

# ECIPERU

## Encuentro Científico Internacional

Volumen 3

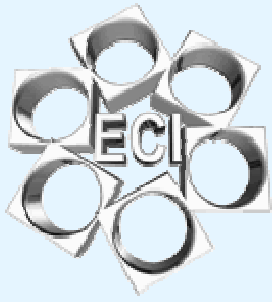
Enero – Julio 2006

Número 1



<http://www.eciperu.org.pe>

Lima, Perú



## ECIPERU

Revista del Encuentro Científico Internacional

Volumen 3 - Número 1  
Enero - Julio 2006

ISSN: 1813 - 0194

### Editor

Raúl Ishiyama Cervantes

### Comité editorial

Jorge Sérquen Jiménez  
Angel Fulqui Arteaga  
Yahir Martín Delzo Lazo  
Miguel Risco Castillo

### Diagramación

Miguel Risco Castillo

E-mail: revista@cienciaperu.org

Teléfono: 447-5713

### Dirección:

Universidad Nacional de Ingeniería

Depósito legal: 2004 5922

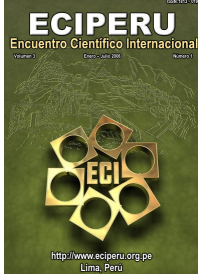
Arbitrada

Publicación semestral

Distribución Gratuita

REVISTA DE EDICIÓN VIRTUAL

<http://www.eciperu.org.pe>



**Portada:** Imagen de fondo en bajo relieve representando la ciudadela Inca de Machupicchu nominada a ser una de las 7 maravillas del nuevo mundo. Las exposiciones del Encuentro Científico Internacional se desarrollaron en el centro de convenciones internacionales del INICTEL, Colegio de ingenieros del Perú - consejo departamental de Lima, Academia superior de guerra de la FAP, colegio médico del Perú y en el polideportivo de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

## CONTENIDO

### 1 EDITORIAL

#### TEMAS ORIGINALES

- 2 EL SEMILLERO CIENTÍFICO / THE SCIENTIFIC SEEDING. Raúl Ishiyama Cervantes, Julio Ishiyama Nakatahara
- 5 PROTOTIPO ITINERANTE PARA LA EXPERIMENTACIÓN DE LA MECÁNICA CLÁSICA. David Esteban Espinoza, Wilmer Guevara Vasquez, Zonia Gladis Vitor Espinoza
- 8 FACTORES QUE CARACTERIZAN A LOS PROFESORES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ESTATALES DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES / FACTORS THAT CHARACTERIZE THE TEACHERS OF THE PUBLIC EDUCATIVE INSTITUTIONS OF THE DISTRICT OF SAN JUAN DE MIRAFLORES. María Estela Ponce Aruneri
- 12 ESTIMACIÓN DE DOSIS DE RAYOS X EN PACIENTES SOMETIDAS A EXÁMENES DE MAMA: ESTUDIO PRELIMINAR / ESTIMATION OF DOSE THE X RAY IN PATIENTS SUBJECTED MAMA EXAMS: PRELIMINARY STUDIES. Edward Meca Castro, Raúl Palomino Camones, Yazmyn Paraguay Villa, John Añasco Silva.
- 15 LA ÉTICA Y LA MEDICINA LEGAL EN LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN SALUD / THE ETHICS AND THE LEGAL MEDICINE IN THE SCIENTIFIC RESEARCHES IN HEALTH. José Luis Pacheco De La Cruz
- 18 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS DE PRONÓSTICO DE HELADAS EN EL VALLE DEL MANTARO / CALIBRATION AND VALIDATION OF FROSTS FORECASTING MODELS FOR MANTARO VALLEY. Janeet Sanabria, Jerónimo García, Jean-Paul Lhomme.
- 22 CONTABILIDAD DE LA HUELLA ECOLÓGICA BASADA EN LA EMERGÍA - CASO PERUANO / ACCOUNTING OF ECOLOGICAL FOOTPRINT BASED ON EMERGY - PERUVIAN CASE. Raúl Siche , Enrique Ortega , Héctor Rodríguez
- 25 ANÁLISIS DE VARIABLES DETERMINANTES EN LA BÚSQUEDA DE SITIOS ASTRONÓMICOS EN EL PERÚ / SEARCHING ASTRONOMICAL SITES IN PERU: DETERMINANT VARIABLES ANALYSIS. G. A. Ferrero, W. R. Guevara Day, V. Navarrete y M. Pelayo.
- 29 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES APLICADO AL ESTUDIO DE ÍNDICES DE HUMEDAD A NIVEL DE SUPERFICIE. Kevin Enrique Sánchez Zavaleta

#### OPINION

- 32 APRENDER INVESTIGANDO / LEARN TO INVESTIGATE. Raúl Ishiyama Cervantes.

### 35 RELACIÓN DE ORGANIZADORES

### 36 INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

## LOS NUEVOS RETOS EN LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA

Los constantes cambios en el escenario social del mundo globalizado, las modificaciones en la implementación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, llevan a buscar nuevas formas de comunicar en forma rápida y efectiva los temas referidos a ciencia.

Los investigadores son personas que trabajan constantemente para resolver los problemas, ampliar, modificar, verificar lo realizado por los predecesores o para incrementar la cultura científica, con el objetivo de mejorar la calidad de vida, como lo han comprobado las potencias mundiales que lo son en gran parte por la investigación científica.

La mayoría de los países latinoamericanos, con economía deprimida, presentan una situación socio económica compleja, requieren que los trabajos de sus investigadores sean puestas a disposición de sus pares y la comunidad con el fin que estos puedan ser replicadas para el desarrollo del país. La difusión de esos conocimientos se debe hacer a través de las revistas especializadas que es la forma más actualizada de comunicación, más accesible al presupuesto y que continúa siendo la más efectiva.

El Internet permite que revistas como ECIPERÚ sean leídas por cientos de miles de personas a diferencia de las impresos en papel cuya distribución y difusión es limitada. Se debe tener en cuenta que las palabras en impresión virtual pueden desaparecer a diferencia que la palabra escrita en papel es eterna.

¿Por qué hay una necesidad de divulgar la ciencia y la investigación científica?, porque la ciencia y la investigación científica son parte de la cultura y no se puede ser un país culto ignorando la suma de conocimientos que proporciona la ciencia, ni del proceso que actualiza esa cultura que es la constante investigación.

Tenemos pocos científicos que investigan y publican, comparando con el número que tienen los países con mejor calidad de vida, nuestros científicos publican poco cuando es urgente la difusión de los resultados de sus trabajos presentados oralmente en los diversos eventos. Uno de los indicadores que prestigia a las instituciones y en particular a las universidades es la cantidad de artículos científicos publicados por sus miembros.

La sociedad busca una constante comprensión del comportamiento de la ciencia. En los periódicos se puede leer sobre aluviones, heladas, sequías, plagas, todos requieren de una comprensión de la ciencia.

Algunas de las dificultades que hay que enfrentar son: muchos escolares no tienen acceso a una adecuada educación, son pocas las personas que se dedican a divulgar la ciencia, el excesivo centralismo aún cuando en las grandes ciudades se realicen tareas de divulgación de la ciencia, la geografía accidentada y los medios de transporte del país dificulta que los materiales lleguen a la población dispersa y, por lo tanto, los costos de producción y distribución son elevados. Con la tecnología digital se puede superar lo anterior. Usando el concepto de red, se supera en parte el centralismo, porque a través de las redes los nodos pueden operar de manera independiente, no se requiere que los beneficiarios estén inscritos en algún tipo de programa, estos pueden ver los programas desde su casa, de los colegios o de las cabinas, libremente.

La vida de la mayoría de las revistas peruanas ha sido precaria, después de pocos números se interrumpía su edición, la razón principal fue la falta de artículos; esto no debe suceder con ECIPERÚ porque en el ECI cada semestre se presenta numerosas investigaciones, por lo tanto su éxito está asegurado.

En el primer artículo de esta edición se ensaya la forma de un resumen estructurado para mayor facilidad en la lectura. A partir del siguiente número la revista contará con un nuevo editor, muy interesado en la divulgación de la ciencia. Se hace cargo de la revista a su solicitud, lo que demuestra su interés de tratar que se publique la mayoría de los trabajos que se presentan semestre a semestre en el ECI.

Agradezco a los que me acompañaron en forma constante y efectiva, en este corto recorrido editorial desde que organicé la revista, verdaderos amigos interesados en promover la investigación como Miguel Risco Castillo, Jorge Serquén Jiménez, Yahir Martín Delzo Lazo, Ángel Fulqui Arteaga y Naldo Balarezo Gerstein.

El Editor

# EL SEMILLERO CIENTÍFICO

## THE SCIENTIFIC SEEDING

Raúl Ishiyama Cervantes<sup>1</sup>, Julio Ishiyama Nakatahara<sup>2</sup>

### RESUMEN

**Objetivos** La investigación científica es la base del desarrollo de los países. Es imprescindible seguir promoviendo desde la escuela a través de las ferias escolares, bajo las pautas internacionales para que la misma metodología se continúe en la universidad en donde haya tantas formas de hacer investigación como universidades y facultades existen. Hace 16 años en el país se instituyó la Feria Escolar de Ciencia y Tecnología, gracias a la capacitación constante con cursos itinerantes que hacía el Concytec en las diferentes sedes del país se motivó la creatividad e innovación en los escolares. **Métodos** La capacitación, las entrevistas, la asesoría, el constante contacto con los asesores fue el medio para acumular información y desarrollar la investigación. **Resultados** A través de los años numerosos trabajos que llegaron a la final nacional de la Feria, no se publicaron para informar los resultados para evitar las repeticiones. En los últimos años por falta de capacitación los trabajos de las ferias han sido en su gran mayoría esquemas, maquetas y copias ya realizados, no hay un registro que permita el control. La nueva administración de la Feria prescindió de los colaboradores *ad honorem*, sin continuidad no hay progreso. Los profesores asesores no son científicos, son personas heroicas interesadas en promover la investigación. **Conclusiones** La feria escolar es la mejor forma de promover investigadores desde la escuela; está instituida porque los alumnos desde el primer día de clase buscan temas; tuvo auge hasta los primeros años del presente siglo, la falta de continuidad metodológica hizo que los trabajos que se presentan sean repetitivos salvo excepciones; es necesario seguir capacitado al maestro para que sea el ente motivador y salir del subdesarrollo.

**Palabras clave:** Feria escolar, nivel, desarrollo, creatividad, innovación.

### ABSTRACT

**Objectives** The scientific investigation is the base of the development of the countries. It is essential to keep on promoting from the school across the school fairs. Under the international standards so that the same methodology is continued in the university where there should be so much ways of doing investigation as universities and faculties exist. More than five years I came to the constant training with itinerant courses that the Concytec does in the different head offices of the country, the creativity and innovation was motivated in the students. **Methods** With the training, the interviews, the consultancy, the constant contact with the specialists was the way to accumulate information and to develop the investigation. **Results** Across the numerous years works that came to the national final of the fair, were not published to inform the results to avoid the repetitions. In the last years, for lack of training, the works of the fairs have been in his big majority schemes, mock-ups and copies of the realized, there is not a record that allows the control. The new administration of the fair did without the collaborators *ad honorem*, without continuity there is no progress. The teachers advisers are not scientists, they are heroic interested persons in promoting the investigation. **Conclusions** The school fair is the best way of promoting it investigators from the school, it is instituted because the pupils from the first day of classes look for topics, it had heyday until the first years of the present century, the absence of methodological continuity did that the works appear are repetitive except some of them, it is necessary to keep on qualifying the teacher so that it is the booster and to go out of the underdevelopment.

**Key words:** School fair, level, development, creativity, innovation.

---

### INTRODUCCIÓN

La investigación científica (IC) es la base para el desarrollo de las naciones, en nuestro medio se debe incentivar la publicación bajo los parámetros internacionales desde la escuela, preparando al potencial científico que tendrá que enfrentar al mundo globalizado y altamente competitivo. Se cuenta con la ventaja de la facilidad de la comunicación que permite acceder con facilidad a los conocimientos científicos de casi todo el mundo.

La IC es una tarea sencilla, lo fue desde su inicio y debe seguir siendo de la misma manera. Los especialistas al desarrollar trabajos más puntuales, requieren de equipos, materiales y reactivos en algunos casos de alto costo.

La investigación se inició con la curiosidad del humano primitivo, con el transcurso del tiempo se organizó en forma planificada secuencial, y por razones desconocidas en los últimos años se complicó en su estructura.

La IC tiene parámetros universales para un adecuado entendimiento entre las personas y los pueblos, trata de hablar un lenguaje común. El grupo que crea su propio sistema tiende al aislamiento.

El semillero científico es la escuela y el colegio, con la participación en las actividades científicas permitirá que los alumnos encuentren su vocación experimentando,

---

<sup>1</sup>Centro de Estudio e Investigación en Medicina y Altura (CEIMA)

<sup>2</sup>Instituto San Ignacio de Loyola

más que con charlas prevocacionales teóricas.

La universidad es la responsable de formar investigadores, entre estas no existe uniformidad de criterios porque hacen respetar su autonomía, lo mismo sucede en cada una de sus facultades que cuenta con su propio reglamento de investigación y/o de tesis, hay excepciones.

Los Institutos Pedagógicos Superiores (IPS) formadores de maestros, en su programa cuenta con 10 cursos de investigación (1), uno por semestre, durante los ocho primeros ciclos con dos horas semanales; el noveno y décimo con seis horas. Teóricamente cada año egresarán miles de profesores altamente capacitados en investigación. Preguntas ¿quiénes enseñan los cursos de IC?, ¿son profesores que se han graduado con tesis?, ¿investigan y publican periódicamente para estar actualizados?

Para orientar en la IC se requiere como requisito fundamental publicar, no seguir la rutina de repetir lo que está en los libros. Si los docentes investigadores investigaran la realidad de la educación peruana, no estaríamos lamentando de la “Educación en crisis” (2), tendríamos cientos de propuestas de solución para salir del lugar que ocupamos con relación a los países de Latinoamérica.

Para resolver los problemas regionales no se requiere de método ni material complicado y de alto costo, simplemente que la persona de cualquier condición conozca los fundamentos de la IC, preparar el proyecto sin adornos, desarrollar la investigación, escribir los resultados y publicarla para beneficio de la comunidad (3)

En 1988 se organizó la primera Feria Escolar de Ciencia y Tecnología (Fencyt) para incentivar la investigación científica desde la escuela, por iniciativa del ingeniero Carlos del Río entonces presidente del CONCYTEC, contó con el asesoramiento del autor de este artículo. Hasta el año 2002 los organizadores promovían en los docentes la capacitación para proporcionar una adecuada orientación a los maestros asesores, desde encontrar temas originales, desarrollar la investigación y escribir el informe en forma similar a como lo hacen los investigadores, evitando copias de trabajos realizados, la intención fue mostrarle la forma de encontrar temas originales sobre el mismo asunto. El personal responsable de la Feria acompañado de científicos viajaba a las direcciones regionales para orientar a los profesores especialistas. (1)

En los últimos años el concepto “original” fue deformado por los asesores con honrosas excepciones. Debido a que quien asume un cargo cambia las pautas y hasta el nombre de la actividad, probablemente para aparecer como original, sin considerar que la continuidad es un aspecto fundamental de la investigación para el desarrollo común.

Existía la Feria Universitaria para estimular a los jóvenes hacia la IC desde los primeros años de su formación profesional (4), luego el periodismo científico y... dejó de realizarse el primero desde hace varios años y el segundo nunca realizó su primera actividad. La comunidad se pregunta ¿para qué programan si no se va tener continuidad?

Ocupamos uno de los últimos lugares en educación con

relación a los países Latinoamericanos. Se debe actuar de inmediato para superar esta deficiencia. La solución es simple, uniformizar criterios, no imponiendo con un dispositivo legal, sino formando investigadores en forma práctica. Se sigue esperando la aplicación de la ley de Promoción de la Investigación decretada en julio de 2004.

Se debe trabajar convenciendo que existen pautas internacionales para estar de acorde al mundo globalizado hablando un mismo lenguaje científico.

Algunos colegios han logrado superar el sistema tradicional. En dos oportunidades el Colegio Adventista Tupac Amaru de la Ciudad de Juliaca, convocó a los ganadores de la Feria Escolar del departamento de Puno, publicando dos libros con los resultados en extenso de cada representante provincial.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Existen comentarios, conferencias, foros, mesas redondas y otras actividades similares publicadas que proporcionan información para desarrollar adecuadamente la formación de los jóvenes investigadores. En el caso de la Fencyt se basa en lo observado durante varias versiones de los trabajos que llegaron a la final nacional y los comentarios de los profesores interesados en apoyar a sus estudiantes consultando a personas que tienen experiencia en investigación, maestros heroicos empeñados en formar semilleros de investigadores.

Se comparó las directivas desde el inicio de la Fencyt hasta el 2003, para ver si la nueva administración mejoró esta actividad.

La experiencia del Colegio Adventista Tupac Amaru de la Ciudad de Juliaca con la convocatoria a los representantes de los distritos de Puno fue una buena fuente de información, en el esfuerzo de incentivar la investigación desde la escuela.

## RESULTADOS.

Las ferias hasta el 2003 contaban con asesoría de profesores universitarios imbuidos en la tarea, que habían estado colaborando desde hacía varios años. Al hacerse cargo la nueva coordinadora, hizo lo típicamente peruano: Prácticamente borró lo que hizo su antecesor y se puso a inventar cosas nuevas, se desligó de los asesores tradicionales con experiencia y llevó a su personal de confianza sin experiencia en esta tarea.

La directiva era sencilla como debe ser el proceso de investigación a nivel escolar. La coordinadora lo hizo complicado. La ficha de evaluación tenía apenas 12 parámetros, la actual consta de 42, mucho más de lo que se exige para calificar el formato de un artículo científico.

La mayoría de los miembros del jurado son personas con buena voluntad, pero con limitaciones de tiempo. No leen los trabajos antes de proceder a calificar para tener una idea total de la investigación. La buena voluntad no es suficiente.

Cuando el alumno se enfrenta al jurado, como es natural, se esmera más que cuando explica al común de las personas. La intención de la participación del estudiante como investigador es que debe exponer en forma natural.

Se ven repeticiones de trabajos ya realizados, esto no estimula la creatividad ni la innovación que es una de las características de la investigación científica. No toman en cuenta los problemas regionales que requieren de solución inmediata, fáciles de realizar y de poco costo

El Colegio Adventista Tupac Amaru de la ciudad de Juliaca, ha publicado en extenso los trabajos ganadores de cada uno de los distritos del Departamento de Puno, tratando de estar de acuerdo con los estándares internacionales. Es un esfuerzo para enseñar la ciencia por la investigación (5)

## DISCUSIÓN

Cuando se interrumpe la continuidad de un proceso prácticamente todo tiene que comenzar de cero. Sin continuidad no hay progreso

No se ha logrado tener un catálogo de las investigaciones realizadas, para consulta, obtener temas originales con la modificación o mejora de lo realizado y para control con el fin de evitar repeticiones (1)

Para dar directivas, especialmente en el Perú profundo, hay que haber visitado y alternado con los maestros y alumnos de la zona. Los maestros y funcionarios de escritorio desconocen la realidad. No es suficiente dar directivas para las urbes, cuando en las zonas deprimidas hay problemas que el mismo poblador debe aprender a solucionar científicamente, los alumnos de los colegios lo pueden hacer si son debidamente orientados.

Casi ningún maestro de aula participan en los proyectos que ellos van a guiar de acuerdo a su realidad, a los de las zonas deprimidas prácticamente se les margina.

¿Cuántos de los expertos programadores de proyectos para mejorar la educación, han vivido por lo menos una semana en un pueblo joven de los que carecen de agua y desagüe?, ¿cuántos en un pueblo de menos de 1000 habitantes?, ¿cuántos en una comunidad andina?, ¿a cuántos padres de familia de los mencionados ambientes se les ha solicitado sus comentarios para ver las necesidades de sus hijos?

Se debe aprovechar las experiencias sobre labores realizadas con éxito para mejorar la enseñanza en general y la investigación científica en particular, con el fin que se apliquen en lugares con necesidades similares (4). El fin de la investigación es su publicación y difusión para que sea de utilidad a las personas y al país.

La suma de experiencias publicadas al alcance de todos, las revistas impresas en papel tienen un tiraje limitado pero pueden ser fotocopiadas para ampliar su difusión; las revistas virtuales tienen mayor amplitud para los interesados, en algunos casos son difíciles de ubicar por la gran cantidad de temas que existen sobre el mismo asunto.

Las instituciones formadoras de investigadores científicos, deben adecuarse al mundo actual con los estándares internacionales. El país necesita con urgencia investigadores motivados para resolver los problemas o incrementar la cultura científica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Ministerio de Educación. Guía de investigación. Lima: Ministerio de Educación, Dirección nacional de Formación y Capacitación Docente; 2002.
02. El Comercio. Educación en crisis, Diario El Comercio de Lima. 05-10-29. Sección a12.
03. Ishiyama Cervantes, Raúl; Ishiyama Nakatahara, Julio. Investigación científica para todos. ECIPERÚ. 2005; 2(1): 3-5.
04. Ishiyama Cervantes, Raúl; Hallasí Roselló, Dilma Diany. Formación de jóvenes científicos. ECIPERÚ. 2004; 1(1): 20-22.
05. Aquino Yupanqui, Wilber. XIII Feria escolar nacional de ciencia y tecnología. Juliaca: Colegio Adventista Tupac Amará; 2003.

E-mail: rishiyamac@yahoo.es

# PROTOTIPO ITINERANTE PARA LA EXPERIMENTACIÓN DE LA MECÁNICA CLÁSICA

## TRAVELING PROTOTYPE FOR THE EXPERIMENTATION OF THE CLASSIC MECHANICS

David Esteban Espinoza<sup>1</sup>, Wilmer Guevara Vasquez<sup>2</sup>, Zonia Gladis Vitor Espinoza<sup>3</sup>

La ciencia está en conocer la oportunidad y aprovecharla: en hacer lo que conviene a nuestro pueblo con sacrificio de nuestras personas; y no en hacer lo que conviene a nuestras personas, con sacrificio de nuestro pueblo.

José Martí

### RESUMEN

Persisten las dificultades en el sistema educativo y en consecuencia la aguda crisis de la enseñanza de las ciencias en las escuelas de educación secundaria del Perú la que tiene entre sus principales vértices la carencia de materiales de experimentación, en escuelas urbanas como en las rurales, la insuficiencia de presupuestos y la crítica escasez de investigaciones al respecto, a producido una enseñanza memorista y deductiva de la física pasando por alto la experimentación de los fenómenos. Se diseñó, construyó y evaluó la operatividad de un "Prototipo Itinerante para la Experimentación de la Mecánica Clásica" el que realiza una amplia gama de experimentos. Es portátil, posee manual de uso, es adecuada para que los usuarios independientemente de su edad y grado de instrucción comprendan distintos principios físicos de la mecánica clásica. En la construcción se usaron materiales reciclados.

**Palabras clave:** Itinerante, mecánica clásica.

### ABSTRACT

The difficulties persist consequently in the educative system and the acute crisis of the education of sciences in the schools of secondary education of Peru the one that has between its main vertices the deficiency of experimentation materials, in urban schools like in the rural ones, the insufficiency of budgets and the critical shortage of investigations on the matter, to produced a memoirist and deductive education of the physics ignoring the experimentation of the phenomena. It was designed; I construct and evaluated the operability of a "Travelling Prototype for the Experimentation of the Classic Mechanics" the one that makes an ample range of experiments. He is portable, it has manual of use, it is adapted so that the users independently of their age and level of training understand different physical principles from the classic mechanics. In the construction recycled materials were used.

**Key words:** Travelling, classic mechanics.

### INTRODUCCION

Investigar es tratar de dar solución a los problemas de nuestra patria, no hay datos exactos pero la mayoría de los colegios del Perú no están provistos de talleres, laboratorios y bibliotecas. Existen escuelas rurales donde nunca se implementó un laboratorio. Simultáneamente las políticas para el desarrollo de la ciencia y tecnología desde la escuela hasta la universidad y empresa son inexistentes. En 1968 cesaron los intentos de renovación de enseñanza de las ciencias (1) y en 1993 se desactivó el Programa Nacional de Mejoramiento de las Ciencias PRONAMEC (2) por el gobierno de Alberto Fujimori. La enseñanza de los cursos de ciencias se limita salvo honrosas excepciones a la memorización y evaluación individual aceptando lo que dicen los libros (3), se prioriza el ingreso a la universidad y no la preparación para la vida. En nuestro Sistema Educativo las escuelas primaria, secundaria, institutos superiores tecnológicos-pedagógicos,

universidades todos dedicados al quehacer educativo trabajan sin ninguna coordinación para mejorar la enseñanza de las ciencias en nuestro país.

El objetivo fue diseñar y construir un prototipo experimental para la experimentación de la Mecánica Clásica empleando materiales en desuso y reciclados, que efectué una amplia gama de experimentos dentro de la mecánica, además sea itinerante. La hipótesis de trabajo que es posible diseñar-construir a bajo costo el prototipo con las características descritas y al ser itinerante es factible que pueda ser desarmable y de fácil transporte.

### MATERIAL Y METODOS

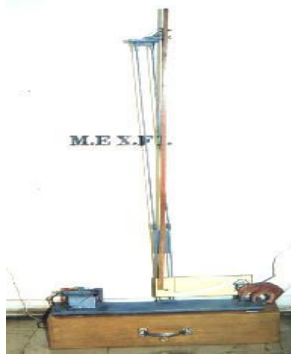
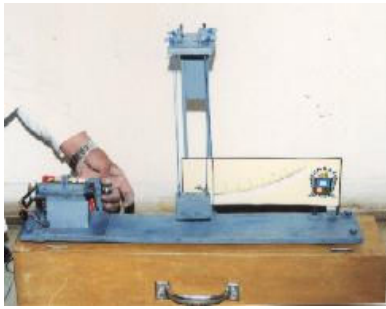
**Materiales:** Todo lo que se puede reciclar.

**Métodos:** Investigación bibliográfica, recuperación de tecnologías a través de técnicos y profesionales de dife-

<sup>1</sup>Profesor Física Matemática I.E. "San Luis", <sup>2</sup>Profesor Física Universidad Nacional "Daniel Alcides Carrión", <sup>3</sup>Profesora Nivel Primaria.

rentes áreas. Desarrollo de trabajos de investigación en forma grupal. Exposición de trabajos.

## RESULTADOS



Se diseñó y construyó el Prototipo Itinerante Para la Experimentación de la Mecánica Clásica. También se elaboró su Manual Auto instructivo. Se pueden efectuar las siguientes experiencias:

- Medir: Periodo de oscilación de un péndulo ( $T$ ), aceleración de la gravedad ( $g$ ), velocidad final ( $V_f$ ), velocidad inicial ( $V_o$ ), altura ( $h$ ), tiempo ( $t$ ) en el movimiento de caída libre.
- Medir la velocidad de los proyectiles.
- Medir: Tiempo de subida ( $t_s$ ), tiempo de bajada ( $t_b$ ), alcance horizontal ( $R$ ), alcance máximo ( $R_{max}$ ), altura máxima ( $h_{max}$ ) en el movimiento parabólico.
- Demostrar que no hay relación entre la velocidad de caída vertical y la velocidad de desplazamiento horizontal de un proyectil.
- Algunas funciones aplicables a la trigonometría.

## DISCUSION

A diferencia de los módulos tradicionales experimentales de física con el prototipo se puede realizar varias expe-

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

01. Ramos Cabredo, Gerardo. ¿Por qué no existe una Cooperación Efectiva Entre Científicos y Educadores en Ciencias en la Mayoría de Nuestros Países?: Razones y Soluciones. Memoria del seminario – Taller: Cooperación Entre Científicos y Educadores en Ciencias Para una Educación Científica y Tecnológica de Calidad. Lima. CONCYTEC; 2004: 51 – 52.
02. Yauri, Hector. De la Experiencia a una Nueva Visión de la Educación Científico Tecnológica. Memoria del seminario – Taller: Cooperación Entre Científicos y Educadores en Ciencias Para una Educación Científica y Tecnológica de Calidad. Lima. CONCYTEC; 2004: 82 -85.

riencias, para su traslado es desarmable lo que lo hace itinerante.

La construcción del prototipo integró una diversidad de conocimientos más amplio de la que brinda la escuela tradicional (aplicación de tecnología, materiales disponibles, repercusiones medio ambientales) incluyendo valores (éticos, culturales, estéticos). No basta que una tecnología funcione; es preciso evaluar y analizar sus posibles efectos y contemplar las consecuencias globales de su aplicación (4).

Al plantear que el prototipo independientemente de sus funciones referidas a la mecánica clásica; pueda ser desarmable e incluya numerosos experimentos con la finalidad que sea itinerante, implica que en la construcción real se originen toda una serie de problemas técnicos retadores para los estudiantes y exige imaginación y creatividad hasta lograr que el prototipo funcione. ¿Cómo lograr que una de las plataformas aloje el sistema reglilla – esfera y al presionar el pulsor ambas se intercepten? ¿Cómo construir otra plataforma para lanzar proyectiles que varíe su ángulo de inclinación y esté alineada con el objetivo? Se trata pues de un trabajo que pierde todo su interés si se plantea como una receta a seguir mecánicamente en una práctica de laboratorio tradicional. Aprender no es acumular en la memoria hechos extraordinarios. Saber es desarrollar la capacidad de pensar para crear y luego innovar (5). Ello produce en general mayor satisfacción que pueda generar la sola comprensión teórica (6). De esta manera al llegar a una institución de enseñanza superior serán capaces de establecer líneas de trabajo más productivas, tanto para su futura economía profesional como para el progreso del país. Si se trata de un técnico de mando medio, considerado a menos socialmente por ahora, estudiando científicamente logrará la categoría que su capacidad le confiere (7)

Nuestra experiencia aporta al esfuerzo por tratar de proponer en nuestro sistema educativo el modo de aprender investigando desde las escuelas (8), lo que está demostrado es viable, desmitificando la investigación científica ya que esta es un acto natural y sólo requiere seguir las pautas universales y el método científico (9,10), también se pueden aprovechar las experiencias de las actividades científicas extra escolares (11)

El desarrollo de nuestro país se dará en la medida en que la alfabetización científica dejen de ser eslóganes vacíos y de política sin rumbo, debemos de pasar a los hechos concretos. Es necesario interesar al poblador común en la investigación científica demostrando en forma práctica que esta actividad es sencilla y entretenida (12), tanto en ciencia básica como aplicada.

03. Esteban Espinoza, David. Incubadora de Investigadores científicos Escolares. Revista Iberoamericana de educación – Experiencias e Innovaciones C 2005-11-05; 37/1. En: [www.campus-oei.org/revista/experiencias107.htm](http://www.campus-oei.org/revista/experiencias107.htm).
04. Jonas, K. The Imperative of Responsibility in search of an ethics for the Technological Age. Chicago. University of Chicago Press.
05. Ishiyama Cervantes, Raúl. La Enseñanza – Aprendizaje y la Ética. Lima: Ministerio de educación;...
06. Maiztegui, Alberto. Papel de la Tecnología en la Educación Científica: Una Dimensión Olvidada. Revista Iberoamericana de Educación [Revista Virtual] 2002 enero abril; 28(1). En: [www.campus-oei.org/revista/rie28a05.htm](http://www.campus-oei.org/revista/rie28a05.htm)
07. Ishiyama Cervantes, Raúl. Mecanismo de producción de la Creatividad en Ciencia y tecnología. Lima: Ministerio de educación – CONCYTEC; 1989.
08. Esteban Espinoza, David. Una Manera Diferente de Aprender Investigando en las Escuelas Secundarias del Perú. ECI PERU [Revista Virtual] 2004 julio diciembre; 1(2): 56-58 En: [www.cienciaperu.org/revista](http://www.cienciaperu.org/revista)
09. Ishiyama Cervantes, Raúl. Pautas para la Publicación de Artículos científicos. Lima Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2003. En: [www.upch.edu.pe/pe/upchvi/investigación/upch.htm](http://www.upch.edu.pe/pe/upchvi/investigación/upch.htm)
10. Balarezo Gerstein, Naldo. Editor. Compilación de Normas y Criterios para la publicación de artículos Científicos. Lima: CONCYTEC; 2003.
11. Ishiyama Cervantes, Raúl. Un Salto al Futuro. Las Actividades Científicas Extraescolares Para el Aprendizaje como Investigación. Lima: Ministerio de educación – CONCYTEC; 1997.
12. Ishiyama Cervantes, Raúl; Ishiyama Nakatahara, Julio. Investigación Científica Para todos. ECI PERU [Revista Virtual] 2005 enero junio; 2(1): 3-5. En: [www.cienciaperu.org/revista](http://www.cienciaperu.org/revista)

# FACTORES QUE CARACTERIZAN A LOS PROFESORES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ESTATALES DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES

## FACTORS THAT CHARACTERIZE THE TEACHERS OF THE PUBLIC EDUCATIVE INSTITUTIONS OF THE DISTRICT OF SAN JUAN DE MIRAFLORES

María Estela Ponce Aruneri <sup>1</sup>

### RESUMEN

La investigación, muestra los factores principales de la situación académica, social y económica de los profesores de las Instituciones Educativas Estatales del distrito de San Juan de Miraflores. La investigación se realizó por muestreo (encuesta por muestreo), se aplicó un cuestionario mediante una entrevista personal a una muestra de 49 profesores de las IEE; se recolectaron datos para 46 variables que cuantifican las características de los profesores de estas instituciones.

**Palabras clave:** Profesor, variable nominal, autovalor, variación, factores, caracterización, segmento.

### ABSTRACT

The investigation shows the main factors of the economic, social and academic situation of teachers of the Public Educative Institutions of the district of San Juan de Miraflores. The investigation was made using sampling (survey by sampling); it was applied a questionnaire by means of a personal interview to a 49 teachers sample of the IEE; it was collected data for 46 variables that quantify the characteristics of the teachers of these institutions.

**Key words:** Teacher, nominal variable, eigenvalue, variance, factors, characterization, segment.

### INTRODUCCIÓN

La Ley General de Educación N° 28044<sup>1</sup>, dispone con respecto al educando: "el desarrollo de sus capacidades y habilidades para vincular su vida con el mundo del trabajo y para afrontar los incesantes cambios en la sociedad y el conocimiento"; un papel importante en el logro de esta meta es la participación del profesor.

Existen diversos estudios descriptivos univariados acerca de la situación de los profesores de las Instituciones Educativas Estatales (IEE) de nuestro país, las que se han limitado a evaluar su desempeño en el aula<sup>2</sup> o a las concepciones que tienen sobre las distintas áreas en que enseñan<sup>3</sup>; en el año 2003 se realizó una entrevista a 2000 profesores (nivel nacional), la que muestra entre otros, indicadores socio-económicos<sup>4</sup> pero que no son analizados en forma conjunta. El profesor es el agente principal del proceso educativo; se señala que "se ha producido un declive en su nivel profesional y una caída de sus remuneraciones y de su calidad de vida, con la consiguiente disminución de su reconocimiento social"<sup>4</sup>; por lo tanto todos estos factores deben ser analizados en forma conjunta para encontrar el Perfil del Profesor de las IEE del Perú, y se elaboren propuestas que efectivamente permitan revalorar al Profesor.

La UGEL N° 1 cuenta solamente con registros de datos básicos proporcionados por sus IEE, las que tiene que entregar periódicamente a la Unidad de Estadística Educativa del Ministerio de Educación; a la fecha no existen

investigaciones y/o publicaciones en relación a la situación económica, social y académica del profesor de este distrito.

Los objetivos de la investigación monográfica son: En primer lugar determinar los factores que caracterizan la situación académica, social y económica de los profesores de las Instituciones Educativas Estatales del distrito de San Juan de Miraflores, y en segundo lugar: identificar grupos o segmentos de profesores que se encuentran en una situación crítica y que requieren atención urgente.

La idea es mostrar la necesidad de evaluar al docente en forma integral, para que los especialistas puedan tomar decisiones en base a información estadística completa e iniciar el proceso de revaloración del PROFESOR, tomando las medidas adecuadas para mejorar el desempeño de los profesores de las IEE del distrito de San Juan de Miraflores; así los estudiantes de dicho distrito podrán recibir una educación de calidad y equidad.

Las limitaciones económicas restringió la investigación a las IEE del Cono Sur de Lima y las de tiempo a presentar en este artículo sólo los resultados del distrito de San Juan de Miraflores.

### MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación es exploratoria y descriptiva, los datos se recolectaron en el distrito de San Juan de Miraflores

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

durante el mes de octubre del 2005; luego de realizar una evaluación inicial y exploratoria de las variables éstas se redujeron a 30 (25 medidas en escala nominal y 5 en escala de razón). Las variables que fueron medidas en escala de razón, se categorizaron previamente antes de efectuar el análisis.

Se utilizó los siguientes métodos estadísticos:

**1º Muestreo Bietápico**<sup>5</sup>, para seleccionar la muestra de profesores. En la primera etapa se seleccionaron IEE utilizando muestreo estratificado aleatorio con afijación proporcional a la varianza y selección sistemática; en la segunda etapa se eligieron profesores utilizando muestreo estratificado aleatorio con afijación proporcional al tamaño y selección simple aleatoria.

**2º Análisis de Correspondencias Múltiples**<sup>6</sup>, es un método multivariado de interdependencia creado por el estadístico francés Jean-Paul Benzecri en los años 60; cuyo objetivo es describir la asociación entre las diferentes modalidades de las variables categóricas( medidas en escala nominal), a partir del análisis de la información contenida en una tabla de contingencia múltiple (resumida en la Tabla de Contingencia de Burt) y graficar la estructura de dicha tabla en un espacio formado por nuevas dimensiones<sup>7</sup>.

**3º Análisis Cluster**<sup>8</sup>, denominado también análisis de agrupamiento, es un método multivariado cuyo objetivo es identificar grupos o segmentos internamente homogéneos de objetos o individuos y heterogéneos entre grupos o segmentos. La agrupación se basa en las características de los objetos, en este caso utilizamos el método jerárquico aglomerativo que parte de una matriz de distancias(distancia euclídea) y el método de Ward para calcular las distancias entre grupos.

Para crear la base de datos, realizar los cálculos y gráficos utilizamos los paquetes estadísticos SPSS y STATISTICA, y la hoja de cálculo MSEXCELL

## RESULTADOS

**1.Muestreo Bietápico**, el máximo error admitido fue de  $\pm 5$  y  $\pm 7\%$  en la primera y segunda etapa respectivamente, y con un nivel de confianza del 95%. Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 1. Primera etapa: selección de IEE de San Juan de Miraflores

Nivel	Total de IEE	Muestra de IEE
Inicial	42	4
Primaria	43	10
Secundaria	32	17
Total	117	31

Se tomo como variable auxiliar el número de profesores por IEE; la información sobre total de IEE fue proporcionada por la UGEL N° 1.

Tabla 2.- Segunda etapa: selección de profesores de las IEE de San Juan de Miraflores

Nivel	Total de Profesores	Muestra de Profesores
Inicial	30	6
Primaria	231	18
Secundaria	620	25
Total	881	49

Se consideró como variable auxiliar los resultados que se registraron en la prueba piloto, sobre actitudes muy comunes, del profesor del cono sur, y que influyen en la determinación de su perfil.

## 2. Análisis de Correspondencias Múltiples

### 2.1. Determinación del Número de Factores

Previamente realizaremos la corrección de Benzecri:

$$\lambda_c = \left( \lambda - \frac{1}{Q} \right)^2 \left( \frac{Q}{Q-1} \right)^2$$

donde:

$\lambda$  : es el autovalor original.

Q : el número de variables incluidas en el análisis.

Tabla 3. -Porcentaje de variación explicada por factor (corrección propuesta por J.P. BENZECRI)

Factor	$\lambda_c$	Variación Acumulada
1	0,01738	35,42
2	0,01530	66,58
3	0,00510	76,98
4	0,03540	84,19
5	0,00218	88,63

La Tabla 3, muestra que los tres primeros factores explican una proporción significativa de la variabilidad de las modalidades de las variables bajo estudio, cuantificadas en un 76,98%.

Luego de verificar que las contribuciones de las modalidades de las variables, contenidas en el tercer factor, no son significativas, se trabajó con los dos primeros factores.

**2.2. Representación de los Factores Seleccionados y de las modalidades de las variables.** El primer factor representa la situación académica del profesor de las IEE.

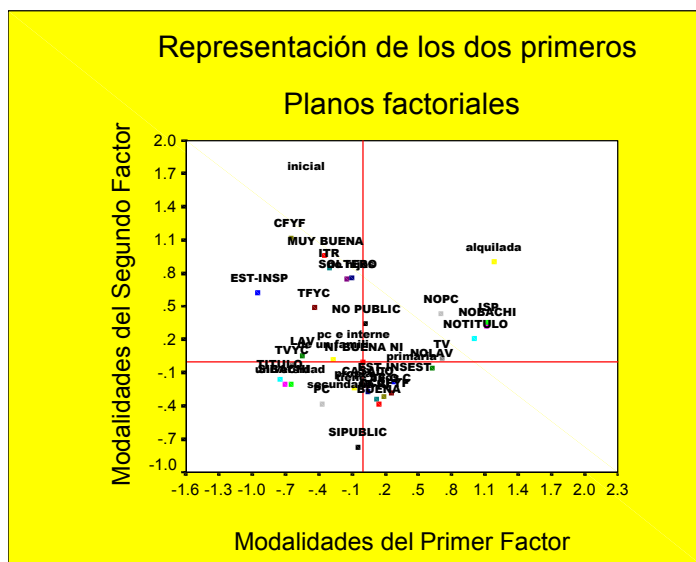


Figura N° 1. Representación de las modalidades de las variables académicas, económicas y Sociales.

La Figura N° 1, nos muestra dos grupos asociados al *primer factor*; el primer grupo (primer cuadrante) muestra profesores que estudiaron en Institutos Superiores Pedagógicos, no tienen Bachillerato ni título profesional y solo tienen televisor, viven en casa alquilada. En el segundo grupo(tercer cuadrante) se encuentran los profesores que estudiaron su carrera profesional en Universidades, tienen Bachillerato y título profesional; cuentan con computadora personal, televisor con servicio de cable, equipo de sonido y DVD, lavadora y casa propia o de

un familiar; enseñan a nivel Secundaria.

El segundo factor representa la situación socio-económica de los profesores de las IEE de San Juan de Miraflores, se observa dos grupos asociados al *segundo factor*; el primero grupo(segundo cuadrante) conformado por profesores que tienen una relación muy buena con sus colegas, alumnos y el director; utilizan para preparar sus clases internet, libros y/o textos y revistas; tienen cámara fotográfica y filmadora; son solteros y no tienen hijos; pero además enseñan a nivel inicial. El segundo grupo(cuarto cuadrante) conformado por profesores casados, con hijos, mantienen una buena relación con sus colegas, alumnos y el Director de la Institución Educativa donde trabajan; utilizan como referencias bibliográficas para preparar clases: libros-internet o libros-revistas, tienen servicio telefónico fijo o celular; enseñan a nivel primaria.

2.3. *Representación de los Profesores en los dos primeros factores.* En el primer cuadrante de la Figura N° 2, se encuentran el 24,49% de los profesores con una situación académica y socio-económica que se puede caracterizar como no óptima.

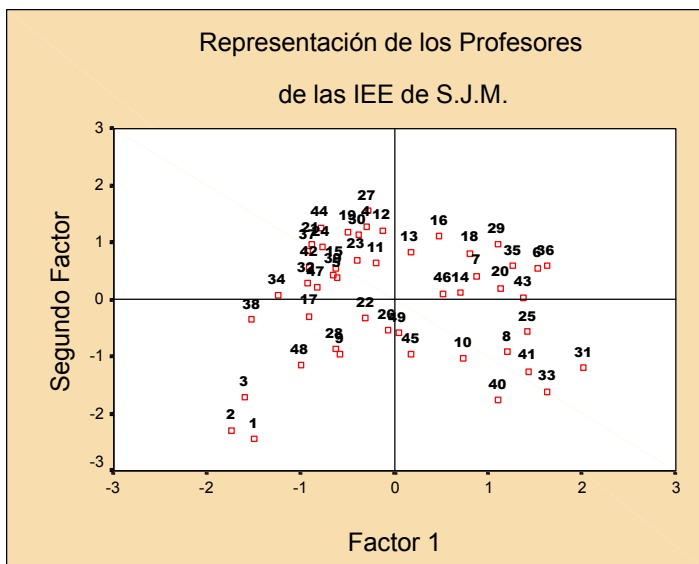


Figura N° 2. Caracterización de los Profesores.

En el segundo cuadrante se encuentran el 36,73% de los profesores que se caracterizan por tener una buena situación económica, pero académicamente no se encuentran en las mejores condiciones. El tercer cuadrante muestra el 14,29% de los profesores que trabajan en las IEE del distrito de San Juan de Miraflores, se encuentran en una buena situación académica y económica. En el cuarto cuadrante se encuentra el 18,37% de los profesores de las IEE, se caracterizan por una situación académica y económica inadecuada. Además existe un 6,12% de profesores que no se encuentran asociados a ninguno de los grupos.

### 3. Análisis Cluster

La Figura N° 3, muestra el gráfico que se elaboró utilizando las puntuaciones asignadas a los profesores en el análisis de correspondencias múltiples y los valores proporcionados por el método de Ward (análisis cluster: Método jerárquico aglomerativo); para encontrar grupos o segmentos de profesores.

Se observa claramente tres grupos: el primero conformado por los profesores que se encuentran en una buena situación académica y económica, el segundo grupo conformado por profesores que se caracterizan por estar en una situación académica inadecuada pero se encuentran en buena situación económica, y el tercer grupo conformado por profesores que se encuentran en una situación académica y económica inadecuada.

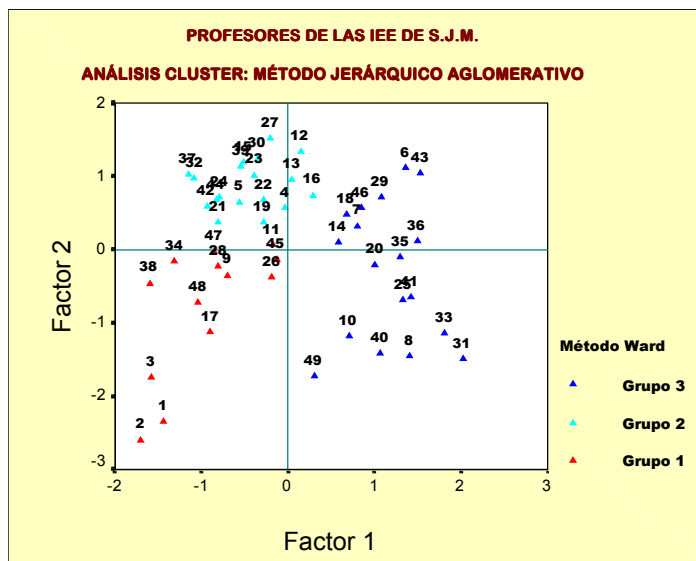


Figura N° 3. Muestra los grupos o segmentos de profesores.

### DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los datos incluye un conjunto de métodos y técnicas univariadas y multivariadas; en nuestro país se utilizan mayoritariamente los métodos univariados<sup>3</sup>. Para describir y caracterizar la situación académica y socio-económica de los profesores de las IEE del distrito de San Juan de Miraflores se necesitó recolectar datos para más de una variable(en este caso se recolectaron 46); y el análisis estadístico de éstos datos requirió de métodos multivariados.

Los resultados de la investigación (Figura N° 1, 2 y 3) muestra que los Profesores de las IEE del distrito de San Juan de Miraflores conforman tres segmentos o grupos:

- 1º El primer grupo lo conforman el 20,41% de los profesores de las IEE, los que se caracterizan por encontrarse en una buena situación económica y académica. Enseñan a Secundaria.
- 2º El segundo grupo representa al 36,73% de los profesores que se caracterizan por tener una buena situación económica, pero no académica. Enseñan a nivel inicial.
- 3º El tercer grupo, muestra que el 42,86% de los profesores se encuentran en una situación académica y económica inadecuada y enseñan a estudiantes de primaria.

Estos resultados indican que efectivamente existe un deterioro en el nivel académico y económico del profesor, así como un alarmante deterioro de la enseñanza a nivel inicial y primaria; lo que también se señala en los Indicadores de la Educación<sup>3</sup> y Propuesta Nueva Docencia en el Perú<sup>4</sup> pero sin identificar grupos de docentes con características comunes.

Los métodos multivariados aplicados en la investigación, muestran que el tercer segmento o grupo requiere atención prioritaria en el aspecto académico y económico. Sin embargo cada grupo requiere un tratamiento diferente de acuerdo a sus características; si en un distrito de Lima se observan diferencias, éstas también deben estar presentes en las diversas regiones del Perú. Por lo tanto la capacitación, mejora económica y evaluación del desempeño del profesor tiene que tomar en cuenta estas particularidades, lo que contribuirá significativamente a la re-

loración del profesor y la mejora de la calidad de la educación en el Perú.

#### **AGRADECIMIENTO**

Al Estadístico Carlos Cotrina Cárdenas por su valioso apoyo en la ejecución de las entrevistas personales.

E-mail : mepaunmsm@yahoo.es,  
mepaunmsm@hotmail.com

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

01. Ministerio de Educación. Educación: Calidad y Equidad. Reglamentación de la Ley General de Educación N° 28044. Lima: Área de imprenta del Ministerio de Educación; 2004.
02. Unidad de Medición de la Calidad Educativa-MINEDU. Cuestionario Docente 2004. Lima. [Publicación virtual] Disponible en: <http://www.minedu.gob.pe>.
03. Ministerio de Educación. Indicadores de la Educación. Lima: Área de imprenta del Ministerio de Educación; 2004.
04. Ribero Herrera, José. Propuesta Nueva Docencia en el Perú (resumen ejecutivo). Lima: Área de imprenta del Ministerio de Educación; 2004.
05. Cochran, William G. Técnicas de Muestreo. Tercera edición. México: Compañía Editorial Continental S.A.; 1998. pp. 339- 395.
06. Crivisqui, Eduardo M. Análisis Factorial de Correspondencias. Asunción: Edición del Laboratorio de Informática Social. Universidad Católica de Asunción; 1992. pp. 203-254.
07. Bartholomew, David J. The Analysis and Interpretation of Multivariate data for Social Scientists. Florida: Chapman and Hall; 2002. pp. 15-51 y 81-114.
08. Peña, Daniel. Análisis de Datos Multivariantes. Madrid: McGraw Hill; 2002. pp. 193-243.

# ESTIMACIÓN DE DOSIS DE RAYOS X EN PACIENTES SOMETIDAS A EXÁMENES DE MAMA: ESTUDIO PRELIMINAR

## ESTIMATION OF DOSE THE X RAY IN PATIENTS SUBJECTED MAMA EXAMS: PRELIMINARY STUDIES

Edward Meca Castro<sup>1,2</sup>, Raúl Palomino Camones<sup>1,2</sup>, Yazmyn Paraguay Villa<sup>1,2</sup>, John Añasco Silva<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se han realizado estimaciones de dosis a un grupo de mujeres del Hospital Nacional "Dos de Mayo". Para ello se contó con una muestra aleatoria de 140 pacientes, el Rendimiento y la Capa Hemirreductora (CHR) de la unidad mamográfica Planmed Sophie obtenidas mediante un Control de Calidad, las ecuaciones paramétricas establecidas por Robson y las nuevas tablas de Dance & Cols, que tienen en cuenta el porcentaje de glandularidad de las mamas y combinación ánodo-filtro. Los resultados obtenidos mostraron que para un espesor medio de mama de 5,0 cm. (12,27%) se obtuvieron valores medios de 5,47 mGy (17,53 %), 5,89 mGy (17,59%) y 0,99 mGy (12,64 %) para el Kerma en Aire en la Superficie de Entrada (KASE), Dosis en la Superficie de Entrada (DSE) y Dosis Glandular Media (DGM) respectivamente. Valores inferiores al límite máximo recomendado por el Protocolo Europeo de Dosimetría en Mamografía.

**Palabras clave:** Mamografía, dosis, paciente.

### ABSTRACT

Have been made estimations of doses to a group of women in a National Hospital "Dos de Mayo". For that we had a sample of 140 patients, the out put and the half value layer (HVL) of mammographic unit Planmed Sophie obtained through a quality control, the equation parametrics established by Robson and the new tables of Dance & cols, that have the percentage of glandular of the breast and the combination of anode-filter. The results showed that for a medium thickness of breast of 5,0 cm (12,27%) get medium values of 5,47 mGy (17,53%), 5,89 mGy (17,59%) y 0,99 mGy (12,64%) to the Kerma in Air in the Surface of Entry (KASE), Dose Surface of Entry (DSE) and Glandular Dose Medium (GDM) respectively. Inferior values to a maximum limit recommended by the European Protocol of Dosimetry in Mammography.

**Key words:** Mammography, dose, patient.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los cánceres con mayor incidencia en las mujeres, es el cáncer de mama (una de cada nueve mujeres padecen esta enfermedad) representando este la causa más frecuente de muerte en las mujeres de todo el mundo.

En el Perú esta enfermedad va en aumento progresivo con el pasar de los años, de 1990 a 1993 fue de 18,5 %<sup>(1,2)</sup>, de 1993 a 1997 su incidencia aumentó en un 43 % es decir 1,8 por año<sup>(3)</sup> y de 1998 a 2002 alcanzó los 43,86 %<sup>(4)</sup>.

Una de las técnicas con mayor utilidad para la detección precoz del cáncer de mama, es la mamografía. Esta forma de obtención de imágenes trae consigo grandes beneficios en el diagnóstico mamario, pero sin el debido cumplimiento de las normas de Seguridad Radiológica ocasionaría un daño estocástico en la paciente. Por tal motivo, para mantener el riesgo-beneficio es necesario tener valores de referencia de la dosis que absorbe la mama de una paciente cuando es sometida a un examen de mamografía.

Una de las formas de determinar el riesgo-beneficio es

estimando la Dosis Glandular Media (DGM), establecida por la International Commission on Radiological Protection (ICRP) en su publicación 52 de 1987<sup>(5)</sup>.

Los valores individuales de esta magnitud es generalmente determinada de datos proporcionados en tablas, con el conocimiento del Kerma en Aire en la Superficie de Entrada (KASE) de la mama, de la Capa Hemirreductora (CHR) del haz de radiación utilizado, del espesor de la mama, y de la composición de la misma.

En este estudio hemos utilizado las ecuaciones paramétricas de Robson<sup>(6)</sup>, que permiten evaluar el Rendimiento y el CHR de un rango de kilovoltajes tomando como referencia 28 kV, para un conjunto de combinaciones ánodo-filtro. Además, de las nuevas tablas de Dance & Cols<sup>(7)</sup>, que tienen en cuenta el porcentaje de glandularidad de las mamas y combinación ánodo-filtro. Todo ello, para estimar y poder obtener valores referenciales de las dosis impartidas a un grupo de mujeres del Hospital Nacional "Dos de Mayo".

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó el equipo de rayos x mamográfico Planmed Sophie del Departamento de Radiología del Hospital Nacional "Dos de Mayo", el multímetro Nero 4000M+ marca

<sup>1</sup> Unidad de Seguridad Radiológica y Física Médica, Hospital Nacional Dos de Mayo, Lima Perú

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Física Médica - GRIFIMED, Lima, Perú.

Victoreen, una cámara de ionización adecuada para mamografía marca Victoreen, maniquí de acreditación mamográfico de 4,5cm de espesor comprimido marca ACR y un set de laminas de aluminio de 99,99 % de pureza.

Con los equipos mencionados se determinó el Rendimiento y el *CHR* tomando como tensión de referencia 28 kV, para un valor de mAs dado y una combinación ánodo-filtro Mo-Mo, según los procedimientos establecidos por los protocolos ARCAL XLIX<sup>(8)</sup>, Español<sup>(9)</sup> y Europeo<sup>(10)</sup>.

Para evaluar la dosis se recogieron 140 técnicas cráneo caudales, realizadas a pacientes de entre 40 y 64 años (restricción impuesta por los valores dados por Dance y col.)<sup>(7)</sup>, estos datos incluían kV y mAs aplicado, combinación ánodo-filtro, distancia foco-película y espesor de mama.

Con ayuda de las ecuaciones paramétricas de Robson<sup>(6)</sup> (expresión 1 y 2) se determinó el rendimiento y el *CHR* para el rango de kilovoltajes utilizados clínicamente.

$$\log_{10}(R) = n \log_{10}(kV) + \log_{10}(A) \quad (1)$$

$$CHR = a(kV)^2 + b(kV) + c \quad (2)$$

Donde *n*, *A*, *a*, *b*, y *c* son constantes. Con los datos de las pacientes, del rendimiento y de los *CHR* se realizó las estimaciones del *KASE*, *DSE* y *DGM*. El *KASE* se obtuvo mediante la expresión: (3)

$$KASE(mGy) = R(mGy / mAs) \cdot C(mAs) \cdot \left[ \frac{d_r}{(SID - (PID - B_t))} \right]^2$$

Donde *R* es el rendimiento correspondiente a la combinación ánodo-filtro utilizada; *C* es la carga aplicada; *d<sub>r</sub>* es la distancia medida de la fuente al punto de exposición del rendimiento medido; *SID* es la distancia medida de la fuente al receptor de imagen; *PID* es la distancia del plano de apoyo de la mama de la paciente al plano del receptor de imagen y *B<sub>t</sub>* es el espesor de la mama comprimida.

$$DGM(mGy) = KASE(mGy) \cdot g \cdot s \cdot c \quad (4)$$

Mediante la ecuación (4), con las necesarias interpolaciones en las tablas de Dance y cols.<sup>(7)</sup> se obtuvo la *DGM*

El valor de *g* depende del *CHR* y del espesor de la mama, *s* es función de la combinación ánodo-filtro y *c* da cuenta del porcentaje de glandularidad de la mama y depende de su espesor, del *CHR* y del grupo de edad al que pertenezca la paciente (40 – 49 ó 50- 64 años)

Por último la *DES* ha sido calculada a partir del *KASE*, sin más que multiplicarla por los factores de retrodispersión dados en el Protocolo Europeo de Dosimetría en Mamografía<sup>(11)</sup>.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta los valores medios de las dosis estimadas y del espesor de mama, en ella se observa que las dosis se encuentran dentro de las tolerancias

recomendadas por el Protocolo Europeo de dosimetría en Mamografía<sup>(11)</sup> (*KASE* y *DES* < 10 mGy, *DGM* < 2,3 mGy). Cabe destacar, que el valor medio obtenido para la *DGM* no es superior a los referidos por otros autores en la bibliografía más reciente. Así Young y Burch<sup>(12)</sup> dan un valor medio de 1,65 mGy correspondiente a un espesor medio de 5,1 cm, para la proyección cráneo-caudal. Rosenberg y cols.<sup>(13)</sup> obtienen una media de 2,62 mGy para espesor medio de 4,9 cm, mientras que Kruger y Schueler<sup>(14)</sup> refieren 2,6 mGy para espesores medios de 5,1 cm y por último Ballarin y cols.<sup>(15)</sup> dan valores medios de 5,3 mGy para espesores medios de 5,3 cm.

Por otra parte, se muestra en la tabla 2 como varía la dosis en función de la edad. Se puede observar el aumento de la dosis al disminuir la edad, esto se debe principalmente a que las mamas de las pacientes menores de 50 años presentan mayor porcentaje de tejido glandular, lo que no ocurre en pacientes mayores a esa edad donde gran parte del tejido glandular ha sido sustituido por tejido fibroso, y a menudo también por grasa, cuya cantidad es sumamente variable.

Para eliminar las diferencias debidas a la muestra de pacientes y a la técnica utilizada se compararon los resultados obtenidos de las dosis con maniqués de PMMA (polimetil metacrilato), los cuales simulan mamas comprimidas de diferentes espesores, encontrándose una desviación media de 0,65 % y 1,4 % para el *KASE* y *DGM* respectivamente. Este hecho puede observarse claramente en la tabla 3.

Tabla 1. Valores medio de espesor de mama y de las dosis estimadas para la muestra de pacientes con sus respectivos coeficientes de variación

	Espesor (cm)	KASE (mGy)	DES (mGy)	DGM (mGy)
Media	5,0	5,47	5,89	0,99
C.V (%)	12,27	17,53	17,59	12,64

Tabla 2. Valores medio de espesor de mama y de las dosis estimadas para la muestra de pacientes para dos rangos de edades. Entre paréntesis el coeficiente de variación (%)

Edad	Espesor (cm)	KASE (mGy)	DES (mGy)	DGM (mGy)
40 - 49 años	4,94 (13,10%)	5,91 (22,36%)	6,38 (22,43%)	0,99 (4,37%)
50 - 64 años	4,71 (14,54%)	4,98 (19,80%)	5,26 (19,93%)	0,93 (12,05%)

Tabla 3. Valores estimados del *KASE* y *DGM*, para pacientes y maniqués de PMMA de diferentes espesores, con sus respectivas desviaciones

Espesor de Mama Paciente	KASE (mGy)	DGM (mGy)	Espesor de Maniquí	KASE (mGy)	DGM (mGy)	D <sub>Máx</sub> (KASE)	D <sub>Máx</sub> (DGM)
2	2,28	0,77	2	2,28	0,77	0,00%	0,00%
4	4,03	0,84	4	4,00	1,02	0,85%	1,18%
4,5	4,72	0,95	4,5	4,69	0,97	0,64%	2,06%
6	8,09	1,38	6	8,04	1,40	0,62%	1,43%
6,5	11,20	1,95	6,5	11,28	1,91	0,71%	2,05%
7,5	19,74	2,96	7,5	19,95	2,91	1,05%	1,69%

## DISCUSIÓN

De los datos presentados se deduce que las dosis estimadas se encuentran por debajo de los límites recomendado. Esto se debe en gran parte al programa de Control de Calidad y Dosimetría que se viene efectuando entre la Unidad de Seguridad Radiológica y Física Médica y el Departamento de Radiología del Hospital Nacional "Dos de Mayo", donde están involucrados médicos, físicos, tecnólogos, técnicos e ingenieros de mantenimiento.

Por otro lado, el método de cálculo a partir del rendimiento, nos permite trabajar con pacientes in vivo, evitando la utilización de dosímetros termoluminiscentes (TLDs) en los exámenes mamográficos cuando se estén realizando estimaciones de dosis, ya que estos al ser colocados en la superficie de la mama, afectarían en la calidad de imagen o podrían confundirse en ella como una patología mamaria, siendo los maniquís de mama de PMMA (polimetil metacrilato) de diferentes espesores, una alternativa para tomar en cuenta en la estimación de dosis,

debido a la gran equivalencia existente entre estos y las mamas reales, además de que pueden ser utilizados en la dosimetría con TLDs y cámaras de ionización.

Los resultados no son directamente trasladables a cualquier institución, esto se debe a que las muestras de pacientes ha tomar tendrían características específicas muy diferentes y la técnica radiográfica aplicada por cada tecnóloga sería de acuerdo al tipo de paciente y equipo a utilizar. Sin embargo, los valores de dosis obtenidos en este estudio, pueden servir como punto de partida, para establecer valores referenciales en exámenes de diagnóstico mamario. Por tal motivo se recomienda implantar un programa de control de calidad y dosimetría en mamografía, que involucre hospitales, clínicas y centros ambulatorios del país, donde se realicen este tipo de exámenes, con el objetivo de estimar y obtener niveles orientativos de dosis en exámenes de mamografía a nivel nacional.

E-mail: edmeca\_79@hotmail.com

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Registro de Cáncer de Lima Metropolitana y Callao 1990 -1993. Centro de Investigación en Cáncer "Maes Séller". Lima, Perú. Abril de 1998.
02. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Compendio estadístico 1993. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI; 1993.
03. Rodríguez VJ. Cáncer de mama. Revista Peruana de Radiología 1998; 2: 38-40.
04. Liga Peruana de Lucha Contra el Cáncer. Resultados obtenidos en el programa de detección de 1998-2002. En: <http://www.terra.com.pe:95/ligacancer/labec7.htm>
05. ICRP (International Commission on Radiological Protection). Statement from the 1987 come meeting of the ICRP, publication 52 annals ICRP 17(4). Oxford: Pergamon 1987.
06. Robson KJ. A parametric method for determine mammographic x-ray tube out put and half value layer. Br J Radiol 2001; 74: 335-340.
07. Dance DR, Skimmer CI, et al. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. Phys Med Biol 2000; 45: 3225-3240.
08. ARCAL XLIX (Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear en América Latina y el Caribe). Protocolo de Control de Calidad en Mamografía 2001. Documento preparado por un grupo de expertos y revisado por los coordinadores de ARCAL, editado y publicado con el apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena 2001.
09. SEFM-SEPR (Sociedad Española de Física Médica - Sociedad Española de Protección Radiológica). Protocolo Español de Control de Calidad en radiodiagnóstico: Aspectos Técnicos 2002. Editorial edicomplet, Madrid 2002.
10. Protocolo Europeo para el Control de Calidad de los Aspectos Físicos y Técnicos del Cribado Mamográfico. Comisión Europea. Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena. Junio de 1996.
11. European Protocol on Dosimetry in Mammography. European Commission. CEC-Report EUR 16263, Netherland 1996.
12. Young KC, Burch A. Radiation doses recive in the UK breast screening programme in 1997 and 1998. Br J Radiol 2003; 73: 278-287.
13. Rosenberg RD, Kelsey CA, et al. Computer based collection of mammographic exposure data for quality assurance and dosimetry. Med Phys 2001; 28: 1546-1551.
14. Kruger RL, Schueler BA. A survey of clinical factors and patient dose in mammography. Med Phys 2001; 28: 1449-1454.
15. Ballarin MA, et al. Estimación de dosis en radiografía de mama. Física Medica 2003; 4(2): 95-100.

# LA ÉTICA Y LA MEDICINA LEGAL EN LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN SALUD

## THE ETHICS AND THE LEGAL MEDICINE IN THE SCIENTIFIC RESEARCHES IN HEALTH

José Luis Pacheco De La Cruz <sup>1</sup>

### RESUMEN

Las relaciones entre la ciencia y la ética son particularmente delicadas cuando se realizan investigaciones en seres humanos. Durante años se han elaborado criterios específicos en múltiples Declaraciones Internacionales. Sin embargo, se han reportado experimentos realizados con personas quienes desconocían ser objeto de un estudio científico, teniendo en muchos casos, un desenlace no deseado con denuncias legales por parte del paciente o sus familiares. La Medicina Legal, como ciencia auxiliar del Derecho, analiza las distintas situaciones técnicas y éticas de un acto médico ante la administración de justicia, y determina la necesidad de diseñar protocolos de investigación que sean utilizados por los comités científicos quienes evaluarán y aprobarán los proyectos, luego del consentimiento informado de los pacientes. El presente estudio evaluó las investigaciones científicas realizadas en hospitales nacionales durante los años 2002-2004. Las conclusiones fomentarán el cumplimiento de los principios éticos por medio de la difusión de las distintas normas vigentes y sus repercusiones medicolegales para el conocimiento integral de los investigadores en salud.

**Palabras clave:** Ética, medicina legal, consentimiento, investigación.

### ABSTRACT

The relations between science and ethics are particularly delicate when we do research in humans. There are many Universal Declarations with specific concepts. Nevertheless, there are experiments made with people who did not know to be object of a scientific trial, having an unexpected result with legal denunciations of the patient or its families. The Legal Medicine, like auxiliary science of the Law, interprets different technical and ethical problems from a medical work to justice administration, and indicates the necessity to design investigation protocols that are used by scientific groups, who will evaluate and approve projects, after of the consent informed into patients. Present study evaluated scientific researches made in national hospitals from 2002 until year 2004. Conclusions will foment to review of the ethical foundations, wishing to spread the different present norms and theirs medico-legal repercussions for the integral knowledge from health investigators.

**Key words:** Ethics, legal medicine, consent, researches

### INTRODUCCIÓN

Los progresos científicos y tecnológicos aportan los conocimientos de modernos procedimientos diagnósticos y terapéuticos en la medicina. Muchos avances científicos en salud surgen de las investigaciones en seres humanos y conllevan un sinnúmero de beneficios para las personas sanas o enfermas. En determinadas ocasiones, esta situación crea diversos dilemas éticos como producto del no cumplimiento de normas, códigos o reglamentos en la investigación experimental en salud (1).

Estos avances en la ciencia y tecnología han sobrepasado a su regulación legal y ética, siendo necesario reflexionar acerca del verdadero beneficio, riesgos y posibles efectos perjudiciales de su aplicación en el ser humano (2). La sociedad ha comprendido progresivamente que necesita de la investigación científica médica, aunque también lo hace con mucho sentido crítico e incluso con desconfianza (3).

A partir de que la investigación científica dejó de ser una actividad realizada de manera aislada y con medios improvisados, los problemas de su organización han sido cada vez más complejos y relevantes, por lo que ha sido necesario definir con claridad su entorno legal, en el mar-

co de la adquisición de conocimientos nuevos y de un necesario beneficio social que derive del quehacer científico (4).

Los antecedentes históricos de la investigación científica médica exponen diversas normas y declaraciones a nivel internacional, resaltando que las relaciones entre la ciencia y la ética son particularmente delicadas cuando se trata de la investigación en seres humanos (5).

En el año 1947, el *Código de Nüremberg* constituyó el hito fundador de la ética en investigación con seres humanos, además de inaugurar un estilo normativo que marcó el desarrollo de las *Declaraciones de Helsinki*, el *Informe de Belmont*, entre otras. Todos estos documentos se han inspirado en un clima de desasosiego y preocupación gestado por prácticas de investigación notoriamente defectuosas que debían ser eliminadas y reemplazadas por prescripciones que corrigiesen las deficiencias prevalentes (6).

Así pues, toda investigación científica deberá considerar también el análisis desde una perspectiva legal. Por ejemplo, la *Declaración de Helsinki* no es una norma jurídica, sino una serie de recomendaciones éticas; representa una guía para el investigador biomédico e invita al

<sup>1</sup>Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Sociedad Peruana de Medicina Legal

médico a considerar como preocupación principal, la salud del paciente (7).

Una revisión publicada en el *New England Journal of Medicine* hace 31 años, señaló que de 100 trabajos clínicos consecutivos, 12 tenían reparos éticos, y que de 50 estudios, sólo 2 solicitaron el Consentimiento Informado (CI) correspondiente (3). Este Consentimiento es el pilar ético básico de toda investigación clínica (8). El sujeto expresa voluntariamente su intención de participar en el ensayo clínico, después de haber comprendido la información que se le ha brindado, debiendo constar esta voluntad del sujeto en todo ensayo publicado (9).

En el Derecho Contractual, el consentimiento expresa una declaración de voluntad individual y confiere al acreedor el derecho de exigir que lo acordado sea cumplido completa y correctamente. Actualmente, el consentimiento es considerado como una de las últimas aportaciones a la teoría de los derechos humanos (10).

La Medicina Legal, como ciencia auxiliar del Derecho, analiza las distintas situaciones técnicas y éticas de un Acto Médico ante la administración de justicia. El CI forma parte del acto médico. Este acto no puede ser sustituido por otro de carácter meramente formal o administrativo (11). El análisis de casos civiles y/o penales que vinculen actos médicos denunciados por un resultado experimental inesperado e indeseado, puede sugerir a la Medicina Legal la necesidad de diseñar protocolos de investigación que sean utilizados por los comités científicos quienes evaluarán y aprobarán los proyectos, resaltando que el CI del paciente es el único instrumento de connotación jurídica que puede ser evaluado medicolegalmente durante un daño surgido en la investigación científica.

El presente estudio tiene por objetivo analizar las investigaciones científicas en salud realizadas en nuestro medio durante el periodo de años 2002-2004, con la consecuente exposición, comparación e interpretación resumida de los aportes éticos ya establecidos universalmente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 3 hospitales generales localizados en Lima Metropolitana, teniendo en cuenta que éstos poseían un histórico antecedente de investigaciones en salud con múltiples y constantes publicaciones científicas en Boletines o Revistas propias de cada nosocomio. Esta selección se llevó a cabo en los hospitales que han sido, y siguen siendo considerados como las principales sedes docentes de las facultades de medicina de universidades nacionales y privadas.

Previo autorización, se visitaron las Unidades de Investigación de cada hospital para revisar los trabajos de investigación relacionados a ensayos experimentales en seres humanos. Como criterios de inclusión, se consideraron a todas las investigaciones completamente culminadas y publicadas. Asimismo, toda Unidad de Investigación debió contar con un Comité Científico hospitalario. Se revisaron 25 trabajos y sus respectivos protocolos de investigación.

## RESULTADOS

Del total de investigaciones analizadas, 20 estudios

(80%) habían presentado como mínimo una falta de conformidad explícita en uno de los principios éticos especificados en los Códigos y Declaraciones internacionales. Sólo 5 (20%) calificaron como estudios éticamente aceptables.

De los 20 estudios deficientes, 17 (85%) se habían relacionado con el incumplimiento del principio de autonomía del paciente presentando un CI inadecuado. Los factores más importantes que determinaron esta deficiencia fueron: una mala redacción (términos incomprensibles para el paciente), la divulgación de nombres y apellidos, la utilización de un formato pre establecido para todas las personas sin considerar su grupo étnico ni su patología previa, la ausencia de la firma del investigador en dicho documento, entre otros.

De los 17 estudios, 7 (41,2%) correspondían a investigaciones realizadas en mujeres gestantes, los cuales no presentaban un CI detallado para este tipo de paciente ni para los productos de esta gestación. De igual forma, 2 de los 17 estudios (11,8%) habían utilizados métodos anticonceptivos de prueba, sin considerar en ningún momento, un documento especial por tratarse de mujeres en periodo de lactancia.

Los 3 estudios restantes (15%) no mostraron la existencia de un CI en los protocolos de investigación.

## DISCUSIÓN

Existe una amplia superficie de contacto entre los preceptos éticos y las normas legales que en algunos países regulan la investigación sobre seres humanos. Los riesgos de litigio por mala práctica, negligencia médica, etc., han traído consigo una creciente revisión de los procedimientos médico legales y un análisis constante de la correcta obtención del consentimiento en el paciente investigado. Sin embargo, para saber si los principios ético-legales universales se están cumpliendo adecuadamente, es necesario evaluar la labor y la función de las Unidades de Investigación en nuestras instituciones de salud.

### Análisis Ético y Normativo

Previo al análisis médico legal de los resultados expuestos, mostraremos los aspectos éticos establecidos universalmente para la investigación humana.

El *Código de Nüremberg* se resume en los siguientes principios: a) Es necesario el consentimiento voluntario del sujeto; b) el experimento debe realizarse con la finalidad de obtener resultados precisos y no debe ser un experimento escogido al azar; c) el experimento debe ser efectuado evitando todo deterioro mental o físico a la persona que se le trata.

La *Declaración de Helsinki* amplía estos principios en: a) El experimento debe tener un suficiente fundamento científico, y una base experimental previa. Se puede realizar con personas sólo después de haber experimentado con animales; b) el experimentador debe tener una adecuada formación humana y científica; c) el sujeto experimentado debe estar bien informado y dar su consentimiento libre; debe comprender el fin del experimento; d) el riesgo con respecto a la vida debe ser proporcional al

beneficio que gana directamente el paciente.

## Análisis Médico Legal

Los resultados expuestos muestran que el principio ético que más se incumplió fue el de la autonomía de los pacientes. Como hemos visto, el Consentimiento es la mejor expresión de este principio, reflejo de la participación libre e informada de los sujetos a estudiar. De manera similar, otros autores mencionan que el CI es un requisito ético-jurídico esencial para que un paciente participe en una investigación científica (12). Esto le confiere un carácter muy importante en el análisis médico legal pues este documento va a plasmar la generación de derechos y obligaciones por parte del investigador.

El artículo 22° de la *Declaración de Helsinki* establece que: "En toda investigación en seres humanos, cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles e incomodidades derivadas del experimento. Después de asegurarse que el individuo ha comprendido la información, el médico debe tener entonces, preferiblemente por escrito, el CI y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede obtener por escrito, el proceso para obtenerlo debe ser documentado formalmente ante testigos" (12).

Los resultados del presente estudio muestran también una ausencia del CI en las investigaciones de salud. Por lo tanto, un investigador pudo haber sido denunciado por el abuso de poder que supone el realizar esa investigación sin la aprobación plena del sujeto o sobrepasándose en lo que había sido autorizado, ya que como hemos mencionado, el consentimiento genera un aspecto jurídico. El principio del respeto a las personas supone el trato a las mismas como entes autónomos, o sea, capaces de tomar sus propias decisiones, y que las personas con autonomía disminuida sean objeto de especial protección (13).

Nuestra Ley General de Salud N° 26842 promulgada en

el año 1997 establece en su artículo 28° : "La investigación experimental con personas debe ceñirse a la legislación especial sobre la materia y a los postulados éticos contenidos en la Declaración de Helsinki y sucesivas declaraciones que actualicen los referidos postulados". Esto nos indica que a nivel nacional también se le deberá brindar la importancia respectiva a todos estos principios ético legales antes de realizar investigaciones en salud.

Por otra parte, hemos observado que los hospitales nacionales analizados realizaron investigaciones sin tener en cuenta la edad y el tipo de paciente, entre otras características importantes. Estudios similares han determinado que dentro de la ética médica hay que prestar singular interés a las investigaciones en las poblaciones especiales de niños, mujeres embarazadas o en período de lactancia, ancianos, entre otros, pues cada uno tiene sus particularidades. En niños, el CI tiene una connotación especial, pues hay que pedirle autorización al padre o tutor legal; en mujeres embarazadas hay altos riesgos de toxicidad que las pueden afectar a ellas o al feto; y en ancianos se presentan dificultades en el cumplimiento del tratamiento de manera ambulatoria, por problemas de la memoria (14).

Como conclusión, podemos remarcar que la Investigación Científica es fundamental e indispensable para el desarrollo del conocimiento en la salud y en consecuencia, para una mejor detección y tratamiento de las enfermedades que afectan a los seres humanos. Toda investigación en seres humanos deberá respetar los principios éticos de autonomía, beneficencia, justicia y respeto por las personas. Para cumplir con la responsabilidad de incentivar, normar, regular y supervisar adecuadamente los procesos de investigación que se realizan en nuestro país, se hace necesario actualizar la reglamentación existente, en aras de salvaguardar el interés público. Y como sugerencia final, creemos que se deberán replantear los Comités Científicos en las instituciones de salud para supervisar y auditar cualquier proyecto de investigación llevando un correcto registro nacional de todas las investigaciones con seres humanos.

E mail : [jpachecodelacruz@yahoo.com](mailto:jpachecodelacruz@yahoo.com)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Pérez AI. Aspectos Éticos en la Investigación Científica. *Cienc Enferm* 2002; 8(1):15-18.
02. Sgrecia E. Bioética y genética. Manual de bioética. México : Diana; 1999.
03. Valdivieso DA. Ética e Investigación Clínica. *Bol Esc Med Pontificia Universidad Católica de Chile* 1998; 27:27-33.
04. Secretaría de Salud de México. Programa de Acción : Investigación en Salud. Mexico, D.F. ; 2001. URL disponible en : <http://www.salud.gob.mx/unidades/cgins/insalud/publica/pais/PAIS-intro.pdf>
05. Garrahan PJ. Ética e Investigación Científica. *Rev Ciencia Hoy* 1996; 6(33). URL disponible en : <http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy33/index.htm>
06. Kottow HM. Conflictos en ética de investigación con seres humanos. *Cad. Saúde Pública* Río de Janeiro 2005; 21(3):862-869.
07. Mendoza CA. Importancia ético-científica de los protocolos sobre las investigaciones en seres humanos. *Med Leg Costa Rica* 2003; 20(1):37-42.
08. Baños JE. Conceptos generales en investigación clínica. *El ensayo clínico. Dolor* 1994; 9:122-127.
09. Sacristán JA, Soto J, Galende I. Evaluación crítica de ensayos clínicos. *Med Clin Barcelona* 1993; 100:780-787.
10. Galán CJ. La responsabilidad médica y el consentimiento informado. *Rev Med Uruguay* 1999; 15: 5-12.
11. Rodríguez AH. Los aspectos críticos de la responsabilidad médica y su prevención. *Rev Med Uruguay* 2001; 17:17-23.
12. Bonilla SA. Consentimiento informado en los experimentos en seres humanos. *Med Leg Cost Rica* 2003; 20(1):29-35.
13. Galende I. Problemas éticos de la utilización de seres humanos en investigación biomédica. Consecuencias sobre la prescripción de medicamentos. *Med Clin Barcelona* 1993; 101: 20-23.
14. Viada GC, Ballagas FC, Blanco LY. Ética en la investigación con poblaciones especiales. *Rev Cubana de Invest Biomed* 2001; 20(2):140-149.

# CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS DE PRONÓSTICO DE HELADAS EN EL VALLE DEL MANTARO

## CALIBRATION AND VALIDATION OF FROSTS FORECASTING MODELS FOR MANTARO VALLEY

Janeet Sanabria<sup>1</sup>, Jerónimo García<sup>2</sup>, Jean-Paul Lhomme<sup>3</sup>

### RESUMEN

Para el valle del Mantaro se calibraron y validaron dos modelos mecanicistas (Cellier y Lhomme) y se determinó y validó un modelo empírico. El modelo Cellier que pronostica temperatura del aire a diferentes niveles, fue calibrado y validado para altura de 10 cm (Bias  $-0.6$  y RMSE  $1,8^{\circ}\text{C}$ ) en la localidad Santa Ana, ajustando los parámetros de la capacidad calorífica (C) a  $3,3 \text{ Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$ , la conductividad térmica ( $k_T$ ) a  $1,2 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ , y la radiación neta estimada con la fórmula de Swinbank. El modelo Lhomme, que pronostica la temperatura del cultivo, no se aprobó su uso, pero se ajustó la constante  $\mu$  de la radiación atmosférica a 1,31, para el valle, similar al propuesto por Sridhar y Elliot (2002). El modelo empírico determinado a través de ecuaciones de regresión lineal múltiple, pronostica temperaturas mínimas a nivel de caseta meteorológica para el inicio (B=  $0,0^{\circ}\text{C}$ , RMSE=  $1,9^{\circ}\text{C}$ ) y final de la campaña agrícola (B=  $0,0^{\circ}\text{C}$  a  $-1,1^{\circ}\text{C}$ , RMSE=  $1,9^{\circ}\text{C}$  a  $2,3^{\circ}\text{C}$ ), muestra mejor correlación al final de la campaña agrícola ( $R^2$ : 0,5 a 0,6) que para el inicio ( $R^2$ : 0,3 a 0,4); este modelo se validó para las localidades de Huayao, Jauja y para Santa Ana al final de campaña agrícola. En conclusión se pueden usar los modelos Cellier para pronosticar temperaturas mínimas a nivel de 10 cm de altura en la localidad de Santa Ana y el modelo empírico para pronosticar la temperatura mínima a nivel de la caseta, durante la temporada de inicio y final de la campaña agrícola, en las tres localidades.

**Palabras clave:** Pronóstico, heladas, calibración, validación.

### ABSTRACT

Two mechanics models (Cellier and Lhomme) and one empirical model (García) were calibrated and validated for the Mantaro Valley. The Cellier Model that forecasts air temperature at different levels; at the Santa Ana locations was calibrated and validated for a 10 cm height (Bias  $-0,6$  y RMSE  $1,8^{\circ}\text{C}$ ) and it was necessary to adjust the calorific capacity (C) at  $3,3 \text{ Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$  and thermal conductivity ( $k_T$ ) at  $1,2 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ , and to estimate net radiation using Swinbank's formula. Lhomme's model, which forecasts crop temperature, its use was not approved, even though the atmospheric radiation constant  $\mu$  at 1,31 was adjusted, similar to the one proposed by Sridhar y Elliot (2002). The empirical model determined by multiple linear regression equations, that forecasts minimum temperatures at the meteorological station level, for the beginning (B= $0,0^{\circ}\text{C}$ , RMSE= $1,9^{\circ}\text{C}$ ) and ending (B= $0,0^{\circ}\text{C}$  a  $-1,1^{\circ}\text{C}$ , RMSE= $1,9^{\circ}\text{C}$  a  $2,3^{\circ}\text{C}$ ) of the cultivation activity, showing a better correlation at the end of the cultivations activity ( $R^2$ : 0,5 a 0,6), this model was validated for three locations: Jauja, Santa Ana and Huayao (end of cultivation activities). As a conclusion, the Cellier model was able to be validated and it will be applied at the Santa Ana location, in order to forecast minimum temperatures at 10 cm height, and the empirical model, to forecast minimum temperatures at the meteorological screen level; during the beginning and ending of the growing season in the three locations.

**Key words:** Frosts forecasting, calibration, validated

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, con la tecnología disponible, la actividad agrícola cuenta con diversos modelos de pronósticos de heladas, que permiten mitigar o controlar los efectos de este fenómeno agroclimático; sin embargo, para que nuestros agricultores de la sierra se beneficien, con esta tecnología disponible, es necesario determinar, calibrar y validar modelos para definir cual de ellos será usado con un buen nivel de confiabilidad ya que los modelos disponibles fueron desarrollados para condiciones climáticas y topográficas diferentes a las nuestras.

El estudio tiene como objetivo calibrar y validar modelos mecanicistas Cellier y Lhomme, así como determinar y validar un modelo empírico, con el propósito de pronosti-

car heladas a nivel de cultivos en el valle del Mantaro. Para ello, primero se calibraron los modelos, y segundo se validaron y se definieron los modelos de pronóstico de heladas apropiados.

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### A) MATERIALES

**Modelo Cellier**<sup>1</sup> El modelo está basado en los procesos de transferencia de conservación de energética entre el suelo y las capas atmosféricas bajas. Este modelo pronostica temperatura mínima del aire en diferentes niveles entre 0 a 300 m, en condiciones de cielo claro.

<sup>1</sup>Instituciones

**Modelo Lhomme**<sup>2</sup> El modelo describe la transferencia de masa y energía en equilibrio estático del sistema suelo – planta – atmósfera, al final de la noche cuando usualmente las temperaturas mínimas ocurren. Las transferencias energéticas dentro del aire son basadas en la teoría K (transferencias del aire en un instante particular). Este modelo pronostica la temperatura mínima de los elementos areales de un cultivo y del suelo superficial.

**El modelo empírico** fue determinado utilizando el software PROTMI desarrollado por García (1993). Él plantea en el proceso de enfriamiento nocturno dos factores controlables: factor de balance de radiación y factor efecto invernadero de la atmósfera. Además considera una variable de mayor influencia en el enfriamiento nocturno a la temperatura mínima de un día anterior al que se va a pronosticar ( $T_{min,y-1}$ ), como aquella que va indicar la energía base o energía inicial disponible en el ambiente<sup>3</sup>. Este modelo pronosticará la temperatura mínima del aire a nivel de caseta meteorológica (1,60 m).

### Datos experimentales

El estudio se realizó en el valle del Mantaro (departamento de Junín, Perú) en tres localidades agrícolas: Jauja (latitud 11°47'; longitud 75° 28'; altitud 3322 msnm), Huayao (latitud 12° 02'; longitud 75° 19'; altitud 3313 msnm) y Santa Ana (latitud 12° 00'; longitud 75° 13'; altitud 3295 msnm). Para comparar las temperaturas mínimas de los resultados de los modelos con las temperaturas mínimas observadas en campo, previamente, se tuvieron que instalar, en las tres localidades agrícolas, dos termómetros de temperatura mínima en niveles de 10 y 50 cm sobre la superficie del suelo; durante los meses de noviembre 2002 a mayo 2003. Las temperaturas mínimas del nivel de 2,0 m simuladas por los modelos fueron comparadas con las temperaturas mínimas del interior de la caseta meteorológica (1,6 m).

Los datos meteorológicos de entrada requeridos por los modelos Cellier y Lhomme, correspondieron al período de marzo a mayo de 2003. El modelo Cellier utilizó datos temperatura del aire, velocidad del viento, temperatura del suelo a 10 cm y 50 cm, temperatura del punto de rocío y radiación neta; los tres primeros datos fueron tomados a una hora antes del ocaso (17:00 horas) y los dos últimos tomados en el momento del ocaso (18:00 horas). El modelo Lhomme utilizó los datos de temperatura del aire, humedad relativa del aire, velocidad del viento y temperatura del suelo, tomados a la hora del ocaso (18:00 horas).

Para determinar el modelo empírico se utilizaron datos diarios de temperatura mínima, temperatura del bulbo seco (temperatura del aire), temperatura del bulbo húmedo y velocidad de viento tomados a las 07:00; 13:00 y 19:00 horas, de septiembre a mayo del período 1972 al 2003 para Huayao y Jauja, y de septiembre a mayo de 1992 al 2003 para Santa Ana.

El parámetro de velocidad del viento es medido a una altura estándar de 10 m, pero como los modelos lo requerían a 2m, fue estimada a esa altura utilizando la ecuación del perfil logarítmico del viento. También se utilizaron datos de nubosidad media mensual de la localidad de Huayao.

### B) METODOLOGIA:

**La primera fase** o calibración consistió en el análisis e interpretación física de los modelos; identificar qué parámetros son los que tienen mayor influencia; luego estimar todos los parámetros y ajustar a los que se consideran necesarios mediante el cambio en los valores. En el modelo empírico esta fase consistió en la determinación de las ecuaciones empíricas para pronosticar temperaturas mínimas tanto para el inicio (septiembre a diciembre) como para el final de la campaña agrícola (febrero a mayo), se utilizó el análisis de correlación múltiple con variables predictoras (temperatura mínima de un día anterior, temperatura del aire del bulbo seco y del bulbo húmedo y velocidad de viento).

**La segunda fase** o validación, consistió en comparar los datos de las salidas de los modelos con los datos medidos en campo. Para el cual se emplearon los indicadores estadísticos como el *error de cuadrados medios residuales* (RMSE, mide la dispersión global de los datos alrededor de la línea de regresión), el *bias* (B, mide la diferencia media de las salidas respecto a las mediciones) expresadas por:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (s_i - m_i)^2 / n} \quad B = \sum_{i=1}^n (s_i - m_i) / n$$

$s_i$ : valor estimado del modelo.  $m_i$ : valor observado correspondiente.

y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

Para definir la validez de los modelos en la zona de estudio se establecieron criterios limitantes a estos indicadores estadísticos:

- i) El *Bias* no sea mayor a  $B = \pm 2.0^\circ C$ .
- ii) Las diferencias o errores mayores a  $2^\circ C$  no deben constituir más del 25% de la muestra total para que se acepte la validación del modelo.

### RESULTADOS

Del proceso de calibración y validación de los modelos se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas 1, 2, 3.1, 3.2, 4 y 5. En la tabla 1 se observa la validez del modelo Cellier para pronosticar la temperatura mínima a nivel de 10 cm con una subestimación de  $2^\circ C$  ( $Bias = -0,6^\circ C$ ;  $RMSE = 1,8^\circ C$ ) en condiciones de cielo claro; y en las tablas 4 y 5, la validez modelo empírico para pronosticar la temperatura mínima a nivel de 1,60 cm, para la temporada de inicio ( $Bias = 0,0^\circ C$ ;  $RMSE = 1,9^\circ C$ ) y final ( $Bias = -1,1^\circ C$  a  $0,0^\circ C$ ;  $RMSE = 1,9^\circ C$  a  $2,3^\circ C$ ) de la campaña agrícola.

Tabla 1: Estadística de la temperatura mínima estimada por el modelo Cellier cuando la radiación neta es estimada con las ecuaciones de Brusaert y Swinbank

	Brusaert		Swinbank	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
Temperatura mínima del suelo (0.1 m)	-10,9	11,1	-0,6	1,8
Temperatura mínima a nivel de caseta (1.6 m)	-13,3	13,6	-3,1	3,8

Tabla 2: Estadística de la temperatura mínima estimada por el modelo Lhomme, cuando la radiación neta es estimada con la ecuación de Brusaert ( $\mu=1.24$  y  $\mu=1.31$ ).

Estación	Cielos claros $\mu=1.24$			Cielos Parcialmente nublados $\mu=1.31$		
	dato	BIAS	RMSE	dato	BIAS	RMSE
Huayao	10	+2,4	3,7	34	+3,0	4,0
Jauja	25	+1,8	3,0	41	+1,9	3,5
Santa Ana	18	+2,5	4,1	53	+4,0	5,1

Tabla (3.1) Ecuaciones empíricas para estimar temperaturas mínimas al inicio de la campaña agrícola (septiembre-diciembre) en Huayao, Jauja y Santa Ana.

Estación	Inicio De Campaña	R <sup>2</sup>	S	Fc
HUAYAO	$Y=-0.07+0.054VV_{19}+0.507Tbh_{19}+0.036Tbs_{19}-0.049Tbh_{13}-0.047Tbs_{13}+0.061Tbh_{07}+0.02Tbs_{07}+0.346Tmin_{y-1}$ $Y=0.12+0.036VV_{19}+0.614Tbh_{19}-0.037Tbs_{19}+0.056Tbh_{13}-0.154Tbs_{13}+0.085Tbh_{07}+0.181Tbs_{07}+0.126Tmin_{y-1}$	0,3	1,9	54
JAUJA	$Y=0.41+0.446Tbh_{19}-0.07Tbs_{13}+0.079Tbh_{13}-0.096Tbs_{13}-0.1Tbh_{07}+0.174Tbs_{07}+0.355Tmin_{y-1}$	0,4	1,9	63
SANTA ANA	$Y=0.41+0.446Tbh_{19}-0.07Tbs_{13}+0.079Tbh_{13}-0.096Tbs_{13}-0.1Tbh_{07}+0.174Tbs_{07}+0.355Tmin_{y-1}$	0,4	1,9	51

R<sup>2</sup>: Coeficiente Determinación S:Desviación Estándart  
Fc:Prueba estadística, nivel de significancia al 0.01

## DISCUSIÓN

Para el modelo Cellier se encontró que los parámetros de entrada de mayor influencia en la ocurrencia de heladas fueron la radiación neta estimada con la fórmula de Brutsaert (1975) y Swinbank (1963); la capacidad calorífica en capacidad de campo estimada en función de su composición de suelo con las fórmulas de Brutsaert (1982), Rawls y Brakensiek (1985); y la conductividad térmica en capacidad de campo ( $K_i$ ) estimada en función de su contenido de agua <sup>2</sup>. El parámetro de temperatura de suelo del nivel de 50 cm ( $T_{s50}$ ) en el momento del ocaso fue estimado promediando la temperatura de las 13:00 horas, del día presente y anterior, debido a que la  $T_{s50}$  presenta variación diurna menor a 1°C (8, 9). El modelo Cellier fue probado solamente para la localidad de Santa Ana.

El modelo Cellier fue calibrado, ajustando los parámetros de capacidad calorífica ( $C=3,3 Jm^{-3}K^{-1}$ ), conductividad térmica ( $k_T=1,2 Wm^{-1}K^{-1}$ ) y radiación neta estimada con la fórmula de Swinbank. Luego el modelo fue probado en condiciones de cielo claro, y los resultados a nivel de caseta indican subestimaciones significativas (Bias -3,1°C; RMSE 3, 8°C), y a nivel de 10 cm valores cercanos a sus valores reales (Bias -0,6 y RMSE 1,8°C). Previamente se realizó la prueba de sensibilidad del modelo a los parámetros de capacidad calorífica ( $C$ ) y conductividad térmica ( $k_T$ ) mostrando mayor sensibilidad a  $k_T$ . Cuando usamos  $C=3.3 MJm^{-3} K^{-1}$  (valor determinado para Santa Ana) el modelo mejora ligeramente el pronóstico en comparación cuando utilizamos  $C=2,5 MJm^{-3} K^{-1}$ . En el proceso de calibración cuando la radiación neta era estimada con la fórmula de Brutsaert (1982) y usamos los valo-

Tabla (3.2) Ecuaciones empíricas para estimar temperaturas mínimas al final de la campaña agrícola (febrero-mayo) en Huayao, Jauja y Santa Ana.

Estación	Final De Campaña	R <sup>2</sup>	S	Fc
Huayao	$Y=-0.71+0.018VV_{19}+0.641Tbh_{19}-0.049Tbs_{19}+0.352Tbh_{13}-0.24Tbs_{13}-0.106Tbh_{07}-0.261Tbs_{07}+0.551Tmin_{y-1}$ $Y=-0.64+0.051VV_{19}+0.548Tbh_{19}+0.098Tbs_{19}+0.171Tbh_{13}-0.23Tbs_{13}-0.116Tbh_{07}+0.044Tbs_{07}+0.525Tmin_{y-1}$	0,6	1,9	269
Jauja	$Y=-2.89+0.607Tbh_{19}+0.03Tbs_{19}+0.051Tbh_{13}-0.083Tbs_{13}-0.104Tbh_{07}+0.228Tbs_{07}+0.432Tmin_{y-1}$	0,6	1,9	159
Santa Ana	$Y=-2.89+0.607Tbh_{19}+0.03Tbs_{19}+0.051Tbh_{13}-0.083Tbs_{13}-0.104Tbh_{07}+0.228Tbs_{07}+0.432Tmin_{y-1}$	0,5	1,9	88

R<sup>2</sup>: Coeficiente Determinación S:Desviación Estándart  
Fc:Prueba estadística, nivel de significancia al 0.01

Tabla 4: Resultados estadísticos de las temperaturas mínimas estimadas por el modelo empírico

	Inicio de campaña (setiembre - diciembre)		Final de campaña (febrero - mayo)	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
Huayao	0,0	1,9	-1,1	2,3
Jauja	0,0	1,9	0,0	1,9
Santa Ana	0,0	1,9	0,0	1,9

res recomendados por Cellier ( $C=2,5 MJm^{-3} K^{-1}$  y  $k_T=1.2 Wm^{-1} K^{-1}$ ) el modelo subestimaba significativamente la temperatura mínima tanto a nivel 10 cm (Bias -10,9°C; RMSE 11,1°C) como a nivel de caseta (Bias -13,3°C; RMSE 13,6°C); debido a que Brusaert sobre valoraba los valores de radiación neta (-155 a -195  $Wm^{-2}$ ) siendo estos superior a lo observado por varios autores (<-100  $Wm^{-2}$ ) como: Oke, 1987 <sup>10</sup>; Perrier *et al.*, 1976 <sup>6</sup>; y asimismo, superior al referido por Cellier *et al.* 1996, menciona que el déficit radiativo en cielos claros es fuerte de -80 a -100  $Wm^{-2}$ . En cambio, los valores de radiación neta estimados por Swinbank en el valle, para el periodo de estudio (marzo a abril) fluctuaron entre -115 a -125  $Wm^{-2}$ , cercano a los valores referidos. (Ver tabla 1).

Para el modelo Lhomme se estimaron los parámetros de  $T_{s50}$  y  $k_T$  de la misma manera que para el modelo Cellier. Este modelo fue acondicionado al experimento real representado por el cultivo de grass de una altura del cultivo  $z_h=0,1m$ , el índice de área foliar  $L_0=2,4$  y el coeficiente de la distribución angular  $\alpha_f=0,5$  (valor de una distribución cónica angular de 60°). Además para el modelo Lhomme se estimó la constante  $\mu$  de la radiación atmosférica que está en función de la fracción de la cobertura nubosa <sup>6</sup>, determinándose para todas las condiciones de cielo (días y noches; claros y nublados) el valor de 1,31 para el periodo diciembre - abril; constante similar al propuesto de Sridhar y Elliot (2002). Este modelo fue probado para condiciones de cielo claro ( $\mu=1,24$ ) y de cobertura nubosa ( $\mu=1,31$ ); en ambas condiciones se observa que sobrestima las temperaturas mínimas entre +1,9 a +4,0°C, tal como se detalla en tabla 2.

En los modelos Cellier y Lhomme el principal factor que influye en la divergencia de los datos simulados y medidos es la determinación de la radiación atmosférica (componente de la radiación neta en onda larga).

En la determinación del modelo empírico, se obtuvieron ecuaciones de regresión lineal múltiple tanto para el inicio ( $R^2$ : 0,3 a 0,4) como para el final de la campaña agrícola ( $R^2$ : 0,5 a 0,6), mostrando mayor correlación al final de la campaña agrícola. Ver tabla 3. Estos modelos empíricos presentan pronósticos de temperatura mínima muy cercanos a los valores medidos en campo tanto para el período del inicio (Bias= 0°C y RMSE= 1,9°C) como para el final de la campaña agrícola (Bias= 0,0°C a -1,1 y RMSE= 1,9°C a 2,3°C) (Ver tabla 4). Tomando en cuenta los criterios de validación, se validan estos modelos, excepto para Santa Ana durante el inicio de la campaña agrícola debido a que no cumple el segundo criterio, es decir las diferencias mayores a 2°C constituye el 27% de la muestra total. (Ver tabla 5)

Tabla 5: Resultados de la validación del modelo empírico

Casos que superan	Inicio de campaña (setiembre - diciembre)			Final de campaña (febrero - mayo)		
	Huayao	Jauja	Santa Ana	Huayao	Jauja	Santa Ana
2°C	25%	21%	27%	24%	23%	19%
1,5°C	42%	36%	46%	36%	35%	40%

E-mail: jsanabria@senamhi.gob.pe

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cellier P. An operational model for predicting minimum temperatures near the soil surface under clear sky conditions. *Journal of Applied Meteorology* 1993; 32, 871–883.
- Lhomme JP, Guilioni, L. A simple model for minimum crop temperature forecasting during nocturnal cooling. *Elsevier. Agricultural and Forest Meteorology* 2004; 123:55–68.
- García J, Villegas E. Pronóstico de temperaturas mínimas para previsión de heladas con 18 horas de anticipación. *Anales Científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina*. [Aprobado para su publicación]. Ediagraria, Lima, 2006.
- Brutsaert W. On a derivable formula for long-wave radiation from clear skies. *Water Resource Research* 1975; 11:742 – 744.
- Swinbank WC. Long-wave radiation from clear skies Q.J.R. *Meteorological Society* 1963; 89:339 –348.
- Brutsaert W. *Evaporation into the Atmosphere*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands, 1982. p. 299-6.
- Rawls WJ, Brakensiek DL. *Prediction of Soil Water Properties for Hydrologic Modeling*. American Society of Civil Engineers. ASCE, New York, 1985. p. 293–299.
- Monteith JL, Unsworth MH. *Principles of Environmental Physics*. Edition Second. London, 1990. p. 272-12.
- La Rosa C. Flujo diario y anual de calor en las capas superficiales del suelo en La Molina. [Tesis para optar el título de ingeniero meteorólogo]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 1997.
- Arya PS. *Introduction to Micrometeorology*. Academic Press, London, 1988. p. 303–3.
- Cellier P, Cochard H, Bonnefond JM. *Modelisation Agrometeorologique: Cas de la Previsión des Gelees de Printemps*. Institut National de la Recherche Agronomique INRA, Grignon, 1996. p. 399-409.
- Sridhar V, Elliott RL. On the development of a simple downwelling longwave radiation scheme. *Agricultural and Forest Meteorology* 2002; 112:237–243.

# CONTABILIDAD DE LA HUELLA ECOLÓGICA BASADA EN LA EMERGÍA - CASO PERUANO

## ACCOUNTING OF ECOLOGICAL FOOTPRINT BASED ON EMERGY – PERUVIAN CASE

Raúl Siche<sup>1</sup>, Enrique Ortega<sup>2</sup>, Héctor Rodríguez<sup>3</sup>.

### RESUMEN

En este estudio se analizó el impacto del consumo de la sociedad peruana en su medio ambiente utilizando un índice simplificado de evaluación ecológica llamado Huella Ecológica Emergética. Con base en el año 2004, el consumo de la sociedad peruana (7,17 ha/cap) es de aproximadamente la mitad de su capacidad de carga (14,68 ha/cap), significando un superávit ecológico de 7,51 ha/cap. Una simple lectura de estos datos indica que el Perú es sustentable. En un análisis más riguroso, considerando que gran parte de este superávit es expropiado (exportado) por otros países (principalmente desarrollados), existe el riesgo de convertir el país en insustentable. Estos resultados reflejan que el país está en la condición de soportar su actual consumo, pero que el impacto de este consumo podría incrementarse en los próximos años de mantenerse algunas políticas económicas y ambientales, como el no dar valor agregado a los recursos naturales que son exportados. Este documento podría servir como premisa para reformular las actuales políticas macro del país visando entregar un país más justo para las futuras generaciones.

**Palabras clave:** Huella ecológica, emergía, energía, sustentabilidad.

### ABSTRACT

In this study the impact of the consumption of the Peruvian society in environment was analyzed using a simplified index of ecological evaluation called Emergy Ecological Footprint. With base in 2004, the consumption of the Peruvian society (7,17 ha/cap) is of approximately half of its carrying capacity (14,68 ha/cap), meaning an ecological surplus of 7,51 ha/cap. A simple reading of these data indicates that Peru is sustainable. In a more rigorous analysis, considering than great part of this surplus is being expropriated (exported) by other countries (mainly developed), exists the risk of turning the country not sustainable. These results reflect that the country is in the condition for supporting its present consumption, but that the impact of this consumption could be increased in the next years to stay some economic and environmental policies, like not giving added value to natural resources that are exported. This document could serve like premise to reformulate the present policies macro of the country considering give a righter country for the future generations.

**Key words:** Ecological footprint, emergy, energy, sustainability.

### INTRODUCCIÓN

El peligro de utilizar plaguicidas sintéticos que entraban en la cadena alimenticia fue una de las primeras denuncias públicas de preocupación por el medio ambiente (1) publicación considerada como el argumento que marcó el paso del “conservacionismo” al “ecologismo”. Años más tarde se apuntaron graves problemas que la humanidad iba a enfrentar, caso continuase el mismo modelo de desarrollo; se citaron problemas como: el uso intensivo de energéticos fósiles; disminución de los recursos naturales; incremento de la actividad industrial y polución; y, el aumento y colapso de la población (2). Los mismos investigadores revisaron sus datos y verificaron que las cuestiones vitales, levantadas veinte años antes, permanecieron vigentes y, aún más, se agravaron (3)

Esta realidad ambiental llevó a que se busquen formas de medir el impacto de la especie humana en el medio ambiente, medir donde estamos y cuanto podemos avanzar. Así, la idea de desarrollar indicadores e índices de sustentabilidad surgió en la Conferencia Mundial Sobre el

Medio Ambiente (Rio-92). La propuesta era definir índices de desarrollo sustentable que considerasen aspectos ambientales, económicos, sociales, éticos y culturales (4). El criterio más aceptado de lo que es “sustentable” esta basado en la identificación de la velocidad de consumo de los recursos comparado con la velocidad con que son producidos o renovados. Cuando las demandas de la humanidad de recursos ecológicos exceden a los que la naturaleza puede continuamente proveer, se presenta el denominado “exceso ecológico”. Consecuentemente, si la economía humana depende del capital natural del planeta que le provee de servicios ecológicos y recursos naturales, y si los humanos tenemos un considerable impacto sobre la tierra, asociada con el incremento poblacional y el desarrollo económico, podemos definir la siguiente máxima ecológica: para que cualquier sistema sea sustentable, los seres humanos que lo habitan precisen vivir dentro su capacidad de carga natural.

Desde Rio-92 se han formulado varios índices e indicadores para evaluar la sustentabilidad de países; mas po-

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias. Univ. Nacional de Trujillo, Perú

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería de Alimentos. Univ. Estadual de Campinas, Brasil

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería de Alimentos. Univ. Estadual de Campinas. Brasil

cos son los métodos que han tenido aceptación e impacto en la comunidad científica y política de los países. Dos de los métodos que se han convertido en herramientas populares de evaluación de la sustentabilidad de países son la Huella Ecológica (5) y el Análisis Emergético (6)

La "Huella Ecológica" es definida como el área total de tierra productiva o de mar requerido para producir todas las cosechas, carne, especies del mar, madera y fibra, que son utilizados para sustentar el consumo de energía de una población y para dar el espacio para su infraestructura. El análisis emergético fue desarrollado para hacer estudios de tipo variado, mas su mayor herencia es su aplicabilidad a estudios de impacto y sustentabilidad de sistemas.

En un estudio comparativo de tres índices de sustentabilidad, se concluyó que los índices que permiten explicar mejor la realidad ecológica del sistema nacional son la Huella Ecológica y el Análisis Emergético (7) Paralelamente a este estudio, una nueva metodología basada en estos dos índices fue propuesta: la Huella Ecológica Emergética (8) Esta metodología nace como una propuesta para mejorar el índice conocido como "Huella Ecológica" considerando algunos puntos fuertes del Análisis Emergético, como por ejemplo el cálculo de la capacidad de carga basada en los recursos renovables que posee el sistema.

## MÉTODO

Se utilizó la Huella Ecológica Emergética para evaluar la sustentabilidad del Perú utilizando datos del año 2004. El método consiste básicamente en tres pasos:

### OBTENCIÓN DE DATOS BRUTOS

La capacidad de carga se estimó considerando los principales recursos renovables que tiene un territorio y relaciones que utiliza el análisis emergético (6)

El consumo (huella ecológica) se calculó para seis categorías de áreas productivas ecológicas: suelos cultivables, suelo forestal, suelo con pastos, área acuática, suelo fósil y área construida <sup>5</sup>. La mayoría de los datos están disponibles en estadísticas nacionales relacionados a la producción y el comercio. Para la mayoría de recursos se utilizó la fórmula: consumo = producción + importación – exportación.

### CONVERSIÓN DE LOS DATOS A UNIDADES DE EMERGÍA

Todos los datos de consumo y recursos renovables fueron, primero, convertidos a unidades de energía (J) si era el caso; luego a unidades emergéticas utilizando el factor llamado "transformidad" (seJ/J) del análisis emergético (6) Para obtener datos per cápita, los valores en unidades emergéticas fueron divididos por el tamaño de la población.

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y LA HUELLA ECOLÓGICA

Para el cálculo de la capacidad de carga "c" se utilizó la ecuación:  $c = r/d$ , donde "r" son los recursos renovables en energía per cápita (seJ/cap) y "d" es la densidad emergética terrestre (energía total del planeta / área del planeta =  $1,58 \times 10^{25}$  seJ /  $5,10 \times 10^{14}$  m<sup>2</sup> =  $3,10 \times 10^{10}$  seJ/m<sup>2</sup>). La capacidad emergética regional, según los creadores de esta metodología, está dado por el recurso reno-

vable que alcanza mayor valor emergético <sup>8</sup>.

La huella ecológica per cápita (ef) es estimada por la ecuación:  $ef = \sum a_i = \sum b_i/p$ , donde. En esta ecuación "a<sub>i</sub>" es el área per cápita correspondiente del i-ésimo recurso (ha); "b<sub>i</sub>" es la cantidad de energía per cápita del i-ésimo recurso (seJ); y, "p" es la densidad emergética de la región (capacidad de carga emergética regional / área de la región =  $1,41 \times 10^{23}$  seJ /  $1,29 \times 10^{12}$  m<sup>2</sup> =  $1,10 \times 10^{11}$  seJ/m<sup>2</sup>).

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados completos del cálculo de la huella ecológica y la capacidad de carga en el Perú para el año 2004. En la tabla 2 se muestran los resultados agregados del consumo (por categorías) y la capacidad de carga considerando una disminución en su valor del 12% destinada para biodiversidad. Las tablas 1 y 2 están en unidades per cápita. Los valores per cápita de la tabla 2 fueron multiplicados por la población (27 219 264 habitantes) para obtener valores globales del sistema evaluado. Así, en la figura 1, se puede observar que la capacidad de carga de la región es aproximadamente el doble a su consumo (huella ecológica emergética).

Tabla 1. Cálculo de la capacidad de carga y el consumo del Perú (2004).

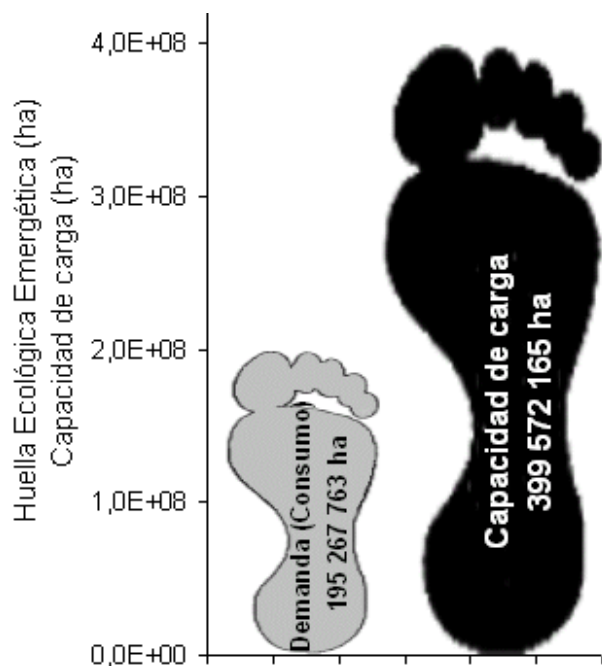
Ítem	Dato en bruto (J)	Transformidad (seJ/J)	Energía total (seJ)	Energía per cápita (seJ)	Capacidad de carga per cápita (ha/cap)
Población = 27 219 264; área = $1,29 \times 10^{12}$ m <sup>2</sup> ; d = $3,10 \times 10^{10}$ seJ/m <sup>2</sup>					
Capacidad de Carga			1,41E+23	5,18E+15	16,6815
Recursos renovables			1,41E+23	5,18E+15	16,6815
Sol	8,28E+21	1	8,28E+21	3,04E+14	0,9800
Pot. Quím. de la lluvia	3,87E+18	15 444	5,98E+22	2,20E+15	7,0741
Geopot. de la lluvia	2,11E+18	8 888	1,88E+22	6,89E+14	2,2197
Viento	4,61E+18	663	3,06E+21	1,12E+14	0,3618
Ciclo terrestre	4,86E+18	29 000	1,41E+23	5,18E+15	16,6815
Ítem	Dato en bruto (J)	Transformidad (seJ/J)	Energía total (seJ)	Energía per cápita (seJ)	Consumo (ha/cap)
Población = 27 219 264; área = $1,29 \times 10^{12}$ m <sup>2</sup> ; p = $1,10 \times 10^{11}$ seJ/m <sup>2</sup>					
Huella ecológica			2,14E+23	7,87E+15	7,1739
Recursos biológicos			1,85E+23	6,80E+15	6,2030
Consumo agrícola			3,67E+22	1,35E+15	1,2299 Suelo cultivable
Cereales	4,74E+16	35 900	1,70E+21	6,25E+13	0,0570 Suelo cultivable
Trigo	3,87E+15	68 000	2,63E+20	9,67E+12	0,0088 Suelo cultivable
Maíz	3,54E+16	58 100	2,06E+21	7,56E+13	0,0689 Suelo cultivable
Frijol	4,68E+15	690 000	3,23E+21	1,19E+14	0,1082 Suelo cultivable
Tubérculos	9,49E+16	27 000	2,56E+21	9,41E+13	0,0858 Suelo cultivable
Vegetales aceiteros	5,75E+15	690 000	3,97E+21	1,46E+14	0,1329 Suelo cultivable
Algodón	3,68E+15	1 900 000	6,99E+21	2,57E+14	0,2342 Suelo cultivable
Verduras	1,80E+16	27 000	4,86E+20	1,79E+13	0,0163 Suelo cultivable
Caña de azúcar	1,82E+17	84 900	1,55E+22	5,68E+14	0,5177 Suelo cultivable
Selvicultura			2,75E+22	1,01E+15	0,9213 Plantaciones
Frutas	4,78E+16	530 000	2,53E+22	9,30E+14	0,8479 Plantaciones
Madera	6,28E+16	34 900	2,19E+21	8,05E+13	0,0734 Plantaciones
Pecuaría			1,21E+23	4,44E+15	1,9211 Pastura
Carnes	1,33E+16	3 170 000	4,22E+22	1,55E+15	1,4125 Pastura
Leche	2,99E+15	1 700 000	5,08E+21	1,87E+14	0,1703 Pastura
Huevos	1,53E+15	2 000 000	3,06E+21	1,12E+14	0,1025 Pastura
Lana	1,60E+15	4 400 000	7,04E+21	2,59E+14	0,2359 Pastura
Pesca	3,18E+16	2 000 000	6,36E+22	2,34E+15	2,1307 Área acuosa
Recursos energéticos			2,90E+22	1,06E+15	0,9709
Carbón	2,23E+16	39 800	8,88E+20	3,26E+13	0,0297 Suelo fósil
Petróleo	2,96E+17	53 000	1,57E+22	5,76E+14	0,5256 Suelo fósil
Gas natural	4,28E+16	48 000	2,05E+21	7,55E+13	0,0688 Suelo fósil
Eléctrico	6,51E+16	159 000	1,04E+22	3,80E+14	0,3468 Área construida

La tabla 1 está dividida en dos secciones. En una se detalla el cálculo de la capacidad de carga basado en la cuantificación de los recursos renovables y el otro donde se detalla el cálculo del consumo del país (huella ecológica) en recursos biológicos y energéticos.

Tabla 2. Datos agregados por categorías.

Huella ecológica (ha/cap)		Capacidad de carga (ha/cap)	
Categoría	Total	Categoría	Total
Energía fósil	0,6241	Recursos renovables	16,6815
Área construida	0,3468		
Suelo cultivable	1,2299		
Pastura	1,9211	12% para biodiversidad	2,0018
Plantaciones	0,9213		
Agua	2,1307		
Total	7,1739	Total	14,6798

Figura 1. La huella ecológica emergética versus la capacidad de carga.



## DISCUSIÓN

El impacto en el medio ambiente peruano del consumo de recursos biológicos (6,20 ha/cap) es elevado si lo comparamos con el impacto de los recursos energéticos (0,97 ha/cap) (Tabla 1). Este bajo impacto energético podría explicarse por el hecho que esta metodología no contabiliza algunas formas de energía como biomasa (leña) (6), por ejemplo, que en países subdesarrollados es un energético importante. Asimismo, varios de los recursos energéticos que son exportados y tampoco contabilizados por esta metodología (minerales principalmente) indican que el verdadero impacto de consumir estos re-

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Carson R. Silent Spring. Boston: Houghton Mifflin; 1962.
02. Meadows DH, et al. The Limits to growth: A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Man Kind. New York: Universe Books; 1972.
03. Meadows DH, Meadows DL, Jorgen R. Beyond the Limits: Confronting global collapse, envisioning a sustainable future. USA: Chelsea Green Pub Co; 1993.
04. United Nations. Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro; 1992. En [http://www.sidsnet.org/docshare/other/Agenda21\\_UNCED.pdf](http://www.sidsnet.org/docshare/other/Agenda21_UNCED.pdf)
05. Rees W, Wackernagel M. Urban ecological footprint: Why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability. Environmental Impact Assessment Review 1995; 16:223-248.
06. Odum HT. Environmental accounting: Emergy and environmental decision-making. New York: John Wiley & Sons; 1996.
07. Siche JR, Ortega E, Romeiro A. Sustentabilidade de nações mediante índices: Caso peruano. Cuaderno de Resúmenes del 2° Seminário Internacional de Ciência e Tecnologia na América Latina, p 57. San Pablo: UNICAMP; 2005.
08. Zhao S, Li Z, Li W. A modified method of ecological footprint calculation and its application. Ecological Modelling 2005; 185:65-75.
09. Noss RF, Cooperrider AY. Saving nature's legacy protecting and restoring biodiversity. Washington DC: Island Press; 1994.

curso energético estaría siendo exportado a otros países. En la tabla 2, se calculó la capacidad productiva biológica que existe en el Perú (16,68 ha/cap). Con el 12% fijado para protección de la biodiversidad (8), la capacidad de carga del Perú decae a 14,68 ha/cap para el 2004. Aunque el 12% puede no ser suficiente para asegurar la biodiversidad en el largo plazo<sup>9</sup>, mayor conservación en estos tiempos puede no ser factible políticamente. Considerando el valor de la huella ecológica emergética como 195 267 763 ha y la capacidad de carga local en 399 572 161 ha (figura1) podemos concluir que existe un superávit ecológico 204 304 402 ha. Esto significa que el Perú tiene un impacto (huella ecológica) en la mitad de lo que su medio ambiente (capacidad de carga) puede soportar, pudiéndose considerar, todavía, como un país sustentable.

Este trabajo resulta importante, porque sirve como un material de análisis y discusión de la realidad ambiental del país, de donde estamos y adonde vamos con los niveles actuales de consumo. Si bien este análisis indica que el Perú es aún sustentable, la insustentabilidad del consumo podría incrementarse si es que políticas económicas no consideran criterios de manejo sustentable.

## AGRADECIMIENTOS

Al "Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq" de Brasil por el apoyo financiero para la realización del presente trabajo.

E-mail: Siche.J.R@gmail.com

# ANÁLISIS DE VARIABLES DETERMINANTES EN LA BÚSQUEDA DE SITIOS ASTRONÓMICOS EN EL PERÚ

## SEARCHING ASTRONOMICAL SITES IN PERU: DETERMINANT VARIABLES ANALYSIS

G. A. Ferrero<sup>1</sup>, W. R. Guevara Day<sup>1</sup>, V. Navarrete<sup>1</sup> y M. Pelayo<sup>1</sup>

### RESUMEN

Utilizando datos meteorológicos globales de diferentes fuentes, y usando también imágenes satelitales recientes, se están buscando los mejores sitios astronómicos para observaciones de micro-variabilidad estelar y del Sol en diferentes bandas. Se hizo un estudio comparativo de la nubosidad en la zona que exhibe la mejor combinación de condiciones astroclimatológicas y topografía favorable. En un sitio de dicha zona las primeras mediciones realizadas del coeficiente de extinción en la banda B fueron comparadas con resultados de diferentes observatorios. Todos estos resultados preliminares parecen indicar que buenos sitios astronómicos, especialmente para observaciones del centro galáctico y del sistema solar, podrían realmente existir en el Departamento de Moquegua, en el sur del Perú.

**Palabras clave:** Astronomía, sitios astronómicos, astroclimatología, nubosidad, extinción.

### ABSTRACT

Using global meteorological data from different sources and also using recent satellite images, the best astronomical sites for stellar micro-variability and solar observations in different bands are being searched in Perú. A comparative study of cloud cover on the zone that exhibit the best combination of astroclimatological conditions and favourable topography was done. In a site of this zone, the firsts measurements of the extinction coefficient in the B band performed were compared with results from different observatories. All of these preliminary results seem to indicate that good astronomical sites, specially for galactic center and solar system observations, could actually exist in the Province of Moquegua, at the southern part of Perú.

**Key words:** Astronomy, site testing, astroclimatology, cloud cover, extinction coefficients.

### INTRODUCCIÓN

El Proyecto Laboratorio de Radioastronomía (LARA) es un proyecto de inversión pública de CONIDA que apunta a prevenir y alertar acerca de las consecuencias negativas en comunicación, navegación, y daños por exposición a la radiación solar en el Perú. Para realizarlo se busca instalar un Observatorio en territorio peruano con el cual se pueda realizar una observación permanente de la actividad solar en varias bandas del espectro electromagnético, especialmente en ondas de radio y en el ultravioleta.

Adicionalmente, se desea dar continuidad a los estudios iniciados por la Univ. Nacional de San Marcos, en colaboración con CONIDA, en el campo de la micro-variabilidad estelar vista la relación privilegiada de la asterosismología con la física solar. Para ello se plantea la necesidad de un Observatorio que permita realizar fotometría de alta precisión en la banda visible y en el infrarrojo.

Durante el año 2004 se realizó un estudio global del territorio peruano, desde el punto de vista meteorológico, a partir del cual se seleccionaron algunas zonas de la sierra sur del Perú para un estudio más detallado<sup>1</sup>.

A partir de la información obtenida de imágenes satelitales GOES-12 IR ch.3 de la nubosidad, considerando la

topografía de dichas zonas y los volcanes presentes, se decidió realizar una evaluación *in situ* de la zona denominada 34-u (16°30' a 17°S y 70°30' a 71°W) en las cartas del IGN. Esta evaluación se realizó durante la expedición Janax (1)

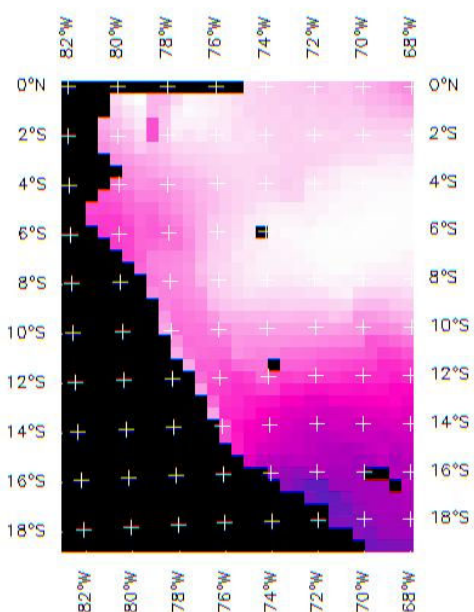


Figura 1: nubosidad anual promedio entre 1961 y 1990 según ISLSCP. La nubosidad decrece en el orden blanco-magenta-cyan.

<sup>1</sup>Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial del Perú (CONIDA). Actividad Astronomía.

En este trabajo se presentan los avances realizados durante el año 2005. Estos consisten en un estudio más detallado de la nubosidad en el Perú en general, y en la sierra sur en particular, así como en la consideración de aspectos sismológicos de la zona y en el cálculo de cuál sería el sector de la bóveda celeste más fácilmente observable. Además, se realizaron nuevas expediciones, Janax II, III y IV, de las cuales se presentan algunos resultados preliminares.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### COBERTURA NUBOSA SEGÚN DATOS NASA-ISLSCP

La concentración de nubes fue analizada con datos generados por el International Satellite Land-Surface Climatology Project (ISLSCP) (2) Este proporcionó promedios mensuales de densidad nubosa a lo largo de 30 años, entre 1961 y 1990, interpoladas sobre celdas de  $0,5^\circ$  en latitud por  $0,5^\circ$  en longitud. Promediando estos datos se obtuvo un indicador anual de densidad nubosa (ver Fig. 1) observándose la misma tendencia decreciente hacia el Sur que en la base de datos Surface meteorology and Solar Energy (SSE) (1, 3) Este indicador alcanza su mínimo absoluto en el territorio peruano en la celda centrada en  $16,5^\circ\text{S}$ ,  $72^\circ\text{W}$  (depto. de Arequipa).

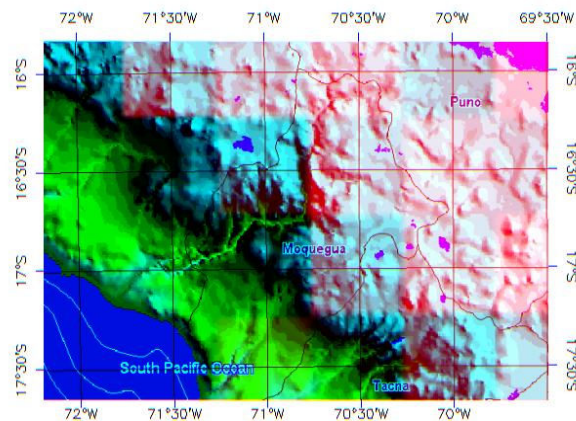


Fig. 2: superposición de un modelo de elevación digital (DEM) y el promedio de nubosidad ISLSCP (más rojo indica más nubosidad).

Al sur del paralelo  $16^\circ\text{S}$  se nota que los sectores con nubosidad mínima están cerca de la costa que fueron descartados por su baja altitud (4, 5) Sin embargo, se notan algunos sectores con baja nubosidad en zonas altas, particularmente en la cuenca del río Tambo (ver Fig. 2).

Se analizó también el comportamiento mensual de la nubosidad ISLSCP en los observatorios más importantes de Sudamérica (ver Fig. 3). La zona 34-u tiene valores de nubosidad siempre menores que Pico dos Dias (Brasil) y mayores que Cerro Paranal (Chile), mientras que entre mayo y agosto se aproxima a los de CASLEO (Argentina). Entre abril y septiembre la nubosidad en la zona 34-u fue menor del 50%.

### SECTOR DE CIELO FAVORECIDO

Se dividió el cielo en sectores de 1 h en Ascensión Recta por  $10^\circ$  en Declinación y se calculó la cantidad de horas

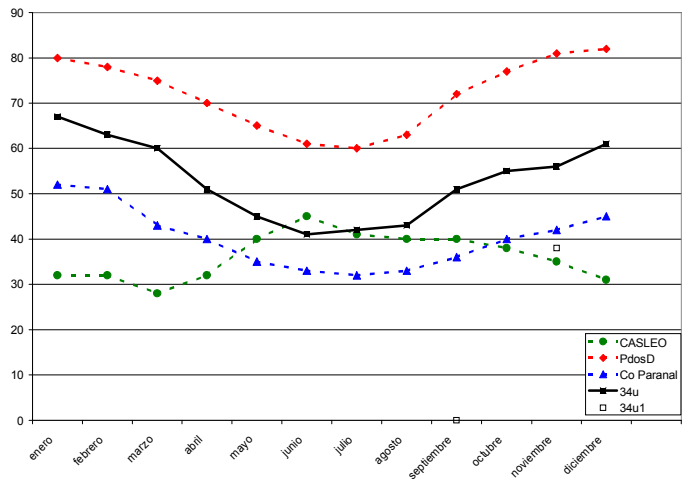


Fig. 3: nubosidad mensual promedio entre 1961 y 1990 según el ISLSCP (34u= observaciones de las expediciones Janax).

de cada mes en las cuales cada sector estaría por encima de los  $30^\circ$  de Altura entre el final de cada crepúsculo astronómico vespertino y el comienzo del siguiente crepúsculo astronómico matutino, para un punto geográfico ubicado en el centro de la zona 34-u. Este número de horas mensual se multiplicó por  $1 - i/100$ , donde  $i$  era el porcentaje de nubosidad esperado para ese mes según los datos ISLSCP.

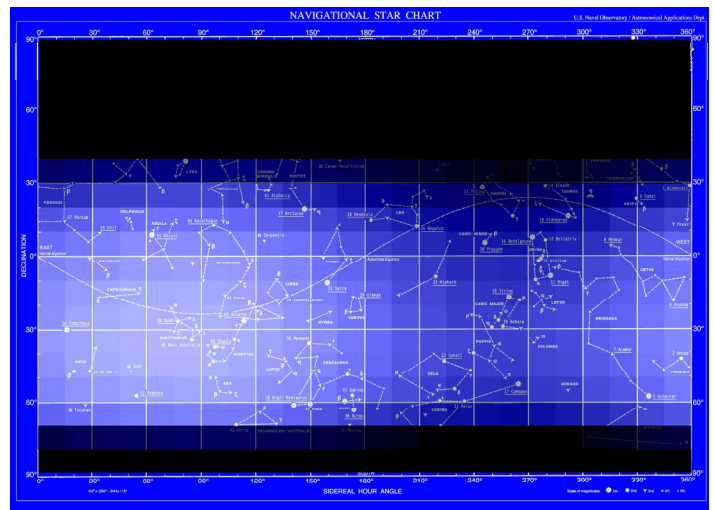


Fig. 4: horas de observación por sector de cielo previstas desde la zona 34-u (crece de azul a blanco).

Sumando las horas por meses se tuvo un indicador de la cantidad de horas por año en las cuales sería probable poder observar cada sector del cielo. Así, resulta especialmente favorecida la región del cielo ubicada entre las 15 y 21 h de Ascensión Recta y  $-10$  a  $-50^\circ$  de Declinación, dentro de la cual se encuentra el centro galáctico. Buena parte de la eclíptica se encuentra también dentro del sector más favorecido (ver Fig. 4).

### MEDICIONES DEL COEFICIENTE DE EXTINCIÓN

En septiembre de 2004, septiembre y noviembre de 2005 y enero de 2006, se realizaron las expediciones Janax I, II III y IV dirigidas a la zona 34-u para obtener, entre otras variables, mediciones del coeficiente de extinción atmosférico de primer orden en la banda  $B$  del sistema fotométrico  $UBV(K'_b)$ . Las observaciones se realizaron desde uno de los cerros de la zona, que en adelante denomi-

naremos sitio 34u1, a 4330 m de altitud. En Janax I se obtuvo  $k'_b = 0,29 \pm 0,11$ , lo cual está dentro de los valores habituales (ver Tabla I) aunque posee un alto nivel de incertidumbre debido al hecho que hasta ahora se efectuó una sola medida.

En el método de reducción de Harris<sup>6</sup>, usado en este caso, la relación entre las magnitudes instrumentales  $b$  y las magnitudes estándar  $B$  y  $V$  está dada por la ecuación

$$b = B + \alpha_1 + \alpha_2(B - V) + k'_b X + k''_b X(B - V) \quad (\S)$$

donde  $\alpha_1$  es la constante de punto cero,  $\alpha_2$  el coef. de transformación de primer orden y  $k''_b$  el coef. de extinción de 2° orden.

Durante la misión Janax II, se tomaron 44 imágenes en las noches del 7 y 8/9/2005 con una óptica de 35 mm a  $f/1,4$  sobre película Kodak TriX, de tres campos estelares distintos de 21° por 33° cada uno aproximadamente. Los campos estaban centrados en las estrellas  $\alpha$  PsA,  $\beta$  Ori y  $\varepsilon$  Sgr. Los negativos se digitalizaron con un scanner de 1200 dpi. La temperatura promedio durante las observaciones fue  $-3$  °C, la humedad relativa promedio 19% y la velocidad del viento 15 km/h.

Tabla I

Observatorio	$k'_b$	altitud (m)	ref.
Brno (Czech)	$0,36 \pm 0,05$	1800	8
CASLEO (Argentina)	$0,28 \pm 0,02$	2552	9
KPNO (USA)	$0,275 \pm 0,015$	2100	10
Maranganí (Perú)	$0,36 \pm 0,13$	3736	#
Mauna Kea (Hawaii)	0,29 :	4200	11
Sitio 34u1 Janax I	$0,29 \pm 0,11$	4327	1

#: observaciones del autor en proceso de reducción.

Las imágenes de Janax II producirán aproximadamente 48000 mediciones fotométricas. Una reducción preliminar de 3 imágenes, usando 14 mediciones de 5 estrellas no-variables tipo A0, con magnitudes  $5,72 < V < 8,05$  e índices de color  $-0,035 < B - V < 0,036$ , con el mismo método que en Janax (1, 6), arrojó  $\alpha_1 = 15,8 \pm 0,2$  y  $k'_b = 0,41 \pm 0,13$ . El resto de las observaciones de Janax II está aún en proceso de reducción.

En la misión Janax III se llevó a cabo la calibración del seguimiento del telescopio ITE-M503 y de la cámara SBIG ST-7XME, con los cuales se realizarán las observaciones en las posteriores expediciones. La misión Janax IV midió solamente variables meteorológicas.

## SISMOLOGÍA

Según Heras y Tavera (7), quienes localizaron las áreas probables a ser afectadas por grandes sismos en el borde oeste del Perú, existen 7 zonas de gap sísmico, o "asperezas", en las cuales podrían producirse sismos de magnitud elevada. Una de ellas está situada frente a la costa de Arequipa, entre los paralelos 17° y 18° S. Para esta aspereza estiman un período de retorno de aproximadamente 50 años para sismos de magnitud  $M_s \geq 7,2$ .

El último gran sismo ocurrido en esta zona fue el 23 de junio de 2001 ( $M_s = 7,9$ ). La zona de la costa de Moquegua presenta un período de retorno aún mayor (entre 100 y 150 años) para sismos de magnitud  $M_s \geq 7,2$ .

## RESULTADOS

A. A partir del análisis efectuado se concluye que pueden existir sitios astronómicos de buena calidad en el sur del Perú, con más de un 50% de noches despejadas en los meses invernales, y con mayor altitud que los principales observatorios de Sudamérica.

B. Los sitios posibles en la zona 34-u presentan buen potencial para observaciones del centro galáctico y de objetos del sistema solar.

C. El coeficiente de extinción de primer orden en la banda  $B$ ,  $k'_b = 0,29 \pm 0,11$ , en la zona 34-u, medido en Janax I, está dentro de lo habitual para un observatorio astronómico.

D. Un gran sismo en la zona 34-u podría demorar más de 100 años.

## DISCUSIÓN

A continuación se completa la discusión estadística de los resultados de la misión Janax (1)

Para el cálculo de  $k'_b$  se realizaron varios ajustes lineales por mínimos cuadrados de la ecuación (§) a los datos y para cada uno se calcularon los residuos de las observaciones individuales. Las observaciones que producían un residuo mayor que un  $\Delta$  arbitrario fueron descartadas y con las restantes se volvieron a calcular los coeficientes del ajuste y el coeficiente de correlación  $R^2$ . El procedimiento se repitió para varios valores distintos del residuo máximo  $\Delta$  y finalmente se escogió el valor de  $k'_b$  asociado al mayor  $R^2$ . Este correspondió a  $\Delta = 0,1$  mag.

El ajuste lineal se hizo utilizando las magnitudes  $B$  porque estadísticamente mostraron mayor dependencia que las  $V$  con respecto a las magnitudes instrumentales. El test con la distribución estadística  $F$  arrojó valores inferiores al nivel crítico de  $F$  (valor por debajo del cual la dependencia entre las variables es irrelevante) para los ajustes con las magnitudes  $V$  para todo D. Mientras que el mismo test dio valores superiores al crítico para los ajustes con magnitudes  $B$  para todo  $0,1 < \Delta < 0,8$  mag.

Con respecto al valor de  $k'_b$  obtenido en la muestra de observaciones de Janax II, éste no puede considerarse indicativo del resultado final que arrojarán las mismas, pero resulta notable que no contradiga los resultados de Janax.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a National Aeronautics and Space Administration (NASA), Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) de National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Corporación de Aviación Civil del Perú (CORPAC), Univ. Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y Centre de Donnes Astronomiques de Strasbourg (CDS) por los datos

para este estudio, así como a la Fuerza Aérea del Perú y al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) por su colaboración con las expediciones Janax.

e-mail: gferrero@conida.gob.pe

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ferrero G, Guevara W, Navarrete V, Pelayo M. Búsqueda de Sitios Astronómicos en el Perú: resultados de la expedición JANAX I. ECIPERU 2005; 2(1):17-20.
2. National Aeronautics and Space Administration NASA. Goddard Space Flight Center GSFC. International Satellite Land-Surface Climatology Project ISLSCP. Disponible en <http://www.gewex.org/islscp.html>
3. NASA. Surface meteorology and Solar Energy SSE. Disponible en <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
4. Lèna P. Observational astrophysics. Berlin: Springer Verlag; 1988.
5. Kitchin CR. Astrophysical Techniques. Bristol: Adam Hilger Ltd; 1984.
6. Harris M. Photoelectric Photometry -an approach to data reduction. PASP Aug. 1981; 93:507-517.
7. Heras H, Tavera H. Bol. de la Soc. Geológica del Perú 2002; 93: 7-16.
8. Mikulášek Z, Svoren J, Ziznovský J. Atmospheric extinction at the Brno and Skalnaté Pleso observatories. Contrib Astron Obs Skalnaté Pleso 2003; 33: 21-28.
9. Minniti D, Claria JJ, Gomez MN. The atmospheric extinction at the Complejo Astronomico EL Leoncito and the Bosque Alegre station. Astroph & Space Science 1989; 158: 9.
10. Hall PB, Osmer PS, Green RF, Porter AC, Warren SJ. A Deep Multicolor Survey I. ApJS 1996; 104: 185.
11. Krisciunas K. Photometry of alpha Ori. IBVS 1990; 3477: 1.

# PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES APLICADO AL ESTUDIO DE ÍNDICES DE HUMEDAD A NIVEL DE SUPERFICIE

## PROCESSING SATELLITE IMAGES APPLIED TO THE STUDY OF INDEXES OF DAMPNES TO SURFACE LEVEL

Kevin Enrique Sánchez Zavaleta <sup>1</sup>

### RESUMEN

El análisis de imágenes digitales de percepción remota orbital, posibilita un gran desarrollo de las técnicas orientadas al análisis de datos multidimensionales, adquiridas por diversos tipos de sensores. Estas técnicas han recibido el nombre de procesamiento digital de imágenes. En tal sentido, la aplicación de herramientas tecnológicas en el procesamiento de imágenes de satélite para el estudio sobre índices de humedad, permiten conocer la evolución de la deficiencia hídrica contrastada con los efectos en los cultivos a través del Índice Normalizado de Vegetación (NDVI); partiendo del conocimiento de los periodos o años que presentaron anomalías, producto del evento "El Niño". El objetivo de utilizar el procesamiento digital de imágenes en el presente estudio, es mejorar el aspecto visual de ciertos elementos estructurales para el investigador, como por ejemplo: *los tipos de suelos*; y proveer otros subsidios para su interpretación, como índices de humedad, e inclusive generar productos que puedan ser posteriormente sometidos a otros procesamientos.

**Palabras clave:** Anomalías, multidimensionales, hídrica, humedad El Niño, satelitales, NDVI, percepción remota, digital, sensores, tensiómetro.

### ABSTRACT

The analysis of digital images of remote orbital perception, it enable a great development of the techniques orientated to the analysis of multidimensional information, acquired by diverse types of sensors. These techniques have received the name of digital processing of images. To this respect, the application of technological tools in the processing image of satellite for the study on indexes of dampness, they allow to know the evolution of the water deficiency contrasted with the effects in the vegetation across the Index Normalized of Vegetation (NDVI); beginning from the knowledge of the periods or years that presented anomalies, product of the event "El Niño". The objective to utilize the digital processing of images in the present study, is to improve the visual aspect of certain structural elements for the investigator, as for example: the types of soils; and to provide other subsidies for his interpretation, as indexes of dampness, and inclusive to generate products that could be submitted later to other processings.

**Key words:** Anomalies, multidimensional, hydric, humidity, El Niño, satellite, NDVI, remote perception, digital, sensors, tensiometer.

### INTRODUCCIÓN

Considerando el desarrollo tecnológico actual para la captura de datos geoespaciales, se ha alcanzado altos niveles de aplicación de imágenes de satélite en los sectores de los recursos naturales y del medio ambiente; las técnicas de procesamiento representan ventajas sobre la información digital para la obtención de ciertos elementos estructurales de manera tal, que sean útiles para propósitos de investigación diversos.

El presente estudio sobre índices de humedad utilizando imágenes de satélite, está referido al análisis de la susceptibilidad de las características de superficies tomadas como muestra dentro de la zona de estudio, y que son extraídas mediante técnicas adecuadas para determinar los grupos de suelos con las mismas características en su composición (1)

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente estudio, se utilizaron imágenes de satélite LANDSAT 5 TM y LANDSAT 7 TM con un nivel de

resolución de 30 m; software de procesamiento de imágenes de satélite, y un equipo de cómputo adecuado para tal finalidad, además de documentos de apoyo tomados como referencia en la parte aplicativa del procesamiento de las imágenes de satélite.

#### Métodos:

**Fase de análisis y selección:** Se ha determinado los periodos de ocurrencia de acuerdo a la presencia del evento "El Niño", ubicándose las zonas de estudio; en donde se instalan los tensiómetros. Además se adquieren las imágenes de satélite para dichos periodos.

**Fase de verificación de imagen de satélite y superposición con información vectorial:** Las imágenes de satélite son revisadas a fin de cumplir con los requerimientos necesarios (resolución, % cobertura nubosa, georeferenciación, etc) (2); luego se hace la superposición de elementos (vector) georeferenciados, de acuerdo a su ubicación espacial dentro del área de estudio (3)

**Fase de procesamiento de imagen satelital:** Se toma

<sup>1</sup>Analista SIG – Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

como acción principal el Método de Clasificación<sup>1</sup>, que agrupa los píxeles en un número finito de clases individuales o de categorías de datos correspondientes a un mismo criterio. Además se analiza el comportamiento de las firmas espectrales de acuerdo a las características de un determinado tipo de suelo (4)

## DISCUSIÓN

El procesamiento de imágenes de satélite como fuente principal de información para su representación cartográfica resulta beneficiosa, pues genera datos en formato digital, facilitando la integración de información en un do-

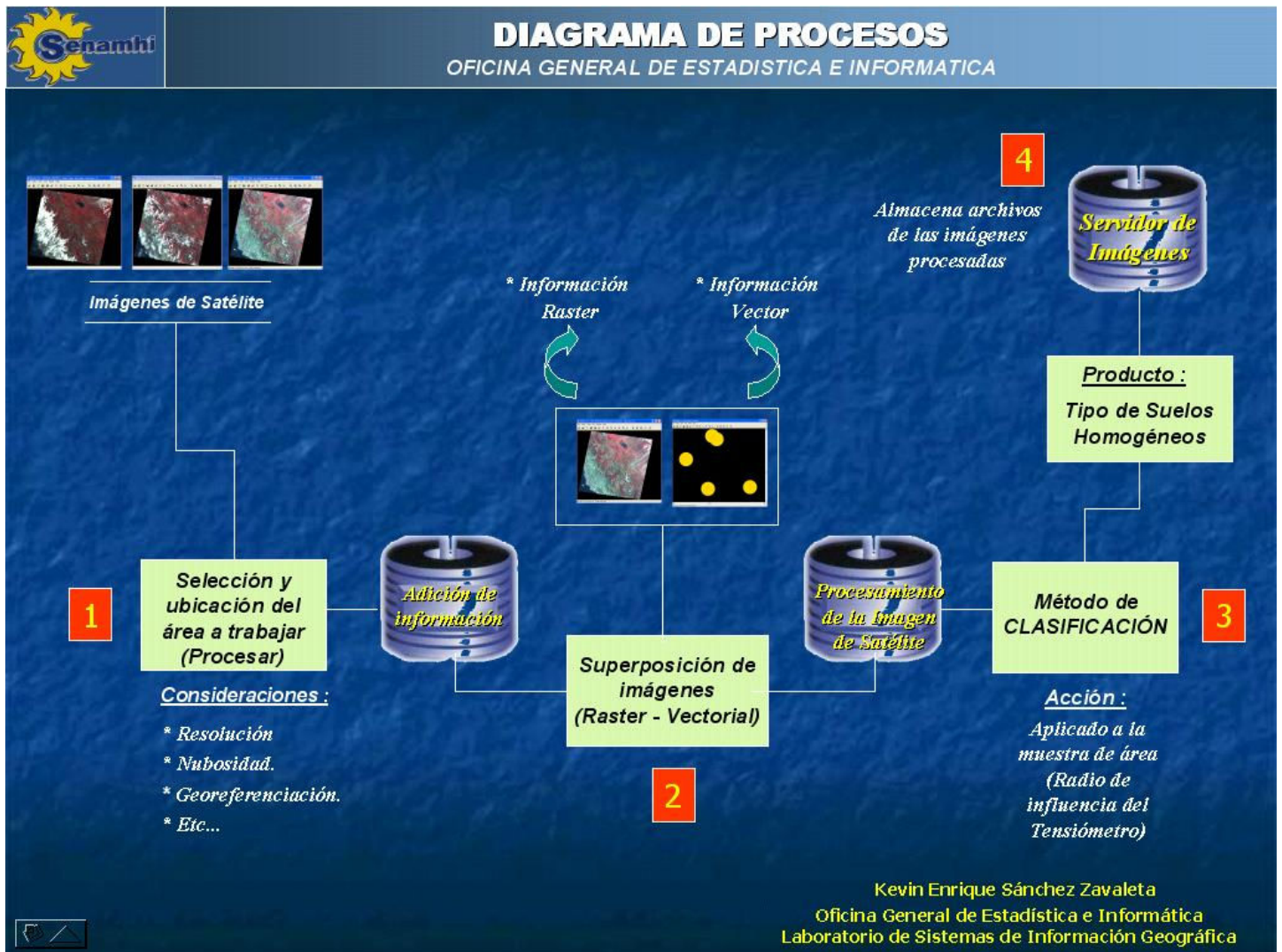


Fig 1. Diagrama de Procesos – Metodología de Trabajo

## RESULTADOS

Luego de la aplicación del método de *Clasificación* sobre una imagen de satélite, se obtienen como resultado la identificación de áreas con características y condiciones similares de tipos de suelos.

A partir de dicho resultado se realiza un proceso de interpretación, donde se puede considerar lo siguiente:

Superponer y comparar los obtenidos en distintos periodos de análisis.

Relacionar la lectura del tensiómetro (humedad), con las condiciones del área de estudio.

Contrasta la deficiencia hídrica con el índice normalizado de vegetación (NDVI).

Elaboración y diseño de mapas que representen de manera visual los resultados obtenidos.

cumento que se puede generar tanto en soporte magnético como en papel (1, 3)

El desarrollo de esta metodología es importante debido a que los resultados son aplicados a los problemas de índole climatológico que vienen sufriendo diversas regiones del país; mas aun si existen herramientas y técnicas de trabajo que permiten conocer los diferentes aspectos sobre el estudio del suelo, así como su interrelación con el recurso hídrico (2)

Nos permite conocer la evolución del comportamiento de la deficiencia hídrica en diferentes periodos para que podamos estar preparados en forma preventiva.

E-mail: ksanchez@senamhi.gob.pe

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Erdas Imagine Ver. 8.4. Erdas Tour Guide, Versión en Español, edición 1997 – 2001. Cap.17 Clasificación Avanzada. [Publicación virtual] Disponible en: URL: <http://redgeomatca.rediris.es/manuales/manuales.html>
2. Federico Brava. Procesamiento Digital de Imágenes Satelitales para la Cartografía Náutica Fluvial Argentina, Escuela de Ciencias del Mar, Instituto Universitario Naval
3. Andy Mitchell. GIS Analysis, Volumen 1: Geographic Patterns y Relationships
4. Michael Seller. Modelling our World. Cap.09 Cell – based modeling with raster

## APRENDER INVESTIGANDO

### LEARN TO INVESTIGATE

Raúl Ishiyama Cervantes

Así como enseñar es relativamente fácil cuando se utiliza el ingenio, la creatividad y la innovación, también los alumnos pueden aprender a aprender en forma sencilla conocimientos que perduren en su vida, no solo hasta el proceso del examen porque de alguna manera debe aprobar el curso.

Existen diversos modelos de como enseñar la ciencia. Para esto se realizaron eventos a nivel nacional e internacional. En el mundo occidental el movimiento más grande es el que se produjo en los Estados Unidos en América en 1959 a partir de las medidas tomadas por el Comité de Estudios de las Ciencias Físicas y el Grupo de Estudios de Matemáticos que tenían como objetivo tratar de resolver las deficiencias similares en los estudios de Física y Matemáticas en las escuelas de Norteamérica. Casi simultáneamente se creó el Instituto Norteamericano de Ciencias Biológicas (AIBS) que agrupó a 47 sociedades profesionales con 48 000 miembros asociados, para desarrollar un nuevo plan de enseñanza de la Biología.

Reconocieron la insuficiencia de los estudios en la universidad, pero optaron por centrar su preocupación primero en el mejoramiento de la escuela secundaria por ser allí donde el estudiante tiene el primer contacto con la ciencia y sus métodos, para encontrar la verdad de sus principios. Esta corriente se extendió por casi toda América y países de otros continentes, pero no se llegó a continuar con la misma intensidad a nivel de los estudios superiores.

Mediante este movimiento en donde se incorporó a profesores europeos y latinoamericanos, se trató de volver a la práctica de la enseñanza natural del diálogo, utilizando el razonamiento con la metodología llamada "*invitación a razonar, a investigar, a indagar o a inquirir*". En donde el profesor presenta los temas correspondientes al plan de estudio, de uno a uno en forma de problemas, los alumnos mediante el intercambio de ideas utilizando sus experiencias con el diálogo tratan de encontrar las respuestas a las preguntas.

Existen recursos para mejorar la enseñanza de la ciencia desde el punto de vista de la investigación. El más utilizado en el colegio son las Actividades Científicas Extraescolares.

En 1969 un grupo de docentes de países Latinoamericanos fueron invitados por la UNESCO al Instituto Brasileño de Ciencia y Cultura (IBECC) en la Universidad de Sao Paulo para definir las Actividades Científicas Extraescolares y estructurar los objetivos para América del Sur y el Caribe.

Después de analizar esta actividad se la definió como "Trabajo realizado por alumnos bajo el asesoramiento de un profesor y/o de un científico fuera de las horas de clase utilizando días no lectivos. Reuniones en donde se discuten las conquistas de la Ciencia y de la Tecnología moderna. Se complementa con la exhibición comentada de películas y videos de divulgación científica y técnica. Narraciones sobre los trabajos de investigadores comentando sus triunfos, sus decepciones y sus errores. Nociones sobre la historia de los descubrimientos y de las invenciones dentro de ese ámbito. Realización y evaluación de trabajos a niveles del entendimiento y posibilidades para ser exhibidos al público". Ahora también puede ser asesor un profesional no universitario.

Los avances técnicos han aumentado el tiempo libre de la juventud, pero ese tiempo libre puede incitar a una especie de evasión que lo degrade en lugar de enriquecer su personalidad dentro de la sociedad. Es necesario estudiar con mayor dedicación la forma como se puede ayudar a los jóvenes para hacer de su tiempo libre un empleo constructivo. La juventud no rechaza la época en que vive, todo lo contrario, pero tiene la tendencia a irritarse por los frenos que retardan su incorporación dentro de esa sociedad para que se reconozca su justo lugar. Está comprobado que la educación extraescolar favorece al integración de los jóvenes en la vida de la comunidad.

#### Los Cambios en el Perú

En el país diversas instituciones han tratado de uniformizar criterios de enseñanza de la ciencia. A nivel escolar se adoptó algunos aspectos de la educación extraescolar como la Feria Escolar de Ciencia y Tecnología. A nivel universitario no hay acuerdo debido a la autonomía institucional; además, por los continuos cambios de programas en la educación secundaria se ha llegado a una situación crítica. La Reforma Educativa de los años setenta en su esencia tuvo el mejor planteamiento, pero la falta de continuidad provocó confusión en estudiantes, profesores y padres de familia, sin que redundara en utilidad real para los alumnos y como consecuencia tampoco para los estudios universitarios.

La enseñanza de la ciencia en la universidad ha evolucionado, tanto desde el punto de vista científico como metodológico. Consiste en introducir al alumno recién ingresado en la metodología de la investigación, poniendo a su disposición la adecuada información en el arte de hacer ciencia.

En los *países en desarrollo* aún se presentan graves dificultades por la falta de infraestructura en aulas, laboratorios y bibliotecas; así como el descuido en la formación de recursos humanos en lo educativo hacia la ciencia. En algunos sectores aún persiste la idea que solamente pueden hacer investigación quienes han seguido una especialización en postgrado; está demostrado que no es así, ahora en nuestro país se está promocionando desde la escuela. Por otro lado, la imagen del científico no tenía importancia ante la opinión pública, ahora los medios de información están contribuyendo en destacar su labor.

Realizar investigación no es el producto de instrucciones teóricas, es, en esencia, el resultado de la adquisición de experiencias en forma gradual durante el diario quehacer, manteniendo la adecuada dosificación metodológica en el desarrollo del mismo. Una solución es la de orientar primero en el colegio continuando en la universidad desde el inicio de la formación profesional con trabajos sencillos, escogidos libremente por el alumno para satisfacer su curiosidad, sin descuidar la calidad.

## **La Investigación Científica**

Ante el avance de la ciencia los científicos parece que están obligados a poner sus conocimientos al servicio del "uso práctico" aunque no tenga interés en ese "uso práctico". Está casi obligado a dejar de lado la recompensa que conlleva el aprender, entender e investigar por el mismo hecho de hacerlo cuando se compenetra en lo que constituye su interés haciendo investigación por el hecho de hacerla. Es de conocimiento universal que la ciencia básica es el cimiento de la ciencia aplicada, de allí la importancia en no descuidarla.

Cuentan que en el año 370 a.C. un estudiante de la escuela de Platón (428-348) le preguntó al filósofo de que servían los abstractos y elaborados teoremas que le estaba enseñando. Inmediatamente el filósofo ordenó a un sirviente que le diera una moneda para que el estudiante no pensara que había adquirido conocimientos por nada, luego lo separó de la escuela.

Ante la insistencia que la Ciencia de hoy debe tener utilidad inmediata, es decir que todo científico debe hacer investigación aplicada, es interesante la anécdota sobre Miguel Faraday (1791-1867). En una conferencia que dio en 1840 ilustró el comportamiento peculiar de un imán conectado a una espiral de alambre que a su vez estaba unido a un galvanómetro que registraba la presencia de la corriente eléctrica. En el alambre no había corriente, pero cuando el imán era introducido en el centro del hueco de la espiral, la aguja del galvanómetro se movía en la escala mostrando el paso de la corriente. Cuando retiraba el imán de la espiral la aguja se movía en dirección opuesta indicando que la corriente fluía en el otro sentido. Cuando el imán quedaba inmóvil en cualquier posición dentro de la espiral, no se producía corriente, por lo tanto la aguja no se movía. Al final de la conferencia uno de los asistentes se acercó al científico y le dijo: "Señor Faraday, el comportamiento del imán y del alambre en espiral fue interesante, pero qué posible uso puede tener". Faraday cortésmente respondió: "Señor ¿de qué sirve un niño recién nacido?" La demostración de Faraday era un recién nacido que creció hasta convertirse en un gigante cuya utilidad hoy es imprescindible en la vida diaria.

También en Biología existen numerosos casos de como la ciencia por la ciencia misma, inicialmente en algunos casos no tuvo aplicación inmediata. Por ejemplo la simple recolección de plantas y animales aparentemente solo sirven para incrementar las colecciones, pero ordenado de una manera sistemática entra en el campo de la ciencia. El proceso histórico ha demostrado que la Taxonomía entre otros es de utilidad en el uso y mantenimiento de la Biodiversidad.

Los estudiantes de secundaria debidamente orientados son capaces de entender y realizar experimentos científicos como ha sido demostrado en los países en donde se desarrolla la Feria de Ciencias, los alumnos que participaron en la ferias al ingresar a la universidad están más predispuestos y ávidos de actuar como investigadores al ir adquiriendo más experiencia paralela a los conocimientos básicos de formación general. Se debe seguir en el principio del aprendizaje en el método más que por la crítica del método que supone de conocimientos profundos previos que no son adquiridos plenamente en la educación secundaria.

Con un Método Científico sencillo y eficaz se comprende mejor el sentido crítico que debe conocer el futuro investigador para desarrollar e informar sus resultados en forma veraz. Investigar es un proceso que se origina en la curiosidad. No se debe esperar que todos los que se dedican a la ciencia necesariamente deben ser investigadores.

## **La Enseñanza por la Investigación.**

Se habla del déficit de investigadores en el país, estos son necesarios para resolver los problemas, aplicar la tecnología e incrementar la cultura. La universidad es la entidad responsable de formarlos, pero a ella no se le implementa adecuadamente para poder cumplir con la tarea que se le encomienda. Además cada universidad es autónoma y dentro de ella cada facultad tiene su propia autonomía, no hablan un lenguaje común, hay excepciones.

En otros sectores piensan que la Universidad puede formar investigadores incentivando con premios a los alumnos de licenciatura y maestría, evidentemente este método resulta poco efectivo, la motivación debe propiciarse desde que el estudiante ingresa a la universidad paralelamente con su formación básica cultural.

Con una formación integral se podrá encontrar y apoyar decididamente a la persona que verdaderamente desea ser investigador, comprendiendo todos los sacrificios que tendrá que afrontar para lograr sus propósitos hacia donde le conducirá su vocación con carácter persistente, utilizando recursos motivados por su creatividad para culminar su trabajo.

Motivar la investigación no es sólo explicarla, hay que enseñarla mediante el ejemplo y la propia experiencia del estudiante, con base a sus propios triunfos y fracasos. Es innegable que la práctica del método científico se logra mejorar más con la experiencia que con el mandato. La ciencia se debe enseñar como investigación.

E-mail: raishiyama@yahoo.com

# INSTITUCIONES ORGANIZADORAS Y SUS REPRESENTANTES

## Presidencia

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Roberto Morales Morales  
Jorge Alva Hurtado

### ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES

Julia Casas Castañeda

### CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN EN MEDICINA Y ALTURA (CEIMA) Puno

Raúl Ishiyama Cervantes

### COLEGIO DE BIÓLOGOS DEL PERÚ

Isabel Martos Palacios  
Flor de María Madrid

### COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

José Baquedano Laynes  
Luís Chivilches Ayala  
Héctor Curotto Pacheco

### ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA AÉREA DE LA FAP (ESAFAP)

Julio Chamorro Flores  
Lía Morales Paiva  
Ángel Fulqui Arteaga

### INSTITUTO DE FOMENTO DE HABILIDADES PARA EL DESARROLLO (INFOHADE)

Pedro salcedo Esparza

### INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN DE TELECOMUNICACIONES (INICTEL)

Maritza Arévalo Olivares

### INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR

Alberto Montano Chuqui  
Modesto Montoya Zavala

### INSTITUTO DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR Y PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI)

Juan Rodríguez Guerra  
Lidia Moreno Moreno

### INTERNATIONAL POLICE ASSOCIATION (IPA)

Luís Romero Echevarría

### MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE LA MOLINA

Bruno Bermejo Lira

### PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ (PUCP)

José Carlos Álvarez

### SENAHMI

Orlando Ccora Tuya

### SOCIEDAD FRANCESA DE BENEFICIENCIA Y CLÍNICAS MAISON DE SANTÉ (ISF y CMS)

Jorge Serquén Jiménez

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CENTRO DEL PERÚ (UNCP)

Hugo Miguel Miguel

### UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS (UAP)

Grace Carretero Henke

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA (UNS)

Elza Aguirre vargas

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)

Jesús Velarde Dorrego  
Nereyda Carpena Tinoco  
Isabel Monteza Díaz

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO (UNC)

José Tezen Campos

# INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

El artículo para su publicación debe ser original e inédito, estar redactado en castellano, mecanografiado en papel bond A4 en una sola cara a espacio simple, con márgenes de por lo menos 25 mm a los lados y 30 mm en los márgenes superior inferior. La extensión total del manuscrito incluyendo las referencias bibliográficas, no debe ser mayor de seis páginas, en caracteres de 12 puntos en estilo Arial.

El trabajo debe ser entregados al momento de la exposición en el Encuentro Científico Internacional (ECI). Una copia *in extenso* más una copia en disquete en formato Word y tablas en Excel. Serán seleccionados por el Comité Editorial

Debe cumplir las indicaciones que se mencionan a continuación que corresponde a los artículos experimentales y monográficos.

Estructura de los artículos originales:

1. Investigación *experimental*:
  - A. Título en castellano
  - B. Título en inglés
  - C. Autor(es)
  - D. Institución en donde se realizó la investigación
  - E. Resumen con palabras clave
  - F. Abstract con key words
  - G. Introducción
  - H. Material y métodos
  - I. Resultados
  - J. Discusión
  - K. Agradecimientos (si lo hubiera)
  - L. Referencias bibliográficas
  - M. Dirección del autor
  
2. Investigación *monográfica o recopilación de información*:
  - A. Título en castellano
  - B. Título en inglés
  - C. Autor(es)
  - D. Institución en donde se realizó la investigación
  - E. Resumen con palabras clave
  - F. Abstract con key words
  - G. Introducción
  - H. Material y métodos (si se utilizó)
  - I. Resultados
  - J. Discusión
  - K. Agradecimientos (si lo hubiera)
  - L. Referencias bibliográficas
  - M. Dirección del autor

El título o grado académico del autor o autores y su afiliación institucional aparecerá en un pie de la primera página del artículo, separado del texto por una línea horizontal.

Toda la numeración y unidades de medida deben ser expresadas de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades. El formato de las referencias bibliográficas debe seguir el estilo de Vancouver. En el texto las referencias se numerarán consecutivamente en orden de mención, con número arábigo entre paréntesis. En ese orden se agrupará en las referencias bibliográficas.

Al final del artículo debe figurar la dirección del autor o de uno de los coautores para fines de correspondencia.

Mientras se está considerando para su publicación, el trabajo no podrá ser enviado a otras revistas. Una vez aprobado para la publicación, todos los derechos de reproducción total o parcial pasarán como propiedad de la revista.

Los trabajos seleccionados serán sometidos a revisión y evaluación por pares de la misma área, profesión y especialidad (arbitraje)

La opinión no debe exceder de 250 palabras.

En ningún caso se devolverá el manuscrito ni las copias.