

## Satélites Artificiales, Medicina y Epidemiología Panorámica

### 1er. Curso de Epidemiología Panorámica

*Salus*

La observación o percepción remota de la superficie terrestre puede lograrse a través de la teledetección (remote sensing) utilizando instrumentos que permiten obtener imágenes mediante sensores instalados principalmente en ciertos tipos de aviones, plataformas espaciales como los trasbordadores o en satélites artificiales. Según definición del Diccionario de la Lengua Española un Satélite Artificial es un "vehículo tripulado o no que se colocan en órbita alrededor de la tierra o de otro astro y que lleva aparatos apropiados para recoger información y transmitirla" (1). Por tanto, la teledetección como técnica aplicada se ha ido fortaleciendo progresivamente con el notable y creciente avance de la tecnología espacial, los equipos y software computacionales para el procesamiento, almacenamiento y análisis estadístico de datos, del formato digital, de los sistemas de comunicación en red a nivel mundial (internet) así como con el desarrollo de los sistemas de Información Geográfica (GIS) y de Posicionamiento Global (GPS).

La teledetección espacial satelital posee numerosas aplicaciones, gracias a las ventajas que ofrece frente a otros medios de observación convencionales que complementa (fotografía aérea, trabajos de campo). Entre estas ventajas se pueden destacar las siguientes: a. Poseer cobertura global y periódica de la superficie terrestre ya que debido a las características orbitales de los satélites se pueden obtener imágenes repetitivas de la mayor parte de la tierra, incluso de áreas inaccesibles por otros medios, como las zonas polares o desérticas. La dimensión global, cíclica, dinámica y multitemporal que aportan estas imágenes resulta de enorme trascendencia para entender los grandes procesos que afectan el medio ambiente de nuestro planeta haciendo más accesible el entendimiento de sus principales procesos medioambientales. b. Proveer visión panorámica la cual permite detectar grandes espacios, proporcionando una visión amplia de los hechos geográficos. c. Aportar información sobre áreas no accesibles al ojo humano o la fotografía convencional (infrarrojo medio y térmico o las microondas), proporcionando valiosa información medioambiental (temperatura, incendios forestales, superficie y corrientes marinas, escapes de radioactividad, estudios cartográficos en áreas nubosas y océanos, etc). d. Permitir trabajar en formato digital el cual agiliza el proceso de interpretación al generar modelos cuantitativos e integrar el resultado a otro tipo de información geográfica (2).

Estas ventajas, han permitido diferentes usos o aplicaciones de la tecnología espacial y de los satélites artificiales principalmente en: operaciones militares, desastres, catástrofes

naturales, evaluación del medio ambiente - vegetación, ecología -, agricultura, en cartografía, ambiente urbano y rural, en Geología - exploración mineral y petrolera -, en la evaluación del calentamiento global y mapeo topográfico de la tierra, en estudios de lagos-mares-océanos, en Vulcanología, para la exploración del sistema solar y planetario, en Astronomía, Cosmología y Geofísica, y recientemente aplicaciones en MEDICINA (3).

Hoy, a 50 años del lanzamiento en 1957 del 1er satélite artificial, el Spuntnik soviético, al evaluar las aplicaciones que los diferentes satélites sucesivos han aportado a la Medicina y particularmente a la Salud Pública, dos disciplinas específicas aparecen como beneficiarias del uso de la tecnología espacial: la denominada Tele-Medicina para asegurar buena calidad diagnóstica a poblaciones muy remotas en las que en algunos casos se requiere de la cirugía y la Tele-Epidemiología o Epidemiología Panorámica, para el apoyo en el combate de enfermedades infecciosas, muchas de ellas mortales, ya que es ampliamente aceptado que la observación satelital de la tierra es una herramienta indispensable para el monitoreo ambiental pudiendo considerarse a ésta nueva disciplina como parte de la Segunda Generación de Aplicaciones Espaciales. Básicamente, el concepto de Epidemiología Panorámica tiene que ver con factores extrínsecos condicionantes del comportamiento biológico de una población de vectores/hospedadores al igual que con los componentes del paisaje los cuales pueden ser sensados por imágenes satelitales (4).

En consecuencia, conociendo las variables necesarias para el mantenimiento de un agente patógeno en la naturaleza, sus condicionantes medioambientales, ecológicas, climáticas (temperatura, humedad, precipitación, etc), de vegetación (tipo, distribución), geológicas (altitud, tipo de suelo), entre otras, las interacciones con hospedadores vertebrados (reservorios), invertebrados (vectores) y de como se expresa la infección/enfermedad en las poblaciones humanas, es posible utilizar los satélites artificiales y la información que nos proveen para evaluar la distribución espacial y temporal de riesgo, poder modelar numéricamente e intentar predecir su comportamiento mediante la generación de sistemas de alerta temprana, factores estos importantes para la toma de decisiones en los programas de prevención, control e inclusive en eventos catastróficos generados por desastres (naturales o inducidos por el hombre).

De las múltiples aplicaciones de la tecnología satelital como herramienta para el sensado o percepción remota en enfer-

medades infecciosas zoonóticas y/o endemo-epidémicas, con un fuerte componente de factores medioambientales involucrados e inclusive, las producidas por la radiación ultravioleta en poblaciones humanas se encarga la Epidemiología Panorámica. Con este perfil, es obvio que el ejercicio y su desarrollo es de carácter multidisciplinario por ser necesario reunir la formación e intelecto de profesionales de diferentes disciplinas en trabajo conjunto para poder estudiar coherentemente los problemas salud-enfermedad utilizando la herramienta satelital con un abordaje multifactorial y holístico, entre ellos: ecólogos, epidemiólogos-personal de salud, físicos, biólogos, geógrafos, ingenieros ambientales, computistas, estadísticos, antropólogos, sociólogos, etc.,.

Desde finales de la década del 80, en el desarrollo de esta disciplina se pueden referenciar publicaciones que exponen la utilidad del sensoriamiento remoto satelital en estudios epidemiológicos de enfermedades nuevas, epidémicas o endémicas como: fiebre del Valle del Rift, fiebre amarilla, encefalitis equina del este, dracunculiasis, oncocercosis, malaria, enfermedad de Lyme, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana, cólera, hantavirus, enfermedad de Chagas, Dengue, Leishmaniasis, etc (5).

En el mes de Mayo del presente año fui invitado, a través del FONACIT-Caracas, a participar en el 1er. Curso de Epidemiología Panorámica para los Países de América del Sur el cual se llevó a cabo en la Provincia de Córdoba de la República Argentina, en el Centro Espacial Teófilo Tabanera de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) situado a 30 Kms al suroeste de la ciudad de Córdoba en la Falda del Carmen de la serranía cordobesa donde tiene su sede una de las instituciones más importantes del Mundo y Latinoamérica sobre esta temática: el Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, creado por acuerdo y para servir de nexo entre la CONAE, y la Universidad Nacional de Córdoba (UNCba), teniendo como área de actuación principal el manejo de emergencias utilizando las aplicaciones de la tecnología espacial a la salud a través de la obtención de imágenes satelitales para estudios epidemiológicos en áreas geográficas donde la enfermedad es transmitida y la formación de recursos humanos de excelencia para tal fin. Para ello, existe un convenio de cooperación entre la CONAE y la Agencia Espacial Italiana en el desarrollo y utilización de estas herramientas para la gestión de emergencia (6).

Previamente y en este mismo contexto, en un taller anterior llevado a cabo en ésta institución en Septiembre de 2005 cuyo tema de análisis fue el "Uso de la Aplicación de la Tecnología Espacial en Beneficio de la Salud Humana en los Países de Latino-América y del Caribe" el cual reunió a 21 representantes de la región con el objetivo de intercambiar información sobre la actual situación de la práctica de la tele-salud en la región con la finalidad de establecer una red para estimular el desarrollo de planes operativos y su implemen-

tación, tuvo como producto la publicación de un número especial de la Revista de la Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota (SELPER) sobre el tema, contenido de una nota y 10 contribuciones de investigaciones sobre diferentes enfermedades importantes problemas de Salud Pública en el Continente Americano.

Este 1er. Curso de Epidemiología Panorámica, aparte del apoyo recibido por parte de las instituciones patrocinantes de la República Argentina también contó con el decidido auspicio académico y financiero principalmente de la Oficina para Asuntos del Espacio Ultraterrestre de las Naciones Unidas (UN/OOSA) y la Agencia Espacial Europea (ESA). Dicho Curso, teórico práctico, realizado del 14 de Mayo al 22 de Julio de 2007, permitió congregarse a 14 profesionales, en pares, de diferentes disciplinas y países del cono sur, con la finalidad de recibir entrenamiento para el desarrollo de los proyectos llevados por los representantes de cada país.

Por Venezuela participamos, el Ing. (Computación) Antonio Salgado -Inst. Biomedicina. Caracas- y el suscrito quienes trabajamos en la ejecución del proyecto titulado "Distribución Geográfica de la Incidencia de la Leishmaniasis Tegumentaria en Venezuela y su Asociación con Factores Ambientales Estimados Utilizando Sensores Remotos. Periodo 1999- 2006", cuyos resultados van a ser presentados en el próximo Congreso de la Federación Latinoamericana de Parasitología (FLAP) a ser realizado en nuestro país del 21 al 25 de Octubre de 2007. Los demás proyectos desarrollados por los otros compañeros participantes de diferentes profesiones (geógrafos, ingenieros, médicos y biólogos), instituciones y países se relacionaron con la aplicación de imágenes satelitales para el estudio de la Malaria en Colombia, Perú y Paraguay, sobre Dengue en Bolivia, impacto de modificaciones medioambientales en la transmisión de la Hepatitis B en Ecuador, vectores de la enfermedad de Chagas en Paraguay, y habitats de flebotomos transmisores de leishmaniasis cutánea en el norte de Argentina. Del trabajo día a día del grupo hay que resaltar el espíritu de fraterna camaradería y de apoyo mutuo que existió durante el curso entre alumnos y profesores lo cual refuerza la percepción de que el trabajo interdisciplinario no solo fortaleció el aprendizaje, sino también facilitó la ejecución de los proyectos, el intercambio cultural, de ideas, proyectos y experiencias así como la integración Latinoamericana a través del manejo de problemas de Salud Pública comunes mucho de los cuales poseen impacto en poblaciones y territorios compartidos a nivel regional. Asimismo, durante la evolución del Curso tuvimos la oportunidad de asistir a los actos con motivo del lanzamiento espacial del 1er. satélite-radar, de un total de 6, del Sistema Italo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE), primer sistema satelital del mundo diseñado específicamente para prevenir, monitorear, mitigar y evaluar catástrofes.

Sin duda, todos estos abordajes con la herramienta satelital para el estudio de los problemas de Salud Pública y el aporte que de ellos se derivan deben necesariamente involucrar a la institución universitaria en la necesidad de interactuar con otras instituciones especializadas en la temática para incorporar y fortalecer los planes curriculares y asignaturas para la formación de personal competente y dependencias de investigación adecuadas para el trabajo multidisciplinario que implica el aprovechamiento de la tecnología espacial en Medicina y, particularmente en el desarrollo de la Epidemiología Panorámica.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Diccionario de la Lengua Española. Vigésima 2da Edición. Disponible en: <http://buscon.rae.es/drae/I/>. Consulta: 17-09-2007.
- 2.- Chuvieco, E. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3ª Edición. Ediciones RIALP. España. 1996.
- 3.- Short, NM. Remote Sensing. Tutorial. Disponible en: <http://rst.gsfc.nasa.gov/Front/Tofc.html>. Consulta: 17-09-2007.
- 4.- Scavuzzo, CM, Fea, M. Internacional Workshop on space technologies applies to human health for the Benefit of Latin American and Caribbean Countries –Some Highlights- Revista SELPER. Ed. Especial. 20 (1): 5-7. 2005.
- 5.- Beck, RS; Bradley, MS; Byron, MW. Remote Sensing and Human Health: New Sensors and New Opportunities. Emerg. Infect. Diseases. 6 (3) 2000.
- 6.- Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Disponible en: <http://www.conae.gov.ar/>. Consulta: 30-08-2007.

Cruz Manuel Aguilar

Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales

“Dr. J. Witremundo Torrealba” (CIET-UC)

San Carlos – Estado Cojedes

Venezuela

[cruzmanuelaguilar@yahoo.com](mailto:cruzmanuelaguilar@yahoo.com)

[cietuc@uc.edu.ve](mailto:cietuc@uc.edu.ve)

Teléfono: +58-258-4337089

Con la finalidad de aportar mayor información sobre el Curso de Epidemiología Panorámica se anexa (con permiso de sus autores) parte inicial de reporte técnico donde se especifica programación, productos y apoyo internacional.

### Report On

#### **Advanced Training School on Landscape Epidemiology**

*A Next Step in the regional cooperation UNOOSA-CONAE At present, it is widely accepted that Earth Observation satellites are indispensable tools for environmental monitoring and that does exist a close relationship between environment and several infectious diseases such as vector borne, rodent borne and water borne. Therefore, it is clear that satellite imagery can be used as a powerful tool not only to accurately monitor the evolution of environmental and geophysical parameters, but also to improve knowledge and understanding*

*of environment-related diseases. Basically, “landscape epidemiology” or “tele-epidemiology”, considers that lot of the extrinsic factors that lead the biological behaviour of a population of vectors/hosts are the same that influence components of landscape that can be sensed by satellite imagery.*

*As a follow up of previous activities developed in cooperation between the Office For Outer Space Affairs United Nations Office at Vienna and the Argentinean Space Agency (CONAE), a tele-epidemiology training event with a regional scope has been organized. This activity was just proposed by all the members of the “TELE-EPIDEMIOLGY PAN-AMERICAN GROUP” created during the “Workshop about Spatial Technologies Applied to the Human Health in the Benefit of Latin American and Caribbean Countries”. This event hold from 19th to 23rd September 2005 at “Teófilo Tabanera Space Center” - Argentinean National Commission of Space Activities, Cordoba, Argentina, was attended by participants from 21 countries and organised under the sponsorship and with the participation of UN/OOSA, ESA, PAHO and several European and USA Universities. The prime objectives of the Workshop were to exchange information of the current status of tele-health practices in the American regions and to discuss issues, concerns and regional approaches from tele-health point of view, to establish a network and to stimulate the development of plans for operational implementations. As regards this specific point participants agreed that training is one of the most important points for reaching a real operative utilization of this new technology.*

*In this frame, the **Advanced Training school on Landscape Epidemiology** is designed as a joint effort of CONAE and UNOOSA to extend the technical capacity to a regional level and to promote the utilization of space technology in epidemiological problems through the develop of specific institutional projects. The organization of this fellowship program, developed in the Gulich Institute in Cordoba, Argentina between 14/05 - 22/06, included several innovative aspects that are important to remark:*

- 1- 3 modules A) Tutorial classical classes (2 weeks) B) Develop of individual institutional projects (3 weeks) C) generation of the regional initiatives (1 week)
- 2- Participants are defined institutionally by each country. Each country send a team consisting of one attendant from the Health field and another from RS and GIS field.
- 3- Participants will work on a project proposed by them. In this sense, each country team must start the school with a defined project and its corresponding data, receiving local advice to work on a relevant health problem of their country.
- 4- During the school, the concept of máster classes is introduced. Outstanding top researchers will visit Gulich institute and each one will perform whole day classes on specific issues. On an extra class day, they will meet groups of participants interested in establish some kind of cooperation projects. For this first edition the following

participations were confirmed: A professor and expert on Spatial analysis visitor from USA, A teleconference participation from European Space Agency about the use of Envisat products, a researcher from Mariscope Chilena to talk on use of RS in water borne disease, researchers from CNES (France) and two tutorials on concepts regarding epidemiology and ecology by Argentinean experts.

The whole training program was developed following:

- Two weeks of basic concepts on Remote Sensing (RS) and Spatial Analysis including:
  - Introduction to RS
  - Satellite data availability and applications
  - Image Digital processing
  - SAR Images
  - Temporal series of space data (NOAA, MODIS and Spot)
  - Statistics
  - Numerical modeling using RS in epidemiology
  - Harmonic analysis,
  - Cluster detection,
  - Review of relevant papers published in international Journals Related to Landscape Epidemiology.

After this, three more weeks for the development of delegations specific projects and a last week when each team will present the results of their work detailing their implementation and discussions about regional future of **“health early warning projects”**. To guarantee the pos-training development of the projects, only the applications for participation from institutional complete teams (two experts) were considered. The applications had to include a short description of project to be performed, interests, and local set of data available to work on. In addition, each country team had to bring medical/entomological data of the problem they wanted to work on during their stay in CONAE, including indispensably geographical and temporal coverage. In this sense, it was necessary to perform an important pre-course work between coordinators and participants. Gulich Institute staff-advisor was composed by 6 researchers with international experience in charge of direct supervision of each project and general school technical coordination.

List of Participant and projects included in this training school first version:

- A) Dr. Salgado from the Instituto de Biomedicina, Universidad Central de Venezuela and Dr. Cruz Manuel Aguilar Director of Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales, working on Leishmaniasis.
- B) Dr. Jairo Garcia from Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) and Dr. Diana Rojas from the Colombia National Health Institute, developing a risk map of Malaria in Colombia.
- C) Eng. Alex Zambrano from Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA) and Elisa

Solano from Organismo Andino de Salud, developing a risk map of Malaria in Peru.

- D) Dr. Carlos Torres from Ecuador Health Ministry and Ing. Andres Acosta, working on Hepatitis B and its relation with environmental indicators.
- E) Dr. Pablo Jara and Jose Villarroel, geographers from Chile Health Ministry, working on Chagas.
- F) Dr. Mara Muñoz and Lisa Yuruhan, both biologists from Paraguay Health Ministry, working on Malaria spatial and temporal patterns and on environmental indicators Chagas
- G) Eng. Alvaro Aguilar and Jehan Ninon from Bolivia National Program on Global Change, Health component, working on stratification of Dengue in an important city of Bolivia.

This activity represents another step of the “Office For Outer Space Affairs United Nations Office at Vienna” and the “Argentine Space Agency”, promoting the use of the Space information on Health at regional level through the development of capabilities to generate **“Regional Health Early Warning Systems”** and the creation of a Centre of Excellence in this field of application, in South America.

**Lamfri M, Rotela C, Porcasi X, Másuelli S,  
Simone I, Scavuzzo CM**

Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)  
Instituto Gulich, Córdoba-Argentina  
[lamfri@ceet.conae.gov.ar](mailto:lamfri@ceet.conae.gov.ar)