_2PSC_12Ago_140E, era el nombre de una fotografía tomada el 12 de Agosto de 2000, alrededor del día del segundo paso del Sol por el cenit para documentar la sombra de la Estela D, teniendo como número de secuencia asignado el 140.

Las 2,467 fotografías se almacenaron en 62 carpetas que también tenían un nombre único, sugerente de la fecha y el evento en que fueron tomadas. Por ejemplo, 2000_2PSC_12Ago_EstelaD, era el nombre de la carpeta con el grupo de fotografías tomadas el 12 de Agosto de 2000, alrededor del segundo paso del Sol por el cenit para documentar el tamaño de las sombras de la Estela D. Para el período estudiado del 2000 al 2008, se almacenaron: 176 fotografías del año 2000, organizadas en 11 archivos; 339 fotografías del 2001, organizadas en 11 archivos; 467 fotografías del año 2002, organizadas en 16 archivos; 145 fotografías del año 2003, organizadas en 5 archivos; 126 fotografías del 2005, organizados en 2 archivos; 63 fotografías del 2006, organizadas en 3 archivos; 912 fotografías del 2007, organizadas en 13 archivos; y 239 fotografías del 2008, organizadas en un único archivo.

Tabulación de los datos de las fotografías

Ocho tablas de Excel fueron elaboradas para documentar, por cada uno de los años del 2000 al 2008 (exceptuando el 2004), los atributos de cada fotografía. Cada tabla se conformó con tantos registros como fotografías se habían seleccionado por año. Los atributos se organizaron en 10 columnas tituladas:

1. CARPETA: para incluir el nombre único de la carpeta donde se archivó la fotografía, por ejemplo: 2006 SOLI_21Dic_EstelaD.
2. No. ORDEN: que incluye de manera secuencial la numeración de las fotografías de la Carpeta.
3. No. FOTO: que contiene el nombre único de la fotografía con un hipervínculo hacia la propia foto, como por ejemplo: 2006_SOLI_21Dic_017E.
4. AÑO: que se refiere al año en que se tomó la fotografía.
5. EVENTO: que se refiere al evento solar asociado con la campaña de observación

en la que se tomó la fotografía.

6. FECHA: se refiere al día, mes y año en que se tomó la fotografía.
7. HORA: se refiere a la hora local (horas y minutos) en que se tomó la fotografía; se aclara que este campo no se pudo completar porque este dato no estaba disponible para todas las fotografías.
8. DESCRIPCION: este campo describe, para las fotografías de las salidas o de las puestas del Sol, el lugar desde donde y hacia donde se dirigía la línea de observación; en el caso de las fotografías de las sombras de la Estela D, se indica la cara de la Estela que se está mirando y el intervalo del día correspondiente, según se cree marca la propia Estela D en su función de reloj solar (en tiempo solar: *mañana*: desde la salida del Sol hasta alrededor de las 8:00 horas, *antes de medio día*: entre las 8:00 y unos minutos antes de las 12:00 horas, *medio día*: alrededor de las 12:00 horas cuando la Estela D y su sombra están alineadas, *después de medio día*: desde unos minutos después de las 12:00 a las 16:00 horas, *tarde*: entre las 16:00 horas y la puesta del Sol.
9. REFERENCIA: Nombre de la Carpeta que sugiere la fuente donde originalmente se encontraron las diferentes fotografías, por ejemplo: Álbum 10 que contiene algunas de las fotografías impresas de los años 2000, 2001 y 2002.
10. No. CORRIDA: que se refiere a la numeración corrida de todas las fotografías tomadas en un año determinado. A manera de ejemplo, en la Figura 1 se muestra la Hoja de Cálculo de Excel que contiene los atributos de las fotografías tomadas el año 2003.

Hipervínculos se establecieron para enlazar el nombre de cada fotografía con la dirección de archivo de la fotografía donde se encontraba en el disco duro de la computadora. En la Figura 1 se muestra el ejemplo de una de las ocho tablas preparadas.

Sistema de visualización de las diferentes fotografías

El sistema de base de datos fue diseñado para ver cada fotografía como una vista; fue por ello que el software de dominio público Picasa3 de Google Earth (<http://picasa.google.com>) se escogió para organizar, clasificar, editar, buscar, recuperar y manipular las fotografías puestas a disposición de los usuarios. De esta manera, los datos con que fueron agregados a la computadora las diferentes fotografías, automáticamente permitían que el software los organizara para ser visualizados. Así, a voluntad del usuario podían desplegarse, por año, tipo de evento astronómico, fecha en que fueron tomadas las fotografías y grupo de observación durante el día. Los datos, en este caso las fotografías, podían ser desplegadas por contenido de las carpetas, o como un show de diapositivas o como

un arreglo por tipo de dato sobre una línea de tiempo.

Al instalar el software Picasa3, automáticamente se escanearon todos los archivos grabados en el disco duro de la computadora. Al abrir Picasa3, aparecieron las carpetas organizadas en secuencia temporal, mostrando para cada año todas las carpetas de los eventos solares en que se ha agrupado las fotografías. A manera de ejemplo, en la Figura 2 se muestra la pantalla de la Biblioteca de Archivos de Picasa3. En el lado izquierdo se pueden ver las carpetas correspondientes a los años 2002, 2003, 2005, 2006 y 2007. Al lado derecho, en pequeños iconos, aparecen las fotografías contenidas en la Carpeta 2007 SOLI_22Dic_EstelaD, secuencia en la que cada fotografía aparece rotulada con su nombre. En la parte inferior, se muestra el número de fotografías que contiene la Carpeta, la fecha en que fueron tomadas y el tamaño que los archivos ocupan en el disco.

Presentación de datos por Internet y resguardo

Para la gestión del sistema de base de datos (SBD) se diseñó una página de Internet accesible desde la página web del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (<http://ww.oacs-unah.edu.hn>). En esta página se presentan los datos de manera general y se indica a los usuarios potenciales la forma de contactar a los Profesores Coordinadores del Proyecto de Arqueoastronomía del OACS/UNAH.

En una computadora dedicada se instaló el SBD, es decir, la base de datos que contiene todas las fotografías, el software Picasa3 y el software Excel de Microsoft. Archivos de respaldo se prepararon para evitar alguna eventual pérdida. De igual manera se preparó un documento impreso, describiendo la Base de Datos. Las fotografías seleccionadas para formar parte de la base de datos son aquellas que tienen un valor científico en cuanto al dato capturado, por lo que todas en su conjunto están en trámite de registro en la Dirección de Propiedad Intelectual del Instituto de la Propiedad de Honduras.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La base de datos que aquí se presenta por primera vez pone a la disposición de la comunidad científica, nacional e internacional, abundante material fotográfico que hace posible entender y apreciar cómo se piensa que los mayas de Copán pudieron haber observado la ocurrencia de equinoccios, solsticios y pasos del Sol por el cenit de Copán Ruinas, desde la Plaza del Sol.

Se reconoce que la colección no puede considerarse suficientemente completa y habrá algunas ventanas que precisamente serán las que darán lugar a que nuevos trabajos de investigación se puedan realizar. Se estimulará, por tanto, a los estudiosos de la Arqueoastronomía, un campo que formalmente ya se ha iniciado en la UNAH, para que utilicen y saquen el mayor provecho del material recopilado. Un trabajo de esta naturaleza nunca antes se había presentado por lo que, agregado al valor de los propios datos, está la posibilidad de mostrar al sitio de Copán Ruinas como un lugar especial adonde seguramente los gobernantes de las diferentes dinastías se reunían con sus gobernados para realizar observaciones astronómicas y ceremonias especiales en los días de eventos solares de interés. La abundancia de los datos presentados, por ella misma, sirve de argumento central para corroborar por qué los autores hemos propuesto bautizar al sector norte de la Plaza Principal del Parque Arqueológico como *Plaza del Sol*.

No hay duda que la base de datos con la que ahora se dispone, manejada con las nuevas tecnologías, no sólo nos permite visualizar mejor los diferentes escenarios del período que vivieron los mayas, sino que también nos ayuda a comprender cabalmente cómo en realidad se desempeñaban en su diario quehacer. La oportunidad de revisar, estudiar y analizar las fotografías de esta base de datos seguramente permitirá que algunos investigadores incursionen en la línea de querer entender qué tipo de ritos o ceremonias realizaban los mayas en las fechas de eventos solares. Los niveles de organización y opciones de manipulación de los datos para hacer comparaciones de fotografías de diferentes fechas, de diferentes eventos u otras que puedan parecer de interés a un usuario y todo lo que el SBD elaborado permite, sin lugar a dudas es el mayor resultado alcanzado con este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras por haber otorgado la Beca Básica No. 05-BBI-2007 que hizo posible la realización de este trabajo. Se agradece también al personal de Arqueoastronomía del OACS/UNAH, especialmente a Bertilio Amaya por haber colaborado en la digitalización de algunas de las fotografías.

BIBLIOGRAFÍA

Pineda de Carías, María Cristina, Vito Véliz y Ricardo Agurcia Fasquelle. Acerca de las observaciones del Sol realizadas en la Gran Plaza del Parque Arqueológico de Copán, Honduras. *Yaxkin*, XXI. Instituto Hondureño de Antropología e

Historia. 2002.

Pineda de Carías, María Cristina, Vito Véliz y Ricardo Agurcia Fasquelle. El grande y complejo plan de 18 Conejo para la construcción de la Plaza del Sol del Parque Arqueológico de Copán, Honduras. *Revista del Instituto Hondureño de Antropología e Historia*. Edición Conmemorativa 50 Aniversario 1952-2002. Julio, 2002.

Silberschatz, Abraham, Henry F. Korth y S. Sudarshan. Fundamentos de Bases de Datos. 5 ed. McGraw Hill Interamericana de España, S.A. U. 2006.

BASE DATOS ARQUEOAstrONOMIA_OACS/UNA/H							
	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3	CARPETA	No. Orden	No. FOTO	ANO	EVENTO	FECHA	HORA DESCRIPCION REFERENCIA No. Corrida
4	2003 EOPV_19Mar_Puestas	1	2003.EOPV.19Mar_001E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Altares G a Estela 4 Album 5
5	2003 EOPV_19Mar_Puestas	2	2003.EOPV.19Mar_002E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Estela 1 a Monticulo SW Album 5
6	2003 EOPV_19Mar_Puestas	3	2003.EOPV.19Mar_003E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Estela 1 a Monticulo SW Album 5
7	2003 EOPV_19Mar_Puestas	4	2003.EOPV.19Mar_004E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Altares G a Estela 4 Album 5
8	2003 EOPV_19Mar_Puestas	5	2003.EOPV.19Mar_005E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Estela 1 a Monticulo SW Album 5
9	2003 EOPV_19Mar_Puestas	6	2003.EOPV.19Mar_006E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Estela 1 a Monticulo SW Album 5
10	2003 EOPV_19Mar_Puestas	7	2003.EOPV.19Mar_007E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Altares G a Estela 4 Album 5
11	2003 EOPV_19Mar_Puestas	8	2003.EOPV.19Mar_008E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Altares G a Estela 4 Album 5
12	2003 EOPV_19Mar_Puestas	9	2003.EOPV.19Mar_009E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Altares G a Estela 4 Album 5
13	2003 EOPV_19Mar_Puestas	10	2003.EOPV.19Mar_010E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Altares G a Estela 4 Album 5
14	2003 EOPV_19Mar_Puestas	11	2003.EOPV.19Mar_011E	2003	EOPV	19-Mar-03	De Altares G a Estela 4 Album 5
15	CARPETA	No. Orden	No. FOTO	ANO	EVENTO	FECHA	HORA DESCRIPCION REFERENCIA No. Corrida
16	2003 EOPV_20Mar_Salidas	1	2003.EOPV.20Mar_002S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
17	2003 EOPV_20Mar_Salidas	2	2003.EOPV.20Mar_003S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
18	2003 EOPV_20Mar_Salidas	3	2003.EOPV.20Mar_004S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
19	2003 EOPV_20Mar_Salidas	4	2003.EOPV.20Mar_005S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
20	2003 EOPV_20Mar_Salidas	5	2003.EOPV.20Mar_006S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
21	2003 EOPV_20Mar_Salidas	6	2003.EOPV.20Mar_007S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
22	2003 EOPV_20Mar_Salidas	7	2003.EOPV.20Mar_008S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
23	2003 EOPV_20Mar_Salidas	8	2003.EOPV.20Mar_009S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Monticulo 2 a Estela 1 Album 5
24	2003 EOPV_20Mar_Salidas	9	2003.EOPV.20Mar_010S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Monticulo 2 a Estela 1 Album 5
25	2003 EOPV_20Mar_Salidas	10	2003.EOPV.20Mar_011S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Monticulo 2 a Estela 1 Album 5
26	2003 EOPV_20Mar_Salidas	11	2003.EOPV.20Mar_012S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Monticulo 2 a Estela 1 Album 5
27	2003 EOPV_20Mar_Salidas	12	2003.EOPV.20Mar_013S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela A a Estela 1 Album 5
28	2003 EOPV_20Mar_Salidas	13	2003.EOPV.20Mar_014S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela A a Estela 1 Album 5
29	2003 EOPV_20Mar_Salidas	14	2003.EOPV.20Mar_015S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela 4 a Altares G Album 5
30	2003 EOPV_20Mar_Salidas	15	2003.EOPV.20Mar_016S	2003	EOPV	20-Mar-03	De Estela C a Estela F Album 5

Figura 1. Tabla con atributos de fotografías tomadas en el año 2003

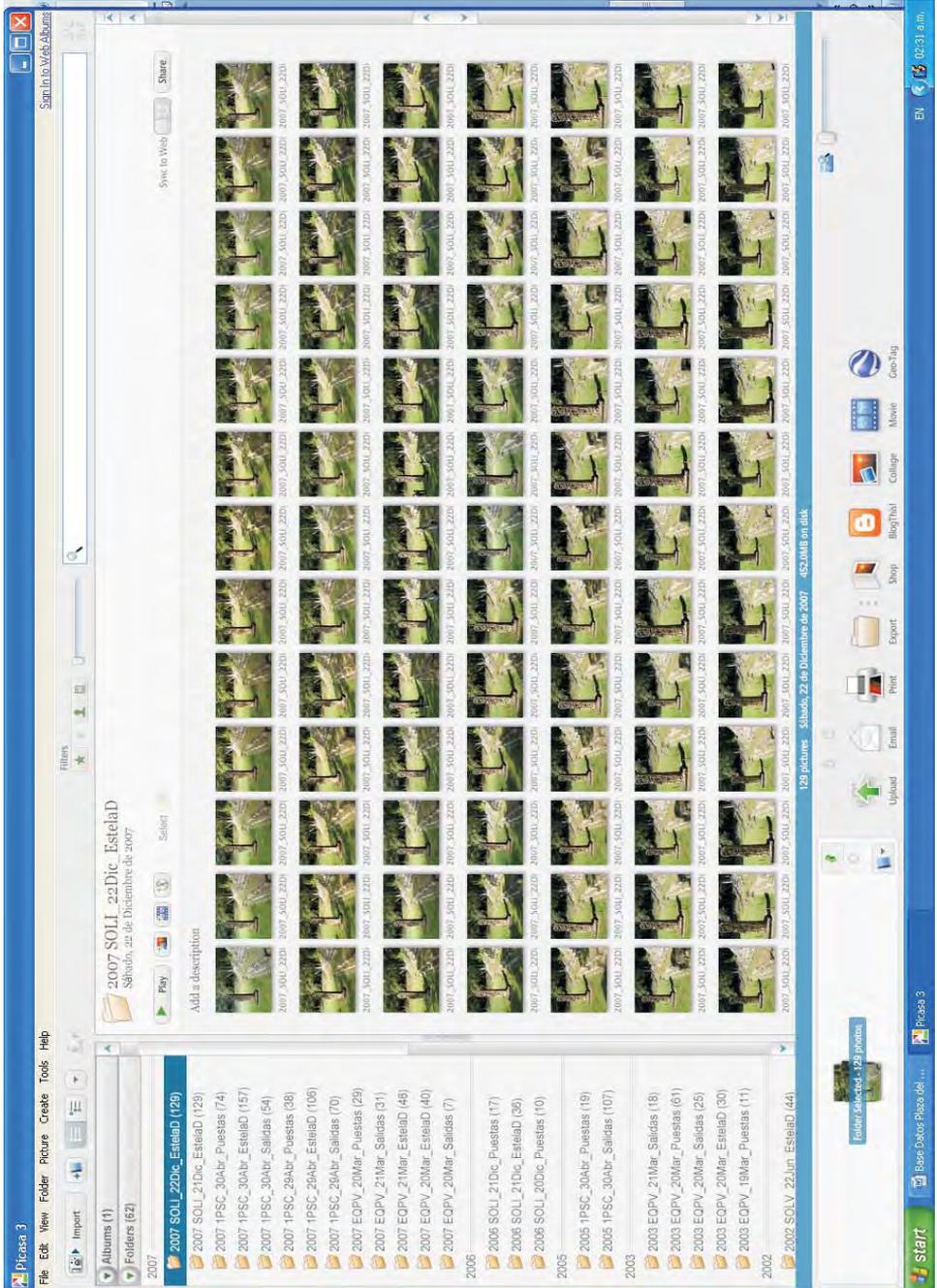


Figura 2. Pantalla de Picasa3 que muestra una vista del esquema de organización de la base de datos

ANEXO A.1

RESUMEN DE DATOS DE FOTOGRAFIAS SEGUN EVENTOS SOLARES Y FECHAS Equinoccios de Primavera (EQPV)

	19-mar				20-mar				21-mar		
2000			2000 EQPV_19Ma r_EstelaD	2000 EQPV_19Ma r_Puestas							
			8	2							
2001										2001 EQPV_21Ma r_Salida	
										2	
2002	2002 EQPV_19Ma r_Salidas	2002 EQPV_19Ma r_Salidas	2002 EQPV_19Ma r_EstelaD	2002 EQPV_19Ma r_Puestas	2002 EQPV_19Ma r_Puestas	2002 EQPV_20Ma r_Salidas		2002 EQPV_20Ma r_EstelaD	2002 EQPV_20Ma r_Puestas	2002 EQPV_20Ma r_Puestas	2002 EQPV_21Ma r_Salidas
	23	16	36	11	6	5		40	81	20	21
2003				2003 EQPV_19Ma r_Puestas		2003 EQPV_20Ma r_Salidas *	2003 EQPV_20Ma r_Salidas	2003 EQPV_20Ma r_EstelaD	2003 EQPV_20Ma r_Puestas *	2003 EQPV_20Ma r_Puestas	2003 EQPV_21Ma r_Salidas
				11		10	15	30	7	54	18
2005											
2006											
2007						2007 EQPV_20Ma r_Salidas		2007 EQPV_20Ma r_EstelaD	2007 EQPV_20Ma r_Puestas		2007 EQPV_21Ma r_Salidas
						7		40	29		31
2008			2008 EQPV_19Ab r_EstelaD								
			239								
	39		283	30		37		110	111		73
			352					338			

Primer Paso del Sol por el Cenit (1PSC)

	29-abr		30-abr				01-may		
2000							2000 1PSC_30Abr Puestas	2000 1PSC_01Ma y_Salidas	2000 1PSC_01Ma y_EstelaD
							32	30	2
2001	2001 1PSC_29Abr _EstelaD	2001 1PSC_29Abr _Puesta	2001 1PSC_30Abr _Salida	2001 1PSC_30Abr _EstelaD	2001 1PSC_30Abr _EstelaD *	2001 1PSC_30Abr _Puestas	2001 1PSC_30Abr _Puestas *		
	25	8	15	56	82	31	3		
2002	2002 1PSC_29Abr _Salidas	2002 1PSC_29Abr _EstelaD	2002 1PSC_29Abr _Puestas	2002 1PSC_30Abr _Salidas	2002 1PSC_30Abr _EstelaD		2002 1PSC_30Abr _Puestas	2002 1PSC_30Abr _Puestas *	
	16	19	12	14	1		13	4	
2003									
2005				2005 1PSC_30Abr _Salidas			2005 1PSC_30Abr _Puestas		
				107			19		
2006									
2007	2007 1PSC_29Abr _Salidas	2007 1PSC_29Abr _EstelaD	2007 1PSC_29Abr _Puestas	2007 1PSC_30Abr _Salidas	2007 1PSC_30Abr _EstelaD		2007 1PSC_30Abr _Puestas		
	70	106	38	54	157		74		
2008									
	86	150	58	190	216		116	30	2
	294				662			32	

SOLSTICIO DE VERANO (SOLV)

	19-jun		20-jun	21-jun			22-jun	
2000	2000 SOLV_19Jun _Salidas	2000 SOLV_19Jun _Puestas						
	1	2						
2001				2001 SOLV_21Jun _Salidas	2001 SOLV_21Jun _EstelaD	2001 SOLV_21Jun _Puestas		
				29	47	19		
2002				2002 SOLV_21Jun _Salidas		2002 SOLV_21Jun _Puestas	2002 SOLV_22Jun _Salidas	2002 SOLV_22Jun _EstelaD
				49		24	12	44
2003								
2005								
2006								
2007								
2008								
	1	2		78	47	43	12	44
	3			168			56	

Segundo Paso del Sol por el Cenit (2PSC) y Solsticio de Invierno (SOLI)

11-ago	12-ago			20-dic	21-dic				22-dic
	2000 2PSC_12Ago EstelaD	2000 2PSC_12Ago Puestas		2000	2000 SOLI_21Dic_ Salidas2	2000 SOLI_21Dic_ Salidas	2000 SOLI_21Dic_ EstelaD2	2000 SOLI_21Dic_ EstelaD	
	14	3			3	47	10	22	
2001 2PSC_11Ago Puestas			2001						
	21								
			2002						
			2003						
			2005						
			2006	2006 SOLI_20Dic_ Puestas		2006 SOLI_21Dic_ EstelaD		2006 SOLI_21DIC Puestas	
				10		36		17	
			2007			2007 SOLI_21Dic_ EstelaD			2007_SOLI_ 22Dic_Estel aD
						129			129
			2008						
	21	14	3	10	50	117		17	129
	21	17		10		264			129

Relación de agujeros negros súper masivos con propiedades globales de las galaxias que los albergan

Yvelice Soraya Castillo Rosales*

RESUMEN

Partiendo del trabajo de Tesis de Maestría de **Castillo Rosales, Y. S.**, que incluyó una exhaustiva revisión bibliográfica de revistas profesionales de astronomía y astrofísica (“papers”) que se refieren a agujeros negros súper masivos (en adelante, ANSs) y a varias propiedades de las galaxias que los albergan; se han seleccionado diez publicaciones que se consideraron representativas en cuanto a datos y a correlaciones significativas entre las masas de agujeros negros centrales y las propiedades globales de las galaxias anfitrionas. Tomando los datos de estas diez publicaciones, se seleccionaron 11 propiedades relevantes, que fueron agrupadas en tres tipos de tablas: galaxias elípticas, galaxias de disco y galaxias peculiares (peculiares incluye galaxias activas, irregulares y fusiones de galaxias). La muestra final es de 144 galaxias. En total se recopilaron 1,453 datos. Además se elaboraron nueve gráficos de correlaciones entre las masas de agujero negro súper masivo central de las galaxias de la muestra, con las nueve siguientes propiedades de las galaxias: dispersión central de velocidades, luminosidad del bulbo, radio de influencia del ANS, radio efectivo del bulbo, masa del esferoide, relación masa-luminosidad total, corrimiento al rojo, distancia al centro de la Galaxia, y luminosidad en lejano infrarrojo. Con ayuda de los gráficos de correlaciones elaborados se hizo un análisis comparativo entre estas correlaciones y las correlaciones que arrojan cinco modelos teóricos recientes de formación y evolución de galaxias. Los resultados parecen apoyar las teorías de formación de galaxias a partir de halos de materia oscura, que posteriormente formarían galaxias de disco, cuyos agujeros negros centrales serían los motores del crecimiento galáctico, a tasas de acreción moderadas.

Palabras clave: *agujero negro súper masivo (ANS), correlación, galaxia, dispersión de velocidades, evolución, formación.*

* Yvelice Soraya Castillo Rosales, yvelicec@yahoo.com

Facultad de Ciencias Espaciales, Astronomía y Astrofísica, Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

ABSTRACT

On the basis of Castillo, Y. S. Master Thesis, which include a comprehensive bibliographic review from Astronomy and Astrophysics professional papers, related to super massive black holes (hereinafter SMBHs) and several properties of their host galaxies, ten publications considered representative has been selected, as regards data and significant correlations between central black hole masses and the global properties of the host galaxies. Taking these ten publications data, have been selected 11 relevant properties that were grouped into three kinds of tables: elliptical galaxies, disk galaxies and peculiar galaxies (peculiar includes active, irregular galaxies and mergers of galaxies). The final sample is 144 galaxies. 1,453 Data were collected in total. Also developed nine plots of correlations between central super massive black hole masses from the sample versus the following nine properties of galaxies: central velocity dispersion, bulb Luminosity, SMBH influence radio, bulb effective radio, spheroid mass, mass-luminosity ratio, redshift, distance from the center of the Galaxy, and far infrared luminosity. With the help of correlation plots became a comparative analysis between these correlations and correlations from five recent theoretical models of formation and evolution of galaxies. The results seem to support the formation of galaxies from dark matter halos that would later form disk galaxies, whose central black holes would be galactic growth engines, at moderate accretion rates.

Keywords: *super massive black hole (SMBH), correlation, galaxy, velocity dispersion, evolution, formation.*

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunas décadas, y más especialmente desde el lanzamiento del telescopio espacial Hubble, muchos investigadores han dedicado grandes esfuerzos para escudriñar las regiones más interiores de las galaxias. Esto se da gracias a que la resolución espacial de los telescopios más recientes ha mejorado significativamente, facilitando los estudios de esas regiones. A principios de los años noventa captó gran interés la búsqueda de agujeros negros súper masivos (ANSs) en el centro de algunas galaxias; pero una vez que se comprobó su presencia en los núcleos de una gran cantidad de galaxias, el interés se desvió luego a determinar las correlaciones que existen entre las masas de ANSs y algunas propiedades globales de las galaxias que los albergan, con dos intenciones principales: a) hacer más fácil la medición de las masas de ANSs, y b) analizar qué injerencia tienen estas relaciones en la historia evolutiva de los ANSs o en la historia evolutiva de la estructura galáctica en general.

Actualmente no se ha logrado llegar a un acuerdo sobre este segundo punto, pues todavía no se ha logrado comprobar a ciencia cierta cuál es el proceso exacto que ha causado la formación y el crecimiento de los ANSs y de las galaxias en general.

En un esfuerzo por determinar cuál de los modelos actuales de formación y de crecimiento de agujeros negros súper masivos se ajusta mejor a las propiedades de agujeros negros, medidas en base a observaciones y cuáles son los parámetros más relevantes que intervienen en los procesos evolutivos de los ANSs, se hizo un análisis comparativo de los datos que arrojan varios modelos de crecimiento de ANSs, con los datos observacionales y las correlaciones de propiedades obtenidas por varios grupos de investigación, para dilucidar cuál de los modelos propuestos se adapta mejor a los datos observacionales.

OBJETIVOS

Objetivo General

Revisar las correlaciones más relevantes, estudiadas en el proyecto de Tesis de **Castillo Rosales, Y. S.**, ahora con una muestra de más galaxias, espirales, elípticas y peculiares.

Objetivo Específico

Comparar las correlaciones más confiables de masas de agujeros negros súper

masivos, con otras propiedades de las galaxias anfitrionas, con los resultados de modelos recientes de crecimiento y evolución de agujeros negros súper masivos.

MÉTODO

Una vez recopilados muchos valores de masas de agujeros negros súper masivos centrales y de propiedades de sus galaxias anfitrionas publicados en artículos de revistas especializadas, por los mejores grupos de investigación en agujeros negros súper masivos, estos valores se asociaron como correlaciones entre las masas de agujeros negros centrales y varias de las propiedades recopiladas. Estas correlaciones basadas en datos observacionales fueron comparadas con las correlaciones que arrojan cinco modelos teóricos de formación y evolución de galaxias, publicados en el año 2008.

Como fuente de datos para obtener propiedades de galaxias y masas de agujeros negros centrales se utilizaron las revistas astronómicas especializadas de ADS¹, ArXiv², HYPERLEDA³, Rc3⁴, NED⁵ y Vizier⁶. La muestra seleccionada incluye 53 galaxias espirales, 51 galaxias elípticas y 40 galaxias peculiares.

La propiedades que se seleccionaron para la muestra son 11: (1) corrimiento al rojo (z), (2) distancia a la galaxia, (3) tipo del núcleo, (4) masa calculada del agujero negro súper masivo central, (5) radio de influencia del ANS, (6) dispersión central de velocidades, (7) radio efectivo del bulbo, (8) luminosidad en lejano infrarrojo, (9) luminosidad del bulbo, (10) masa del bulbo, (11) relación masa-luminosidad de toda la galaxia. Aunque se buscaron las 11 propiedades para 144 galaxias, no se lograron obtener para todas, puesto que las galaxias peculiares aún no han sido suficientemente estudiadas. Se obtuvieron desde 3 hasta 11 datos por galaxia, con un total de 1,453 datos.

¹ Base de datos astrofísicos de la NASA ("NASA Astrophysics Data System"), http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html

² Base de datos de artículos remitidos a revistas, sin haber sido publicados ("pre-prints"), <http://arxiv.org/find/astro-ph>

³ Base de datos del Observatorio de Lyon-Meudon (Lyon-Meudon Extragalactic Database), <http://leda.univ-lyon1.fr/search.html>

⁴ "Tercera Referencia del Catálogo de Galaxias Brillantes", ("The Third Reference Catalogue of Bright Galaxies"), <http://cdcdwww.dao.nrc.ca/astrocat/rc3.html>

⁵ Base de Datos Extragalácticas de la NASA (NASA Extragalactic Database), <http://nedwww.ipac.caltech.edu/>

⁶ <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>

Los datos se estandarizaron, considerando una constante de Hubble para la expansión del universo de 70 km/s/Mpc. También se hicieron las conversiones necesarias para que todos los datos puedan compararse en las mismas unidades.

Con los datos recopilados se elaboraron 3 tablas, una para cada tipo de galaxia, para comparar visualmente las propiedades de unas galaxias con otras. Los datos se ingresaron en una hoja electrónica de Excell para facilitar su manipulación, análisis y la elaboración de gráficos.

Se elaboraron nueve gráficos de correlaciones entre las masas de ANSs centrales y las nueve propiedades globales más significativas de las galaxias. Se decidió no emplear la muestra de galaxias peculiares para la elaboración de gráficos de correlaciones, porque para éstas sólo se encontraron distancias, masas de agujeros negros centrales y luminosidades en lejano infrarrojo. Al final se enumeran los resultados obtenidos y las conclusiones respectivas.

RESULTADOS

Tablas

Tres tablas de datos, que muestran entre 3 y 11 propiedades para cada una de 144 galaxias. Se agruparon las galaxias según tipos espiral, elíptico y peculiar.

Gráficos

Hay nueve gráficos que presentan las correlaciones entre la masa del agujero negro súper masivo central de cada galaxia contra nueve propiedades, en orden de importancia: (1) dispersión central de velocidades, en km/s; (2) luminosidad del bulbo, en luminosidades solares; (3) masa del esferoide o bulbo, en masas solares; (4) radio efectivo del bulbo, en kpc; (5) corrimiento al rojo (z); (6) distancia al centro de nuestra Galaxia, en Mpc; (7) relación masa-luminosidad de la galaxia, en masas y luminosidades solares; (8) radio de influencia del ANS, en segundos de arco; (9) luminosidad en lejano infrarrojo, en luminosidades solares.

TABLA 1: GALAXIAS ELIPTICAS (columnas 1 a 12) ⁸											
No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con $H_0=70$ Km/s/mpc	D, Mpc ($H_0=70$)	Tipo nuclear	M_{BH} , Msol	Error M_{BH} , -	Error M_{BH} , +	Ref	R_{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	221	cE2	0.00019	0.81143		3.90E+06	9.00E+05	9.00E+05	S		
2	821	E4p	0.006	24.1		3.70E+07	8.00E+06	2.40E+07	S	0.03	0.6
3	1052	E4	0.007	31.7143		1.95E+08					
4	N4464		0.004	16.9821		1.26E+07					
5	1692		0.004	18.2786		1.00E+08					
6	1720		0.004	17.4536		3.98E+07					
7	1883		0.004	17.775		6.31E+06					
8	1913		0.004	18.6214		3.16E+06					
9	2048		0.004	17.6786		2.00E+06					
10	2092		0.004	17.2929		1.58E+08					
11	2778	E2	0.005	22.9		1.40E+07	9.00E+06	8.00E+06	S	0.02	0.4
12	3377	E5	0.003	11.2		1.00E+08	1.00E+07	9.00E+07	S	0.38	3.6
13	3379	E1	0.002	10.6		1.00E+08	5.00E+07	6.00E+07	S	0.2	1.9

⁸ (1) número asignado; (2) nombre más común de la galaxia; (3) tipo de galaxia según RC3 (Tercera Referencia del Catálogo de Galaxias Brillantes); (4) corrimiento al rojo (z) en base a una constante de Hubble $H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$; (5) distancia a la galaxia, en Mega pársecs; (6) tipo del núcleo, según el artículo de Ho, Phillipenko & Sargent de 1997; (7) masa calculada del agujero negro súper masivo, en masas solares; (8) cota mínima de error para M_{BH} , en masas solares; (9) cota máxima de error para M_{BH} , en masas solares; (10) método empleado para el cálculo de M_{BH} : g es gas, s es estrellas, m es másar; (11) R_{BH} , radio de influencia del ANS, en segundos de arco; (12) $Nres = 2 R_{BH} / Rres$, donde Rres es la resolución espacial de las observaciones (la medición se considera segura si $Nres > 1$).

Las referencias corresponden al siguiente código de colores, para las 3 tablas:

NED	HFS97	Ferrarese & Merrit 2000	Haring & Rix 2004	Wu& Cao 2005
Satyapal + 2004	Gebhardt +2000	Marconi & Hunt 2003	Dudik+ 2005	Gallo + 2008

TABLA 1: GALAXIAS ELIPTICAS (columnas 1 a 12)

No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con Ho=70 Km/s/mpc	D, Mpc (H0=70)	Tipo nuclear	M _{BH} , Msol	Error M _{BH} , -	Error M _{BH} , +	Ref	R _{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
14	3608	E2	0.005	22.9		1.90E+08	6.00E+07	1.00E+08	S	0.02	4.4
15	4125	E6;pcc	0.005	19.3929		3.16E+08					
16	4261	E2	0.007	31.6		5.20E+08	1.10E+08	1.00E+08	G	0.15	2.9
17	4278	E1-2	0.004	17.25		1.58E+09					
18	4291	E2	0.006	26.2		3.10E+08	2.30E+08	8.00E+07	S	0.18	3.6
19	4374	E1c	0.004	18.9671		1.70E+09	6.70E+08	1.20E+09	G		
20	4473	E5	0.004	15.7		1.10E+08	8.00E+07	4.00E+07	S	0.17	3.4
21	4486	E0pec	0.004	16.9386		3.57E+09	1.02E+09	1.02E+09	G		
22	4564	E3	0.004	15		5.60E+07	8.00E+06	3.00E+06	S	0.13	2.5
23	4649	E1	0.004	16.8		2.00E+09	6.00E+08	4.00E+08	S	0.71	14
24	4696	E+1;p.	0.010	42.3214		3.98E+08					
25	4697	E4	0.003	11.7		1.70E+08	1.00E+07	2.00E+07	S	0.41	8.2
26	4742	E4	0.004	15.5		1.40E+07	5.00E+06	4.00E+06	S	0.1	2
27	5845	E3	0.006	25.9		2.40E+08	1.40E+08	4.00E+07	S	0.15	1.4
28	6251	E2	0.025	107		6.10E+08	2.10E+08	2.00E+08	G	0.06	1.2
29	7052	E4	0.017	71.4		4.00E+08	1.60E+08	2.80E+08	G	0.07	0.5
30	1154a		0.004	17.2179		7.94E+07					
31	1226a		0.004	18.3643		1.26E+09					
32	1231a		0.004	16.3607		1.26E+08					

TABLA 1: GALAXIAS ELIPTICAS (columnas 1 a 12)

No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con Ho=70 Km/s/mpc	D, Mpc (H0=70)	Tipo nuclear	M _{BH} , Msol	Error M _{BH} , -	Error M _{BH} , +	Ref	R _{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
33	1297a		0.004	17.4536		6.31E+07					
34	1316a		0.004	18.45		2.51E+09					
35	1535a		0.004	17.6786		1.58E+09					
36	1632a		0.004	16.9821		5.01E+08					
37	1664a		0.004	16.9821		5.01E+07					
38	1903a		0.004	15.9964		3.16E+08					
39	1978a		0.004	18.5357		2.51E+09					
40	2095a		0.004	17.6786		3.98E+07					
41	685a		0.004	17.6786		1.58E+08					
42	731a		0.006	24.9964		6.31E+08					
43	763a		0.005	19.7679		1.00E+09					
44	798a		0.004	19.1357		2.00E+08					
45	881a		0.004	18.0321		3.98E+08					
46	Cygnus A	E	0.056	240		2.90E+09	7.00E+08	7.00E+08	G	0.15	2.9
47	IC1459	E3	0.007	29.2		1.50E+09	1.00E+09	1.00E+09	S	0.39	7.8
48	M32	E2p	0.00021	0.91429		3.70E+06	2.40E+06	4.40E+06	S		
49	M84 (4374)	E1	0.004	18.4		1.00E+09	6.00E+08	2.00E+09	G	0.55	11
50	M87 (4486)	E0	0.004	16.1		3.40E+09	1.00E+06	1.00E+06	G	1.33	33

TABLA 2: GALAXIAS ELIPTICAS (columnas 13 a 22)⁹

No.	σ_c , km/s	Error en σ_c (\pm)	Re, kpc	Error Re (\pm)	Lfir, Lsol	L bulbo Lsol	Mbul, 10^9 Msol	Error Mbul, 10^9 (\pm)	Gamma = M/L (Msol/Lsol)	Banda en que se mide gamma
(1)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1	76									
2	209		20	5		2.90E+10	620	170	4.5	R
3					1.26E+09					
4	121	25								
5	180	18								
6	153	15								
7	104	11								
8	89	10								
9	79	5								
10	200	10								
11	175		3	0.8		1.20E+10	65		6.6	V
12	145		5.4	1.3		6.40E+09	78	17	2.5	V
13	206		2.9	0.7		1.70E+10	85	21	4	R
14	182		4.3	1.1		1.90E+10	99	23	5.2	V

⁹ (13) dispersión central de velocidades, en km/s; (14) cota de error en la medición de sigma, en km/s; (15) Re, radio efectivo del bulbo, en kpc; (16) cotas mínima y máxima de error en el cálculo de Re; (17) luminosidad en lejano infrarrojo, en luminosidades solares; (18) luminosidad del bulbo, en luminosidades solares; (19) Mbul, masa del bulbo, en miles de millones de masas solares; (20) cotas de error en el cálculo de Mbul; (21) Gamma, relación masa-luminosidad de toda la galaxia, en masas solares sobre luminosidades solares; (22) banda en la que se mide el valor de gamma: V es luz visible, R es rojo, I es infrarrojo.

Las referencias corresponden al siguiente código de colores, para las 3 tablas:

NED	HFS97	Ferrarese & Merrit 2000	Haring & Rix 2004	Wu & Cao 2005
Satyapal + 2004	Gebhardt +2000	Marconi & Hunt 2003	Dudik+ 2005	Gallo + 2008

TABLA 2: GALAXIAS ELIPTICAS (columnas 13 a 22)

No.	σ_c , km/s	Error en σ_c (\pm)	Re, kpc	Error Re (\pm)	Lfir, Lsol	L bulbo Lsol	Mbul, 10^9 Msol	Error Mbul, 10^9 (\pm)	Gamma = M/L (Msol/Lsol)	Banda en que se mide gamma
(1)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
15					3.98E+08					
16	315		6.5	1.6		4.50E+10	450	120	8	R
17					3.16E+08					
18	242		2.3	0.6		1.90E+10	95	25	6.9	V
19	286									
20	190		2.8	0.7		1.80E+10	69	19	5.2	V
21	345									
22	162		3	0.7		8.10E+09	54	25	5.4	V
23	385		8.1	2		6.10E+10	840	220	7.9	V
24					6.31E+08					
25	177		9.1	2.3		2.30E+10	200	50	4.7	V
26	90		2	0.5		6.20E+09	11	3	1	R
27	234		0.5	0.12		6.70E+09	19	5	5.5	V
28	290		11	3		9.30E+10	670	180	6	R
29	166		12	3		8.30E+10	600	160	3.5	R
30	170	12								
31	308	9								
32	189	10								
33	166	8								

TABLA 2: GALAXIAS ELIPTICAS (columnas 13 a 22)

No.	σ_c , km/s	Error en σ_c (\pm)	Re, kpc	Error Re (\pm)	Lfir, Lsol	L bulbo Lsol	Mbul, 10^9 Msol	Error Mbul, 10^9 (\pm)	Gamma = M/L (Msol/Lsol)	Banda en que se mide gamma
(1)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
34	355	8								
35	316	7								
36	257	18								
37	157	9								
38	233	7								
39	347	9								
40	147	10								
41	198	9								
42	261	7								
43	297	7								
44	205	8								
45	245	11								
46	270		31	8			1600	1100		
47	340		8.2	2	3.98E+08	6.90E+10	660	180	4.2	R
48										
49	296		8.2	2.1			500	140		
50	375		6.4	1.6		2.00E+11	620	170	3	I

TABLA 2: GALAXIAS ESPIRALES (columnas 1 a 12)¹⁰

No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con $H_0=70$ Km/s/mpc	D, Mpc ($H_0=70$)	Tipo nuclear	M_{BH} , Msol	Error M_{BH} , -	Error M_{BH} , +	Ref	R_{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
51	253	SAB(s)c	0.001	2.8		1.17E+07					
52	404	SA(s)0	0.001	2.6		7.59E+05					
53	660	SB(s)a; p.	0.003	12.1		2.24E+07					
54	835	SAB(r)a b;p.	0.014	58.2		9.33E+08					
55	838	SAB(r)a b;pcc	0.014	58.2							
56	1023	Sb0	0.003	11.4	A	4.40E+07	5.00E+06	5.00E+06	S	0.08	1.6
57	1055	SBb;sp	0.003	14.3		3.39E+06					
58	1365	(R')SBb(s)b	0.005	22.2	Sy1.8						
59	2787	Sb0	0.002	7.5	L1.9	4.10E+07	5.00E+06	4.00E+06	G	0.25	5
60	3031	SA(s)ab	0.001	3.9	S1.5	7.60E+07	1.10E+06	2.20E+06		0.63	13
61	3079	SB(s)c	0.004	16.1		4.47E+07					
62	3115	S0	0.002	9.7	A	9.10E+08	2.80E+08	9.90E+08	S	1.57	15
63	3125	S	0.003	12.3							
64	3245	S0	0.005	20.9	T2	2.10E+08	5.00E+07	5.00E+07	G	0.21	4.2

¹⁰(1) número asignado; (2) nombre más común de la galaxia; (3) tipo de galaxia según la clasificación de Hubble; (4) corrimiento al rojo (z) en base a una constante de Hubble $H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$; (5) distancia a la galaxia, en Mega pársecs; (6) tipo del núcleo, según el artículo de Ho, Phillipenko & Sargent de 1997; (7) masa calculada del agujero negro súper masivo, en masas solares; (8) cota mínima de error para M_{BH} ; en masas solares; (9) cota máxima de error para M_{BH} ; en masas solares; (10) método empleado para el cálculo de M_{BH} : g es gas, s es estrellas, m es másas; (11) R_{BH} , radio de influencia del ANS, en segundos de arco; (12) $Nres = 2 R_{BH} / Rres$, donde $Rres$ es la resolución espacial de las observaciones (la medición se considera segura si $Nres > 1$).

Las referencias corresponden al siguiente código de colores, para las 3 tablas:

NED	HFS97	Ferrarese & Merrit 2000	Haring & Rix 2004	Wu & Cao 2005
Satyapal + 2004	Gebhardt +2000	Marconi & Hunt 2003	Dudik+ 2005	Gallo + 2008

TABLA 2: GALAXIAS ESPIRALES (columnas 1 a 12)

No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con Ho=70 Km/s/mpc	D, Mpc (H0=70)	Tipo nuclear	M _{BH} , Msol	Error M _{BH} , -	Error M _{BH} , +	Ref	R _{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
65	3384	S0	0.003	11.6	A	1.60E+07	2.00E+06	1.00E+06	S	0.06	1.2
66	4013	Sb	0.003	11.9							
67	4102	SAB(s)b ?	0.003	12.0							
68	4258	Sbc	0.002	7.2	S1.9	3.90E+07	1.00E+06	1.00E+06	M	0.28	71
69	4314	SB(rs)a	0.003	13.7		1.66E+07					
70	4342	S0	0.003	11.4		2.20E+08	8.00E+07	1.30E+08	S	0.34	0.8
71	4350	SA0	0.004	17.8		9.77E+07					
72	4419	SB(s)a	0.004	18.0		8.71E+06					
73	4459	S0	0.004	16.1	T2:	7.00E+07	1.30E+07	1.30E+07	G	0.11	2.2
74	4527	SAB(s)b c	0.006	24.9		1.78E+08					
75	4594	Sa	0.002	9.8	L2	1.00E+09	7.00E+08	1.00E+09	S	1.57	5
76	4596	SB0	0.007	27.9	L2::	7.80E+07	3.30E+07	4.20E+07	G	0.11	2.1
77	4651	SA(rs)c	0.003	11.5							
78	4666	SABc	0.005	21.8							
79	4713	SAB(rs) d	0.002	9.3							
80	5005	SAB(rs) bc	0.003	13.5							
81	Cen A (5128)	S0	0.001	4.2		2.40E+08	1.70E+08	3.60E+08	S	2.25	9
82	5252	S0	0.023	96.8		1.00E+09	4.00E+08	2.00E+08	G	0.25	5.1
83	5678	SAB(rs) b	0.006	27.4							
84	5899	SAB(rs) c	0.009	36.6							

TABLA 2: GALAXIAS ESPIRALES (columnas 1 a 12)

No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con $H_0=70$ Km/s/mpc	D, Mpc ($H_0=70$)	Tipo nuclear	M_{BH} , Msol	Error M_{BH} , -	Error M_{BH} , +	Ref	R_{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
85	5954	SAa::p.	0.007	28.1		6.46E+06					
86	6500	SAab	0.010	43.0		6.61E+08					
87	6503	SA(s)cd	0.000	0.6		3.39E+05					
88	6764	SB(s)bc	0.008	34.5							
89	7331	SA(s)b	0.003	11.8		3.39E+05					
90	7332	S0	0.006	24.6		1.30E+07	5.00E+05	6.00E+05			
91	7457	S0	0.003	14.1	A	3.50E+06	1.40E+06	1.10E+06	S	0.05	1
92	7479	SB(s)c	0.008	34.1							
93	M31 (224)	SA(s)b	0.0002	0.8	A	4.50E+07	2.50E+07	4.00E+07	S	2.05	41
94	1068 (M77)	Sb	0.004	15.0	S1.9	8.30E+06	3.00E+05	3.00E+05	M	0.02	2.7
95	3368 (M96)	SAB(rs)ab	0.003	12.9		1.45E+07					
96	3623 (M65)	SAB(rs)a	0.003	11.6		1.45E+08					
97	4569 (M90)	SAB(rs)ab	0.004	18.0		3.80E+07					
98	4579 (M58)	SAB(rs)b	0.004	18.0		7.08E+07					
99	5194 (M51)	SA(s)bc;p.	0.002	9.0		7.94E+06					
100	IC1218	S?	0.004	15.9							
101	M81	Sb	0.001	3.9		7.60E+07	1.10E+07	2.20E+07	G	0.63	13
102	MW	Sbbc	0.000002	0.0	Normal	7.60E+0706	6.00E+	6.00E+	S	42.9	171

TABLA 2: GALAXIAS ESPIRALES (columnas 13 a 22)¹¹

No.	σ_c , km/s	Error en σ_c (\pm)	Re, kpc	Error Re (\pm)	Lfir, Lsol	L bulbo Lsol	Mbul, 10^9 Msol	Error Mbul, 10^9 (\pm)	Gamma = M/L (Msol/Lsol)	Banda en que se mide gamma
(1)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
51					7.94E+09					
52					2.00E+07					
53					1.26E+10					
54					3.98E+10					
55					3.16E+10					
56	205		1.2	0.3	3.67E+07	1.20E+10	34	9	6.6	V
57					7.94E+09					
58										
59	140		0.3	0.08	6.62E+07	1.30E+09	4.4	1.2		
60	165				2.51E+08	2.90E+09	64			
61					2.00E+10					
62	230		4.7	1.2	2.66E+07	1.70E+10	170	50	7	V
63					1.00E+09					
64	205		1.3	0.3	1.74E+09	1.70E+10	39	10	3.7	R

¹¹ (13) dispersión central de velocidades, en km/s; (14) cota de error en la medición de sigma, en km/s; (15) Re, radio efectivo del bulbo, en kpc; (16) cotas mínima y máxima de error en el cálculo de Re; (17) luminosidad en lejano infrarrojo, en luminosidades solares; (18) luminosidad del bulbo, en luminosidades solares; (19) Mbul, masa del bulbo, en miles de millones de masas solares; (20) cotas de error en el cálculo de Mbul; (21) Gamma, relación masa-luminosidad de toda la galaxia, en masas solares sobre luminosidades solares; (22) banda en la que se mide el valor de gamma: V es luz visible, R es rojo, I es infrarrojo.

Las referencias corresponden al siguiente código de colores, para las 3 tablas:

NED	HFS97	Ferrarese & Merrit 2000	Haring & Rix 2004	Wu & Cao 2005
Satyapal + 2004	Gebhardt +2000	Marconi & Hunt 2003	Dudik+ 2005	Gallo + 2008

TABLA 2: GALAXIAS ESPIRALES (columnas 13 a 22)

No.	σ_c , km/s	Error en σ_c (\pm)	Re, kpc	Error Re (\pm)	Lfir, Lsol	L bulbo Lsol	Mbul, 10^9 Msol	Error Mbul, 10^9 (\pm)	Gamma = M/L (Msol/Lsol)	Banda en que se mide gamma
(1)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
65	143		0.5	0.12	4.27E+07	7.10E+09	7	1.9	2.8	V
66					1.58E+09					
67					1.00E+10					
68	130		0.9	0.23	3.13E+09	1.20E+09	11	3		
69					1.00E+09					
70	225		0.3	0.07		1.90E+09	10	3	6.3	I
71					2.00E+08					
72					3.98E+09					
73	186		15	4	1.08E+09	7.00E+09	360	100		
74					2.51E+10					
75	240		5.1	1.3	1.46E+09	4.40E+10	200	50	6.1	V
76	152		1.6	0.4	8.76E+08	2.70E+10	26	7		
77					1.26E+09					
78					2.51E+10					
79					6.31E+08					
80					6.31E+09					
81	150		3.6	0.9		3.20E+10	56	15		
82	190		9.7	2.4		3.20E+10	240	90		
83					1.26E+10					

TABLA 2: GALAXIAS ESPIRALES (columnas 13 a 22)

No.	σ_c , km/s	Error en σ_c (\pm)	Re, kpc	Error Re (\pm)	Lfir, Lsol	L bulbo Lsol	Mbul, 10^9 Msol	Error Mbul, 10^9 (\pm)	Gamma = M/L (Msol/Lsol)	Banda en que se mide gamma
(1)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
84					7.94E+09					
85					1.26E+10					
86					2.51E+09					
87					6.31E+06					
88					1.00E+10					
89					6.31E+06					
90	122					7.90E+09	15		1.9	V
91	67		4.8	3.5	5.40E+07	2.10E+09	15	11	3.4	V
92					2.00E+10					
93	160		1	0.3	1.25E+09	7.30E+09	19	5	5.1	V
94	151		3.1	0.8	7.13E+10	1.50E+11	50	14	0.15	R
95					2.51E+09					
96					1.00E+09					
97					5.01E+09					
98					3.16E+09					
99					6.31E+09					
100					3.16E+08					
101	165		3.4	0.9			64	18		
102	103		0.7	0.2		1.80E+09	5200	2500		

TABLA 3: GALAXIAS PECULIARES (ACTIVAS E IRREGULARES)¹²											
No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con $H_0=70$ Km/s/mpc	D, Mpc ($H_0=70$)	Tipo nuclear	M_{BH} , Msol	Error M_{BH} , -	Error M_{BH} , +	Ref	R_{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
103	205 (M110)		0.0002	0.079		9.33E+04					
104	863 (Mrk 590)		0.025	117.0		1.78E+07					
105	3227		0.005	22.1		3.89E+07					
106	3516		0.009	41.7		2.29E+07					
107	3783		0.009	41.3		9.33E+06					
108	4051		0.004	18.2		1.29E+06					
109	4151		0.005	21.8		1.51E+07					
110	4593		0.009	42.3		7.94E+06					
111	4945		0.001	4.5		1.10E+06					
112	5548		0.016	75.2		1.23E+08					
113	7469		0.016	71.4		6.46E+06					
114	3ZW 35		0.026	120.6							2.00E+11
115	IRAS 01173+1405		0.029	133.8							2.00E+11
116	Mrk 1506 (3C 120)		0.032	147.6		2.29E+07					

¹²(1) número asignado; (2) nombre más común de la galaxia; (3) tipo de galaxia según la clasificación de Hubble; (4) corrimiento al rojo (z) en base a una constante de Hubble $H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$; (5) distancia a la galaxia, en Mega pársecs; (6) tipo del núcleo, según el artículo de Ho, Phillipenko & Sargent de 1997; (7) masa calculada del agujero negro súper masivo, en masas solares; (8) cota mínima de error para M_{BH} , en masas solares; (9) cota máxima de error para M_{BH} , en masas solares; (10) método empleado para el cálculo de M_{BH} : g es gas, s es estrellas, m es másar; (11) R_{BH} , radio de influencia del ANS, en segundos de arco; (12) luminosidad en lejano infrarrojo, en luminosidades solares.

Las referencias corresponden al siguiente código de colores, para las 3 tablas:

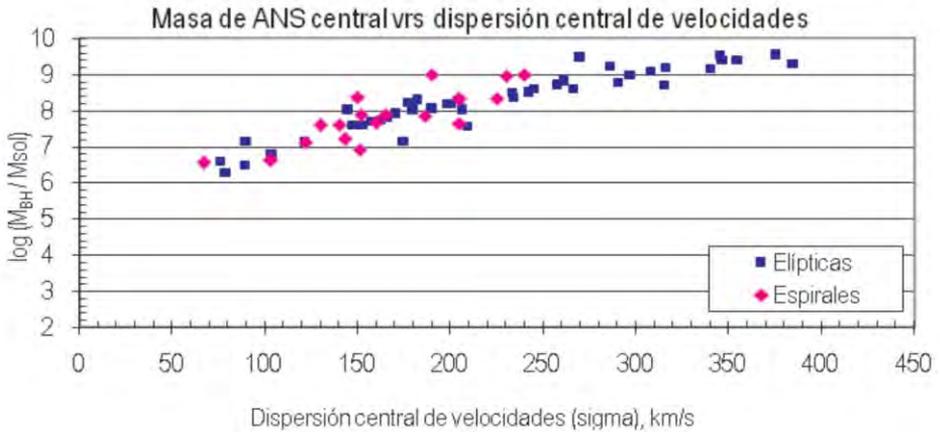
NED	HFS97	Ferrarese & Merrit 2000	Haring & Rix 2004	Wu & Cao 2005
Satyapal + 2004	Gebhardt +2000	Marconi & Hunt 2003	Dudik+ 2005	Gallo + 2008

TABLA 3: GALAXIAS PECULIARES (ACTIVAS E IRREGULARES)											
No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con Ho=70 Km/s/mpc	D, Mpc (H0=70)	Tipo nuclear	M _{BH} , Msol	Error M _{BH} , -	Error M _{BH} , +	Ref	R _{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
117	Mrk 110		0.034	158.3		5.50E+06					
118	Mrk 279 (UGC 8823)		0.030	135.6		4.17E+07					
119	Mrk 335		0.025	114.2		6.17E+06					
120	Mrk 509		0.034	154.1		5.75E+07					
121	Mrk 817 (UGC 9412)		0.031	140.4		4.37E+07					
122	Fairall 9		0.047	214.1		7.94E+07					
123	IC 4329A		0.015	70.2		4.90E+06					
124	Mrk 79 (UGC 3973)		0.021	97.8		5.13E+07					
125	VII w 838 (3C 890.3)		0.056	258.4		3.39E+08					
126	Mrk 1095 (Ark 120)		0.031	144.2		1.82E+08					
127	Arp 102B		0.023	106.8		2.19E+08					
128	Mrk 1095 (Ark 120)		0.031	144.2		1.82E+08					
129	Cicinus		0.001	4.3		1.29E+06					
130	4750	(R)SA (rs)ab	0.005	23.7							5.01E+09
131	7465	(R')SB (s)0	0.006	28.2		3.89E+07					5.01E+09
132	SDSS 1346+2650	CD;SO ?	0.0059	271.1		1.17E+09					3.98E+10
133	Mrk 266NE	Compact;pcc	0.026	120.2							1.58E+11
134	An0248+43A	Gpair	0.048	219.9							3.16E+11
135	SDSS 0248+4302	Gpair	0.048	219.9							3.16E+11
136	6240	10::p.	0.023	104.9		1.41E+09					2.00E+11
137	UGC 8387	IM;pcc	0.022	100.1							2.00E+11
138	IRAS20551-4250	Merger	0.040	183.5							5.01E+11

TABLA 3: GALAXIAS PECULIARES (ACTIVAS E IRREGULARES)											
No.	Nombre	Tipo Hubble	Z Estimado con $H_0=70$ Km/s/mpc	D, Mpc ($H_0=70$)	Tipo nuclear	M_{BH} , Msol	Error M_{BH} , -	Error M_{BH} , +	Ref	R_{BH} , arcsec	Nres
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
139	IRAS 23128-5919	Merger	0.042	191.1							5.01E+11
140	SDSS 2055-4250	Merger	0.040	183.5							5.01E+11
141	SDSS 2312-5919	Merger	0.042	191.1							5.01E+11
142	Mrk 273	Ring gal.	0.055	161.1		5.50E+07					6.31E+11

GRÁFICOS DE CORRELACIONES

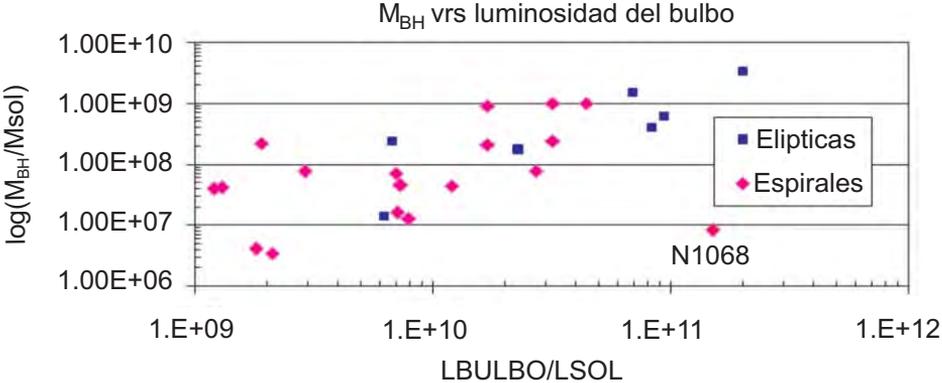
Gráfico 1:



Descripción

Es bien conocido que la correlación más fuerte con la masa de agujeros negros súper masivos centrales es la dispersión central de velocidades. No obstante, la dispersión es mayor en el caso de las galaxias espirales que en el de las elípticas (nota: no se logró obtener datos de dispersión de velocidad para las galaxias peculiares).

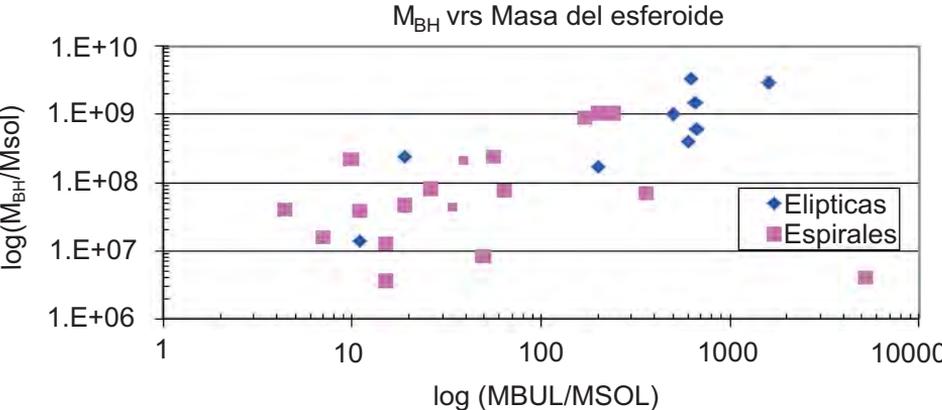
Gráfico 2:



Descripción

La luminosidad del esferoide anfitrión del ANS también evidencia una correlación fuerte con la masa de ANS. El punto que parece separarse de la tendencia es de la galaxia Seyfert NGC 1068.

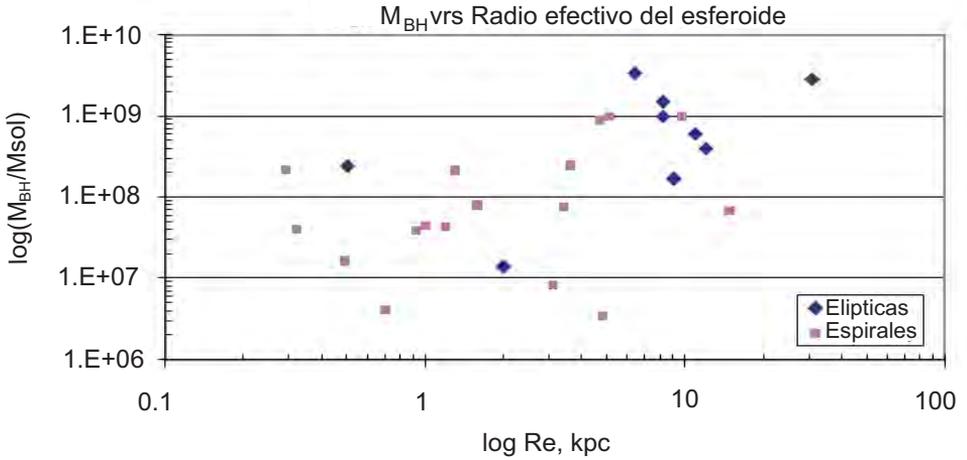
Gráfico 3:



Descripción

La correlación con la masa del esferoide tiene mayor dispersión que las dos anteriores, especialmente en el caso de las galaxias espirales.

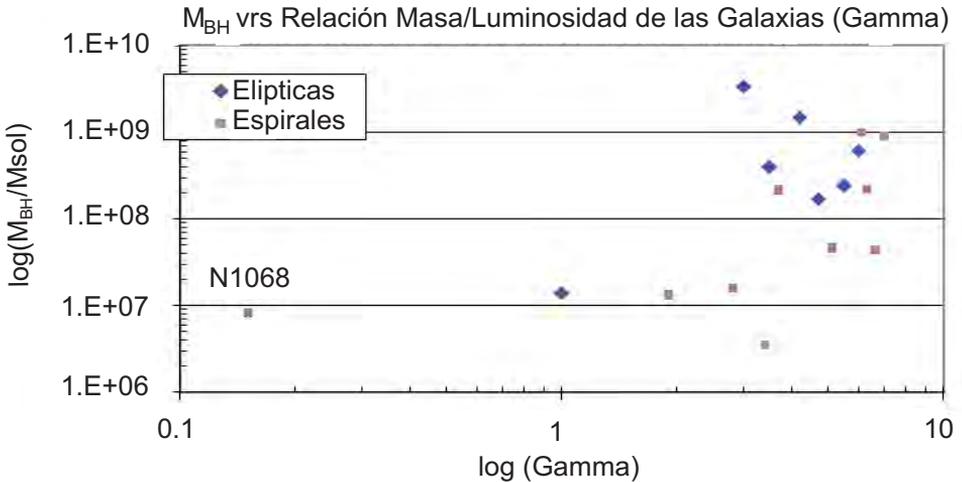
Gráfico 4:



Descripción

Aquí vemos que la dispersión de la correlación masa de ANS vs radio efectivo del esferoide es bastante alta.

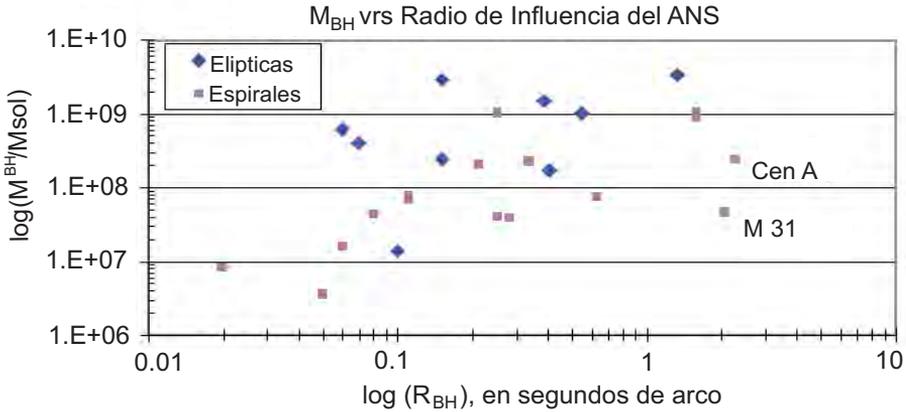
Gráfico 5:



Descripción

La correlación con la relación Gamma (Masa/Luminosidad totales) es más evidente en el caso de las galaxias espirales, con excepción de la galaxia Seyfert NGC 1068.

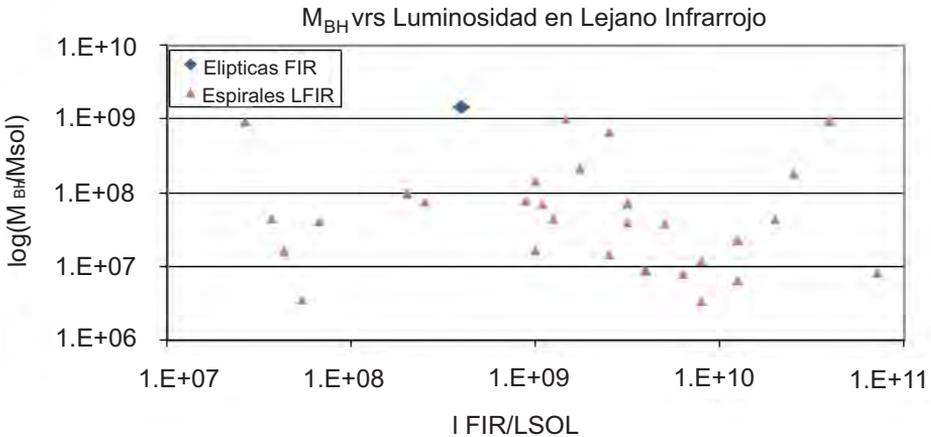
Gráfico 6:



Descripción

La correlación con el radio de influencia del ANS también existe, aunque las galaxias Centaurus A (una fusión de dos galaxias) y M 31 (Andrómeda) parecen desviarse del resto de puntos.

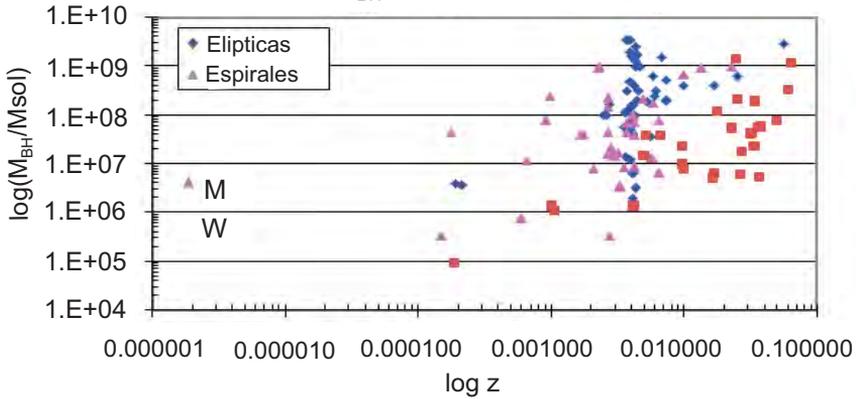
Gráfico 7:



Descripción

En el caso de la luminosidad total en lejano infrarrojo no se observa correlación con la masa del agujero negro central. Esto parece evidenciar que los discos de las galaxias espirales han seguido un proceso de formación independiente del agujero negro súper masivo y del esferoide.

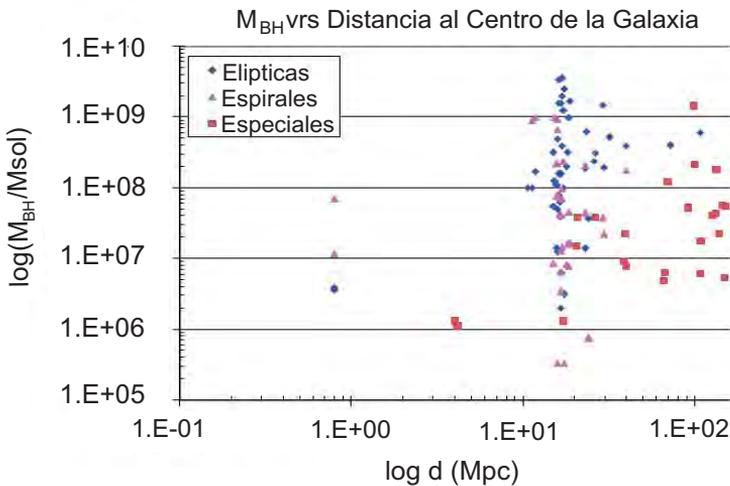
Gráfico 8:
M_{BH} vrs Corrimiento al Rojo



Descripción

Distribución en el espacio de las correlaciones M_{BH}- para los tres tipos de galaxias. Las galaxias elípticas están distribuidas entre 0.00019 y 0.056, pero la mayoría se ubica alrededor de $z = 0.004$. Las galaxias espirales están distribuidas entre 0.000002 y 0.023, donde el valor menor de z corresponde a Nuestra Galaxia. Para las galaxias peculiares (activas en su mayoría), z oscila entre 0.0043 y 0.0633, lo que las ubica entre las más distantes.

Gráfico 9:



Descripción

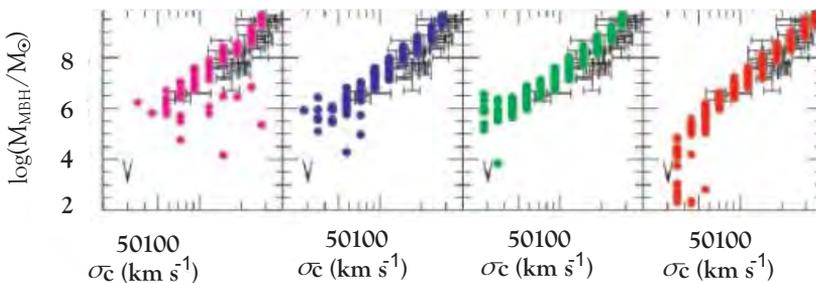
Similar al gráfico anterior, éste muestra la distribución de distancias de las galaxias de la muestra. La mayoría de galaxias elípticas y espirales se encuentran a distancias entre los 15 y 19 Mpc. Las galaxias peculiares se encuentran principalmente entre los 16 y los 253 Mpc.

En resumen, entre masa de agujero negro central y dispersión central de velocidades parece ser que la correlación es más fuerte cuando se trata de galaxias espirales que en el caso de galaxias elípticas, contrario a lo que afirman algunos autores. También la correlación de masas de agujeros negros contra luminosidades de los esferoides (bulbos en las espirales o galaxias elípticas) presenta una relación más evidente en el caso de las galaxias espirales que en el de las galaxias elípticas, excepto por el caso de la galaxia Seyfert NGC 1068. Similar situación se presenta en la correlación con la masa del esferoide, pero con mayor dispersión. El radio efectivo del esferoide no presenta correlación evidente con la masa de agujero negro, lo cual no es extraño, pues el radio de influencia del ANS se limita a las regiones centrales; en cambio, a distancias de la proporción del radio del esferoide, el ANS no tiene ninguna influencia. En la relación masa-luminosidad total de las galaxias, en general, las elípticas también presentan más dispersión; no obstante, la galaxia más dispersa es la NGC 1068, que es tipo Seyfert (espiral activa). La correlación con el radio de influencia del agujero negro también existe, aunque Centaurus A (galaxia peculiar) y M 31 (Andrómeda) están más separadas del resto de la muestra. La luminosidad total de las galaxias en lejano infrarrojo no presenta una correlación con la masa de agujero negro central.

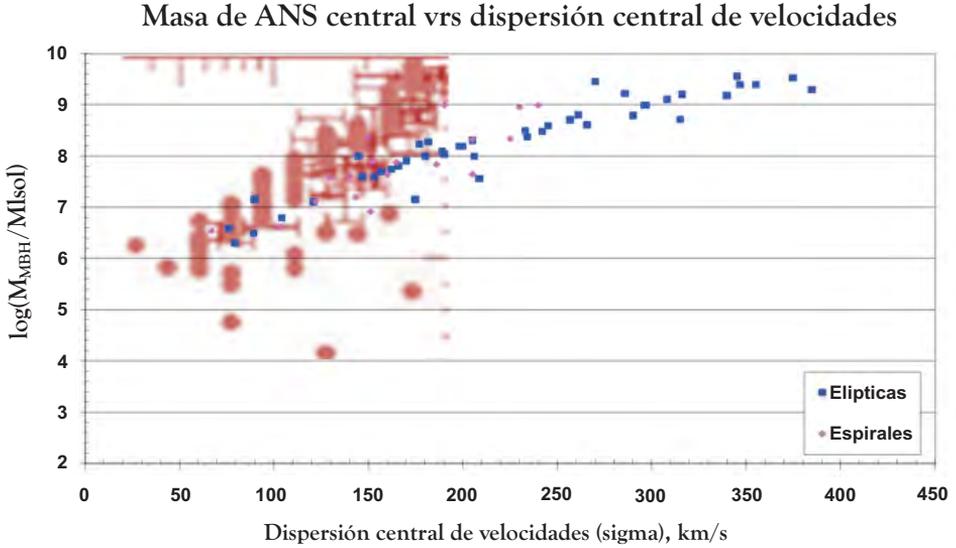
ANÁLISIS DE MODELOS DE FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS

Aquí se relacionan los gráficos de correlaciones con algunos modelos de formación de ANSs.

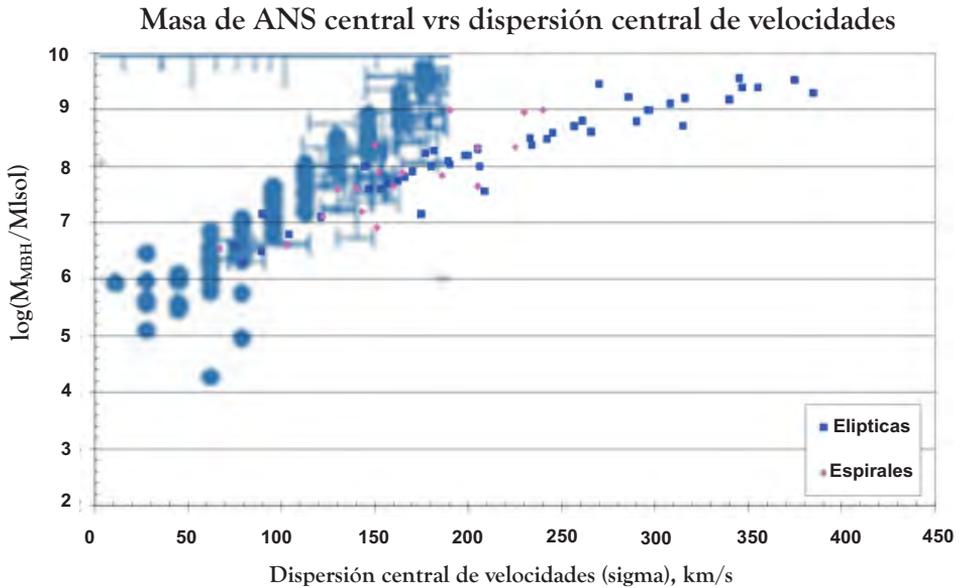
Modelos 1, 2, 3 y 4. Modelos de Volonteri, Lodato & Natarajan 2008, y Modelo de Estrellas de Población III.



Gráficos $M_{bh} - \sigma_c$ para cuatro modelos de formación de ANSs. Los tres primeros (magenta, azul y verde) son propuestos por Volonteri et al. (2008), y se basan en fusiones jerárquicas (en árbol) de halos de materia oscura. El cuarto (rojo) es propuesto por otros autores y considera que los ANSs se forman a partir de otros más pequeños, remanentes del colapso de estrellas de Población III. Las barras de error se toman de mediciones reales para M_{bh} y σ_c .

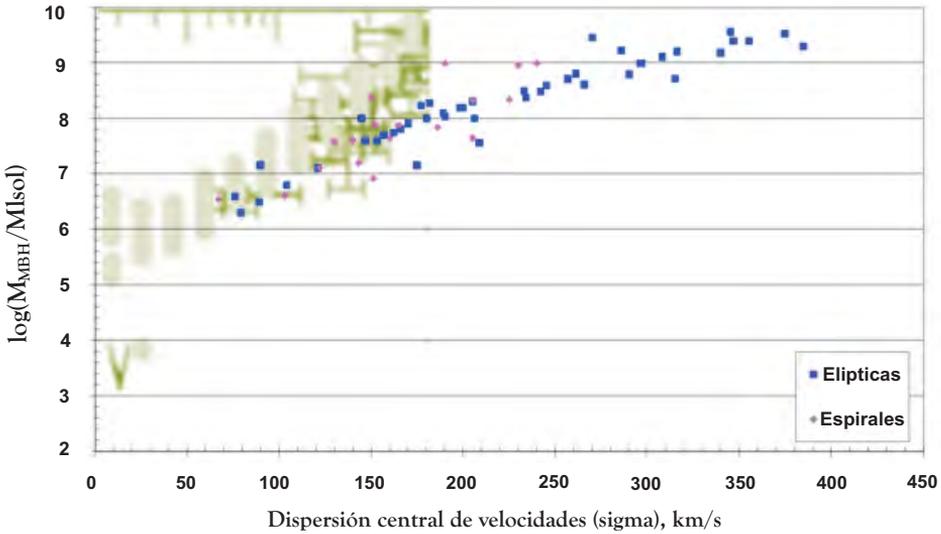


Primer modelo (color café) contra los datos recopilados en este trabajo. Considera la formación de ANSs con masas de 10^4 a 10^9 masas solares:



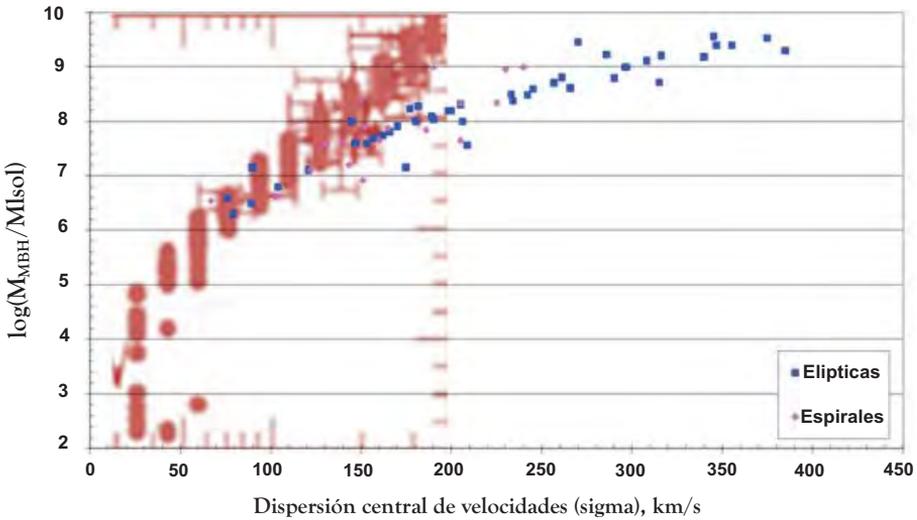
Segundo modelo (color azul) contra los datos recopilados en este trabajo. Considera la formación de ANSs con masas de 10^4 a 10^9 masas solares.

Masa de ANS central vrs dispersión central de velocidades

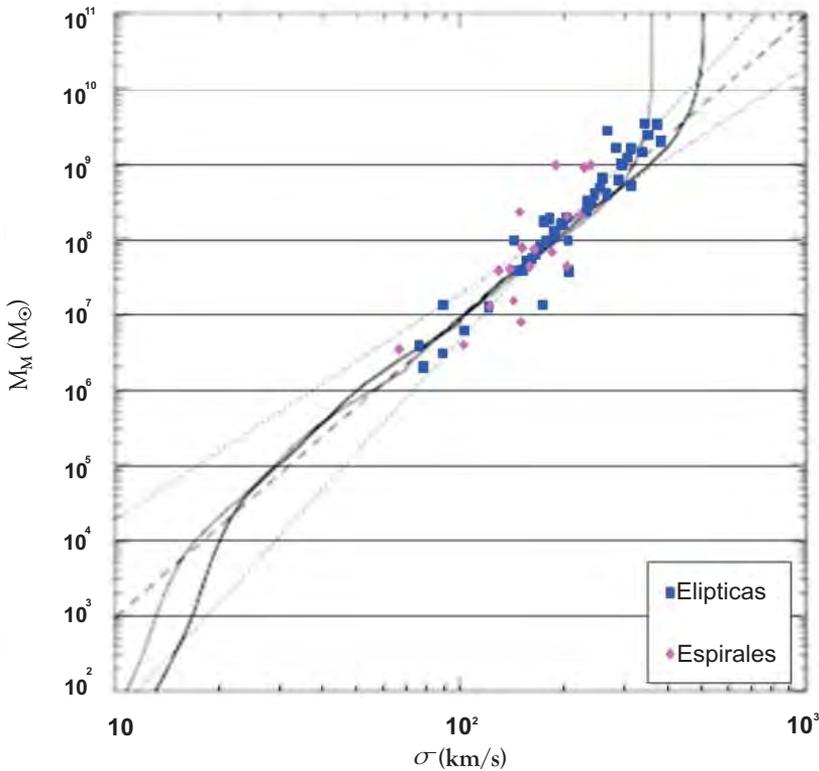


Tercer modelo (color verde) contra los datos recopilados. Predice la formación de ANSs con masas de 10^5 a 10^9 masas solares. Se ajusta mejor a los datos recopilados, con masas de 10^6 a 10^9 masas solares.

Masa de ANS central vrs dispersión central de velocidades



Cuarto modelo (color rojo) contra los datos recopilados en este trabajo. Considera la formación de ANSs desde 10^2 masas solares.



Las curvas mostradas en la diapositiva anterior son distintos tipos de modelos de la correlación $M_{bh} - \sigma$ generadas por Ciotti (2008), para galaxias elípticas.

Nótese que puntos azules correspondientes a galaxias elípticas son los que mejor se ajustan a la curva sólida fina, que se caracteriza porque la relación entre la masa de gas que es acretada por el agujero negro y la masa de las estrellas es $M_{gas}/M_{star} = 0.0015$, lo que significa que las tasas de acreción de ese modelo no son ni muy altas ni muy bajas, sino más bien intermedias.

CONCLUSIONES

Se ha observado una característica que se repite en varios modelos: las tasas de acreción de agujeros negros en unos modelos y las tasas de formación de agujeros negros semilla en otros modelos no son ni muy altas ni muy bajas, sino intermedias.

En los modelos de Volonteri-Lodato-Natarajan se parte de halos de materia oscura inicial a $z = 20$, cada uno con un disco proto-galáctico de gas de estabilidad

intermedia, en el que se forman agujeros negros semilla por acreción de los discos de gas, con eficiencia de formación intermedia. Cuando cesa la formación de agujeros negros semilla, la población evoluciona de acuerdo a un “escenario dirigido por fusiones” de los halos de materia oscura. Nótese que los tres modelos mencionados están sesgados hasta $\sigma = 200$ km/s. Los datos recopilados que se ajustan mejor a estos modelos son los datos de las galaxias de disco con dispersiones de velocidades y masas más bajas que las galaxias elípticas. Esto apoya la propuesta de muchos autores, de que las primeras galaxias en formarse serían galaxias de disco.

En el modelo de Ciotti (2008) la curva masa de agujero negro dispersión central de velocidades (M_{BH}), los datos recopilados para galaxias elípticas coinciden mejor con la curva sólida fina del modelo, que los datos para galaxias de disco. Esta curva se caracteriza porque el cociente de la masa de gas acrecido por el agujero negro central entre la masa total de estrellas de la galaxia es bajo ($M_{\text{gas}}/M_{\text{total}} = 0.0015$), lo que significa que la tasa de crecimiento por acreción del ANS es más bien intermedia que baja o alta. Este modelo se ajusta mejor a valores mayores de dispersión de velocidades y de masa, lo que podría apoyar la idea de que las últimas galaxias en formarse serían las elípticas, por sus valores de masa más grandes.

Ya sea que los agujeros negros se hayan formado partiendo de agujeros negros semilla, en discos de gas, dentro de halos de materia oscura, a eficiencias intermedias, o hayan crecido por acreción de material a tasas moderadas, todo parece indicar que los procesos de crecimiento de ANSs fueron más bien estables que violentos, al menos en sus comienzos.

Dado que las correlaciones $M_{\text{bh}}-\sigma$ de Volonteri coinciden más con los datos recopilados para galaxias de disco, a valores de σ menores que 200 km/s, es probable que las galaxias de disco hayan sido las primeras en formarse, alrededor de agujeros negros semillas, que luego crecerían mediante fusiones sucesivas de sus halos anfitriones.

Dado que el modelo de Ciotti se ajusta mejor a galaxias elípticas, con valores más altos de masa y de σ , es posible que estas galaxias se hayan formado a raíz de fusiones sucesivas de las primeras.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dirección de Investigación Científica por la beca básica de

investigación No 02-BBI-2007, que fue crucial para la realización de este trabajo; a la Prof. María Cristina Pineda de Carías, Directora del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, por su constante esfuerzo para completar esta investigación, y su apoyo en la aprobación del mismo; al Dr. José Funes, por su orientación como tutor de tesis, base para la realización de este trabajo, y por sus valiosos comentarios en la revisión de este trabajo; a la Dra. Silvia Fernández, de la Universidad de Córdoba, Argentina, también por su contribución en la revisión del trabajo; a la Lic. Leticia Salomón, al Ing. Alberto Urbina, a la Lic. Margarita Arriaga y a todo el personal de la DICU durante el seguimiento de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Castillo Rosales, Y. S. *Agujeros Negros Súper Masivos en el Centro de Galaxias de Disco y su Relación con Propiedades Globales de las Galaxias que los Albergan*. [Tesis de Maestría] Tegucigalpa: UNAH. 2005.
- Ciotti, L. "Co-evolution of elliptical galaxies and their central black holes. Clues from their scaling laws". *La Rivista del Nuovo Cimento*. 31 (8): 50-51. 2008.
- Dudik, R. P., Satyapal, S., Gliozzi, M. & Sambruna, R. M. "A Chandra Snapshot Survey of Infrared-bright LINERs: A Possible Link Between Star Formation, Active Galactic Nucleus Fueling, and Mass Accretion". *The Astrophysical Journal*. 620 (1): 113-125. 2005.
- Ferrarese, L. "Black Hole Demographics". *Physics World*. 15 (6): 41-46. 2002.
- Ferrarese, L. "Supermassive Black Hole Research in the Post-HST Era". ASP (Astronomical Society of Pacific) Conference Proceedings. 291: 196. 2003.
- Ferrarese, L., & Merrit, D. "Supermassive Black Holes". *Revista Physics World*. 15 (6): 41-46. 2002.
- Ferrarese, L., & Merrit, D. "A Fundamental Relation between Supermassive Black Holes and Their Host Galaxies". *Astrophysical Journal Letters*. 539: L9-L12. 2000.
- Ferrarese, L., Pogge, R. W., Peterson, B. M., Merritt, D., Wandel, A., & Joseph, C. L. "Supermassive Black Holes in Active Galactic Nuclei. I. The Consistency of Black Hole Masses in Quiescent and Active Galaxies". *Astrophysical Journal*. 555: L79. 2001.
- Gallo, E., Treu, T., Jacob, J., Woo, J-H., Marshall, P. J. & Antonucci, R. "AMUSE-Virgo I. Super-massive black holes in low-mass spheroids". *Astrophysical Journal*. 680 (1): 154-168. 2008.
- Gebhardt, K., Kormendy, J., Ho, L. C., Bender, R., Bower, G., Dressler, A., et al. "Black Hole Mass Estimates from Reverberation Mapping and from Spatially Resolved Kinematics". *Astrophysical Journal Letters*. 543 (1): L5-L8. 2000.

- Häring, N., & Rix, H. W. "On the Black Hole Mass-Bulge Mass Relation". The Astrophysical Journal. 604 (2): L89-L92. 2004.
- Ho, L. C., Filippenko, A. V., & Sargent, W. L. "A Search for "Dwarf" Seyfert Nuclei. III. Spectroscopic Parameters and Properties of the Host Galaxies". Astrophysical Journal Supplement. 112: 315. 1997.
- Marconi, A. & Hunt, L. K. "The Relation between Black Hole Mass, Bulge Mass, and Near-Infrared Luminosity". Astrophysical Journal. 589 (1): L21-L24. 2003.
- Satyapal, S., Sambruna, R. M. & Dudik, R. P. "A joint mid-infrared spectroscopic and X-ray imaging investigation of LINER galaxies". Revista Astronomy & Astrophysics. 414: 825-838. 2004.
- Shields, G. A., Gebhardt, K., Salviander, S., Wills, B. J., Xie, B., Brotherton, M. S., et al. "The Black Hole-Bulge Relationship in Quasars". Astrophysical Journal. 583 (1): 124-133. 2003.
- Vestergaard, M. "Early growth and efficient accretion of massive black holes at high redshift". The Astrophysical Journal. 601 (2): 676-691. 2004.
- Volonteri, M., Lodato, G., & Natarajan, P. "The evolution of massive black hole seeds". Revista Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS). 383 (3): 1079-1088. 2007.
- Wu, Q., & Cao, X. "Origin of Radio Emission from Nearby Low-Luminosity Active Galactic Nuclei". Astrophysical Journal. 621 (1): 130-138. 2005.
- Yu, Q., & Lu, Y. "Constraints on QSO Models from a Relation between the QSO Luminosity Function and the Local Black Hole Mass Function". The Astrophysical Journal. 602 (2): 603-624. 2004

Modelo de realidad virtual del centro histórico del Distrito Central basado en análisis espacial con sistemas de información geográfica

Eduardo Moreno Segura*

RESUMEN

El presente proyecto es un producto derivado de los análisis hechos utilizando el SIG para la Gestión de Centros Históricos desarrollado como iniciativa del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa de la UNAH. El propósito de este producto es mostrar mediante modelado 3D, recorridos de realidad virtual interactivos, referente al estado de conservación arquitectónico y rotulación de las principales calles y avenidas del Centro Histórico del Distrito Central que sirva además para proponer y promover proyectos educativos y turísticos así como de mejoramiento y desarrollo que tengan dentro de su área de estudio el Centro Histórico de Tegucigalpa y Comayagüela, con miras a contribuir al proceso de gestión de los mismos tomando en cuenta su trascendencia histórica.

La visualización fotorrealística 3D se aplica a áreas como la arquitectura, arqueología, cartografía, ingeniería civil, medicina entre otras, y como herramienta de investigación, conservación, gestión y divulgación de patrimonio histórico y turístico. Tal es el caso de los modelos generados en este proyecto, los cuales pueden ser usados por técnicos y restauradores con el fin de hacer estudios, análisis o futuras predicciones sobre planes de actuación.

Además este modelo 3D o maqueta virtual del centro histórico de Tegucigalpa permitirá al ciudadano de la calle comprender el presente comparando el pasado, y conocer el futuro de su ciudad.

Palabras Clave: *Centro Histórico, Realidad Virtual, Modelo 3D, Sistemas de Información Geográfica*

* Eduardo Moreno Segura, eddmorse7@hotmail.com

Facultad de Ciencias Espaciales, Laboratorio de Percepción Remota, Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

ABSTRACT

This project is a byproduct of the analysis done using GIS for the Management of Historic Centers developed as an initiative of the Central American Astronomical Observatory of Suyapa UNAH. The purpose of this product is to show through 3D modeling, interactive virtual reality tours, covering the state of architectural preservation and labeling of the main streets and avenues of the Historic Center of the Central District that also serves to propose and promote educational and tourist projects as well as improvement and development that have within their area of study the historical center of Tegucigalpa and Comayagüela, with a view to contributing to the process of administering them taking into account its historical significance.

3D photorealistic visualization is applied to areas such as architecture, archeology, mapping, civil engineering, medicine among others, and as a tool for research, conservation, management and dissemination of heritage and tourist. Such is the case of models generated in this project, which can be used by technicians and restorers in order to carry out studies, analysis or predictions about future action plans.

Furthermore this model 3D virtual model of the historic center of Tegucigalpa allow the citizen in the street understand the present by comparing the past and know the future of their city.

Key words: *Historical Center , Virtual Reality , 3D Model-GIS*

INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro país nos encontramos con el problema de que la forma de concientización y educación para el conocimiento y la conservación del patrimonio histórico y cultural de una ciudad, no cuenta con un modelo 3D de realidad virtual enlazado a un sistema de información geográfica que permita además de representar el estado histórico y las propuesta de conservación y desarrollo arquitectónico, actualizar los datos para realizar los análisis geoespaciales y promover los resultados.

La investigación es hoy un importante activo capaz de hacer avanzar el desarrollo de sistemas que integran las tecnologías de información y de visualización en 3D aplicadas al ámbito de variedad de disciplinas como son la arquitectura, la historia, la planificación urbana, ordenamiento territorial o simplemente aplicadas al conocimiento de la ciudad.

Con la aparición de tecnologías de realidad virtual compatibles con las de SIG, junto con el avance en las vías rápidas de comunicación de gran capacidad, se está proporcionando a los investigadores la infraestructura fundamental para comenzar a construir ciudades virtuales que pueden recrear un entorno interactivo de simulación y análisis de los lugares urbanos con auténtico realismo, que a la vez pueden integrar todo el conjunto de parámetros medioambientales (físicos sociales y económicos) que requiere la planificación urbana.

Considerando lo anterior, con el proyecto *“Modelo de Realidad Virtual del Centro Histórico del Distrito Central basado en Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica”*, construimos un modelo cuyas características ayudarán a optimizar las consultas a las investigaciones y proyectos desarrollados para el ordenamiento territorial, la gestión, conservación y desarrollo del centro histórico, así como de verlos proyectados de una forma comprensible e interactiva, dando paso a una buena promoción y divulgación educativa, en diferentes niveles del conocimiento.

Además dicho proyecto tiene el propósito de mostrar recorridos de realidad virtual 3D interactivos, que revelen el estado de conservación arquitectónica de los edificios y estructuras de las principales calles y avenidas del Centro Histórico del Distrito Central de Honduras y para ello se describen en este artículo la metodología para el desarrollo del modelo así como el análisis derivado de los productos.

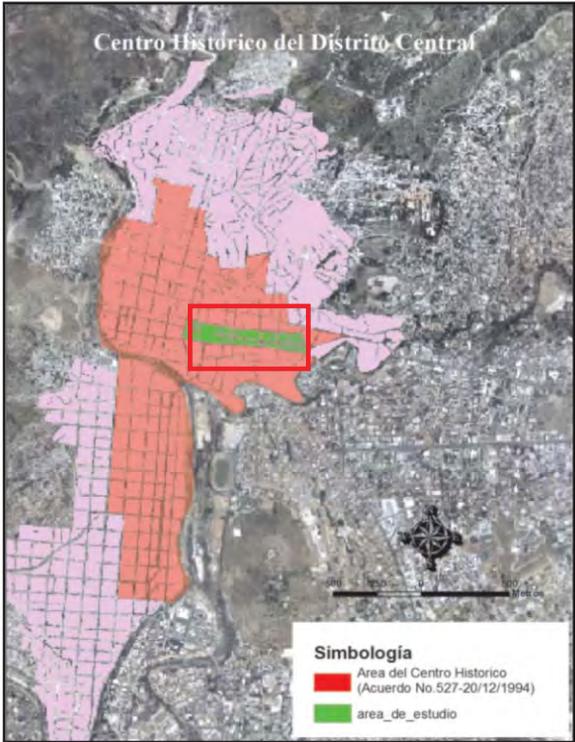
METODOLOGÍA

Basado en el propósito de crear un modelo de realidad virtual del Centro Histórico del Distrito Central se desarrolló una metodología que comprendió los siguientes aspectos:

Identificación y selección del área de estudio

Para la zona de estudio y aplicación del proyecto se seleccionó un sector representativo ya sea por su variedad tipológica de edificios y su trascendencia histórica dentro del área definida como Casco Histórico del Distrito Central según Acuerdo No. 527, del 20 diciembre de 1994, donde se declara Monumento Nacional al Casco Histórico del Distrito Central y zonas aledañas (Diario Oficial de Honduras, LAGACETA, 1995), ver figura 1.

Figura 1. Centro Histórico del Distrito Central



El área de estudio seleccionada comprende las manzanas que se encuentran a lo

Además se realizó un levantamiento de campo y documentación fotográfica actual de las fachadas en cada una de las edificaciones comprendidas en la zona de estudio.

Procesado y limpieza digital de imágenes

Las fotografías de las fachadas de cada edificación proveerán de la textura necesaria para cada modelo y así dar la sensación de realismo; es por eso que antes de esto se le dio a cada fotografía un proceso de limpieza digital de cualquier elemento que dificulte la visibilidad y apreciación íntegra y clara de la fachada, además de generar mosaicos de fotografías que completen la apreciación total de un edificio. Esto se logró con un programa de edición de imágenes (Adobe Photoshop).

Figura 3. Fotografía con limpieza digital de sombras



Fotografía original



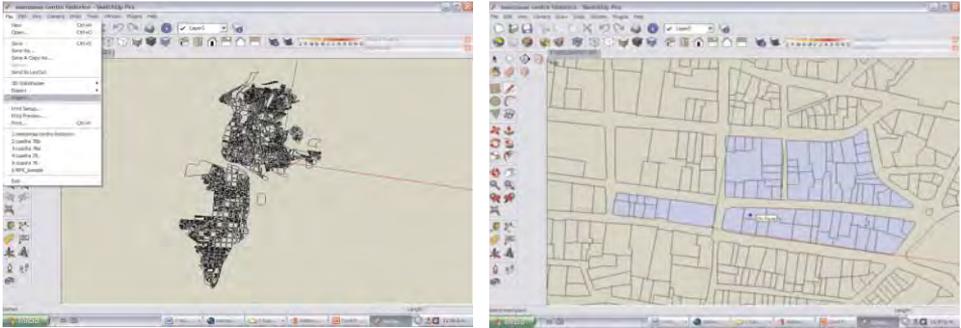
Fotografía con limpieza digital

Digitalización de fachadas en 2d (modelo digital de predios urbanos)

Cada una de las fachadas de las edificaciones seleccionadas fueron digitalizadas de forma precisa, considerando la escala, componentes y detalles arquitectónicos, provistos por las fotografías y los planos.

Esto se realizó haciendo uso de un programa de diseño asistido por computadora (CAD) y utilizando como base cartográfica los predios urbanos del centro histórico del catastro municipal, el cual proveyó de referencia geoespacial al proceso de digitalización de fachadas.

Figura 4. Modelo digital de predios urbanos



En este proceso la visualización de los datos digitalizados se presenta de forma bidimensional (2d) por lo que aun no se aprecia la volumetría de los edificios (ver figura 4).

Generación de volúmenes de edificaciones en 3d

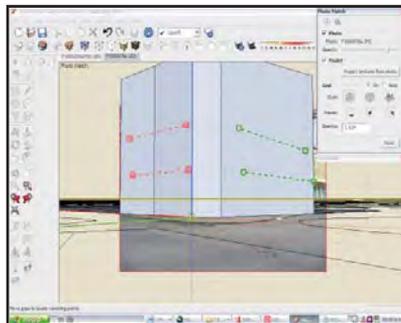
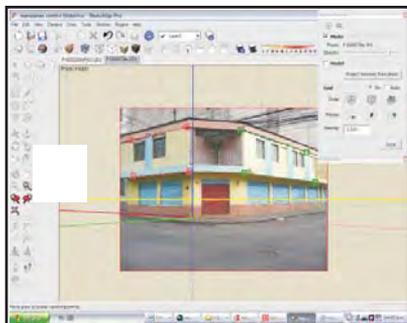
Se generó el volumen de cada edificación a partir de la fotografía, con el proceso llamado fotografía adaptada (software Google Sketchup 6.0), que permite adaptar el modelo digital a la misma perspectiva visual de la fotografía, haciendo coincidir sus puntos de fuga. Una vez logrado esto, es posible escalar la fotografía al modelo digital (2d) de la fachada, generar volúmenes a partir de la misma fotografía dando proporción y forma a los elementos que constituyen la fachada del edificio y mostrar su aspecto tridimensional (ver figura 5).

En este proceso las técnicas fotogramétricas se han utilizado para dotar a los elementos e imágenes del tamaño exacto. Por lo tanto, la impresión visual es exactamente la misma que el usuario captaría en la zona real.

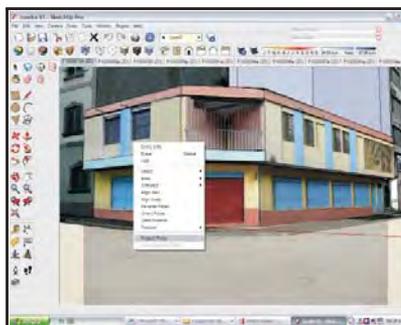
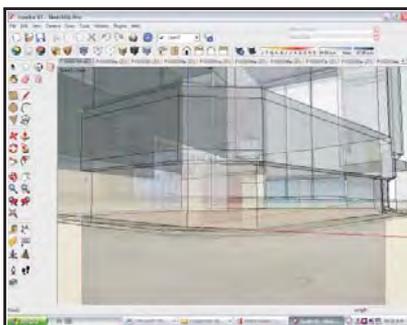
Figura 5. Proceso de generación de volúmenes 3d



2



3



1. Ubicación de ejes y punto de correspondencia entre el modelo digital y la fotografía
2. Ajuste de los puntos de fuga del modelo para que coincidan con los de la fotografía.
3. Trazado de esquema 3D del edificio y proyección de textura.

Renderizado de materiales y texturas fotográficas rectificadas

Este proceso se lleva a cabo cuando los materiales definidos por su color y propiedades radio métricas, así como las texturas fotográficas previamente rectificadas son proyectadas sobre la geometría del modelo 3D, y consiste en suavizar las aristas que por geometría del modelo se notan mucho; esto es para dar un mayor realismo al modelo y acabado profesional. En la *Figura 6* se muestra una manzana completa renderizada desde diferentes ángulos.

Figura 6. Renderizado de escenas en una manzana



Completado de la escena

Comprendió la creación y edición de diferentes entornos: desde fondos artificiales con una determinada iluminación, hasta entornos reales construidos en base a modelos de elevación que representan fielmente la orografía del terreno.

Incorporación de los modelos tridimensionales de edificaciones en el modelo digital del terreno (mdt)

En esta etapa se procedió a exportar los volúmenes 3D de las edificaciones al modelo de terreno desarrollado en el SIG (ver figura 7). Para esto se utilizaron puntos (X, Y) que representan el centroide de ubicación para cada una de ellas, definidas en el sistema de coordenadas en SIG.

Tomas del movimiento y recorridos sobre el modelo

En esta etapa se procede a definir las rutas del recorrido y ambientación por las diferentes calles proyectadas en el modelo 3D en el SIG; para esto se utilizaron opciones especializadas en el programa de modelado que permite grabar el movimiento y definir rutas. La inmersión en la escena de una cámara virtual y la manipulación de sus diferentes parámetros: focal, eje fotográfico y punto de vista, nos permitirá obtener fotografías virtuales desde cualquier posición en la escena 3D. El fotograma virtual resultante podrá ser almacenado y utilizado en posteriores análisis de perspectiva.

Conversión de los datos geospaciales en 3D al lenguaje VRML. (Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual)

Los datos geospaciales constituidos por: sistema de coordenadas, nube de puntos, líneas de fuga, entidades geométricas, información de la cámara y metadatos como colores y materiales, fueron automáticamente convertidos al lenguaje VRML exportándolos desde el programa de SIG (Arc Scene) especial para la representación de modelos en 3D.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Descripción

El espacio-estudio abarca 11 manzanas situadas desde la parte este de la catedral hasta El Arbolito, en parte del Barrio El Centro y en el barrio La Plazuela, por las avenidas Cervantes, Paz Barahona y Colón y las calles Hipólito Matute, Adolfo Zúniga, Salvador Corleto, Las Damas, Dionisio Gutiérrez, Finlay, Calzada El Arbolito y La Plazuela.

Las manzanas son irregulares debido a la traza original del poblado minero que nunca se estableció en cuadrícula como otras fundaciones hispánicas y a la misma

topografía del terreno.

El total de los lotes en estas once manzanas es de 112, lógicamente irregulares debido a las divisiones por herencia y venta y en la actualidad al uso comercial que subdivide un mismo lote en varios locales.

El cuadro 1. (ver anexos) muestra cada uno de ellos, según están configurados en el año de 2008, debiéndose advertir que este Centro Histórico tiene mucha dinámica y que son frecuente los cambios de uso en pocos meses del año.

Se hizo una descripción visual del estado actual de las edificaciones comprendidas en el recorrido virtual (avenida Paz Barahona) basada en la documentación de 351 fotografías de 112 inmuebles, la cual se comparó con la descripción de acuerdo al período de clasificación histórica al que perteneció cada edificio. Esta descripción incluye la clasificación de los edificios de acuerdo a tres estilos:

- Temprano
- Intermedio
- Actual

Estos estilos se corresponden con los períodos históricos de esta manera:

- Temprano con los orígenes del primer período, consolidación criolla (segundo período) e independencia (tercer período) o sea desde 1578 a 1880.
- Intermedio corresponde a la reforma liberal (cuarto período) de 1880 a 1950
- Actual con el quinto período de 1950 a la fecha.

Elementos constructivos

Estilo temprano: el material de construcción es el adobe (bahareque). El zócalo en las fachadas se diferencia por distinto color. Aunque se utilizó bastante el color blanco escalado, también se emplearon colores verdes, ocre, cremas, rojos, azules. Las edificaciones son de un solo piso, rematan en un alero con viga vista y techo de teja. En los interiores de los cuales no vamos a ocuparnos, se utilizaba el tabanco y falso techo. Las puertas son fuertes y de madera, flanqueadas por ventanas; a veces existe además una puerta más ancha o puerta cochera. Las ventanas se cierran con postigos y en la puerta solía haber un cancel. No hay motivos de decoración en las fachadas.

Edificaciones emblemáticas de este siglo son:

- Edificio público: Iglesia-Convento San Francisco, en particular la iglesia cuya traza data de finales del siglo XVI, siendo el edificio más antiguo de la ciudad.
- Edificio civil: la esquina de la pulpería Chinda Díaz. Obligado referente en el centro de la ciudad.

Estilo intermedio: en 1880, Tegucigalpa fue convertida en capital de la república. Colonias pequeñas pero influyentes de inmigrantes extranjeros se establecen en la ciudad y aportan conceptos que influyen en su aspecto urbanístico, incorporándose a las novedades del momento. En muchas ocasiones más que reconstrucción de edificios se trata de remodelaciones; debido a ello muchos conservan la estructura anterior, por ejemplo su primitivo material de adobes.

Propio de este siglo es el zócalo de ladrillo y almohadillado y sobretodo la supresión de alero con viga vista. Debido a esto, la fachada queda expuesta y comienza a ser decorada, con motivos sencillos y rectilíneos en su remate y luego incorporando volutas y tímpanos con decoración más recargada. Se construyen casas de dos pisos, las ventanas están desprovistas de cancelos pero se utiliza el elemento tradicional de las rejas; en el segundo piso se incorporan balcones así mismo enrejados. Las concepciones cívicas de la reforma conducen a establecer parques como lugares de establecimiento y de memoria histórica. No figuran en este espacio construcciones en piedra de cantera que surgen al final de este período.

El estilo intermedio se acomoda al anterior y dado que los límites de la Tegucigalpa tradicional son los de este momento, hasta 1950 ambos estilos coexisten y adquieren un sentido urbanístico unitario que define el perfil del casco histórico.

Edificaciones emblemáticas de este estilo:

- Edificaciones públicas: El Palacio Arzobispal.
- Espacio público: El Parque Valle con la estatua de Don José Cecilio del Valle.
- Edificio Civil: el antiguo restaurante Chico Club, que con otro nombre ha conservado aún su función.

Estilo actual: de 1950 en adelante, Honduras y su capital ha experimentado un acelerado crecimiento demográfico. Los viejos límites del Centro Histórico se sobrepasaron por completo, sobre todo al sur y al este de la población. Privó un criterio de modernización sin aportes estilísticos definidos, opuesto a las

edificaciones tradicionales por considerarlas pueblerinas y de poco valor. Las construcciones son de cemento y de varios pisos, desde 3 ó 4 hasta 10 o más, consistentes la mayor parte en bloques superpuestos. Estas edificaciones irrumpen sobre el paisaje tradicional trastocándolo (Véase el edificio Tropi-Gas) aunque recientemente algunas buscan integrarse imitando la construcción tradicional (Banco de los Trabajadores). El deterioro y la desidia de sus propietarios condujo a la pérdida de edificios como la casa Midence y en estos casos la sustitución se ha limitado a transformar el predio en espacio para estacionamiento de vehículos. Los edificios modernos se destinan a locales comerciales y oficinas, sólo rara vez a vivienda. Esto y el traslado de familias del centro hacia otros puntos de la ciudad ha despersonalizado el viejo casco urbano, donde las casas de habitación y las familias vecindadas estaban claramente definidas.

Edificio emblemático de este estilo:

- Actual Alcaldía Municipal por haber albergado, en sus momentos iniciales a la Escuela Superior del Profesorado.

Valor Histórico

Prácticamente todas las construcciones en estilo temprano e intermedio poseen valor histórico ya que corresponden al desarrollo urbano de Tegucigalpa tradicional, desde sus orígenes hasta la vísperas de su conversión en urbe moderna. Algunas tienen además un doble valor como la mencionada Iglesia-Convento de San Francisco, Palacio Arzobispal, dada la función importante que vienen realizando a través del tiempo por ser referentes comunitarios, caso de Chinda Díaz y el Chico Club.

De por sí, las construcciones del periodo actual carecen de valor histórico dada su poca calidad estilística y su carencia de arraigo en el paisaje citadino, excepto algún caso como el citado donde funcionó la Escuela Superior del Profesorado.

RESULTADOS

- En el marco de uno de los principales objetivos del proyecto se creó el modelo de realidad virtual en 3D de una de las zonas más representativas dentro del Centro Histórico del Distrito Central manipulable en tiempo real.
- El vínculo del recorrido virtual a elementos geoespaciales correspondientes en el SIG, constituye uno de los resultados más significativos en el proceso de

investigación ya que brindará una gran cantidad de posibilidades de análisis en estudio del Centro Histórico con variedad de propósitos.

- La conformación de una base de datos descriptiva y foto ilustrativa de las fachadas y monumentos históricos derivada de la clasificación de los datos recopilados para este proyecto, permitió el análisis comparativo y clasificar las edificaciones de acuerdo a los periodos y estilos arquitectónicos correspondientes a la época histórica.
- Sin duda alguna con este modelo se constituyó una herramienta de investigación del Centro Histórico que además propicie con su metodología el desarrollo de modelos de realidad virtuales con cobertura en el resto del país.

DISCUSIÓN

Después de analizar nuestro modelo, consideramos que hemos dado un paso al frente en la etapa de la Visualización 3D de los datos Geoespaciales de un área bajo régimen especial como es el Centro Histórico. El enfoque de la investigación que se desarrolló es el de compatibilizar los modelos 3D de simulación de realidad virtual del Centro Histórico con los sistemas de análisis espacial en SIG, con el objetivo de recrear escenarios presentes o futuros ambientados en un espacio real y preciso, con sistemas de análisis del impacto visual, social, económico, histórico y funcional de determinadas actuaciones.

En este sentido, se vislumbra que modelado de realidad virtual vinculado al SIG para la gestión de Centros Históricos brinda una plataforma excelente para el estudio de urbes históricas ya que potenciará la aplicabilidad de las herramientas de análisis y visualización geoespacial.

Con ello se puede afianzar una mejora en la creación y distribución de información de base que actualmente resulta un impedimento significativo; también avanzar en el ordenamiento y gestión de la ciudad existente, realizar propuestas de actuación en las que sea posible integrar criterios sobre las preferencias de los ciudadanos ante determinadas actuaciones o también la representación de normativas de conservación y control dentro de la ciudad.

CONCLUSIONES

Con este proyecto se pudieron identificar algunas características de las edificaciones que comprende el área de estudio seleccionada y también identificar el contraste de los diferentes estilos que por falta de una normativa de conservación

histórica arquitectónica ha permitido que el Centro Histórico pierda cierta identidad con respecto los elementos que en la antigüedad lo caracterizaban.

Al generar los modelos mediante procesos de relación de imágenes tomadas en campo versus el catastro municipal (modelo digital) fue posible ver algunas inconsistencia en cuanto a proporción de predios proyectados en el catastro y su medida real por lo que es necesario incluir el proceso de verificación y validación de predios ya catastrados.

La manipulación del modelo en tiempo real ha permitido hacer análisis de perspectiva del Centro Histórico así como captura de detalles arquitectónicos que proporcionen ideas o propuestas de mejoramiento y conservación.

Existen métodos y procedimientos de estudio de la realidad urbana que permiten establecer criterios de diferenciación de la ciudad basadas en datos e información que genera el propio municipio (catastro, actividad económica, censo de población...), la vinculación de bases georeferenciadas de información permite acometer nuevos objetivos cara a la descripción y visualización del espacio urbano a diferentes escalas. Los modelos de visualización en 3D con sus diferentes modelos de representación más detallados o simplemente volumétricos son capaces de presentar una visión cuidada de la realidad urbana.

Sin embargo, es necesario un esfuerzo porque la información referente a una ciudad generada por distintos centros (catastro, gerencia del Centro Histórico, entidad local, empresa de servicios...) sea compartida, como mejora de calidad y optimización de costes de creación y mantenimiento de estas herramientas para el análisis.

AGRADECIMIENTO

El reconocimiento a aquellas personas que colaboraron en varias etapas técnicas del desarrollo de este proyecto de investigación:

Manuel Hernández, David Duran, Nancy Irías, Elisa Girón, Miguel Sierra.,

A la universidad Nacional Autónoma de Honduras por medio de la Dirección de Investigación Científica por la oportunidad de desarrollar este proyecto en el marco de una beca básica de investigación.

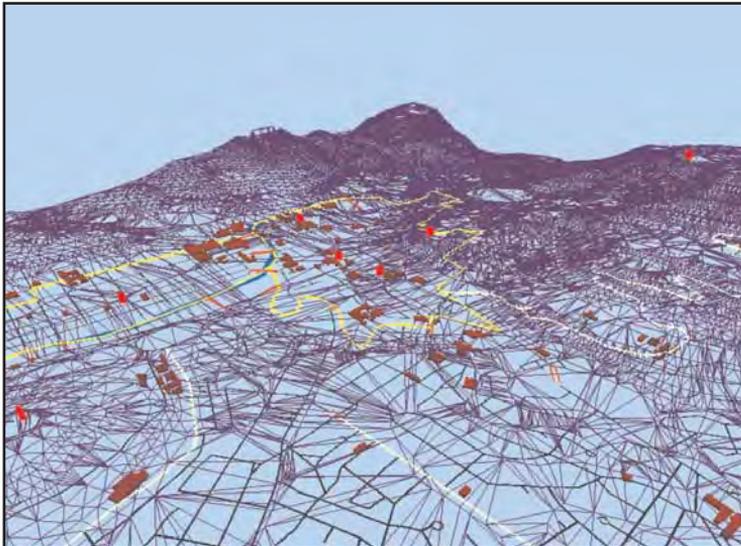
BIBLIOGRAFÍA

- Caballero L, Pineda M. C. y Moreno E. 2005. Proyecto SIG para la Gestión de Centros Históricos. Honduras: UNAH.
- Evans, S, Hudson, A. 2001. "Information Rich 3D Computer Modeling of Urban Environments". Working Paper 35. London: Centre For Advanced Spatial Analysis. University College.
- García A, Pilar y Moix B. Montserrat. 2003. "Las tecnologías de visualización urbana SIG 3D y su integración en la internet avanzada, nuevo entorno de estudio de la ciudad". Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- González A. Diego, Gómez L. Javier y Arias P. Benjamín. 2006. "Generación automática de modelos digitales de elevación en VRML" Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. Edición especial. 2006.

ANEXOS

Figura 7. Modelo Digital del Terreno (MDT) del Centro Histórico del Distrito Central

Figura 7. Modelo Digital del Terreno (MDT) del Centro Histórico del Distrito Central



MDT aspecto de hilos de triangulación TIN



MDT aspecto de polígonos de triangulación TIN



MDT aspecto ortofoto proyectada

Estudio de estrellas cefeidas en cúmulos galácticos

María de Jesús Quiróz*

RESUMEN

Se pretende elaborar una imagen tridimensional de la Nube Menor de Magallanes mediante la elaboración de una base de datos, datos obtenidos del sitio: <http://www.astrouw.edu.pl/~ftp/ogle/>. Este sitio tiene información de estrellas Cefeidas de la Nube Menor de Magallanes, datos que son organizados en una base de datos y que permiten el cálculo de la distancia a cada una de las estrellas que forman parte de la Nube Menor de Magallanes, para luego realizar la imagen tridimensional del grupo de estrellas seleccionado. Como resultado se obtiene una base de datos de estrellas cefeidas y su imagen tridimensional. El cálculo de las distancias se ha hecho utilizando el filtro visible, pero igual pueden utilizarse otras bandas del espectro electromagnético, de manera que puede ampliarse este resultado.

Palabras clave: *Nube Menor de Magallanes. Estrellas Cefeidas. distancias*

ABSTRACT

Is intended to produce a three-dimensional image of stars of the minor Magellanic Cloud through the development of a database, data obtained from the site: <http://www.astrouw.edu.pl/~ftp/ogle/>. This site has information star Cepheid of the minor Magellanic Cloud, data which are organized in a database and allow the calculation of the distance to each of the stars forming part of the minor Magellanic Cloud to then perform the three-dimensional selected Star group image. As a result gets a star cefeidas database and its three-dimensional image calculation of distances has been using the visible filter, but as other bands of the electromagnetic spectrum can be used so that you can extend this result.

Key Words: *Minor Magellanic Cloud. Star Cepheid.*

* María de Jesús Quiroz, mariatesis1@yahoo.com
Facultad de Ciencias Espaciales, Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

INTRODUCCIÓN

La determinación de distancias es un problema fundamental en Astrofísica. Si queremos saber acerca de las propiedades físicas de un objeto astronómico, una de las primeras cosas que debemos saber es su distancia.

Realmente no existe una forma directa y certera de determinar las distancias a las galaxias que están más allá de la Vía Láctea; los astrónomos determinan primero la distancia hasta las estrellas cercanas en nuestra galaxia con tanta precisión como les sea posible, y luego utilizan una serie de otras técnicas que llegan progresivamente más lejos en el espacio, para determinar las distancias que nos separan de los sistemas más distantes. A menudo, a este proceso se lo denomina como “la escala cósmica de distancias”.

A lo largo de los años, se han encontrado varios estimadores diferentes de distancias. Uno de estos es una clase particular de estrellas conocidas como Cefeidas variables. Son utilizadas como uno de los primeros “escalones” de la escala cósmica de distancias. Las Cefeidas son estrellas muy luminosas y escasas, cuyo brillo varía en una forma muy regular. Se las denomina así por la estrella Delta Cephei en la constelación de Cefeo, que fue la primera estrella variable conocida de este tipo en particular, y que es lo suficientemente luminosa como para ser observada fácilmente a simple vista. Existe una relación, llamada ley período-luminosidad, que vincula directamente la magnitud absoluta de una estrella cefeida, calculada en el máximo de su curva, con el valor de su período de pulsación.

El aumento de la luminosidad de las cefeidas en función del período, tomado de la relación período-luminosidad, es compatible con la teoría de la pulsación estelar según la cual la luminosidad depende del radio y, a su vez, este último es proporcional al período. La consecuencia más importante de la relación período-luminosidad es que proporciona un método razonablemente seguro para evaluar la magnitud absoluta de una cefeida. Una vez conocida ésta, es posible conocer la distancia calculando la diferencia respecto a la magnitud aparente (módulo de distancia). Por este motivo, las cefeidas tienen también el importante papel de indicadores de distancia. Como tales, su importancia en astronomía para la medida de las distancias extragalácticas es enorme. Por ejemplo, identificar una cefeida en una galaxia distante y medir su período de pulsación permite conocer inmediatamente su distancia, y con ella, la de la galaxia misma.

Se plantea este proyecto con el objeto principal de obtener una imagen tridimensional de la Nube Menor de Magallanes y validar las estrellas cefeidas de

esta galaxia como estándares de distancia, para lo cual se ha elaborado una base de datos conteniendo información de estrellas en cúmulos de esta galaxia; por ejemplo sus coordenadas ecuatoriales, su magnitud absoluta y aparente, el coeficiente de absorción y el período. Los datos han sido obtenidos del sitio: <http://www.astrouw.edu.pl/~ftp/ogle/>, se entra a Main OGLE results, y luego a Estrellas variables y se escoge Catalog of Cepheids from the SMC (2049 objects) de donde se obtiene el mapa interactivo para obtener los datos antes mencionados. Se ha obtenido la distancia a estas estrellas utilizando la relación Período-Luminosidad para eventualmente hacer un gráfico en tres dimensiones de la Nube Menor de Magallanes.

METODOLOGÍA

Fase 1: Búsqueda de bibliografía

Fase 2: Recolección y organización de datos

Fase 3: Elaboración de la base de datos

Fase 4: Cálculo de la distancia a las estrellas

Fase 5: Graficar en tres dimensiones las estrellas seleccionadas

RESULTADOS

1. Se obtuvo bibliografía principalmente The HST Key Project on the extragalactic distance scale XIV; un proyecto que utiliza los datos del Telescopio Espacial Hubble para calcular nuevas distancias a galaxias.
2. Se tomaron datos de más de 200 estrellas en cúmulos de la Nube Menor de Magallanes y se organizaron en una base de datos.
3. Una base de datos: Se ha elaborado una base de datos que contiene coordenadas ecuatoriales, período de pulsación, exceso de color, magnitud en el visible, magnitud aparente y la distancia a cada una de más de 200 estrellas.
4. La base de datos está hecha en Excell y contiene un programa que calcula distancia a las estrellas utilizando la relación Período-Luminosidad.
5. Un gráfico tridimensional de las estrellas seleccionadas; eje x = ascensión recta, eje y= declinación; eje z= distancia.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se ha elaborado una base de datos que contiene coordenadas ecuatoriales, período de pulsación, exceso de color, magnitud en el visible, magnitud aparente y la distancia a cada una de 194 estrellas.

Para la elaboración de la base de datos, se utilizó un catálogo de Cefeidas con cerca de 34,000 BVI mediciones coleccionadas durante la fase OGLE-II en la modalidad de acceso interactivo. Se seleccionaron 194 objetos (estrellas Cefeidas clásicas) de los cuales se obtuvieron 6 parámetros: período, exceso de color, magnitud aparente, coeficiente de absorción, estos datos fueron necesarios para calcular la magnitud absoluta y eventualmente la distancia a la que se encuentran los objetos, también se tomaron los datos de Ascensión Recta(AR) y declinación (Dec). para poder hacer el gráfico en tres dimensiones ($x=AR$, $y=Dec$, $z=distancia$.)

El gráfico de las estrellas de la Nube Mayor de Magallanes fue elaborado con el Software origin 8.

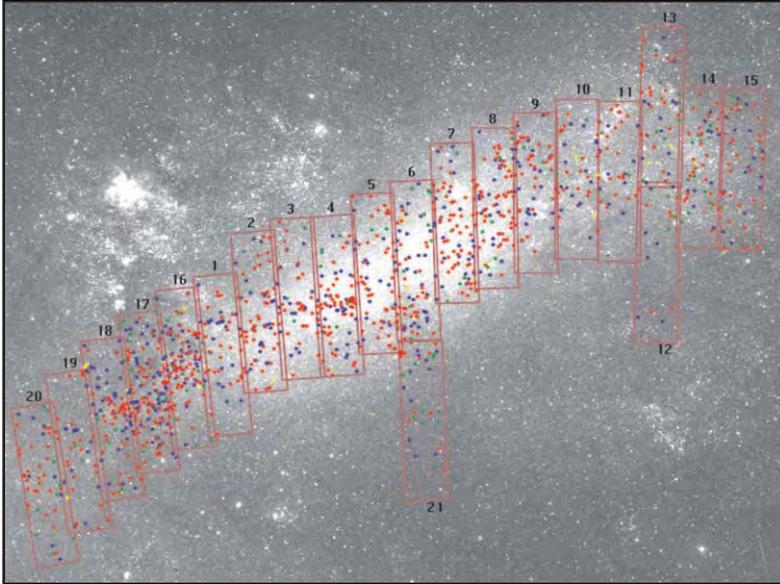
- Se prevé un pequeño error en el cálculo de las distancias, debido a la metalicidad de la estrellas cefeidas escogidas.
- El cálculo de las distancias se ha hecho utilizando el filtro visible, pero igual pueden utilizarse otras bandas del espectro electromagnético.
- Puede utilizarse la misma metodología para trabajar con estrellas RRlyra que también se consideran candelas estándar y confirmar así la validez de las estrellas Cefeidas como patrones estándar de distancia.

BIBLIOGRAFÍA

- Silbermann et al. 1998. ApJ in press: astro-ph/9806017: The HST Key Project on the extragalactic distance scale XIV. The Cepheids in NGC 1365.
- Hodge, Paul. 1988, Astronomical Society of the Pacific: The age Distribution and History of Formation of Large Magellanic Cloud Clusters.
- Mendoza, E. E. 1956. Las ley de extinción interestelar en las Pléyades. ApJ. 123;54.
- Madore and freedman. 1991. The cepheid distance scale. PASP. 103;933.
- Feast and Walker. 1987. Cepheids as distance indicators. ARAA. 25; 345.
- Turner. 1986. Galactic clusters with associated cepheid variables. NGC 6087 and S Normae. AJ 92;111.
- Johnson and Mitchell. 1958. The color-magnitud of the Pléyades cluster. ApJ. 128;31
- Udalski *et al.* 1999. Acta Astron. 49; 223.

Enlaces

- <http://www.astrouw.edu.pl/~ftp/ogle/>
- <http://vizier.u-strasbg.fr>
- <http://astro.estec.esa.nl/SA-general/Projects/Hipparcos/>
- <http://www.ipac.caltech.edu/H0kp/>



El gráfico de las estrellas de la Nube Mayor de Magallanes fue elaborado con el Software origin 8.

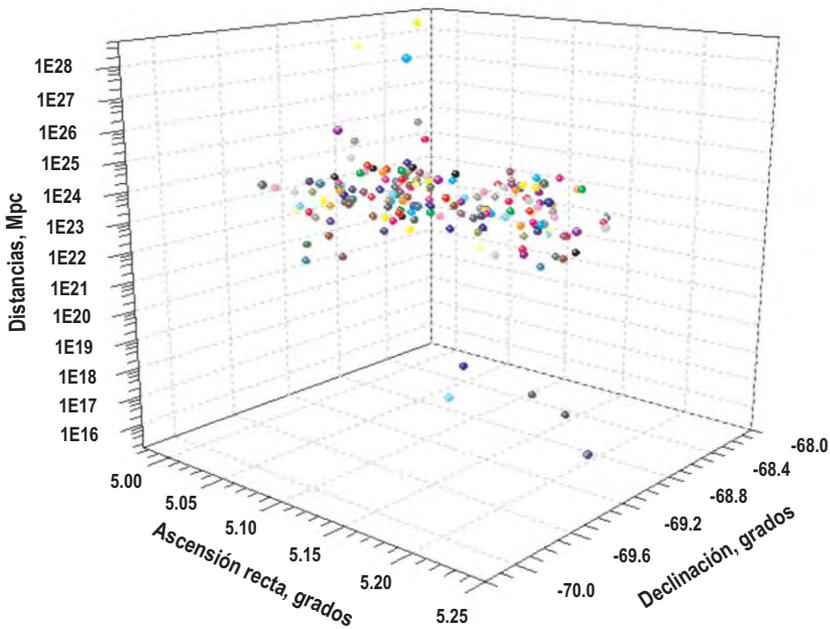


Fig.2: Gráfico tridimensional de la Nube Mayor de Magallanes

base_datos.xls [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

A1

BASE DE DATOS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
					RA	Dec			Dec	periodo	Vmag(m)	E(B-V)	RPL(M)	Coef. de abs.	distancia		
5	field_lmc_sc15	RA															
6		5	0	25.21	5.01	-68	46	14.30	-68.77	3.68759	16.034	0.126	-2.892351797	0.4032	3.33543E+23		
7		5	0.00	42.15	5.01	-68	41.00	49.70	-68.70	2.47405	16.396	0.126	-2.443675653	0.4032	2.73197E+23		
8		5	1	11.39	5.02	-68	41.00	43.20	-68.70	1.88165	15.867	0.127	-2.113217989	0.4064	3.74816E+22		
9		5	1	47.04	5.03	-68	41.00	40.10	-68.69	4.94411	15.92	0.126	-3.279564987	0.4032	6.25698E+23		
10		5	1	40.80	5.03	-68	40.00	53.40	-68.68	14.59487	18.338	0.126	-4.586476642	0.4032	3.32106E+27		
11		5	1	43.52	5.03	-68	39.00	41.90	-68.66	2.26637	15.92	0.126	-2.337819666	0.4032	7.15517E+22		
12		5	2	1.30	5.03	-68	38.00	57.50	-68.65	60.63837	17.882	0.126	-6.306038102	0.4032	6.0931E+28		
13		5	2	2.91	5.03	-68	43.00	35.70	-68.73	2.26293	16.629	0.126	-2.335985714	0.4032	3.6457E+23		
14		5	1	41.63	5.03	-68	43.00	56.70	-68.73	4.68029	15.79	0.127	-3.187282474	0.4032	3.72291E+23		
15		5	1	38.58	5.03	-68	43.00	45.40	-68.73	1.10096	16.698	0.126	-1.466124883	0.4032	5.76667E+22		
16		5	2	20.53	5.04	-68	46.00	27.60	-68.77	2.46817	15.671	0.126	-2.440802893	0.4032	5.1121E+22		
17		5	2	12.59	5.04	-68	46.00	59.40	-68.78	3.26526	16.043	0.126	-2.778691396	0.4032	2.62118E+23		
18		5	2	22.37	5.04	-68	52.00	22.20	-68.87	2.68763	16.328	0.147	-2.643647155	0.4704	2.5191E+23		
19		5	1	48.72	5.03	-68	50.00	44.60	-68.85	1.11022	16.614	0.147	-1.47623715	0.4704	4.16713E+22		
20		5	2	1.04	5.03	-68	55.00	22.40	-68.92	12.18972	14.862	0.147	-4.369062569	0.4704	5.76319E+23		
21		5	5	54.06	5.10	-68	54.00	14.60	-68.90	20.70354	13.623	0.147	-5.008604015	0.4704	1.4494E+23		
22		5	0	53.86	5.01	-68	51.00	2.60	-68.85	1.98274	15.901	0.147	-2.176398836	0.4704	4.0457E+22		
23		5	0	19.24	5.01	-68	52.00	38.60	-68.88	3.51046	16.631	0.147	-2.866112	0.4704	1.06344E+24		
24		5	0	14.44	5.00	-68	54.00	32.50	-68.91	3.75039	16.543	0.147	-2.945932481	0.4704	1.0439E+24		
25		5	0	44.70	5.01	-68	57.00	15.70	-68.95	3.42931	17.375	0.147	-2.837874754	0.4704	5.62681E+24		
26		5	0	57.37	5.02	-68	57.00	4.70	-68.95	17.77652	18.73	0.147	-4.824573953	0.4704	1.21387E+28		
27		5	0	6.97	5.00	-68	58.00	2.70	-68.97	2.13632	16.262	0.147	-2.268472332	0.4704	1.14307E+23		
28		5	1	36.55	5.03	-68	59.00	48.90	-69.00	3.78839	16.285	0.147	-2.958104015	0.4704	5.95821E+23		
29		5	0	33.70	5.01	-69	0.00	25.10	-69.01	1.55493	16.141	0.147	-1.88296143	0.4704	3.57731E+22		
30		5	0	3.54	5.00	-69	0.00	44.80	-69.01	2.88818	16.256	0.147	-2.630535432	0.4704	2.60697E+23		
31		5	2	5.97	5.03	-69	2.00	55.50	-69.05	2.92671	16.924	0.147	-2.646535542	0.4704	1.25832E+24		
32		5	1	59.40	5.03	-69	5.00	19.40	-69.09	2.88432	16.648	0.125	-2.628920767	0.4	7.53218E+23		
33		5	1	54.79	5.02	-69	3.00	37.20	-69.06	0.6428	17.566	0.147	-0.816450913	0.4704	8.16678E+22		
34		5	1	2.17	5.02	-69	3.00	37.20	-69.09	1.339	16.757	0.125	-1.702450004	0.4	1.1467E+23		
35		5	0	46.18	5.01	-69	4.00	54.60	-69.08	5.02866	15.44	0.126	-3.299605077	0.4032	2.16973E+23		
36		5	0	5.48	5.00	-69	6.00	52.10	-69.11	3.60009	15.192	0.126	-2.896551135	0.4032	4.84646E+22		
37		5	0	5.08	5.00	-69	10.00	50.00	-69.18	0.87915	17.267	0.126	-1.194495086	0.4032	1.14366E+23		
38		5	2	28.09	5.04	-69	12.00	41.40	-69.21	3.08051	16.183	0.126	-2.708370892	0.4032	3.07731E+23		
39		5	2	21.25	5.04	-69	13.00	17.30	-69.22	10.79348	14.342	0.125	-4.222188345	0.4	1.45045E+23		

Microsoft Excel - base_datos.xls [Modo de compatibilidad]

Fig.3 Base de datos de las estrellas seleccionadas

Análisis del comportamiento espectroscópico de largo período de las estrellas Be

Ligia del Carmen Aréas Zavala*

RESUMEN

Las estrellas Be son objetos tempranos con líneas en emisión que muestran variabilidad espectroscópica en diversas escalas de tiempo asociadas con diferentes fenómenos que tienen lugar en sus envolturas extendidas. La complejidad de estos objetos hace que aún estén en debate las condiciones físicas y dinámicas del material circumestelar que los rodea. Con el fin de aportar información acerca de la estructura y evolución de las envolturas extendidas de las estrellas Be, analizamos las variaciones espectroscópicas de dos objetos Be, 48 Lib y 66 Oph, cuya compleja fenomenología resulta difícil de ser explicada por los modelos de envoltura existentes. Para nuestro análisis utilizamos material recopilado de la literatura y espectros obtenidos en CASLEO. Estudiamos, en particular, el comportamiento de la línea H del hidrógeno, cuyo perfil resulta sensible a los cambios físicos ocurridos en la envoltura. Describimos, para ambos objetos, las variaciones temporales cíclicas de largo período de los valores medidos de velocidades radiales, anchos equivalentes e intensidades del ala roja y el ala violeta del perfil de H. En lo que respecta a 48 Lib, completamos el análisis del material espectroscópico que ya había sido publicado por Áreas y Cidale en 2006, agregando nuevos datos. Para 66 Oph observamos que la intensidad de la emisión en la línea H α comienza a decaer en 1996 indicando una dilución de la envoltura y el comienzo de una fase B normal. Cabe destacar la importancia de continuar con un seguimiento temporal de este objeto para detectar el inicio de una nueva fase de actividad estelar.

Palabras Clave: *estrellas variables, envoltura circumestelar, línea de emisión*

ABSTRACT

Be stars are early-type objects with emission lines, that display spectroscopic variability in many timescales. This variability is associated with different

* Ligia del Carmen Aréas Zavala, ligiareas@yahoo.com
Facultad de Ciencias Espaciales, Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

phenomena taking place in their extended atmospheres. Due to the complexity of these objects the physical conditions and dynamics of their circumstellar environment are still under debate. In this work, we analyze the spectroscopic variations of two Be stars, 48 Lib and 66 Oph, whose complex phenomenology has not been explained by any of the existing envelope models. With our analysis we aim to give information on the structure and evolution of their circumstellar material. We based our study on spectroscopic observations obtained at CASLEO and material gathered from the literature. We study, in particular, the behavior of the H α line, whose profile is sensitive to structural changes taking place in the envelope. We describe the cyclic long term variations of the measured values of equivalent widths, radial velocities and intensities of the red and blue emission peaks. For 48 Lib we add more data to the variability analysis already done by Áreas and Cidale in 2006. For 66 Oph we found that the intensity of the emission in the line H α weakens from 1996, indicating a possible dilution of its gaseous envelope and thus, a beginning of a normal B phase. Since it is expected that a new phase of stellar activity begins in the near future, it would be desirable to continue following this object.

Key words: *Variables stars, circumsetellar envelope, emission line.*

INTRODUCCIÓN

Las estrellas Be se caracterizan por presentar extensas envolturas circumestelares que son sede de numerosos procesos eruptivos y variables. Los modelos teóricos tradicionales explican los corrimientos de velocidad en las líneas y la relación V/R considerando la rotación kepleriana de un anillo ecuatorial elíptico en torno a las líneas de los áspides. Este modelo fue desarrollado por Huang (1972; 1973 y por Albert & Huang 1974). Posteriormente Okazaki (1991; 2000) incorporó la presencia de oscilaciones globales. Si bien este esquema logra un buen acuerdo con algunas observaciones, no contempla la presencia de elementos súper-ionizados, componentes discretos, el cambio de fase B, Be y Be/shell, dado que aún no se conoce con certeza dónde y cómo se producen estos fenómenos.

Surge, entonces, la necesidad de investigar las propiedades de la envoltura extendida de las estrellas Be. En particular analizaremos las variaciones que presenta un mismo objeto Be en distintas épocas. Para ello utilizaremos las líneas espectrales que son sensibles a los cambios físicos ocurridos en la atmósfera. Trataremos de explicar esta fenomenología utilizando espectros tomados desde Tierra, además de la información bibliográfica existente.

OBSERVACIÓN

Los espectros de las estrellas Be fueron tomados con el telescopio reflector Cassegrain de 2.15 m. del Complejo Astronómico el Leoncito (CASLEO) San Juan, Argentina, utilizando un espectrógrafo échelle en modo de dispersión cruzada. La configuración instrumental seleccionada fue la siguiente: una cámara CCD Tek de 1024x1024 píxeles y una red de 400 líneas por mm, con diferentes ángulos, cubriendo un rango espectral entre 3400 y 8200 Å. Las imágenes obtenidas fueron procesadas y calibradas con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility, versión V2.11).

A partir de una serie de espectros de alta resolución hemos analizado la envoltura circumestelar de las estrellas 66 Oph y 48 Lib. Las imágenes estudiadas de 66 Oph fueron de los años 1996 al 2008 y para la estrella 48 Lib desde 1996 al 2008.

RESULTADOS

66 oph

A partir de una recopilación de datos bibliográficos (Floquet, M. et al. 1974,

Hanuschik et al. 1995, Hummel, W, & Vrancken, 1995, y con la información de datos de la página web¹ y nuestras observaciones logramos analizar el comportamiento espectroscópico de la línea H) y nuestra observación graficamos las variaciones de la intensidad de emisión del ala azul y del ala roja desde 1989 hasta el 2008 (ver figuras 1 y 2). La emisión en el azul más intensa tiene un valor de 7.15 y en el rojo fue de 7.20 mientras que la mínima intensidad fue registrada en septiembre de 2008 con un valor de 0.43 para el azul y 0.50 para el rojo. Entre 1989 y 2008 la variación V/R fue casi constante oscilando entre 0.85 a 1.15. Además se observa que entre los años 1989 y 1996 las variaciones de los anchos equivalentes oscilaron entre 35.1 y 59.7 (ver figura 3). En la figura 4 se muestra las variaciones del perfil H• con el tiempo. Observamos que 66 Oph presentó una fase estable entre los años 1989 y 1996. A partir de dicha fecha la línea H• comenzó a perder su emisión en forma lenta y monótona. Podríamos calificar que la estrella está ingresando a una fase B normal. Este comportamiento puede ser interpretado en términos de la dilución de la envoltura circumestelar. Es importante continuar con una campaña de observación de este objeto para detectar el inicio de una nueva fase de actividad estelar.

48 Lib

Aréas, L. & Cidale, L. (2006) realizaron un estudio espectroscópico del comportamiento que manifestó la estrella Be 48 Lib entre los años 1990 y 2005. En base a una recopilación exhaustiva de material bibliográfico, permitió reconstruir la curva de la velocidad radial y variaciones V/R a partir de 1904. Se encontró que las variaciones en las líneas espectrales (anchos equivalentes, intensidades y velocidades radiales), observadas entre 1990 y 2005, fueron similares a la de los ciclos anteriores pero la duración de este último ciclo fue de 14 años.

En el presente trabajo damos continuidad al estudio espectroscópico en forma periódica, dado que las observaciones sobre largos lapsos de tiempo nos permitirán revelar la evolución de los discos de las estrellas Be.

Las variaciones de los máximos de intensidad de la emisión en el azul como en el rojo se muestran en las figuras 5 y 6. Actualmente el perfil de la línea H• presenta una relación V/R > 1 (siendo la máxima intensidad en el azul de 5.40 y en el rojo fue de 4.22) en claro contraste con la observación de la línea realizada en 1996 donde la mínima intensidad en el azul fue de 1.61 y en el rojo fue de 0.36. Se observa además que el perfil de H• presenta un desplazamiento en velocidad radial. La figura 7 muestra las variaciones del perfil H versus tiempo. En la figura 8 se muestra el comportamiento en velocidad radial de las líneas metálicas y miembros altos de la

serie de Balmer, el cual presenta un movimiento cíclico de amplitud variable. Comienza a observarse un desplazamiento sistemático de las líneas hacia el observador.

CONCLUSIONES

Entre 1989 y 1996, 66 Oph presentó una fase estable. A partir de 1996 la línea H• comenzó a perder su emisión lentamente y sostenida. Este comportamiento puede ser interpretado en términos de la dilución de la envoltura circumestelar. Concluimos en consecuencia que la estrella está ingresando a una fase B normal. Es importante continuar con una campaña de observación de este objeto para detectar el inicio de una nueva fase de actividad estelar.

Para la estrella Be 48 Lib, actualmente el perfil de la línea H• presenta una relación $V/R > 1$ (siendo la máxima intensidad en el azul de 5.40 y en el rojo fue de 4.22) en claro contraste con la observación de la línea realizada en 1996 donde la mínima intensidad en el azul fue de 1.61 y en el rojo fue de 0.36. Además el perfil de H• presenta un desplazamiento en velocidad radial.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Lydia Cidale por sus orientaciones técnicas y científicas.

A la Dra. María Pineda de Carías, que por sus efectivas gestiones ante la DICU-UNAH logró conseguir fondos para cubrir los gastos en que se incurrió para la elaboración del presente proyecto de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Albert, E. & Huang, S. Profiles of emission lines in Be stars. III. Further study of the long-period V/R variation. *The Astrophysical Journal*. 1974; (189): 479-483.
- Aréas, Zavala, L, Cidale, L, Zorec, J & Chauville, J. The Behaviour of the Circumstellar of HR 5941. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Conference Series*. 2006; (26): 166.
- Floquet, M, Neiner, C, Briot, D, Chauville, J, Hubert, A. M, & Ballereau, D. Pulsations in 66 Oph: Multiperiodicity in He I 6678. *ASP Conference Series*. 2000; (214): 256-259.
- Hanuschik, R. W, Stefl, S, Hummel, W, and Vrancken. M, Observation of a V=R

- Transition in the Be Star 66 Oph. Information Bulletin on Variable Stars. 1995; 4174: 1.
- Huang, S. S. Profiles of Emission Lines in Be Stars. Astrophysical Journal. 1972; (171): 549-564.
- Huang, S. Profiles of emission lines in Be stars. II. Interpretation of the long-period V/R variation. Astrophysical Journal. 1973; (183): 541-554.
- Hummel, W. & Vrancken, M. Non-axisymmetric Be star circumstellar disks. Astronomy and Astrophysics. 1995; (302): 751-764.
- Okazaki, A. T. Long-term V/R variations of Be stars due to global one-armed oscillations of equatorial disks. Astronomical Society of Japan; 1991; (43): 75-94.
- Okazaki, A. T. Theory of Global Disk Oscillations. ASP Conference Series. 2000; (214): 409-421.
- [Http://www.astrosurf.com/buil/us/becat.htm](http://www.astrosurf.com/buil/us/becat.htm)

ANEXOS

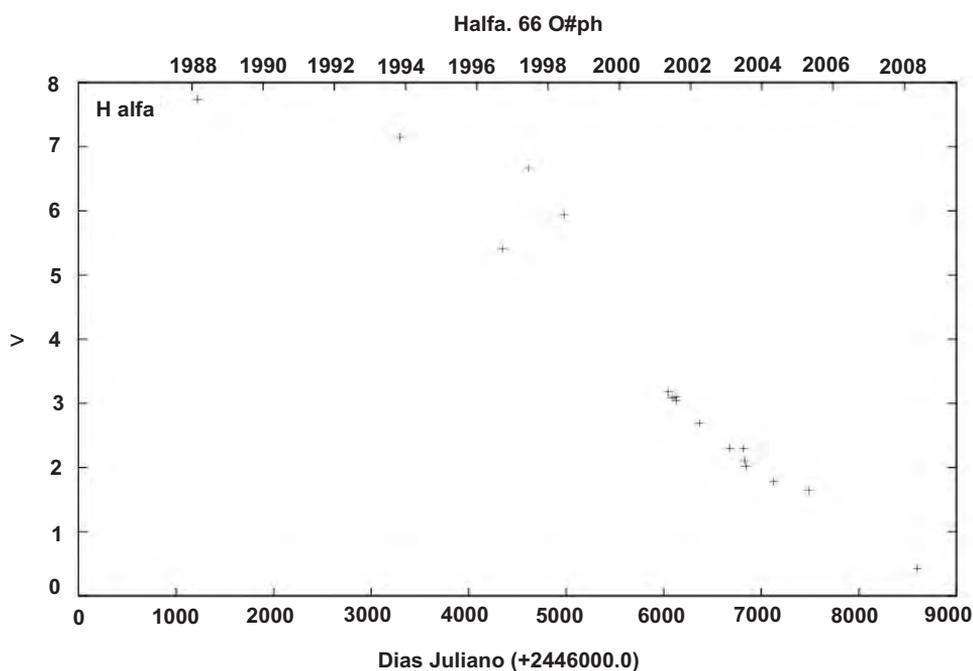


Figura 1: 66 Oph. Variación de la intensidad de emisión del ala azul en la línea de emisión de H α

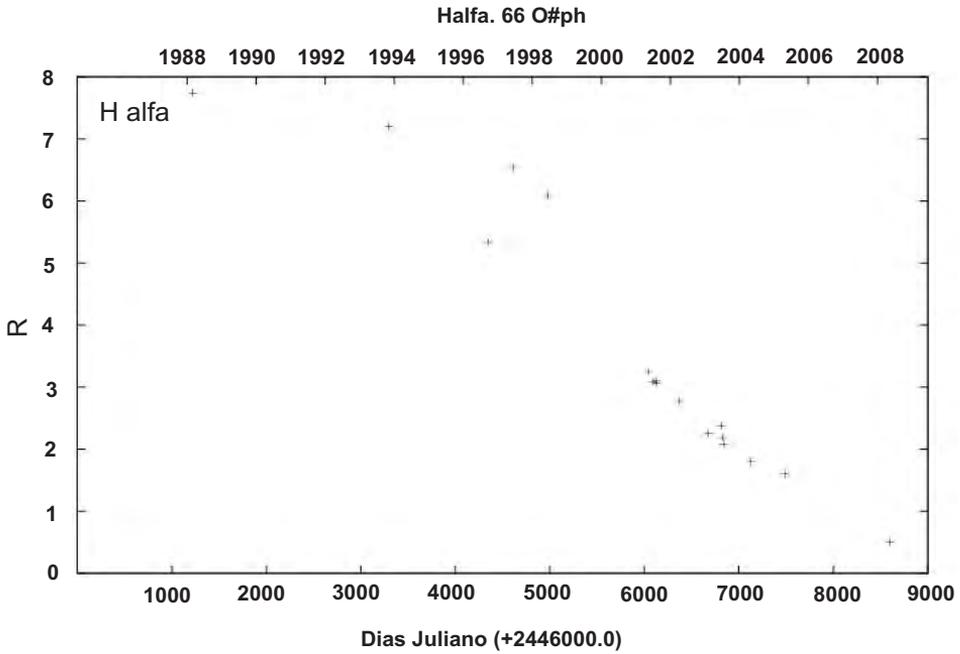


Figura 2: 66 Oph. Variaciones de la intensidad en la emisión roja de H• .

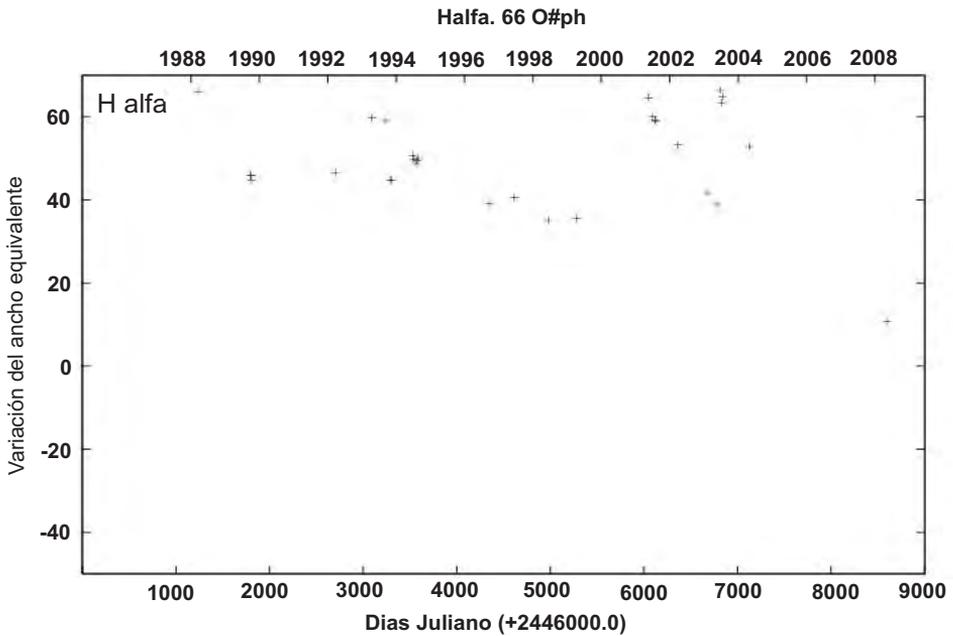


Figura 3: 66 Oph. Variaciones del ancho equivalente de H• .

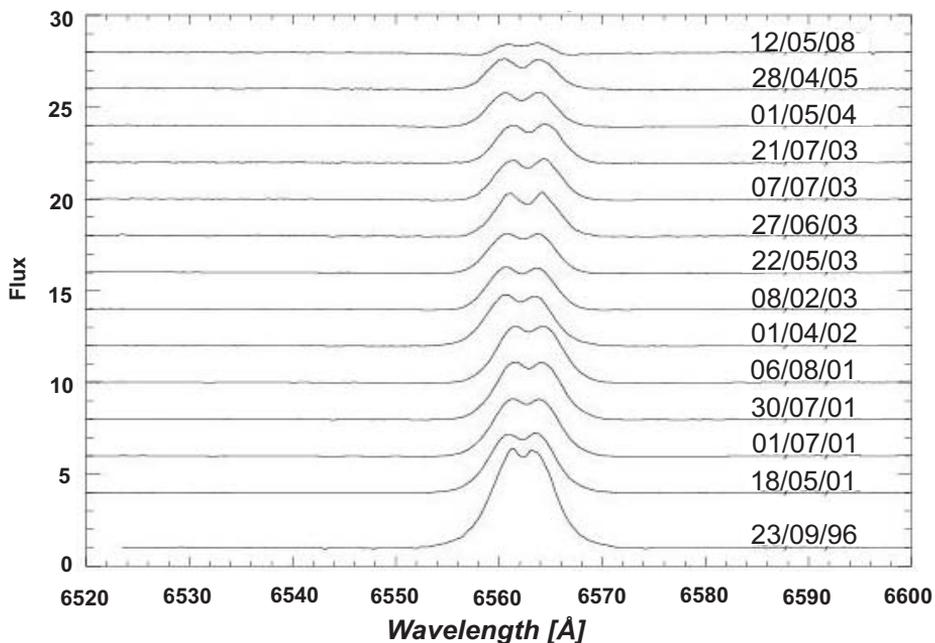


Figura 4: 66 Oph: Variaciones del Perfil H α durante el período 1996 al 2008.

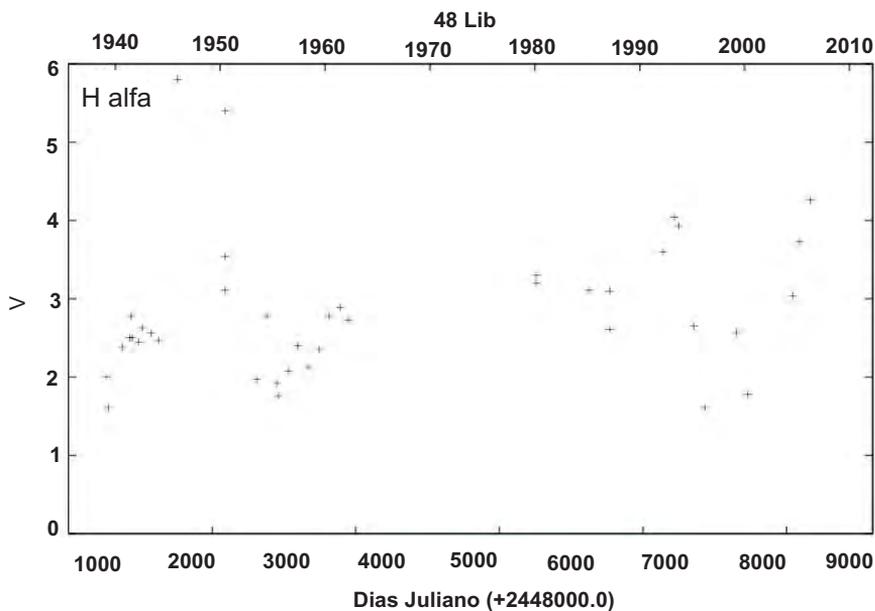


Figura 5: 48 Lib. Variaciones de los máximos de intensidad de la emisión azul del perfil H α durante el período 1938 al 2006

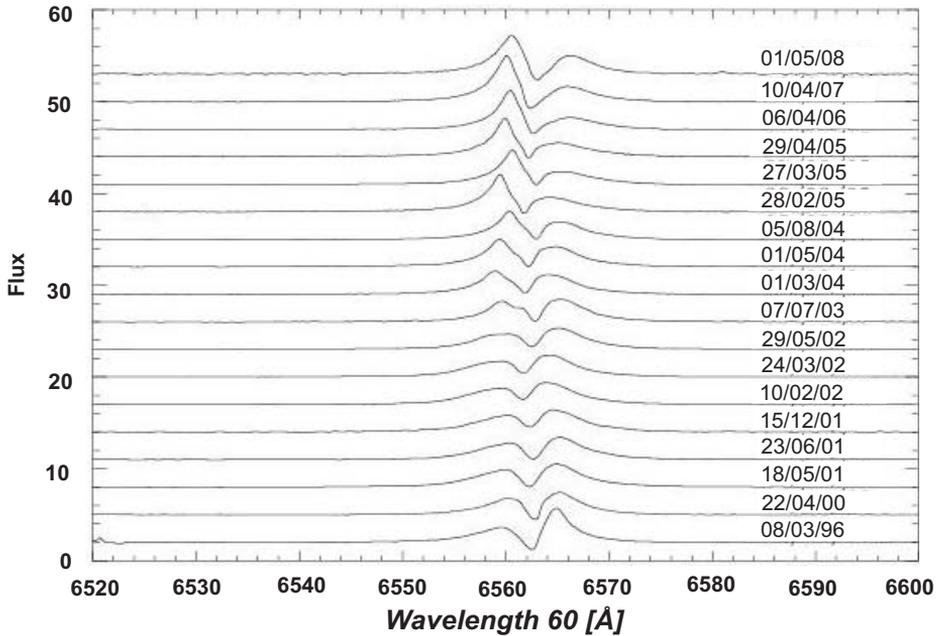


Figura 7: 48 Lib. Variaciones del perfil H δ durante el periodo 1996 al 2008

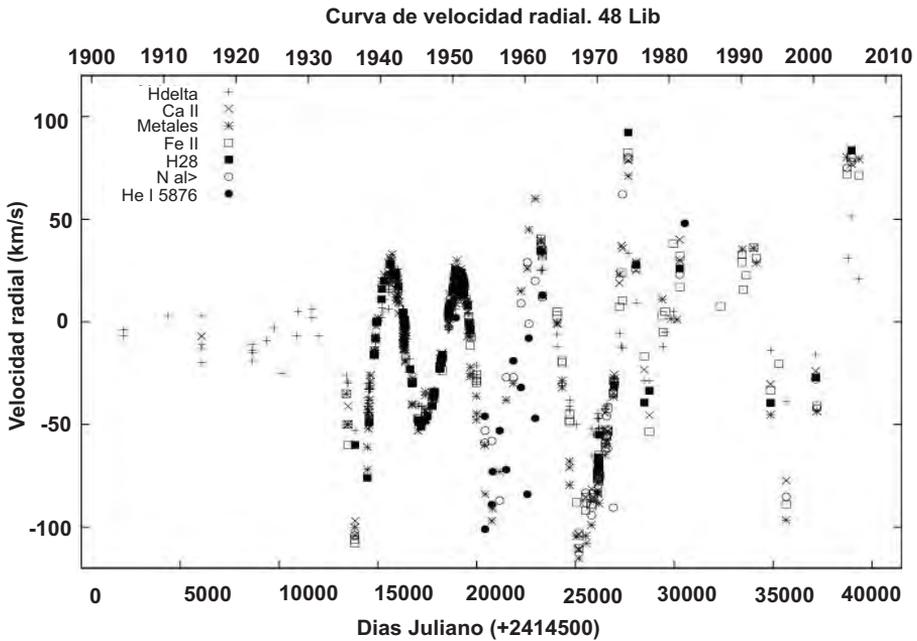


Figura 8: 48 Lib. Comportamientos de las velocidades radiales de las líneas espectrales de 48 Lib., entre los años 1904 y 2006.



NOTAS INFORMATIVAS

TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 28 DE SEPTIEMBRE AL 1 DE OCTUBRE DE 2009

“Investigación Científica y Desarrollo Nacional: Alcances y Limitaciones”

PRESENTACIÓN

La Dirección de Investigación Científica convoca a las unidades académicas y grupos de investigadores de la UNAH a inscribirse y participar en el Tercer Congreso de Investigación Científica que se realizará en la Ciudad Universitaria los días 28 de Septiembre al 1 de Octubre de 2009.

MODALIDAD

La Dirección de Investigación Científica recibirá propuestas de las unidades académicas o grupos de investigadores, sobre los diferentes niveles de participación, acompañadas de una descripción del tema propuesto y de su importancia científica, así como los nombres y la ficha de registro de los expositores, y la información sobre una comisión Ad-Hoc que se constituirá para organizar con la Dirección de Investigación Científica los eventos propuestos. Las propuestas deben regirse por los siguientes criterios: si proponen una mesa de trabajo, deben presentar el expositor y los comentaristas.

Cada unidad o grupo escogerá el tema de acuerdo a sus prioridades de investigación, contactará a los expositores y sondeará a su disponibilidad de tiempo para un día de la semana indicada, velará por la presentación oportuna de los resúmenes y se encargará de procurar la mayor participación de especialistas e investigadores en los eventos propuestos.

La Dirección de Investigación Científica se encargará de organizar los eventos en días y horarios adecuados y disponibles, realizar una campaña de difusión, proporcionar la información y materiales necesarios, aprobar la propuesta en base a la calidad de los participantes propuestos y financiar los gastos de viaje, hospedaje y alimentación de los expositores internacionales y de afuera de Tegucigalpa que sean aprobados, cuando se requieran tales gastos.

FECHAS

El Congreso se realizará el día Lunes 28 de Septiembre al Jueves 1 de Octubre de 2009 y para ello se establecen las siguientes fechas:

- 14 de Agosto de 2009** Fecha límite de inscripción de conferencias, paneles, mesas redondas y mesas de trabajo, con sus respectivos resúmenes.
- 7 al 11 de septiembre 2009** Pago de inscripción en la Dirección de Investigación Científica: participación y asistencia en las conferencias.

PARTICIPANTES

El Congreso está dirigido a investigadores, docentes, especialistas y estudiantes de postgrado de la UNAH y de otras universidades e instituciones públicas y privadas que deseen inscribirse con ponencia en cualquiera de los niveles de participación. Se aceptarán inscripciones de docentes, estudiantes de postgrado, otros profesionales y estudiantes avanzados de pregrado interesados en asistir al Congreso sin ponencia. En todos los casos es obligatoria la inscripción y el pago correspondiente, que se realizarán en las oficinas de la Dirección de Investigación Científica, edificio 4A, tercer piso, cubículo 301.

NIVELES DE PARTICIPACIÓN

1. Conferencia Internacional

Expositor traído del exterior, contactado directamente por la unidad o grupo proponente, con el compromiso de participar en un evento de una hora y cuarenta y cinco minutos: 45 minutos serán para exponer, además de otras actividades con investigadores y especialistas.

Panel de Especialistas para Conferencia Internacional

Tres especialistas de la UNAH, 10 minutos cada uno, para comentar, aportar y complementar las ideas del Conferencista Internacional.

2. Conferencia Nacional

Especialista de la UNAH o especialista que radique en el país (de otras universidades o instituciones y de cualquier nacionalidad), contactado directamente por la unidad o grupo proponente, con el compromiso de participar

en un evento de una hora y cuarenta y cinco minutos: 45 minutos serán exponer, además de otras actividades con investigadores y especialistas.

Panel de Especialistas para Conferencia Nacional

Tres especialistas de la UNAH, 10 minutos cada uno para comentar, aportar y complementar las ideas del Conferencista Nacional

3. Mesa Redonda

Un tema central y varios subtemas complementarios, desarrollados por los ponentes. Máximo cinco especialistas, 15 minutos cada uno.

4. Panel

Un tema central y varios enfoques o perspectivas. Máximo cinco especialistas, 15 minutos cada uno; requiere un moderador.

Comentarista de Panel

Un especialista de la UNAH por panel: 15 minutos por panel

5. Mesa de Trabajo

Presentación de un diseño o avance de investigación por un investigador o un equipo de investigación, todos de la UNAH durante 20 minutos y dos comentaristas, 10 minutos cada uno.

6. Asistentes

Profesionales, docentes, investigadores, estudiantes de pregrado y postgrado que asisten al Congreso **debidamente inscritos en la Dirección de Investigación Científica**, pero que no presentan ponencia.



UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA
DE HONDURAS

DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



Responsable
Departamento de
Proyectos de Investigación
Isabel Sandoval Salinas
masais2003@yahoo.com

Edif. 4-A, 3er.piso, cubículo 301
Tel/Fax: 231-0678
e-mail: dicu@unah.edu.hn

Dirigido a
investigadores,
profesores que enseñan
a investigar, jefes y
coordinadores de
unidades de
investigación

Fecha de Inscripción

3 al 7 de agosto,
2009

Valor: Lps. 100.00

Lugar

Sala "Ramón
Oqueli"

Duración

8:00 a.m. a 12:00 m

1:00 a 4:00 p.m.

CURSO TÉCNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN

13 DE AGOSTO, 2009

PROPÓSITO

Fortalecer el conocimiento de los Profesores Investigadores sobre las principales técnicas cualitativas, proporcionando herramientas y técnicas adecuadas para la investigación.

OBJETIVOS

- Analizar la relación entre teoría, método y técnica cualitativa y cuantitativa.
- Identificar las principales características teóricas y de aplicación práctica de algunas de las técnicas cualitativas.
- Conocer las principales técnicas cualitativas de la investigación.
- Aplicar algunas de las principales técnicas de investigación cualitativa en el abordaje de un objeto de estudio concreto.

CONTENIDO

- Relación entre teoría, método y técnica cualitativa y cuantitativa.
- Técnicas de investigación cualitativa (descripción, planificación, aplicación, sistematización y presentación de informes).
 - ⇒ Entrevista
 - ⇒ Estudio de Caso
 - ⇒ Análisis de Contenido
 - ⇒ Focus Group
 - ⇒ Observación

METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE

Este curso se realizará mediante las clases teóricas, para lo cual, se organizarán pequeñas discusiones grupales donde los participantes, previamente, deberán leer el documento proporcionado por el profesor.



UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA
DE HONDURAS
DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



Responsable
Departamento de
Gestión y Cooperación y
Centro Universitario Regional
de Occidente (CUROC)
Dr. Ricky Rondol Ruiz
Coordinador Regional (CUROC)
rickyrondol@yahoo.com.mx

Dirección de
Investigación Científica
Edif. 4-A, 3er.piso, cubículo 301
Tel/Fax: 231-0678
e-mail: dicu@unah.edu.hn
web: www.unah.hn

**Dirigido a
docentes y
docentes
investigadores**

**Fecha de
Inscripción
17 al 21 de agosto,
2009**

Valor: Lps. 100.00

**Duración del Curso
8:00 a.m. a 12:00 m**

CURSO COMO ELABORAR UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE
OCCIDENTE, SANTA ROSA DE COPÁN
(CUROC)

1 Y 2 DE SEPTIEMBRE, 2009

DESCRIPCIÓN

El curso comprende los componentes básicos de un proceso de investigación, haciendo el esfuerzo de unificar un enfoque a pesar de que existen muchas alternativas, propuestas y sugerencias de los expertos metodológicos en investigación científica.

PROPÓSITO

Facilitar aprendizajes en los docentes participantes de la capacitación, en aspectos relacionados a procesos de investigación a fin de coadyuvar a la formación de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales en investigación científicas.

OBJETIVOS

A. General

- Fortalecer el proceso de desarrollo del Sistema de Investigación Universitaria mediante mecanismos de capacitación continua para potenciar las capacidades científicas y tecnológicas institucionales.

B. Específicos

- Crear condiciones didácticas adecuadas para los aprendizajes significativos de los docentes sobre componentes básicos de un proceso de investigación.
- Utilizar metodologías activas para internalizar contenidos, desarrollo de destrezas y actitudes sobre la aplicación analítica y crítica de los componentes del proceso de investigación.



UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA
DE HONDURAS

DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



Responsable
Departamento de
Gestión y Cooperación y
Centro Universitario Regional
de Occidente (CUROC)
Dr. Ricky Rondol Ruiz
Coordinador Regional (CUROC)
rickyrondol@yahoo.com.mx

Dirección de
Investigación Científica
Edif. 4-A, 3er.piso, cubículo 301
Tel/Fax: 231-0678
e-mail: dicu@unah.edu.hn
web: www.unah.hn

Dirigido a
docentes y
docentes
investigadores

Fecha de
Inscripción
17 al 21 de agosto,
2009

Valor: Lps. 100.00

Duración del Curso
2:00 a 6:00 p.m.

CURSO COMO ORGANIZAR Y PRESENTAR LOS RESULTADOS DE UNA INVESTIGACIÓN

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE
OCCIDENTE, SANTA ROSA DE COPÁN
(CUROC)

1 Y 2 DE SEPTIEMBRE, 2009

DESCRIPCIÓN

El curso es contentivo de los elementos constitutivos de un informe de investigación, sistematizando los resultados obtenidos, presentados con coherencia, precisión y concisión, utilizando lenguaje directo.

PROPÓSITO

Desarrollar competencias cognitivas, habilidades y destrezas en investigación científica en los docentes que se inician en la dimensión de la investigación particularmente en lo atinente a la elaboración de informes para su publicación.

OBJETIVOS

A. General

- ☑ Fortalecer y desarrollar las capacidades conceptuales y procedimentales de los docentes en la preparación de informes de investigación.

B. Específicos

- ☑ Conocer los fundamentos y componentes de un informe, como constructos científicos para organizar, presentar resultados y de manera pertinente ser publicados.
- ☑ Analizar y discutir las características de un informe científico, para construir aprendizajes significativos de relevancia.



UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA
DE HONDURAS

DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



Responsable
Departamento de
Proyectos de Investigación
stcortezposas@hotmail.com

Dirección de
Investigación Científica
Edif. 4-A, 3er.piso, cubículo 301
Tel/Fax: 231-0678
e-mail: dicu@unah.edu.hn
web: www.unah.hn

**Dirigido a
docentes e
investigadores
de la UNAH**

Fecha de Inscripción
1 al 4 de septiembre,
2009

Valor: Lps. 100.00

Cupos disponibles
40 personas

Duración del Curso
8:00 a.m. a 5:00 p.m.

Lugar
Sala "Salvador Llopis" y
Laboratorio de Cómputo

CURSO

EL CUESTIONARIO: DISEÑO, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

10 Y 11 DE SEPTIEMBRE, 2009

DESCRIPCIÓN

El curso comprende las líneas básicas para conocer qué es un cuestionario, ejes articuladores de preguntas, tipos de preguntas, codificación y procesamiento de la información obtenida de la aplicación del mismo, hasta llegar al análisis básico en SPSS.16.

PROPÓSITO

Facilitar aprendizajes en los docentes participantes sobre aspectos relacionados con la elaboración, aplicación y procesamiento de instrumentos de recolección de información en la investigación cuantitativa.

METODOLOGÍA

La idea es que los participantes conozcan lo que es un cuestionario en sus múltiples componentes y modalidades, analicen y comenten modelos de cuestionarios (uno por cada grupo de trabajo) y lo utilicen para trabajarlo en la parte de procesamiento y presentación de resultados. Se utilizará la modalidad de seminario-taller con el propósito de combinar conocimientos teóricos con práctica y analizar diversos modelos de cuestionarios ya elaborados y procesados, todo ello para obtener el máximo de rendimiento en el poco tiempo que será utilizado.

REQUISITOS MÍNIMOS

Conocimientos básicos de Excel.

3^{er}

CONGRESO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

**28 de septiembre al
1 de octubre de 2009**

“Investigación Científica



Desarrollo Nacional: Alcances y Limitaciones”

Para cualquier información comunicarse
al Departamento de Proyectos de
Investigación:
proyectos.dic.unah@gmail.com

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Edificio 4-A, tercer piso, cubículo 301
Tel/Fax: (504) 231-0678, pbx: 232-2110, ext. 151
correo electrónico: dicu@unah.edu.hn
web: www.unah.hn



Inscripción en la
Dirección de Investigación Científica
Profesionales y Docentes | Lps. 250.00
Estudiantes | Lps. 150.00



II ENCUENTRO DE UNIDADES DE INVESTIGACIÓN

Jueves 5 de noviembre, 2009
Sala de Audiovisuales,
Edif. L2 de Ingeniería,
3er. Piso
9:00 - 12:00 m.

Información:
Dirección de Investigación Científica
Departamento de Gestión y Cooperación
dixialv@yahoo.com
margaritarriaga@yahoo.es
pon_am@yahoo.com

Edificio 4A, 3er. Piso, cubículo 301
Tel/Fax: (504) 231-0678



Universidad Nacional
Autónoma de Honduras
**DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA**

CURSO ORGANIZACIÓN DEL CURRÍCULO DEL INVESTIGADOR

Información:

Dirección de Investigación
Científica
Departamento de Gestión
pon_am@yahoo.com

Departamento de Proyectos
eplei@yahoo.com

Edif. 4A, 3er. Piso, cubículo 301
Tel/Fax: (504) 231-0678; ext. 151
e-mail: dicu@unah.edu.hn
web: www.unah.hn



Universidad Nacional
Autónoma de Honduras
DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA

Martes 10 de noviembre, 2009

**Sala Multimedia, Carrera de Informática,
Edificio 5, 3er. piso**

8:30 - 12:30 m.

Temática

1. Dificultades de registrar la información del investigador en la Dirección de Investigación Científica.
2. Importancia de organizar un currículum del investigador.
3. Documentación de las actividades de investigación.
4. Como citar correctamente una publicación.
5. Como llenar el formato del currículum.

Fecha de Inscripción

3 al 9 de noviembre de 2009, Valor Lps. 100.00

Dirigido a investigadores, profesores que enseñan a investigar, jefes y coordinadores de unidades de investigación.

SEGUNDO ENCUENTRO DE INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN 2009

Información:

Dirección de Investigación
Científica
Departamento de Proyectos
masais2003@yahoo.com

Edif. 4A, 3er. Piso, cubículo 301
Tel/Fax: (504) 231-0678, ext. 151
e-mail: dicu@unah.edu.hn
web: www.unah.hn



Universidad Nacional
Autónoma de Honduras
**DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA**

Miércoles 11 de noviembre, 2009
Sala Multimedia, Carrera de
Informática, Edificio 5, 3er. piso
9:00 - 12:00 m.

Temática

- ❖ Avances organizativos de los Institutos de la UNAH.
- ❖ Los Institutos de Investigación en Universidades de América Latina.

**Dirigido a Decanos de Facultades
y Directores de Institutos de
Investigación**

TÉCNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN

Jueves 19 de noviembre, 2009
Sala Ramón Oquellí, Edif.1, 1ra.planta
8:30 am - 4:30 pm.

Información:

Dirección de Investigación
Científica
Departamento de Gestión
y Cooperación
dixialv@yahoo.com
margaritarriaga@yahoo.es
pon_am@yahoo.com

Edif. 4A,3er. Piso, cubículo 301
Tel/Fax: (504) 231-0678
Ext. 151



Universidad Nacional
Autónoma de Honduras
**DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA**

Descripción

Este módulo se fundamenta en el análisis de aspectos relevantes de la investigación científica en general y de la investigación cualitativa en particular. El propósito es el conocimiento y aplicación de técnicas de investigación cualitativa con el objeto de fortalecer las habilidades de los investigadores.

Objetivos

1. Analizar la relación entre teorías, métodos y técnicas cuantitativas y cualitativas.
2. Conocer las principales técnicas cualitativas de la investigación.
3. Identificar las principales características teóricas y de aplicación práctica de algunas de las técnicas cualitativas.
4. Aplicar algunas de las principales técnicas de investigación cualitativa en el abordaje de un objeto de estudio concreto.

Contenidos

1. Enfoques de la investigación científica: similitudes y diferencias.
2. Principales métodos de investigación cualitativa y sus respectivas técnicas: biografía e historia de vida, grupos focales, entrevistas, observación, análisis de contenido, estudio de caso.

Fecha de Inscripción

9 al 17 de Noviembre de 2009. Valor Lps. 100.00

Dirigido a investigadores, profesores que enseñan a investigar, jefes y coordinadores de unidades de investigación y asesores de tesis

CRITERIOS PARA LA PUBLICACIÓN EN LA REVISTA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

De los requisitos generales:

1. Doble espacio en todo el artículo, letra Arial Narrow, tamaño 12.
2. Inicie cada sección o componente del artículo después de donde terminó el anterior.
3. El artículo debe contener como mínimo:
 - Página del título
 - Resumen y palabras clave (en español e inglés)
 - Texto
 - Agradecimientos académicos y técnicos
 - Referencias bibliográficas
 - Tablas (en páginas por separado) y leyendas.
4. La estructura del artículo y el peso porcentual de sus componentes serán los siguientes:
 - Título y autores en una página
 - Resumen y palabras clave en una página
 - Introducción 5% - 10%
 - Métodos y técnicas 5% - 10%
 - Análisis o Desarrollo del tema 70% (dividirlo en tres o cuatro capítulos)
 - Conclusiones 5% - 10%
 - Bibliografía 5%
5. La extensión total del artículo tendrá un máximo de 17 páginas, a doble espacio.
6. Tamaño de ilustraciones, no debe superar las 4' x 5' pulg.
7. Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado o para la utilización de ilustraciones que puedan identificar a personas.
8. Adjunte la cesión de los derechos de autor y formularios pertinentes.
9. El texto del artículo se mecanografiará o imprimirá en papel blanco (8,5' x 11 pulgadas), con márgenes de 2 cm., a cada lado (superior, inferior, derecho e izquierdo). El papel se escribirá a una sola cara.
10. Las páginas se numeran consecutivamente comenzando por el título. El número de página de ubicará en el ángulo inferior derecho de cada página.
11. La copia en soporte electrónico (en disquete, chip o correo electrónico); debe tener las siguientes consideraciones:
 - Cerciorarse de que se ha incluido una versión del manuscrito en el disquete.
 - Incluir en el disquete solamente la versión última del manuscrito.
 - Especificar claramente el nombre del archivo.
 - Etiquetar el disquete con el formato y nombre del fichero.
 - Facilitar la información sobre el software y hardware utilizado.

De los requisitos del Artículo:

1. La página del título contendrá:

- El título del artículo, que debe ser conciso pero informativo. Su objeto es dar a conocer al lector el contenido esencial del artículo. No debe sobrecargarse con información. Debe ser corto (no exceder de 15 palabras).
- El nombre de cada uno de los autores, acompañados de su grado académico más alto y su afiliación institucional.
- El nombre del departamento o departamentos e institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo.
- El nombre, email, teléfono o extensión (si es UNAH) y la dirección del autor responsable de la correspondencia.
- El nombre y la dirección de autor al que pueden solicitarse separatas, o aviso de que los autores no las proporcionarán.

2. Autoría, para concederte a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial en lo que se refiere a:

- a. La concepción y el diseño del estudio, recogida de los datos, o el análisis y la interpretación de los mismos;
- b. La redacción del artículo o la revisión crítica de una parte sustancial de su contenido intelectual; y
- c. La aprobación final de la versión que será publicada.

Los requisitos anteriores tendrán que cumplirse simultáneamente. La participación exclusivamente en la obtención de fondos o en la recogida de datos o la supervisión general del grupo de investigación no justifica la autoría.

3. Resumen y Palabras Clave, la segunda página incluirá un resumen (entre las 150 y 250). En él se indicarán los objetivos del estudio, los procedimientos básicos (la selección de los sujetos de estudio o de los animales de laboratorio, los métodos de observación y analíticos), los resultados más destacados (mediante la presentación de datos concretos y, de ser posible, de su significación estadística), y las principales conclusiones. Se hará hincapié en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten más novedosos o de mayor importancia. Tras el resumen los autores deberán presentar e identificar como tales, de 3 a 10 palabras clave que facilita el indizado del artículo y se publicarán junto con el resumen (versión en español e inglés de ambos).

4. Introducción. Se indicará el propósito del artículo y se realizará de forma resumida una justificación del estudio. En esta sección del artículo, únicamente, se incluirán las referencias bibliográficas estrictamente necesarias y no se incluirán datos o

conclusiones del trabajo. La introduccin debe explicar la finalidad del artculo. Los autores deben aclarar qu partes del artculo representan contribuciones propias y cuales corresponden a aportes de otros investigadores.

5. Mtodo. Puede organizarse en cinco reas:

- a. Diseo: se describe el diseo del experimento (aleatorio, controlado, casos y controles, ensayo clnico, prospectivo, etc.)
- b. Poblacin sobre la que se ha hecho el estudio. Describe el marco de la muestra y cmo se ha hecho su seleccin.
- c. Entorno: indica dnde se ha hecho el estudio (escuela, comunidades, hospitales, campos agrcolas, etc.)
- d. Intervenciones: se describen las tcnicas, tratamientos (utilizar nombres genricos siempre), mediciones y unidades, pruebas piloto, aparatos y tecnologa, etc.)
- e. Anlisis estadstico: seala los mtodos estadsticos utilizados y cmo se han analizados los datos.

Describa con claridad la forma como fueron seleccionados los sujetos sometidos a observacin o participantes en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, tambin los controles). Indique la edad, sexo y otras caractersticas destacadas de los sujetos. Dado que en las investigaciones la relevancia del empleo de datos con la edad, sexo o raza puede resultar ambiguo, cuando se incluyan en un estudio debera justificarse su utilizacin.

Se indicar con claridad cmo y porqu se realiz el estudio de una manera determinada. Se ha de especificar cuidadosamente el significado de los trminos utilizados y detallar de forma exacta como se recogieron los datos (por ejemplo, qu expresiones se incluyen en la encuesta, si se trata de un cuestionario autoadministrado o la recogida se realiz por otras personas, etc.).

Describa los mtodos, aparataje (facilite el nombre del fabricante y su direccin entre parntesis) y procedimientos empleados con el suficiente grado de detalle para que otros investigadores puedan reproducirlos resultados. Se ofrecer referencias de los mtodos acreditados entre ellos los estadsticos; se darn referencias y breves descripciones de los mtodos que aunque se hallen duplicados no sean ampliamente conocidos; se describirn los mtodos nuevos o sometidos o modificaciones sustanciales, razonando su utilizacin y evaluando sus limitaciones.

Identifique con precisin todos los frmacos y sustancias qumicas utilizadas, incluya los nombres genricos, dosis y vas de administracin. En los ensayos clnicos aleatorios se aportar informacin sobre los principales elementos del estudio, entre ellos el protocolo (poblacin a estudio, intervenciones o exposiciones, resultados y razonamiento del

análisis estadístico), la asignación de las intervenciones (métodos de distribución aleatoria, de ocultamiento en la asignación a los grupos de tratamiento), y el método de enmascaramiento.

Cuando se trate de artículos de revisión, se ha de incluir una sección en la que se describirán los métodos utilizados para localizar, seleccionar, recoger y sintetizar los datos. Estos métodos se describirán también en el resumen del artículo.

6. **Ética.** Cuando se trate de estudios experimentales en seres humanos, indique qué normas éticas se siguieron. No emplee, sobre todo en las ilustraciones, el nombre, ni las iniciales, ni el número de historia clínica de los pacientes. Cuando se realicen experimentos con animales, se indicará la normativa utilizada sobre cuidados y usos de animales de laboratorio.
7. **Estadística.** Describa los métodos estadísticos con el suficiente detalle para permitir que un lector versado en el tema con acceso a los datos originales, pueda verificar los resultados publicados. En la medida de lo posible, cuantifique los hallazgos y presente los mismos con los indicadores apropiados de error o de incertidumbre de la medición (como los intervalos de confianza). Se evitará la dependencia exclusiva de las pruebas estadísticas de verificación de hipótesis, tal como el uso de los valores P, que no aportan ninguna información cuantitativa importante. Analice los criterios de inclusión de los sujetos experimentales. Proporcione detalles sobre el procesos que se ha seguido en la distribución aleatoria. Describa los métodos de enmascaramiento utilizados. Haga constar las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones realizadas. Indique las pérdidas de sujetos de observación (como los abandonos en un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y métodos estadísticos serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas). Especifique cualquier programa de ordenador, de uso común, que se haya empleado. En la sección de resultados resume los datos, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos. Se restringirá el número de tablas y figuras al mínimo necesario para explicar el tema objeto del trabajo y evaluar los datos en los que se apoya. Use gráficos como alternativa a las tablas extensas.
8. **Resultado.** Presente los resultados en el texto, tablas y gráficos siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de las tablas o ilustraciones; destaque o resume tan sólo las observaciones más importantes.
9. **Discusión.** Haga hincapié en aquellos aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No debe repetir, de forma detallada, los datos u otras informaciones ya incluidas en los apartados de introducción y resultados. Explique en el apartado de discusión el significado de los resultados, las limitaciones del estudio, así como, sus implicaciones en futuras investigaciones. Se compararán las observaciones realizadas con las de otros estudios pertinentes.

10. **Conclusiones.** Relaciones la conclusiones con los objetivos del estudio, evite afirmaciones poco fundamentadas y conclusiones insuficientemente avaladas por los datos. En particular, los autores deben abstenerse de realizar afirmaciones sobre costos o beneficios econmicos, salvo que en su artculo se incluyan datos y anlisis econmicos. Podrn incluirse recomendaciones cuando sea oportuno.
11. **Agradecimientos.** Incluya la relacin de todas aquellas personas que han colaborado pero que no cumplan los criterios de autorfa, tales como, ayuda tcnica recibida, ayuda en la escritura del manuscrito o apoyo general prestado por el jefe del departamento. Tambin se incluir en los agradecimientos el apoyo financiero y los medios materiales recibidos. Los agradecimientos a Dios pertenecen al mbito privado, se espera que no se incluyan en este apartado.
12. **Referencias bibliogrficas.** Numere las referencias consecutivamente segn el orden en que se mencionen por primera vez en el texto. Evite citar resmenes o referencias de originales no publicadas. Tampoco cite una "comunicacin personal", salvo cuando en la misma se facilite informacin esencial que no se halla disponible en fuentes pblicamente accesibles, en estos casos se incluirn, entre parntesis en el texto, el nombre de la persona y la fecha de la comunicacin. En los artculos cientficos, los autores que citen una comunicacin personal debern obtener la autorizacin por escrito.

La referencias bibliogrficas se conforman generalmente de la siguiente manera:

Libro: apellidos e iniciales del nombre. Si son ms de 7 autores necesitan slo los 7 primeros y se pone la expresin et al. Ttulo del libro. Nmero de Edicin (ed.). Lugar de Publicacin. Editorial. Ao de Publicacin.

Revista: Apellidos e iniciales del nombre. Ttulo del artculo (entre comillas). Ttulo de la Revista. Lugar de Publicacin. Editorial. Volumen y Nmero de la Revista. Fecha de Publicacin y Nmero de Pgina.

Peridico: Apellidos e iniciales del nombre. Ttulo del artculo (entre comillas). Ttulo del peridico. Ciudad donde se edita. Pas. Ao y nmero del peridico. Fecha de Publicacin y Nmero de Pgina.

Pgina Web: Apellidos e iniciales del nombre. Ttulo del artculo (entre comillas).

Direccin de web. Fecha de Publicacin o Consulta.

13. **Tablas.** Numere las tablas consecutivamente en el orden de su primera citacin en el texto y asigneles un breve ttulo a cada una de ellas. En cada columna figurar un breve encabezamiento. Las explicaciones precisas se pondrn en notas a pie de pgina, no

en la cabecera de la tabla.

En estas notas se especificarán las abreviaturas no usuales empleadas en cada tabla. Como llamadas para las notas al pie, utilícense los símbolos siguientes en la secuencia que a continuación se indica: *, †, ‡, ¶, **, ††, ‡‡, etc. Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar, el error estándar de la media. Asegúrese de que cada tabla se halle citada en el texto.

14. **Ilustraciones (figuras).** Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas de forma profesional; no se aceptarán la rotulación a mano. Se aceptarán un tamaño aproximado de 127´ 17 mm (5´ 7 pulgadas), sin que en ningún caso supere 203´ 254 mm (8´ 10 pulgadas). Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficientes para que sigan siendo legibles. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en las leyendas de las ilustraciones y no en las misma ilustraciones. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre cartulina. Las microfotografías deberán incluir en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usadas en éstas tendrán el contraste adecuado para distinguirse del fondo. Si se emplean fotografías de personas, éstas no debieran ser identificables; de lo contrario, se deberá anexar el permiso por escrito para poder utilizarlas. Las figuras se numerarán consecutivamente según su primera mención el texto.
15. **Leyendas de las ilustraciones.** Los pies o leyendas de las ilustraciones se mecanografiarán.
16. **Unidades de medida.** Las medidas de longitud, talla, peso y volumen se deben expresar en unidades métricas (metro, kilogramo, litro) o sus múltiplos decimales. Las temperaturas se facilitarán en grados Celsius y las presiones arteriales en milímetros de mercurio. Todos los valores de parámetros hematológicos y bioquímicos se presentarán en unidades del sistema métrico decimal, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
17. **Abreviaturas y símbolos.** Utilice únicamente abreviaturas normalizadas. Evite las abreviaturas en el título y en el resumen. Cuando en el texto se emplee por primera vez una abreviatura, ésta irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.
18. Conserve una copia de todo el material enviado.



Dirección de Investigación Científica

Edificio 4-A, 3er piso, cubículo 301

Tel/fax: (504) 231-0678

Pbx: 232-2110, ext. 151

correo electrónico: dicu@unah.edu.hn

web: www.unah.hn