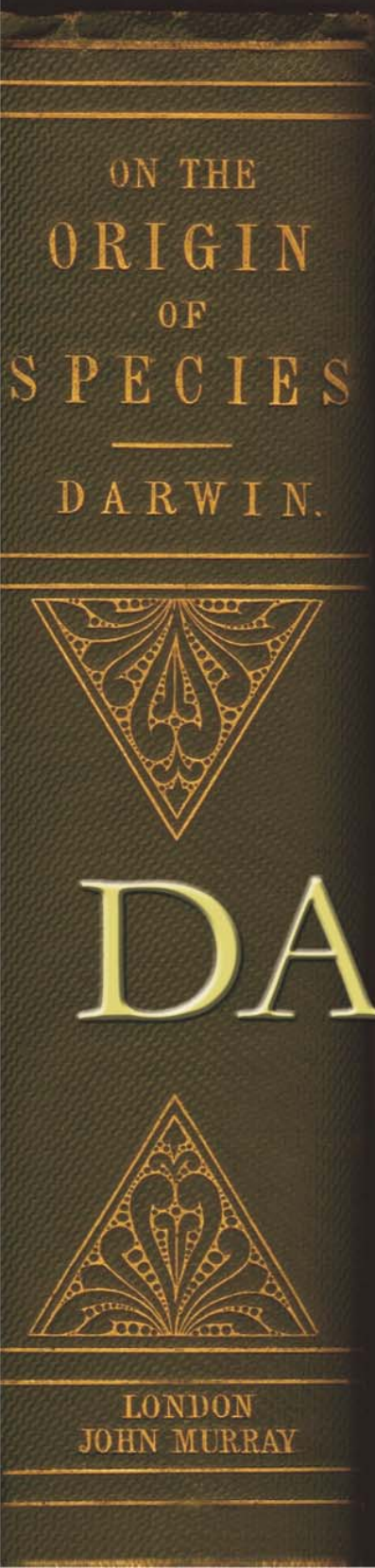


ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

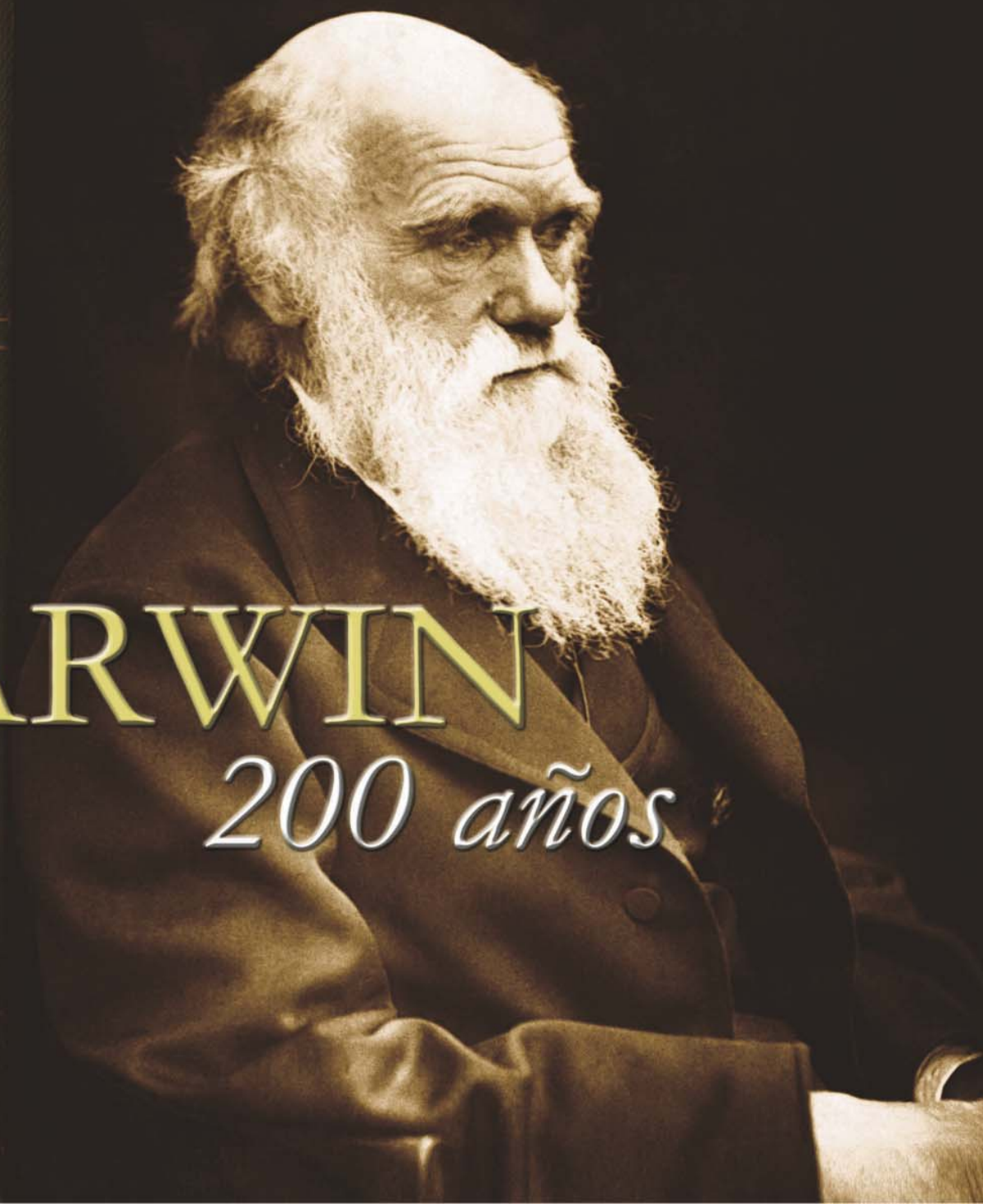


**BOLETÍN
Nº 03
DICIEMBRE 2009
LIMA - PERÚ**



DARWIN

200 años



BLANCO

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

Boletín N° 3

Lima, Diciembre 2009

CONSEJO DIRECTIVO

PERÍODO 2009 - 2012

Presidente	:	Dr. Roger Guerra-García
Vicepresidente	:	Dr. Ronald Woodman Pollitt
Secretario	:	Dr. Gustavo Gonzáles Rengifo
Tesorera	:	Dra. Nicole Bernex Weiss
Vocal	:	Dr. Alberto Cazorla Talleri
Vocal	:	Dr. César Carranza Saravia
Vocal	:	Dr. Víctor Latorre Aguilar

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS



Boletín N° 3

Lima, Diciembre 2009

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

Boletín N° 3

COMITÉ EDITORIAL

Editor:

Gustavo F. Gonzáles

Miembros:

Alberto Cazorla

César Carranza

Víctor Latorre

Directores de Secciones:

Ciencias Agrarias: Dr. Marcel Gutiérrez Correa

Ciencias Exactas: Dr. Manfred Horn

Ciencias de la Tierra: Dr. Víctor Benavides

Ciencias de la Vida: Dr. Abraham Vaisberg

Ciencias Sociales: Dr. Max Vega Centeno

Este boletín se publica gracias a un subsidio del Ministerio de Educación

Se autoriza la reproducción total o parcial del material de esta obra, citando la fuente.

Derechos Reservados: Dec. Leg. 822

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°.....: 2007-10302

Carátula: Alicia Infante

Diagramación y digitación: Griselda Valdivieso.

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

Boletín N° 3 Lima, Diciembre 2009

<i>Editorial</i>	7
Actividades 2009	8
Informe del Presidente a la Asamblea General	11
<i>Dr. Roger Guerra-García</i>	
Informe de actividades ECBI	15
<i>Dr. César Carranza</i>	
Académicos Correspondientes y Honorarios	24
Académicos Titulares - Trabajos de Incorporación:	
<i>Hormonas y Adaptación a la Altura</i>	27
<i>Dr. Gustavo Gonzáles</i>	
<i>Flora Andina y Amazónica: Un aporte a su conocimiento químico</i>	34
<i>Dra. Olga Lock</i>	
<i>Explorando el espacio cercano: Investigaciones sobre meteoros, plasmas y tiempo espacial</i>	43
<i>Dr. Jorge L. Chau</i>	
<i>La trayectoria que sigue el desarrollo infantil en el Perú: Información relevante de estudios internacionales</i>	51
<i>Dr. Ernesto Pollitt</i>	
<i>Presentación del Dr. Ernesto Pollitt a la Academia Nacional de Ciencias</i>	57
<i>Dr. Marcos Cueto</i>	
<i>Publicaciones recibidas por la Academia en el 2009</i>	60
<i>Publicaciones peruanas 2009</i>	61
<i>Actividades 2009 de otras instituciones</i>	62
<i>El Instituto de Matemáticas y Ciencias Afines (IMCA)</i>	64
In Memoriam	
<i>Fernando Cabieses</i>	65
<i>Oscar Tovar</i>	66
<i>Centenario de la muerte de Sebastian Barranca</i>	69

BLANCO

EDITORIAL

Tengo la distinción de ser el nuevo editor del Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, cargo que he aceptado complacido y solicitado me acompañen en el Comité Editorial a los vocales de la Junta Directiva Académicos Drs. Alberto Cazorla; Victor Latorre y César Carranza; y a los Directores de las secciones de la Academia: Ciencias Agrarias; Ciencias Exactas; Ciencias de la Tierra; Ciencias de la Vida; Ciencias Sociales; Ciencias de Materiales,

La ANC a sus 71 años de existencia, pues fue creada un 6 de agosto de 1938, debe reflexionar sobre su rol en la sociedad. En su instalación en 1938 se destaca entre sus funciones el ser cuerpo consultivo del Estado; quien solicita y de quien obtiene informes y dictámenes en todos los sectores científicos del conocimiento humano. Es pues una obligación para la ANC establecer un nexo entre la ciencia y la sociedad entre otros medios a través del Estado. A fines de este 2009 podemos decir sin embargo, que poco es lo que llega a la sociedad de lo que se produce en los laboratorios de investigación de los centros peruanos. Queda por ello una deuda por saldar, como llevar la ciencia a la sociedad; como lograr que la investigación científica de algunas universidades, centros e Institutos de Investigación del país sean tomados en cuenta por los políticos, o implementados dentro de políticas que benefician a la sociedad.

La actual Junta Directiva bajo la presidencia del Dr. Roger Guerra-García ha decidido asumir esta responsabilidad y con ello generado diversas estrategias que apunten a llevar de manera más amplia el conocimiento de nuestros científicos a la Sociedad. Entre ellos destaca el Programa de la Enseñanza de la Ciencias Básicas dirigido a dar conocimiento en ciencias a los profesores de los colegios estatales. Esta actividad es dirigida desde el 2004 por el AN matemático Dr. César Carranza Saravia.

En el discurso presentado por el Presidente de la ANC con motivo del 70° Aniversario de la Academia se destaca el poco aprecio de la prensa sobre la actividad científica que realizan algunas universidades e institutos en el país; consecuencia de ello (entre otros) es el desinterés de los jóvenes por la ciencia y tecnología; allí refiere en su discurso que la Academia tiene un papel importante que cumplir. En la presente gestión se ha logrado que el diario La República otorgue un espacio en su sección de Ciencia y Tecnología donde la ANC expresa sus opiniones y mensajes. Destaca en ello el logro de una joven bióloga peruana graduada de la Universidad Peruana Cayetano Heredia quien realiza una publicación como primera autora nada menos que con la reciente ganadora del Premio Nobel en Medicina (2009) Dra. Carol Greider. Es una obligación de nuestra Academia reconocer la labor y los éxitos de nuestros científicos en cualquier parte del mundo.

El presente Boletín incluirá las actividades de la ANC, los trabajos de incorporación de los nuevos académicos, actividades sobre ciencias de otras instituciones. Se relevan algunas publicaciones peruanas. Hay una sección que recuerda la memoria de ilustres científicos tanto del Perú como del extranjero. Se resalta la figura de los 200 años del natalicio y 150 años de la publicación "Sobre el Origen de las Especies" de Charles Darwin y el centenario del nacimiento del versátil científico algo olvidado Sebastián Barranca. Se destaca el discurso del presidente de la ANC a la Asamblea General de la Academia con motivo del 70° aniversario de reconocimiento como Academia Nacional de Ciencias, y la necesidad de que la ANC intensifique sus actividades.

El reto es difícil pero confiamos lograrlo.

Dr. Gustavo F. Gonzales
Editor

ACTIVIDADES 2009

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

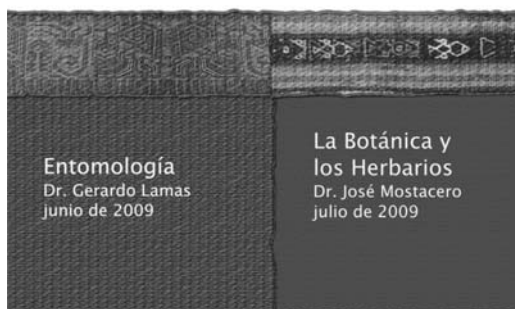
- Enero (06 y 29): Sesiones del Consejo Directivo.
- Febrero (06): Firma del Convenio Marco de Cooperación entre la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Academia Nacional de Ciencias.
- Febrero (18): Traslado de la Biblioteca de la ANC al primer piso de la Casa de Osambela.
- Febrero (19): Firma del Convenio de Cooperación entre la Universidad Peruana Cayetano Heredia y la Academia Nacional de Ciencias.
- Marzo (09): Sesión de Incorporación como Miembro Correspondiente del Ph.D. en Ciencia e Ingeniería de Materiales Dr. Fernando Ponce Antúnez de Mayolo con el tema “33 años en la Ciencia de Materiales”, Auditorio Ccori Huasi – Universidad Ricardo Palma; la presentación estuvo a cargo del Dr. Víctor Latorre.
- Marzo (12): Sesión de Incorporación del físico francés Dr. Pierre Léna como Miembro Honorario con el tema “How I became interested in science education”, Auditorio Alberto Hurtado – Campus Sur UPCH; la presentación estuvo a cargo del Dr. César Carranza.
- Marzo (23 - 29): Participación de la bióloga Mónica Franchy Quimper, en representación de la ANC en el Curso “Formación de Formadores en la Metodología ECBI”, que desarrolló la Academia Brasileira de Ciencias en Río de Janeiro.
- Abril (15): Elecciones del Consejo Directivo 2009-2012 en el Campus Sur de la UPCH: Presidente Dr. Roger Guerra-García, Vicepresidente Dr. Ronald Woodman, Secretario Dr. Gustavo Gonzáles, Tesorera Dra. Nicole Bernex, Vocales: Drs. Alberto Cazorla, César Carranza y Víctor Latorre.
- Abril (20 - 21): Participación de la Dra. Nicole Bernex en representación de la ANC, en el Simposio “Women for Science” organizado por IANAS y la Academia Mexicana de Ciencias, desarrollado en México D.F.
- Abril (21): Primer Seminario Taller: “La Energía Eólica en el Perú” en co-organización con la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), en el auditorio “Hugo Lumbreras”, Campus Sur de UPCH; fue coordinado por el Dr. Manfred Horn, contó con 76 participantes: 09 del interior y 04 del extranjero; además de 08 expositores.
- Mayo (04 - 06): Participación del Dr. Víctor Latorre a la Reunión de IANAS sobre Educación en Ciencias, Washington D.C.
- Mayo (06): Sesión Extraordinaria de Instalación del Consejo Directivo 2009-2012 en el Auditorio “Hugo Lumbreras” del Campus Sur de la UPCH.
- Mayo (19): Segundo Seminario Taller: “Los Bosques y el Mundo en que vivimos” co-organizado con la OEI, en el Auditorio Alberto Hurtado – Campus Sur UPCH; coordinó el Ing. José Dancé Caballero; asistieron 40 participantes y 09 expositores.
- Mayo (30 - 31): Participación del Ph.D en Ingeniería Civil Julio Kuroiwa Zevallos en representación de la ANC en la “4ª Reunión de los Puntos Focales del Programa del Agua de IANAS”, en Nicaragua.
- Junio (24): Se realizó el Tercer Seminario Taller: “La Entomología en el Perú” co-organizado con la OEI, en el auditorio del Museo de Historia Natural - UNMSM; coordinó el Dr. Gerardo Lamas; asistieron 51 participantes y 09 expositores.
- Julio (15): Sesión de Incorporación del doctor en filosofía Alberto Cordero-Lecca como Miembro Correspondiente con el tema: “El legado social, científico y filosófico de Charles Darwin”; Auditorio Alberto Hurtado – Campus Sur UPCH; la presentación estuvo a cargo del Dr. Alberto Cazorla.
- Julio (17): Sesión de Incorporación como miembro de número del Dr. Gustavo Gonzáles Rengifo con el tema: “Hemoglobina y

adaptación a la altura”; Campus Principal de la UPCH: Laboratorios de Investigación y Desarrollo (LID), Segundo Piso - 12:00 m.; la presentación estuvo a cargo del Dr. Abraham Vaisberg.

- **Julio (23):** Cuarto Seminario Taller: “La Botánica y los Herbarios” co-organizado con la OEI, en el auditorio A2 de la Escuela de Post Grado de la UNALM; asistieron 104 participantes y 14 expositores, el coordinador fue el Ph.D. Percy Zevallos.
- **Julio (23):** En sesión vespertina (18:00 a 20:00 hrs.) se realizó la Primera Reunión de Coordinación sobre Herbarios en el Campus Sur de la UPCH con trece representantes de los Herbarios a nivel nacional; inauguró el Presidente de la ANC; coordinó la Dra. Betty Millán Presidenta de la Sociedad Peruana de Botánica.
- **Julio (26 - 28):** Participación del doctor en Química Francisco Peirano Blondet en representación de la ANC en el “Taller Internacional de Apoyo Financiero a la Ciencia de Centro, Sudamérica y el Caribe – IANAS Science Funding Landscape Workshop”, en Guatemala.
- **Agosto (13):** Conmemoración del 71 aniversario de la ANC, en el auditorio “Alberto Hurtado” del Campus Sur de la UPCH; el discurso de orden estuvo a cargo del Ing. Tomás Unger con el tema “La curiosidad y la ciencia”.



Seminarios Talleres organizados por la Academia Nacional de Ciencias y la Organización de Estados Iberoamericanos



Lugar: Auditorio "Alberto Hurtado", Campus Sur UPCH (Av. Arcevalillo 443 Miraflores). Inscripciones: girondevallo@gmail.com o 98053-1325

Afiche de los cuatro Seminarios-Taller

- **Setiembre (03):** Sesión de Incorporación como miembro de número de la Dra. Olga R. Lock Sing con el tema: “Plantas Andinas y Amazónicas: Una contribución a su conocimiento químico” en el auditorio “Alberto Hurtado”-Campus Sur de UPCH; la presentación estuvo a cargo del Dr. Roger Guerra-García, Presidente de ANC.
- **Setiembre (18):** Conferencia del matemático español Dr. José Manuel Aroca Hernández-Ros con el tema “Salvador Dalí: ¿Matemáticas o ficción?”. La presentación estuvo a cargo del Dr. Christian Valqui.
- **Octubre (14):** Homenaje al Ing. Alberto Giesecke Matto, organizado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), el Instituto Geofísico del Perú y la Academia Nacional de Ciencias; el Ing. Giesecke fue presidente de las tres instituciones; y es desde el 2009 Presidente Honorario de la ANC, que estuvo representada por su actual presidente el Dr. Roger Guerra-García.
- **Octubre (01):** Conferencia del doctor en medicina Guillermo Whittembury, miembro



Ing. Alberto Giesecke Matto

correspondiente en Caracas-Venezuela; con el tema “50 años del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC); y Albert Einstein y los poros del agua”; la presentación estuvo a cargo del Dr. Alberto Cazorla.

- **Octubre (22 - 24):** Participación de la bióloga Mónica Franchy en el “Segundo Seminario Regional IndagaLa y la Tercera Reunión en

Evaluación: balance de acciones de cooperación" realizado en Bogotá sobre la Metodología de la Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI).

- Octubre (29): Sesión de Incorporación como miembro de número del Dr. Jorge L. Chau Chong Shing con el tema: "Explorando el espacio cercano: Investigaciones sobre meteoros, plasmas, tiempo espacial,..."; la presentación estuvo a cargo del Vicepresidente de la ANC y Presidente del Instituto Geofísico del Perú Dr. Ronald Woodman.
- Noviembre (12): Incorporación como miembro de número del Dr. Ernesto Pollitt, con el tema: "¿Cuál es la trayectoria que sigue el desarrollo infantil en el Perú?", la presentación estuvo a cargo del Dr. Marcos Cueto, académico titular de la ANC.
- Noviembre (24): Simposio "Darwin 200 Años", en homenaje al nacimiento de este ilustre naturalista e intelectual británico y a los 150 de la publicación de su obra "El origen de las especies". Fue co-organizado con la Universidad Peruana Cayetano Heredia y contó con el apoyo de la Organización de Estados Iberoamericanos.
- Diciembre (03): Incorporación del Dr. Javier Navarro como miembro Correspondiente con el tema: "Estructura Atómica de Receptores Sensoriales y Neuro-transmisión"; la presentación estuvo a cargo del Dr. Alberto Cazorla.
- Diciembre (11): Incorporación del Dr. Pieremaria Oddone como miembro Correspondiente; con el tema: "Ángeles y demonios: La física de partículas en la encrucijada"; la presentación estuvo a cargo del Dr. Víctor Lato-



rre.

Simposio

Darwin 200 Años

Lima, 24 de noviembre 2009 - 07:00 pm.

Auditorio "Hugo Lumbleras" - Campus Sur de UPCH
(Av. Armendáriz 445 - Miraflores)

Programa

- 19:00 – 19:10 *Introducción*
Dra. Fabiola León-Velarde
Rectora, Universidad Peruana
Cayetano Heredia (UPCH)
- 19:10 – 19:30 *"Viaje alrededor del mundo de un naturalista"*
Dr. Hugo Flores Liñán, Facultad
de Ciencias y Filosofía Alberto
Cazorla Talleri - UPCH
- 19:30 – 19:50 *"Darwin y Wallace: Tras la selección natural de las especies"*
Dr. Oscar Pamo Reyna Fac. de
Medicina Alberto Hurtado -
UPCH
- 19:50 – 20:00 *"Las ideas de Darwin en el Perú"*
Dr. Roger Guerra-García Presi-
dente, Academia Nacional de
Ciencias

Los artículos fueron publicados en la Revista
"Acta Herediana" de la UPCH;
segunda época, vol. 43/44
(abril 2008 - marzo 2009)

INFORME DEL PRESIDENTE A LA ASAMBLEA GENERAL

Dr. Roger Guerra-García

SESIÓN ORDINARIA DE ASAMBLEA GENERAL

(70 años de reconocimiento como
Academia Nacional)

INFORME DEL PRESIDENTE DE LA ANC

Dr. Roger Guerra-García

Auditorio "Alberto Hurtado" - Campus Sur de la UPCH

Jueves 22 de octubre del 2009 – 07:00 p.m.

Introducción.-

Respetando la obligación estatutaria de tener una asamblea general anual; esta es la primera que tengo ocasión de dirigirla; en diez minutos realizaré una presentación general de las actividades de la Academia, después cada uno de los miembros del Consejo Directivo hará una exposición en cinco minutos de las actividades a su cargo en el periodo Mayo-Octubre.

Sesiones del Consejo Directivo 2009-2012.-

Del 28 de abril al 13 de octubre se han realizado nueve sesiones, esta es, una quincenal.

Acuerdos trascendentes.-

- Tercera Sesión (26/Mayo):

Se acordó la conformación de seis Secciones para la Academia, de acuerdo a la Clasificación de UNESCO: 1) Ciencias Agrarias, 2) Ciencias Exactas, 3) Ciencias de Materiales, 4) Ciencias de la Tierra, 5) Ciencias de la Vida, y 6) Ciencias Sociales; cada una de las Secciones tendrá un director y un asociado.

- Quinta Sesión (06/Agosto):

Se designó a los directores de Secciones:

1. Ciencias Agrarias:
Dr. Marcel Gutiérrez Correa
2. Ciencias Exactas:
Dr. Manfred Horn
3. Ciencias de la Tierra:
Dr. Víctor Benavides
4. Ciencias de la Vida:
Dr. Abraham Vaisberg
5. Ciencias Sociales:

Dr. Max Vega Centeno

6. Ciencias de Materiales:
Aún por designar

Se han sostenido cuatro reuniones con los directores de las Secciones para considerar sus actividades para el verano del 2010.

- Quinta Sesión (06/Agosto):

Se vieron los procedimientos para incorporación de nuevos miembros que fueron expuestos por el Vicepresidente Dr. Ronald Woodman.

- Novena Sesión (13/Octubre):

Se aprobó que la categoría de miembros activos sea de dos tipos: 1) Titular o de número, y 2) Asociado; también el incremento del número de académicos titulares, con cifra a establecer.

Miembros.-

La Academia cuenta actualmente con 40 miembros titulares divididos de la siguiente manera:

Ciencias Exactas	: 15
Ciencias de la Vida	: 06
Ciencias de la Tierra	: 07
Ciencias Sociales	: 06
Ciencias Agrarias	: 03
Ciencias de Materiales	: 03

Esta distribución asimétrica se tendrá en cuenta para la incorporación de nuevos miembros.

Se invita a los académicos titulares asistentes a esta Asamblea a presentar candidatos; deben hacerlo presentando una carta con otros dos proponentes dirigida al Consejo Directivo adjuntando el c.v. del candidato.

La Academia tiene además 03 académicos eméritos, 06 correspondientes y 01 honorario; por acuerdo del Consejo Directivo de diciembre pasado el Ing. Alberto Giesecke Matto ha sido elegido Presidente Honorario de la Academia.

Locales.-

La Academia comparte la Casa de Osambela (Conde de Superunda 298-Lima) con sus pares

de la Lengua, Historia y de la Medicina; sin embargo, el local asignado en el segundo piso tiene situación de riesgo y por ello hemos habilitado un lugar para la biblioteca en el primer piso, contiguo a la Biblioteca Histórica de la Academia Nacional de Medicina; este local ha sido pintado e iluminado debidamente. En este lugar se está iniciando una Biblioteca Histórica de Ciencias, que reúna los libros y revistas peruanas y extranjeras relevantes; para este propósito se ha contratado desde agosto a tiempo parcial a una bibliotecaria. El Dr. Guillermo Whitembury académico correspondiente en Caracas obsequió a la Biblioteca la colección de cinco tomos "Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente" de Alexander Von Humboldt, y ha habido otros donativos como el "Cálculo Binomial" de M. Garaycochea (1909).

Para las sesiones de la Academia como esta Asamblea, gracias a la hospitalidad de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y de su rectora y académica titular Dra. Fabiola León Velarde, utilizamos este auditorio, y cuando es requerido el auditorio mayor.

Convenios.-

Se han suscrito con la Pontificia Universidad Católica del Perú y con la Universidad Peruana Cayetano Heredia; está aprobado por ambas partes un convenio con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; y se han iniciado los trámites para sendos convenios con las Universidades Nacional de Ingeniería y Nacional Agraria La Molina; es también nuestra intención suscribir algunos convenios de colaboración con universidades calificadas del interior como la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y la Nacional Agraria de la Selva de Tingo María.

Otro convenio a destacar es el suscrito con la Organización de Estados Iberoamericanos para la realización de cuatro Seminarios-Taller sobre: Energía Eólica, Bosques, Entomología y Botánica/Herbarios que fueron realizados con éxito entre abril y julio del presente año, coordinados por el Dr. Víctor Latorre, quien los describirá.

La ANC ha presentado una propuesta de nuevo convenio a la OEI que permitirá continuar con los seminarios dirigidos a diferentes áreas de la ciencia como Geología, Química y Física; e iniciar la de Educación y extensión en Ciencias; la respuesta ha sido positiva y se firmará el nuevo convenio en los próximos días.

En el plano internacional, en agosto el Secretario Dr. Gustavo Gonzáles gestionó en Ciudad de México la renovación del convenio con la Academia Mexicana de Ciencias con la cual se mantiene importante actividad de colaboración en la Educación en Ciencias, presentando lo realizado en el Programa "La Ciencia en Tu Escuela" tarea que nos hemos propuesto ampliar desde el 2010.

En setiembre la ANC aceptó la invitación del Secretario Ejecutivo de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN) y Coordinador del Comité de Seguimiento del Portal INDAGALA Dr. José Lozano para constituirse también en miembro del Convenio suscrito entre las Academias de Ciencias de Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Francia, el Convenio Andrés Bello y la Universidad de los Andes; que busca apoyar a los docentes y formadores de Educación en Ciencias Basada en Indagación con actividades de clase, documentación foros, espacios de trabajo colaborativo y también presenta los proyectos de los países miembros

Representación ante organismos nacionales.-

Por Resolución Ministerial N° 385-2009-PCM del 31 de agosto del 2009, el Presidente del Consejo de Ministros Javier Velásquez Quesquén designó al Dr. Roger Guerra-García, presidente de la ANC, como representante de la Comunidad Académica ante el Consejo Directivo del Programa de Ciencia y Tecnología (FINCYT) en el marco del Contrato de Préstamo Núm. 1663/OC-PE suscrito por el Ministerio de Economía y Finanzas, y el Banco Interamericano de Desarrollo; he asistido a dos sesiones e informado al respecto al Consejo Directivo; a la fecha se ha ejecutado el 40% del presupuesto que llega a US\$36 millones de dólares para cuatro años.

Difusión de la ciencia.-

Vista la nueva política del Canal del Estado dirigida a mejorar la calidad de sus programas, hemos logrado de su actual Presidente Ejecutivo, Sr. Ricardo Ghibellini, la aceptación de un convenio que nos permita presentar actividades de ciencia en general y del Perú en particular, el cual se encuentra en preparación y se realizaría con subsidio de la OEI para tres pilotos.

El diario “La República” ha otorgado una columna semanal a la ANC en la página TecnoCiencia que publica los miércoles; la cual requiere de la participación de los miembros, las colaboraciones deben entregarse los lunes con una fotografía del autor; han solicitado no exceder los 1250 caracteres incluido espacios y que el lenguaje sea claro pues está dirigido a todo tipo de público; la primera columna fue publicada el 07 de octubre con la primera parte del texto del presidente “70 años de la Academia” y la última el 21 de octubre preparada por el académico Gustavo Gonzáles sobre “Tradición y Ciencia”

Presencia de representantes de la ANC en reuniones científicas en el extranjero.-

La Academia ha recibido varias invitaciones para participar en actividades de las redes existentes en el continente, así han asistido:

- La bióloga Mónica Franchy al curso “Formación de Formadores en la Metodología ECBI”, Río de Janeiro 23-29 Marzo 2009.
- El Ph.D en Ingeniería Civil Julio Kuroiwa Zevallos a la “4ª Reunión de los Puntos Focales del Programa del Agua de IANAS”, Nicaragua 30-31 de mayo de 2009.
- El doctor en Química Francisco Peirano Blondet al “Taller Internacional de Apoyo Financiero a la Ciencia de Centro, Sudamérica y el Caribe – IANAS Science Funding Landscape Workshop”, Guatemala 26-28 de Julio 2009.
- La bióloga Mónica Franchy al “Segundo Seminario Regional IndagaLa y la Tercera Reunión en Evaluación: balance de acciones de cooperación” (22-24 de octubre 2009) iniciado hoy en Bogotá.

Los tres representantes son jóvenes científicos conocedores del tema, por lo cual se les ha dado la oportunidad.

Académicos titulares que han asistido a otros eventos:

- Dr. Víctor Latorre a la Reunión de IANAS sobre Educación en Ciencias, Washington D.C. 04-06 de Mayo 2009.
- Dra. Nicole Bernex al Simposio “Women for Science”, México D.F. 20-21 de abril 2009.

- Dr. Manfred Horn a una Reunión sobre Energía en Buenos Aires.

Asu vez hemos recibido las siguientes visitas:

- Del Ph.D. en Ciencia e Ingeniería de Materiales Dr. Fernando Ponce Antúnez de Mayolo; se le incorporó como Miembro Correspondiente el 09 de Marzo; con el tema “33 años en la Ciencia de Materiales”, Auditorio “Ccori Huasi” – Universidad Ricardo Palma.
- Del físico francés Dr. Pierre Léna; se le incorporó como Miembro Honorario el 12 de marzo; con el tema: “How I became interested in science education”, Auditorio “Alberto Hurtado” – Campus Sur de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Del doctor en filosofía Alberto Cordero-Lecca; se le incorporó como Miembro Correspondiente el 15 de Julio; con el tema: “El legado social, científico y filosófico de Charles Darwin”; Auditorio “Alberto Hurtado” – Campus Sur UPCH
- Del matemático español Dr. José Manuel Aroca Hernández-Ros quien brindó la Conferencia para la ANC el viernes 18 de setiembre; con el tema “Salvador Dalí: ¿Matemáticas o ficción?”.
- Del doctor en medicina Guillermo Whitembury, miembro correspondiente en Caracas-Venezuela quien ofreció una conferencia el 01 de octubre; con el tema “50 años del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC); y Albert Einstein y los poros del agua”.

Actividades científicas.-

Se han realizado dos sesiones de incorporación de miembros titulares:

- Del Dr. Gustavo Gonzáles Rengifo el 17 Julio; con el tema: “Hemoglobina y adaptación a la altura”; Laboratorios de Investigación y Desarrollo (LID), Segundo Piso – Campus Principal de la UPCH.
- De la Dra. Olga R. Lock Sing el 03 de Setiembre; con el tema: “Plantas Andinas y Amazónicas: Una contribución a su conocimiento

químico” en este auditorio.

- La conmemoración del 71 aniversario de la ANC tuvo lugar el 13 de agosto en el auditorio “Alberto Hurtado” del Campus Sur de la UPCH; el discurso de orden estuvo a cargo del Ing. Tomás Unger con el tema “La curiosidad y la ciencia”.

Estas actividades que hoy presento a la Asamblea han tenido asistencia reducida de los miembros, lo cual nos preocupa; sabemos de las obligaciones académicas y de viaje, pero no creo que ello justifique la ausencia de varios académicos desde mayo del 2008 en que fueron incorporados; su ausencia en esta Asamblea revela que han perdido interés y que el Consejo Directivo deberá actuar según estatuto.

Relaciones internacionales.-

La Academia mantiene sus vínculos con:

- IAP (InterAcademy Panel)
- IANAS (InterAmerican National Academy of Sciences)
- TWAS (La Academia de Ciencias del Tercer Mundo)
- ICSU (International Council for Science)

También se tiene relación con la Academia Brasileira de Ciencias que nos ha hecho llegar la relación de sus miembros afiliados y envía periódicamente sus boletines de actividades; igualmente los recibimos de la **Pontificia Academia de las Ciencias y la Academia Islámica de Ciencias**.

El IAP realizará su Conferencia y Asamblea General el 12-15 de enero del 2010 en la Real Sociedad de Londres; a la cual ha sido invitado el Presidente, proporcionando estadía y parte del pasaje; se asistirá a esta importante reunión sin que ello signifique costo alguno para la Academia.

Subsidio del Ministerio de Educación.-

Desde el año 2007 la Academia recibe un subsidio de S/.55,000 nuevos soles del Ministerio de Educación, de la cual S/.21,244 nuevos soles es contrapartida del apoyo internacional que se recibe para la capacitación de profesores de matemática de primaria y secundaria; y del Programa ECBI (Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación) que se realiza con el apoyo de IANAS y también de la OEA; esta actividad la

coordina el Dr. César Carranza, quien la explicará en su intervención.

Estos recursos también permiten editar el Boletín, adquirir algunos equipos como la multifuncional Epson (impresora-escáner-fax) que fue adquirida en julio, un suplemento para la secretaria administrativa y el pago de la bibliotecaria.

Se ha solicitado el incremento del subsidio del Ministerio de Educación a S/.100,000 nuevos soles para el 2010, lo cual permitiría extender estas actividades a Biología y Química; esta es la contrapartida a la colaboración con la Academia Mexicana de Ciencias para el Programa “La Ciencia en Tu Escuela”.

Cierre.-

Estimo indispensable que la Academia intensifique sus actividades, lo cual podría lograrse con la participación activa de las Secciones conformadas, de sus directores y asociados.

La experiencia inicial que he reseñado para ustedes demuestra que los intereses de los académicos son variados y su tiempo escaso; por tanto, ensayar la modalidad de trabajo por Secciones es pertinente y lo iniciaremos en el verano con eventos a cargo de las Secciones de Ciencias Agrarias y de la Vida conjuntamente; de Ciencias Exactas, y de Sociales que coordinan los académicos Drs. Gutiérrez-Correa y Vaisberg; Horn, y Vega-Centeno.

Confiamos en que de esta manera se pueda intensificar la profundidad de las exposiciones y de los debates, sin que la ANC compita con las Sociedades Científicas existentes; más bien, podría hacerse actividades conjuntas, pero ello dependerá de cada una de las Secciones mencionadas.

INFORME DE ACTIVIDADES ECBI

Dr. César Carranza

INFORME SOBRE EL PROGRAMA DE LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS BÁSICAS

Dr. César Carranza Saravia
Punto Focal de IANAS en el Perú

La Academia Nacional de Ciencias del Perú llevó a cabo las siguientes actividades del “Programa de Enseñanza de las Ciencias en Base a la Indagación” (ECBI):

1) “Segundo Curso Interamericano de Ciencias para Formadores de Profesores de Educación Primaria”

Realizado por la ANC y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), en la semana del 16 al 20 de febrero del 2009 (9:00 -13:00 hrs y 14:00 -18:00 hrs) en el campus de la PUCP.

Auspiciadores:

La Organización de Estados Americanos-Fondo Especial Multilateral del Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral (OEA-FEMCIDI), el Programa de Educación en Ciencias de la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS), la PUCP y el Ministerio de Educación (MED).

Objetivo:

Capacitar a los profesores de las Escuelas Primarias y Secundarias en los contenidos de Ciencias Naturales (Biología, Física y Química) y Matemática; así como capacitar a los equipos conformados por cuatro profesores, de las especialidades de Biología, Física, Química y Matemática, que aplican la metodología ECBI en sus respectivas regiones.

Estos equipos denominados “cuaternos” están liderados por profesores coordinadores que participaron en el “Primer Curso Interamericano para profesores de Matemática de Educación Secundaria” (Lima, Feb. 2006) y el “Primer Curso Interamericano de Ciencias para Formadores de Profesores de Educación Primaria” (Lima, Feb. 2007) realizados por la ANC y la PUCP, con el auspicio económico de IANAS, OEA-FEMCIDI y el Ministerio de Educación del Perú (MED).

Participantes Extranjeros y Peruanos:

Extranjeros.- Asistieron 4 profesores: Olivo, Cristian (**Bolivia**), Fuentes, Marianela (**Chile**), Ortiz, Eleazar (**Colombia**) y Charuco, Silvia (**Guatemala**).

Peruanos.- Asistieron 18 profesores procedentes de 12 Direcciones Regionales de Educación (DRE): Loja, Ener y Zubiarte, Chepita de Jesús (**Amazonas**), Barzola, Bráulio y Vilca, Edgar (**Apurímac**), Medina, Leonardo y Torres, Tania (**Ayacucho**), Alvarado, Rodolfo (**Cajamarca**), Terreros, Miriam (**Junín**), Tapia, Gloria (**La Libertad**), Quiñones, José (**Lambayeque**), Fuentes, Norma, Huamán, Nora y Ricalde, Eduardo (**Lima**), Córdova, Ruth, y Espinoza, Jorge (**Moquegua**), Prado, Delia (**Pasco**), Valladares, Lilie (**Piura**) y Medina, Roberto (**Tumbes**).

Desarrollo académico del Curso:

Se ofrecieron los siguientes temas:

Conferencia Inaugural “Diversidad Andina: La papa y sus parientes silvestres, fuente de alimentación para la humanidad”. Alberto Salas investigador del Centro Internacional de la Papa (CIP-PERU).

Área de Matemática (Primer día):

“La Indagación en las clases de Matemáticas”. R. Cardoso y A. Molina (Perú) y “Comparando Nuestras Alturas”. C. Carranza, R. Cardoso, A. Molina, H. Neciosup (Perú).

Área de Biología (Segundo día):

“Qué sabemos sobre la papa” y “Ciclo de vida de las plantas” a cargo de R. Zelada (Perú) y M. Fuentes (Chile).

Área de Química (Tercer día):

“Celdas Galvánicas” a cargo de M.J. Kong y R. Santos.

Área de Física (Cuarto día):

“Estabilidad del equilibrio de un cuerpo sólido”, “Propiedades eléctricas en la materia” y “Fuerzas sobre un alambre con corriente que está dentro de un campo magnético” a cargo de H. Medina J. Cáceres y L. Vilcapoma.

Actividad Integradora:

C. Carranza, R. Cardoso, A. Molina, R. Zelada, M.J. Kong, R. Santos, H. Medina y J. Cáceres (Perú). A partir de las características y propiedades del tubérculo peruano “Papa”, estudiadas en los cuatro días anteriores, los expositores presentaron a los participantes las actividades realizadas de Biología, Física, Química y Matemática de una manera integrada, tratando de repetir las experiencias realizadas en los planes piloto en el Perú.

Extraemos algunos párrafos de la Valoración de la participante de Guatemala: Profesora Silvia Charuco, quien fue designada por sus compañeros para hablar en nombre de los participantes extranjeros en la ceremonia de clausura del evento.

“Es una fortaleza la red de científicos/as y educadores/as que han conformado en Perú. Se percibe respeto entre profesionales colegas y un gran interés en romper que unos son científicos físicos y otros químicos, biólogos o matemáticos. Tampoco demeritan la experiencia de los profesores que trabajan en lo público o en lo privado, en la universidad o en la escuela primaria o secundaria... Se dicen unos/as a otros/as “profesor” o “profesora” de una forma que denota el valor que esta vocación tiene para la humanidad. Nada fingido, nada exagerado. Ellos/as con el grado académico, en proceso de lograr el doctorado, como profesores/as, como científicos... logran hacer filosofía de la educación en ciencias. Además se han propuesto metas a corto y mediano plazo para integrar lo que visionan en ECBI.”

“La agenda de trabajo fue cargada... podría decirse que hasta ambiciosa, pero fue una experiencia sumamente enriquecedora. Las guías ECBI que han elaborado y que nos compartieron teníamos que realizarlas completamente. Después de casi todas las experiencias, había que compartir en la plenaria. Realizamos por grupos de trabajo, (generalmente de 4 personas) las ayudas gráficas y los carteles con la información del tema, para poder compartir los hallazgos, las dificultades o lo que fuera requerido. Al exponer, había una crítica fundamentada, pertinente, significativa, respetuosa a todo lo que se decía y explicaba. Esto para garantizar el manejo de la teoría y la metodología, en el fondo y en la forma.”

“El concepto de cuaterno es interesante. Que para el trabajo ECBI haya la posibilidad de cons-

tituir equipos con un/a especialista de cada una de las áreas (matemática, biología, física y química), permite un equilibrio interesante y necesario para las competencias que requiere el/la ciudadano/a de este siglo. Esta adaptación es un aporte de ECBI-PERÚ para todos los demás países.”

“El acompañamiento y la guía de cada uno/a de los/as profesionales en educación o en las distintas ramas de las ciencias fue invaluable para todos/as las profesores/as que experimentamos el taller. Ellos/as trabajaron cerca de nosotros/as, proveyándonos de materiales de calidad, observando nuestro desenvolvimiento y la forma de abordar el experimento, pero sin decirnos ni los principios ni las respuestas. Nos animaron a descubrir, a indagar, a explorar, a probar, a analizar, a deducir. Realmente modelaron la pedagogía - andragogía de la pregunta, graduando los procesos de pensamiento por los que teníamos que pasar. Esta técnica de preguntas y de acompañamiento son fortalezas con las que cuentan los que trabajan ECBI en Perú.”

“No todas las guías tienen un único formato, sin embargo se nota el esmero que han hecho para enmendarlas después de ponerlas a prueba varias veces. Las que usó Ruth Zelada y las de Marianela Fuentes tienen toda la secuencia ECBI con mucho orden. La adaptación que hicieron para matemática tiene un nivel adecuado para la primaria y para que sean los conceptos los que se aprendan por indagación: medir, estimar, aproximar... Las experiencias de física fueron varias... adaptadas para primaria pero modelando principios básicos de la ciencia: equilibrio, transformación de la energía, campo magnético. Lo interesante fue como los físicos se organizaron para que algunos modelaran los experimentos o modelos, otros acompañaran y garantizaran la calidad del proceso. Las experiencias de química modelaron la importancia del trabajo individual, grupal y de todos los grupos para apoyar la posibilidad de abarcar un continuo pero también una unidad de investigación de mayor tamaño. Los materiales, los reactivos, el equipo con el que trabajamos fue un lujo en calidad y cantidad: medidores de voltaje, partes de especímenes, indicadores.”

2) Taller “La Ciencia en tu Escuela”

(Lima, 16 al 18 de marzo del 2009). Fue organi-

zados por el Convenio Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y la ANC, teniendo como sede el campus de la PUCP. Estuvo a cargo de siete destacados profesores universitarios mexicanos. Se desarrollaron 3 módulos de Primaria y 4 de Secundaria:

- a) de Español: Filóloga María Leticia López.
- b) de Ciencias I y II - Versiones A y B para profesores de Primaria: Biólogo Ramón Barbosa.
- c) de Matemática para profesores de Primaria: Paloma Hernández.
- d) de Geografía: Geógrafa Elda Luyando.
- e) de Biología: Dra. Cristina Revilla.
- f) de Física: Dra. Pilar Segarra.
- g) de Química: Dra. Antonia Dosal y López.

Asistentes: Primaria (18):

Calvo, Rosario del Pilar; Fuentes, Norma; Huamán, Nora; Mendoza, Gladys; Nolte, Juana; Pajuelo, Eliana; Ponce, Pilar; Tapia, Gloria; Pintado, Luz; Urbina, Iris; Zúñiga, Luisa; Sobrino, Patricio; Olaechea, Rosa; Ramos, María; Moncayo, Martha; Sánchez, Bettina; Canales, Claudia y Rojas, Alicia.

Secundaria (17):

Avalos, Eliana; Correa, Fanny; Loja, Ener; Medina, Leonardo; Olarte, Carmen; Panaqué, Carmen; Quiñones, José; Ricalde, Eduardo; Santos, Rosario; Valverde, Víctor; Quiñones, Rosa; Mezay, Tomás; Campana, Elba; Casas, Rubilo; Vadillo, Esther; Cayahuanca, Milca y Molina, Moraima.

Observación Importante.-

En el 2009 el grupo ECBI-Perú planificó varios proyectos de capacitación a nivel nacional para los meses de agosto y octubre, que lamentablemente fueron suspendidos o postergados por las siguientes razones:

1. Programa Nacional de Formación y Capacitación Docente Permanente, obligatorio para todos los maestros que aspiran a ocupar la carrera pública magisterial.
2. La pandemia AH1N1, obligó a suspender las clases del mes de agosto.

3. Trabajos extras de los maestros para recuperar las horas de clase perdidas.

Sin embargo algunos cuaternos de provincias pudieron realizar algunas actividades dentro de las labores que desempeñan en sus respectivos cargos educativos en sus regiones, las que se informan aparte.

Finalmente en Lima se realizaron dos jornadas de ciencias que se enuncian a continuación:

3) Primera Jornada de Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Indagación

Fue organizada por la ANC y la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), a través de la Unidad de Salud Ambiental Comunitaria (USAC), como parte del Convenio firmado por las dos instituciones durante el presente año. Auspició económicamente el MINEDU. Se realizó el sábado 5 de diciembre de 8.00 a 17.00 hrs. en la UPCH, desarrollándose las actividades siguientes:

- 8:30 – 9:00 PALABRAS DE BIENVENIDA
Luz Carbajal, Directora de USAC- (UPCH).
- 9:00 - 9:30 SÍNTESIS DE LA EXPERIENCIA ECBI EN EL PERÚ
César Carranza Saravia (ANC).
- 9:30 - 10:00 PRIMERA Y SEGUNDA ETAPAS ECBI: FOCALIZACIÓN Y EXPLORACIÓN
Mónica Franchy, (USAC- UPCH).
- 10:00 - 12:00 EXPERIENCIA EN MATEMÁTICA Y FÍSICA: Los Números Racionales para comprender el Ambiente
Rosa Cardoso y Hernán Montes
Miembros Grupo ECBI- PERU e I.E. Miguel Grau.
- 13:30 - 15:00 EXPERIENCIA EN BIOLOGÍA Y QUÍMICA: Los Nutrientes de los Alimentos
Rosario Santos, Carmen Olarte y Pilar Ponce; miembros del Cuaderno secundario del María Parado de Bellido, Institución Educativa del área de influencia de la UPCH.

15:00 - 15:30 TERCERA Y CUARTA ETAPA ECBI: REFLEXIÓN Y APLICACIÓN
Rosa Cardoso.

15:00 - 16:30 MESA REDONDA: Retos de la sostenibilidad de la implementación de la metodología ECBI en el Perú.

Moderadores:

Luz Carbajal y Cesar Carranza

Participantes:

Patricia Herrera, Mónica Franchy, Rosario Santos y Rosa Cardoso.

17:00 PALABRAS DE DESPEDIDA
Patricia Herrera, Decana de la Facultad de Ciencias-UPCH

Es importante anotar que como consecuencia de esta jornada se ha formado un Cuaderno Universitario de la UPCH (Biólogo, Físico, Químico y Matemático) para orientar y asesorar las actividades ECBI en los Instituciones Educativas del Cono Norte. La Decana de la Facultad de Ciencias se comprometió en apoyar el programa ECBI y ofrecer cursos de refuerzo y capacitación para los profesores.

4) Segunda Jornada de Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Indagación



Fue organizada por la ANC y PUCP como parte del Convenio firmado por las dos instituciones; auspició económicamente el MINEDU. Se realizó el sábado 12 de diciembre de 9.00 a 17.00 hrs. en el campus de la PUCP con la asistencia de 24 profesores (9 de primaria y 15 de secundaria), la mayoría provenientes del Cono Norte. Se desarrollaron las actividades siguientes:

9:30 - 10:00 BIENVENIDA Y SÍNTESIS DE LA EXPERIENCIA ECBI EN EL PERÚ

César Carranza Saravia (ANC)

Se explicó el contexto y la importancia de enseñar ciencias basándose en la indagación. Se puso énfasis en los contenidos y la importancia del rigor científico de los profesores en el salón de clase. Se comentó como se viene formando una red en el Perú de colegios que vienen trabajando con esta metodología. El sistema funciona gracias a la actividad de los cuadernos en las universidades (grupo técnico que apoya científicamente a los colegios) y un cuaderno secundario en cada plantel.

Estos últimos cuadernos son los grupos de apoyo de docentes en la formación de los profesores en la metodología ECBI y además permiten ubicar a los futuros líderes de la educación primaria. Con el apoyo de los cuadernos universitarios elaboran materiales que figuran en el currículo oficial para usarlos en las aulas de los niños de primaria, en presencia de un cuaderno secundario o universitario, si el caso lo requiere.

La idea que prima es que cada colegio tenga una universidad madrina, hoy en día ya hay 2 universidades en Lima con 2 grandes zonas de influencia (la PUCP y la UPCH).

10:00 - 11:30 EXPERIENCIA EN MATEMÁTICA "Calculando residuos sin dividir"

César Carranza, Rosa Cardoso, Alex Molina, Miembros del Grupo ECBI-PERÚ.

Se realizó esta experiencia con grupos de profesores haciendo de alumnos, utilizando materiales simples como garbanzos y ejecutando la guía de prácticas entregada.

11:30 - 13:00 EXPERIENCIA EN FÍSICA "Hallar la rapidez media de un móvil"

José Cáceres, Hugo Medina, Hernán Montes y Rubén Sánchez Miembros del Grupo ECBI-PERÚ.

Para esta práctica se hizo una explicación sencilla de las instrucciones de la práctica y de alguno de los principios de diferencial de presión en la atmósfera. Los participantes, nuevamente en grupos procedieron a armar 3 helicópteros y experimentar con ellos midiendo la velocidad de caída de cada uno de éstos. La construcción así como la experimentación con los helicópteros

permitió que los participantes, usando sus guías de práctica, jugaran diferentes roles en la experimentación, toma de datos y el procesamiento de los mismos, finalmente cada grupo expuso sus conclusiones.

14:00 - 17:00 EXPERIENCIA EN BIOLOGÍA Y QUÍMICA (Actividad Integradora)
Maynard Kong, Esther Vadillo, Rosario Santos y Ruth Zelada.
Miembro del Grupo ECBI-PERÚ.

En esta actividad se estudió el funcionamiento del sistema respiratorio desde el punto de vista de las cuatro disciplinas: Biología, Física, Química y Matemática, dando énfasis a la Biología. Aprovechando materiales simples, se diseñó un modelo del sistema respiratorio, experiencia que motivó un gran interés en los profesores asistentes.

17:00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se hicieron conclusiones de cada uno de los temas con participación de los asistentes, el moderador fue C. Carranza. La metodología ECBI tal y como se plantea en esta dinámica fomenta el desarrollo de capacidades científicas de liderazgo y organizacionales. Como consecuencia de esta jornada se formó el cuaterno de la I.E. Esther Festini de Ramos Ocampo de Comas, cuyos integrantes aparecen en la lista de nuevos cuaternos.



Participantes de la Jornada en la PUCP

PARTICIPACIÓN DE LOS MIEMBROS DE ECBI-PERU EN ACTIVIDADES NACIONALES E INTERNACIONALES.-

1) “Curso ABC na Educação Científica: Curso de Formação de formadores”

(Rio de Janeiro, Brasil 23-29 mar. 2009). Asistió por invitación de la ANC, la Bióloga Mónica Franchy de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Este curso fue organizado por la Academia Brasileira de Ciencias (ABC) y se realizó en las instalaciones del Museo de Ciencias de la Tierra. La ABC ofreció capacitación en 4 módulos ECBI: Planeta Tierra y Planeta Agua; Dengue-Promoción de salud y calidad de vida; Cadena alimenticia y Diagnóstico Medio Ambiental.

2) Sexta Reunión de Puntos Focales del Programa de Educación de Ciencias de IANAS

(Washington, 4-6 may. 2009). Asistió el Dr. Víctor Latorre, miembro del Consejo Directivo de la ANC, en representación del punto focal peruano, quien expuso sobre la realización en febrero y marzo, respectivamente del “Segundo Curso Interamericano de Ciencias para Formadores de Profesores de Educación Primaria” y el “Taller la Ciencia en tu Escuela”, ambos para profesores de primaria y secundaria.

3) Vigésima Tercera Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa - Universidad Autónoma de Santo Domingo-UASD

(13-17 Jul. 2009). Asistió invitada la Mg. Rosa Cardoso, miembro del Grupo ECBI-PERU, quien expuso el tema “La Indagación en las clases de Matemática” y el trabajo que realizan en el Perú la ANC y la PUCP.

4) Campamento organizado por la Academia Mexicana de Ciencias (AMC)

(Tlaxcala, 20-25 jul. 2009) Fueron invitadas las profesoras Carmen Olarte y Rosario Santos del cuaterno María Parado de Bellido (MPB) y participantes del Taller AMC-ANC realizado en Lima; ellas asistieron a los Talleres de Ciencias: Alimentos, Historia de la Biología y Fermentación, Caída libre, Magnetismo, Eficiencia de Combustibles, Fenómenos físicos y químicos.

Además realizaron visitas a la ex Hacienda Chautla, la Ciudad de Tlaxcala y la Zona arqueológica de Cacaxtla – Xochitecatl.

5) XXVII Coloquio Nacional de Matemáticas

(Puno, 10-14 ago. 2009). Fue organizado por la Sociedad Matemática Peruana y la Universidad Nacional de Puno. En este evento los profesores de la PUCP y miembros del grupo ECBI-PERU, C. Carranza y R. Cardoso ofrecieron un cursillo de 6 horas sobre la aplicación del método ECBI en primaria presentando una introducción del módulo “Calculando residuos sin dividir”.

6) Taller Latinoamericano sobre Enseñanzas a las Ciencias

(Buenos Aires, 29-30 set. 2009). Organizado por la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (ANCEFN). Fue invitado el Dr. César Carranza y su equipo para exponer un módulo de matemática para educación secundaria; el cual fue enviado y expuesto por un colega argentino, en vista que, por razones de trabajo ningún miembro del equipo pudo viajar. El módulo “Calculando residuos sin dividir” ha sido publicado en “Resúmenes de Conferencias y Módulos Didácticos” del taller.

7) Sesiones del diplomado del Programa “La Ciencia en tu Escuela” (Convenio ANC-Academia Mexicana de Ciencias)

(30 oct.-01 nov. 2009). R. Santos y C. Olarte profesoras del cuatrerno de la I.E. María Parado de Bellido fueron invitadas nuevamente a participar a las sesiones del diplomado del Programa “La Ciencia en tu Escuela” que se realizaron en las ciudades de México y Veracruz.

8) Segundo Seminario Regional Indágala

(22 - 24 oct. 2009). Fue organizado por la Academia Colombiana de Ciencias. Asistió Mónica Franchy (miembro del grupo ECBI-Perú). El seminario tuvo como objetivo desarrollar competencias científicas y tecnológicas en los estudiantes, utilizando la indagación como estrategia de enseñanza.

LOS PLANES PILOTOS EN LIMA:

El primer Plan Piloto se inició en abril del 2006 en el “Colegio Nacional Secundario Miguel Grau de Magdalena” (MGM), teniendo en cuenta el Plan Estratégico ECBI-PERU, las observa-

ciones de la ANC y con el apoyo del Departamento de Ciencias de la PUCP. Los miembros del grupo ECBI-PERU fueron: R. Cardoso, M. E. González y R. Zelada, quienes contaron con el apoyo de la directora, la profesora de Biología del segundo año Elizabeth Ali y la jefe del laboratorio Patty Alfaro; trabajaron con las alumnas de abril a novi-embre; durante este periodo, se desarrollaron los temas: La célula, Organización de los seres vivos, Respiración, Circulación y Capilares Sanguíneos.

Este plan continúa gracias a la Profesora R. Cardoso, miembro del grupo ECBI y coordinadora del cuatrerno, quien además es profesora de aula del mismo colegio.

PLAN PILOTO MIGUEL GRAU (IE MGM)

Se ha continuado con este plan piloto dentro de los cursos que tiene a su cargo R. Cardoso como profesora de aula en cuatro años de secundaria, ampliando los contenidos de los temas: *Comparación y Medida* en el primer y segundo año, de *Semejanza de Figuras Planas y medida* en el cuarto; así como algunos temas de *Trigonometría, Estadística, Geometría Analítica y Física* correspondientes al quinto año.

En el año 2009 R. Cardoso con Hernán Montes realizaron las siguientes actividades:

- (Marzo-Julio) Actividades realizadas en el Colegio Nacional de Mujeres Miguel Grau: En el primer año de secundaria a inicios de año y durante los meses de junio y julio con el quinto año de secundaria.
- Actividades desarrolladas en los cursos de Capacitación de profesores de secundaria, para colegios de la Marina de Guerra del Perú y para el curso organizado por la Editorial Bruño.
- Cabe mencionar también la difusión de la metodología en las actividades con algunos materiales de trabajo como son: Estrategias Innovadoras para la excelencia docente del Programa de Especialización y desarrollo docente (CISE PUCP – 2009).

PLAN PILOTO MARÍA PARADO DE BELLIDO (MPB)

Este plan se inició en el 2008. Se aplica la metodología ECBI, en el nivel primario, y se iniciará en secundaria el próximo año. La meto-

dología ha sido incluida oficialmente en el formato de la Unidad de Aprendizaje en primaria, los docentes la aplicarán en sus sesiones de clase.

El equipo de docentes que dirigen la metodología ECBI en MPB es: Rosario Santos (Coordinadora-Química), Carmen Olarte (Química-Biología), Pilar Ponce (Nivel Primario), Eduardo Ricalde (Matemática-Física). Este equipo participó en la difusión de la experiencia ECBI en los siguientes talleres organizados por la ANC:

- Segundo taller de formadores ECBI (PUCP febrero 2009).
- Taller en la Institución Educativa de San Juan de Lurigancho (Junio 2009). Para esta actividad se contó con el refuerzo de los miembros del grupo ECBI-PERÚ José Cáceres y Luis Vilcapoma.
- Jornada de Enseñanza de las Ciencias. (UPCH diciembre 2009).

A pesar de las incomodidades y hacinamiento ocasionados por la reconstrucción de la I.E. MPB, el cuaterno ECBI ha producido 5 actividades más que fueron aplicadas en las sesiones de clase durante el presente año en el sexto grado. Las actividades fueron: Uso racional del agua, Contaminación del aire, La célula, Alimentos y Fotosíntesis.

Se ha llegado a filmar algunas clases ECBI que serán parte del material presentado en los próximos talleres y forman parte de un registro audiovisual que evidencia el cambio en las sesiones de aprendizaje en ciencias.

FORMACIÓN DE NUEVOS CUATERNOS ECBI-PERU EN LOS DEPARTAMENTOS DEL PAÍS

A los 15 cuaternos secundarios formados hasta el 2008, en diferentes departamentos del Perú: Lima (2), Amazonas (1), Apurímac (1), Arequipa (1), Ayacucho (1), Huanuco (1), Junín (1), La Libertad (1), Lambayeque (1), Moquegua (1), Pasco (1), Piura (1), Tacna (1) y Tumbes (1); se han agregado en el 2009 los siguientes:

Cuaternos Secundarios:

1.- I.E. Esther Festini de Ramos Ocampo-Comas-Lima

Cruz Atencio, Gladys (Coordinadora-Biología), Sáenz Pachas, Danny; Marrón Daza, Florinda

y Salcedo Santibáñez, María Del Rosario (Matemática-Física).

Cuaternos Universitarios:

1.- Pontificia Universidad Católica del Perú:

César Carranza (Coordinador, Matemática), Ruth Zelada (Biología), Hugo Medina (Física) y Maynard J. Kong (Química).

2.- Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga-Ayacucho (UNSCH):

Tania Torres (Coordinadora-Química), Brita Anaya (Biología), Kleber Janampa (Física).

3.- Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo-Ancash (UNASAM):

Rosario Barra (Coordinadora-Química), Miguel Bobadilla (Biología), Eleuterio Ramírez (Física).

4.- Universidad Nacional Santiago de Cajamarca (UNCAJ):

Rodolfo Alvarado (Coordinador-Matemática), Consuelo Plasencia (Biología), Norbil Tejada (Física) y Flor García (Química).

5.- Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco (UNSAAC):

Guido Álvarez (Coordinador-Matemática), Violeta Zamalloa (Biología), Estela Huaman (Física), Miguel Arapa (Química).

6.- Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur - Lima (UNTECS):

Gladys Cruz (Coordinadora-Matemática), Amelia Sifuentes (Biología), Pablo Gonzáles (Física) y Eusebio Acosta (Química).

7.- Universidad Peruana Cayetano Heredia:

Mónica Franchy (Coordinadora-Biología), Juvenal Castromonte (Física), Graciela Untiveros (Química) y Jaime García Sócola (Matemática),

De esta manera se pretende que los cuaternos de cada departamento tengan una universidad madrina que se encargue de reforzar académicamente a los cuaternos secundarios de sus respectivos departamentos, siguiendo las recomendaciones de la metodología utilizada en el Perú para capacitar profesores de educación primaria y secundaria en las áreas de matemáticas y ciencias naturales, detallada en la pági-

na 17 del Boletín de la ANC N° 02 (diciembre del 2008).

En consecuencia, al finalizar el año 2009 se cuenta con:

- **07 cuaternos universitarios y**
- **16 cuaternos secundarios.**

ACTIVIDADES DE LOS CUATERNOS DE PROVINCIAS

Cuaterno Secundario de Piura:

Arrese, Mariela; Garcia, Verónica; Palacios, Catherine y Valladares, Lilie.

Se elaboró el proyecto “Incidencia de la Aplicación de la Metodología ECBI en el Desarrollo de Capacidades de Investigación en las Alumnas del 1° y 6° del nivel Primario en la Institución Educativa San José de Trabes”; con una duración de 9 meses (se inició 9 de marzo y terminó el 19 de diciembre del 2009).

El objetivo fue implementar a los docentes del nivel primario en la aplicación de módulos utilizando el método ECBI.

Cuaterno Secundario de Amazonas:

Zubiate, Chepita (coordinadora), Correa, Fanny; Vigo, Marielene y Loja, Ener.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Ch. Zubiate, como capacitadora en PRONAFCAP sede Utcubamba, enfocó las diferentes áreas: Lenguaje, Matemática, Biología, Física y Química) siguiendo la metodología ECBI.
- F. Correa en la capacitación a docentes en Chachapoyas durante el mes de marzo, trabajó con los docentes de Ciencias Tecnología y Ambiente (CTA) usando la metodología ECBI.
- E. Loja, como especialista de la DREA, participó en varias capacitaciones de Matemáticas, Biología, Física y Química, aplicando la metodología ECBI.

Cabe resaltar que en Amazonas el Gobierno Regional está ejecutando un proyecto de inversión pública, para el mejoramiento de la calidad educativa en la zona rural. El cuaterno ha solicitado incluir las estrategias de aprendizaje ECBI en tal proyecto.

Cuaterno Secundario de Ayacucho:

Alfaro Astorima, Erich (Coordinador), Barboza, Bruno; Calderón, Walter y Medina, Leonardo.

Realizaron con los alumnos del Cuarto año de Secundaria de la I.E. Pública “Mariscal Cáceres” la actividad en el área de Biología: “¿Qué sabemos sobre los carbohidratos?”, siendo los objetivos: Poner en práctica la metodología ECBI y que los alumnos identifiquen las características principales de los carbohidratos.

Cuaterno Universitario de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga-Ayacucho (UNSCH):

Cruz, Gladys (Coordinadora), Carrasco, Carlos (Biología), Torres, Tania (Química), Kleber, Kleber (Física).

Se elaboró el proyecto “Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) para los Estudiantes de Educación Básica Regular en la Región de Ayacucho”.

El objetivo fue determinar en qué medida la aplicación de la metodología ECBI influye en el aprendizaje significativo de las ciencias en los estudiantes de Educación Básica Regular, a través de diversas evaluaciones constantes, con el fin de contribuir a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

MENCIONES HONROSAS DE LOS MIEMBROS DE LOS CUATERNOS SECUNDARIOS

En el examen nacional de la carrera pública magisterial, realizado el 16 de agosto del 2009 se obtuvieron las siguientes distinciones:

- Julio Renteria coordinador del cuaterno secundario de Lambayeque obtuvo el primer puesto a nivel nacional.
- Erich Alfaro, coordinador del cuaterno secundario de Ayacucho obtuvo el primer puesto a nivel de la región Ayacucho.

PUBLICACIONES DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO ECBI-PERÚ

Gracias a la ayuda de la OEA se han corregido y elaborado los siguientes materiales de trabajo para profesores de Ciencias Básicas:

1. "Diversidad Andina": La papa y sus parientes silvestres, fuentes de alimentos para la humanidad. Este tema fue expuesto por el Dr. Alberto Salas y constituyó el elemento integrador de las ciencias básicas en el "Segundo Curso Interamericano de Ciencias para Formadores de Profesores de Educación Primaria".
2. "Tópicos de Aritmética y Álgebra", C. Carranza y A. Molina. Lima 2006.
3. "Tópicos de Geometría", C. Carranza y A. Molina. Lima 2009.
4. "Tópicos de Matemática para Formadores de Profesores de Educación Primaria", C. Carranza, A. Molina, R. Cardoso y H. Neciosup.

AGRADECIMIENTOS

La ANC expresa su especial reconocimiento a las siguientes instituciones y grupos de personas:

- A la PUCP, que desde el inicio del Programa ECBI en el 2006, se ha convertido en la patrocinadora de todas las actividades lectivas, ayudando con personal académico, administrativo e infraestructura física.
- Al MED que, por tercer año, ha otorgado una subvención a la ANC de S/.45,000 nuevos soles (US\$15,000), de los cuales se ha destinado aproximadamente el 65%, para la capacitación de los profesores de Ciencias Básicas (Biología, Física, Química y Matemática) en la ciudad de Lima y en el resto de los departamentos comprometidos en dicho proyecto. En particular nuestro agradecimiento a la funcionaria Roxana Ramírez por su atención permanente
- A la Interamerican Network of Sciences

Academies (IANAS), por conseguir fondos permanentemente para realizar las actividades internacionales y nacionales sugeridas por los Puntos Focales, las que permiten capacitar a los miembros del grupo ECBI-PERU y en general a los profesores secundarios y primarios peruanos.

- A la OEA, nuestra antigua colaboradora de formación de científicos peruanos, que desde el 2008, ha vuelto a ofrecer su ayuda económica a través de su eficiente oficina en Lima, para realizar el Primer, Segundo y Tercer Cursos Interamericanos de Ciencias para Formadores de Profesores de Educación Primaria (2008, 2009 y 2010); cuyo objetivo es continuar capacitando a los profesores de Educación Secundaria y Primaria en los contenidos de las Ciencias Básicas: Biología, Física, Química y Matemática, así como brindarles experiencias en el uso de recursos metodológicos con el fin de convertirlos en formadores (monitores) del gran "Proyecto Enseñanza de las Ciencias en la Educación Primaria y Secundaria".
- Finalmente, al grupo ECBI-PERU, integrado por: M. J. Kong (Dr. en Química), R. Cardoso (Mag. en Enseñanza de la Matemática), R. Zelada (Lic. en Biología), H. Montes (Lic. en Física), J. Cáceres (Lic. en Física-Matemática), A. Molina (Mag. en Matemática), H. Neciosup (Mag. en Matemática), y R. Santos (Mag. en Enseñanza de la Química); la mayoría, jóvenes profesores universitarios de la PUCP y de la UNMSM, quienes sin retribución económica permanente, han adquirido el compromiso de despertar vocaciones en los niños y adolescentes por las Ciencias.

ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES Y HONORARIOS

El Dr. Fernando Ponce



El doctor en Ciencia e Ingeniería de Materiales Fernando Ponce Antúnez de Mayolo se incorporó a la Academia Nacional de Ciencias el 09 de marzo 2009 con el tema “33 años en la Ciencia de Materiales”, en ceremonia realizada en el Auditorio Ccori Huasi de la Universidad Ricardo Palma; la presentación estuvo a cargo del Dr. Víctor Latorre.

Nació en Huaraz y creció en el Cuzco, estudió Física en la Universidad Nacional de Ingeniería donde se graduó como bachiller en 1971. Obtuvo su maestría en Física de Sólidos en la Universidad de Maryland y su doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales en la Universidad de Stanford, California.

Trabajó por veinte años sucesivamente en los laboratorios de investigación de Hewlett-Packard y Xerox en Palo Alto, California, desarrollando técnicas de microscopía electrónica de transmisión, epitaxia, espectroscopia de pérdida de energía, cultivo de películas delgadas y otras para el estudio y aplicación de materiales en microelectrónica. Entre otros logros, filmó por primera vez la formación, átomo por átomo, de cristales y fotografió defectos cristalinos. Jugó también un papel decisivo en la producción de luz verde para las pantallas LCD de la televisión a colores.

Es profesor de Ciencia de Materiales en la Universidad Estatal de Arizona y autor de más de 200 artículos, 8 patentes y editor de 9 libros.

El Dr. Alberto Cordero-Lecca



El doctor en filosofía Alberto Cordero-Lecca se incorporó a la ANC el 15 de julio 2009 con el tema: “El legado social, científico y filosófico de Charles Darwin”; la ceremonia se realizó en el Auditorio Alberto Hurtado – Campus Sur UPCH; la presentación estuvo a cargo del Dr. Alberto Cazorla.

Peruano de nacimiento, es doctor en Filosofía por la Universidad de Maryland. Magister en Filosofía por las Universidades de Cambridge y Oxford. Físico nuclear por la Universidad Nacional de Ingeniería.

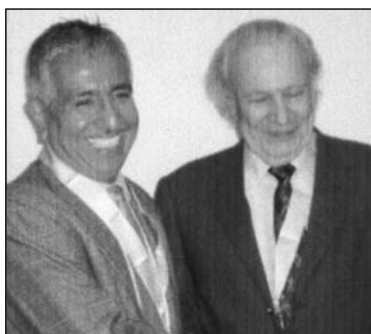
Especialista en filosofía de la ciencia e historia filosófica de la ciencia; el naturalismo como perspectiva contemporánea; filosofía de la física y las ciencias naturales; el realismo científico; usos de la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias.

Miembro de la Escuela de Postgrado de las Universidades de San Marcos y Cayetano Heredia. Entre otras distinciones, ha recibido becas de las Fundaciones Guggenheim y Ford.

El doctor Cordero es Director del Centro de Graduados y Departamento de Filosofía, Queens College de la City University of New York - CUNY.

Ha publicado más de un centenar de artículos en revistas especializadas de Estados Unidos y Europa, así como publicaciones de divulgación en diversos medios.

El Dr. Javier Navarro



El Dr. Navarro se incorporó como miembro Correspondiente el 03 de diciembre 2009; con el tema: "Estructura Atómica de Receptores Sensoriales y Neuro-transmisión"; la presentación estuvo a cargo del Dr. Alberto Cazorla.

Bachiller en Biología por la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Magister en Farmacología por la Worcester Foundation for Experimental Biology, Shrewsbury U.S.A.; su doctorado en Fisiología lo realizó en la Universidad de Boston U.S.A.

Es profesor del Departamento de Neurociencias y Biología Celular de la Escuela de Medicina de la Universidad de Texas e Investigador Principal del Centro de Sealy de Biología Estructural, Universidad de Texas; y de la Facultad del Centro Keck de Biología Estructural y Computacional de Houston, Texas. Representante del Consorcio de la Costa del Golfo de Membrane Biology, Houston-Texas.

Ha sido Profesor Asociado del Departamento de Fisiología de la Universidad de Boston; del Departamento de Fisiología y Biofísica de la Universidad de Texas; Profesor Visitante de Biozentrum, Basilea-Suiza y también de la Universidad Austral, Valdivia-Chile.

Trabajó en la demostración de los mecanismos moleculares de los receptores acoplados a proteína G.

La Ciencia por lo alto: La física de altas energías de Piermaria Oddone



La Academia Nacional de Ciencias que este año celebró su 71° Aniversario comprometido con el desarrollo de la ciencia en Perú, está incorporando a través de un riguroso proceso de selección a científicos peruanos que laboran tanto en el país como en el extranjero y que destacan por su creatividad, productividad científica y por su aporte a la humanidad.

El pasado 11 de diciembre se incorporó como Académico Correspondiente al Dr. Piermaria Oddone; aunque de apellido extranjero es arequipeño de nacimiento y exalumno del Colegio Pestalozzi en Lima. El Dr. Oddone es un físico egresado del Instituto Tecnológico de Massachussets-USA y un renombrado científico. Desde el 2005 es Director del Laboratorio Nacional de Aceleradores Fermi (Fermilab, Chicago); donde está instalado el segundo acelerador de partículas más potente del mundo. Mediante la física de altas energías como la que desarrolla Fermilab se busca entre otros entender el origen del universo.

En su incorporación a la Academia Nacional de Ciencias del Perú, el Dr. Oddone presentó como discurso de incorporación el tema "Ángeles y demonios: la física de partículas en la encrucijada".

Es un orgullo para el país contar con un peruano como Piermaria Oddone.

MIEMBRO HONORARIO

El Dr. Pierre Léna



Fue incorporado como Miembro Honorario a la ANC el 12 de Marzo del 2009, con el discurso "How I became interested in Science Education" que ofreció en inglés.

El Dr. Léna nació en París en 1937, se graduó de Doctor en Ciencias en 1969 y fue nombrado, el mismo año, Investigador Asociado al Observatorio de París, dentro del cual fue Director del Laboratorio de Astronomía Infrarroja de 1971 a 1983.

Es miembro de la Academia de Ciencias de Francia, miembro de la Academia Europea y ganador de la medalla Erasmo de esta última. Ha sido Director de la Escuela Doctoral de Astronomía y Astrofísica de la Isla de Francia, Investigador Asociado a los Observatorios de Kilt Peak en Arizona y de Gran Altitud en Colorado, así como también Presidente de la Sociedad Francesa de Física.

Como astrofísico, el Dr. Léna ha contribuido decisivamente al desarrollo de la astronomía infrarroja. Concibió el Gran Telescopio Europeo, actualmente en operación. Desarrolló luego un nuevo interferómetro conectando grandes telescopios con fibra óptica en Mauna Kea, Hawai. También fue Consejero y Comisionado en el Ministerio de Educación de Francia y Presidente del Instituto Francés de Investigación Pedagógica pues está comprometido fuertemente en la renovación de la enseñanza de las ciencias en la escuela y la universidad. Para la escuela primaria impulsó un proceso denominado Con las Manos en la Masa. Es autor de más de 100 artículos científicos, varios libros sobre astrofísica, educación en ciencias, libros populares y series de televisión.

DESIGNACION DEL ING. ALBERTO GIESECKE COMO PRESIDENTE HONORARIO DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS



El Consejo Directivo de la Academia Nacional de Ciencias en sesión realizada el 09 de junio del 2009 acordó por unanimidad designar como Presidente Honorario al Ing. Alberto Giesecke Matto. Esta designación se realizó teniendo en cuenta sus altos méritos científicos, su permanente disposición de servicio al país y la labor realizada al frente de la Academia durante una década.

Ingeniero electricista por el Rensselaer Polytechnic Institute(RPI) de Troy Nueva York, desarrolló su actividad profesional en el campo de la geofísica, en la capacitación, fomento y aplicación de las ciencia para la mitigación de los desastres naturales.

Ha presidido el Instituto Geofísico del Perú, ha sido Director del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS); Presidente del Comité Nacional del Programa Internacional de Geósfera y Biósfera (IGBP), Vice-Presidente de la Asociación Peruana para el Avance de la Ciencia (APAC) y Miembro de la Asociación Peruana de la Legión de Honor de Francia. Fundador y Presidente del antiguo Consejo Nacional de Investigación (actual Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC).

Entre las distinciones recibidas, cabe destacar el Premio COSAPI a la innovación, las Palmas Magisteriales en el Grado de Amauta, la Gran Cruz al Servicio Distinguido del Gobierno del Perú, la Medalla de Honor al Mérito Agrícola del Ministerio de Agricultura, el Premio Nacional "Daniel A. Carrión" del Instituto Nacional de Cultura, la Orden de la Legión de Honor de Francia en el grado de Caballero .

ACADÉMICOS TITULARES - TRABAJOS DE INCORPORACIÓN

Hormonas y Adaptación a la Altura*Gustavo F. Gonzales*

Conferencia presentado para la incorporación como Académico de Número en la Academia Nacional de Ciencias el 9 de Julio del 2009 en los Laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Ciencias y Filosofía en la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

En el año 1979, hace ya 30 años en la Primeras Jornadas de Medicina y Cirugía de Altura en la ciudad de La Oroya (3800 m) presenté un estudio donde demostraba los cambios que se observaba en los niveles de hematocrito con la edad. En ella se podía observar que en niños había un aumento gradual del hematocrito y luego un aumento brusco e importante durante la pubertad y en la edad adulta el incremento era mucho menor (Figura 1).

Con estos resultados postulamos que el incremento en la pubertad era un efecto de la hormona testosterona una hormona que es considerada eritropoyética y que favorece la producción de glóbulos rojos. Es así que posteriormente a través de un donativo de investigación apoyado por la Fundación Hipólito Unanue desarrollé el proyecto de investigación "Cambios del Hematocrito con la Pubertad" donde se pudo demostrar que los niveles séricos de testosterona en varones a medida que se incrementaba en la pubertad se producía un aumento en los niveles del hematocrito. Es de resaltar que este incremento de testosterona en varones genera las diferencias en los niveles de hemoglobina /hematocrito entre hombres y mujeres que justo ocurre a partir de la pubertad.

Estos resultados nos estimulaban a pensar que los niveles incrementados de hematocrito y

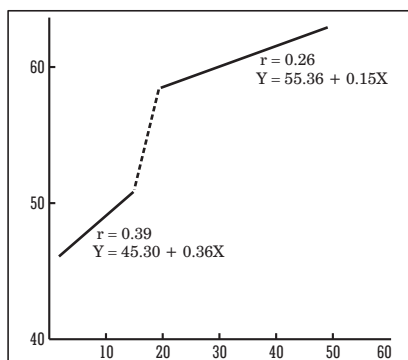


Figura 1. Cambios del hematocrito con la edad en Cerro de Pasco. Fuente (1).

hemoglobina que se observan tanto durante la exposición aguda, crónica como en el residente de las grandes alturas podrían deberse a niveles altos de la testosterona.

La testosterona es una hormona eritropoyética y ello explica los niveles más elevados de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito en los varones que en las mujeres, sin embargo no se le había asociado como un compuesto que podría explicar la mayor eritropoyesis en la altura.

Con nuestros primeros resultados decidimos en este lapso de 30 años realizar una serie de investigaciones que nos permitieran demostrar el rol de la testosterona en los mecanismos de aclimatación y adaptación en la altura.

EXPOSICIÓN AGUDA A LA ALTURA

En la Figura 2 se puede apreciar que la saturación arterial de oxígeno disminuye con la exposición aguda a la altura y que esta disminución es mayor a mayor altitud. Esta disminución en la saturación arterial de oxígeno es la expresión de la menor presión parcial de oxígeno que existen a medida que se incrementa la altitud de exposición.

En la Figura 3 puede observarse como cambian los niveles de testosterona sérica durante la

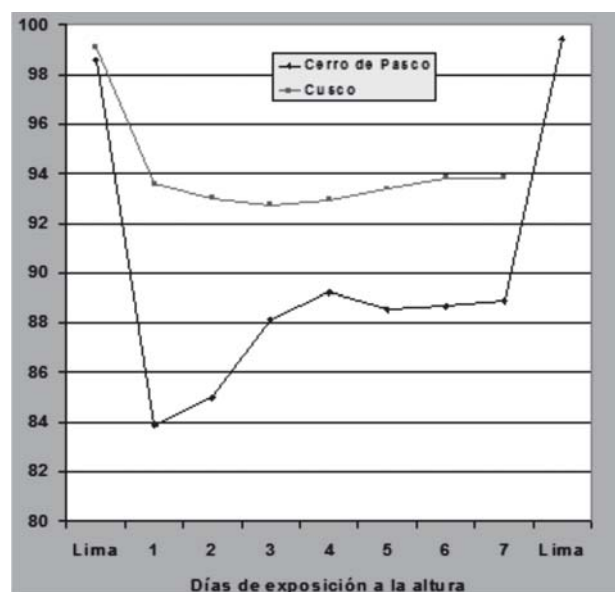


Figura 2. Saturación arterial de oxígeno medida por oximetría de pulso en sujetos varones expuestos agudamente a la altura de Cusco (3400 m) o Cerro de Pasco (4340 m)

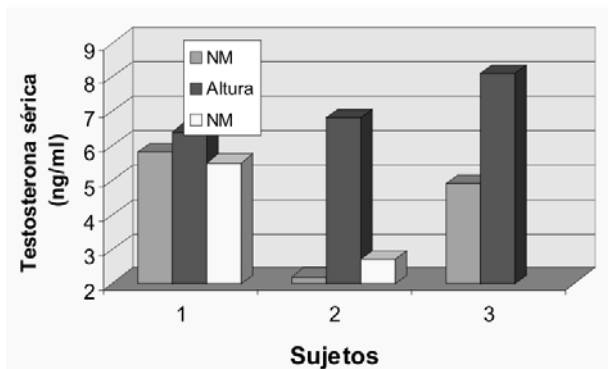


Figura 3. Cambios en los niveles de testosterona en varones expuestos agudamente a la altura de La Oroya (3800 m).

exposición aguda a una altura de 3800 m en 3 varones adultos. Los niveles de testosterona aumentan durante la exposición a la altura y luego retornan a los valores basales al retorno a nivel del mar.

Este aumento de testosterona parece estar asociado a un incremento en los niveles de seroto-

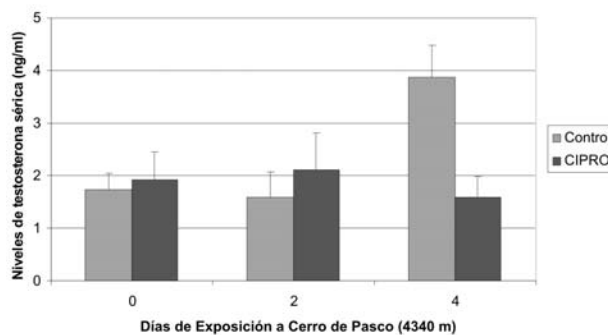


Figura 4. La administración de ciproheptadina, un antiserotoninérgico, inhibe el incremento de testosterona producido por la exposición a la altura (4340 m) en ratas machos.

nina pues la administración de un antiserotoninérgico en ratas inhibió este aumento (Figura 4).

Durante la exposición a la altura por un periodo de 21 días se observa una elevación tanto del

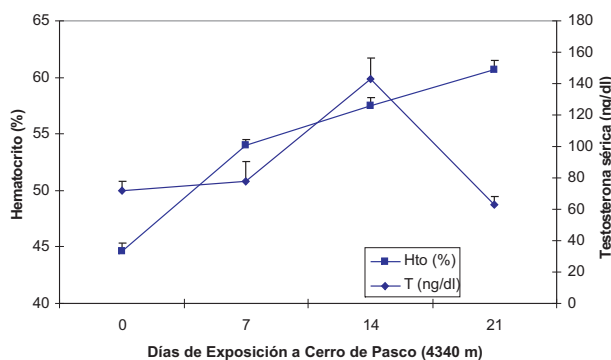


Figura 5. Hematocrito y niveles séricos de testosterona en ratas expuestas agudamente a la altura de Cerro de Pasco (4340 m).

hematocrito como de la testosterona sérica. En este último caso la elevación ocurre hasta los 14 días de exposición y luego hay una disminución en los niveles séricos de testosterona (Figura 5).

Tratando de determinar el valor de la testosterona sérica durante la exposición aguda a la

Testosterona en varones (Día 1 de exposición a 4,340 m)

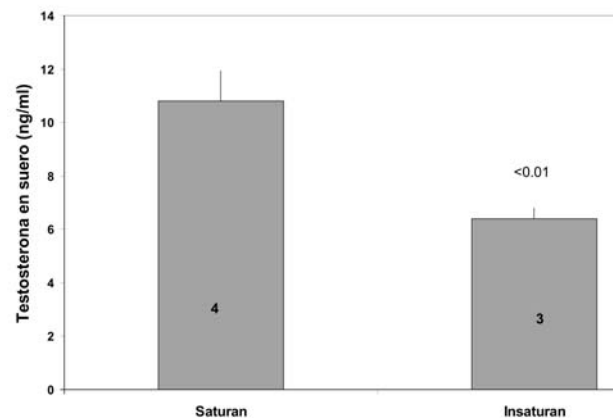


Figura 6. Testosterona sérica en varones que en el día 1 de exposición a la altura tienen una mayor saturación de oxígeno (saturan) en relación a aquellos que tienen menores porcentajes de saturación de oxígeno (insaturan).

altura se evaluó en varones adultos expuestos a 4340 m de altitud los valores de testosterona en función al valor de la saturación arterial de oxígeno medidos por oximetría de pulso (Figura 6). Los resultados demuestran mayores niveles de testosterona sérica en los que tienen mayor saturación de oxígeno. Teniendo en cuenta que ambos son expuestos a la misma presión parcial de oxígeno, las diferencias en la saturación de oxígeno se deberían a diferencias en la ventilación; así a mayor ventilación se observaría una mayor saturación arterial de oxígeno. Una hiperventilación puede conducir a alcalosis respiratoria con lo cual se presentarían síntomas. Se postula que para evitar estos síntomas se eleva la secreción de testosterona. La testosterona es una hormona que inhibe la ventilación y con ello regularía la ventilación de tal manera de no llegar a niveles que puedan producir sintomatología.

Con la finalidad de demostrar mecanismos de regulación intracelular del valor del hematocrito se realizó la medición de la actividad de la enzima oxido nítrico sintasa mitocondrial (mtNOS) en el corazón de ratas a nivel del mar y expuestas a una altura de 4340 m. En una exposición de 84 días se observa una elevación de la mtNOS en paralelo con la elevación en el hematocrito (Figura 7).

Se conoce que el óxido nítrico es el mayor inhibidor fisiológico de la citocromo oxidasa a nivel de la mitocondria. Esto permitiría mantener un tiempo mayor el oxígeno en la mitocondria antes de ser oxidado y con ello permite por unidad de tiempo un ahorro de oxígeno y con ello evitar que los niveles de hemoglobina/hematocrito se sigan incrementando. Se sugiere que en casos que en la mtNOS no se encuentre aumentado en actividad se produciría una mayor elevación de la hemoglobina/hematocrito lo que conduciría al mal de montaña crónico.

Un posterior análisis de regresión múltiple nos ha permitido demostrar que la relación testoste-

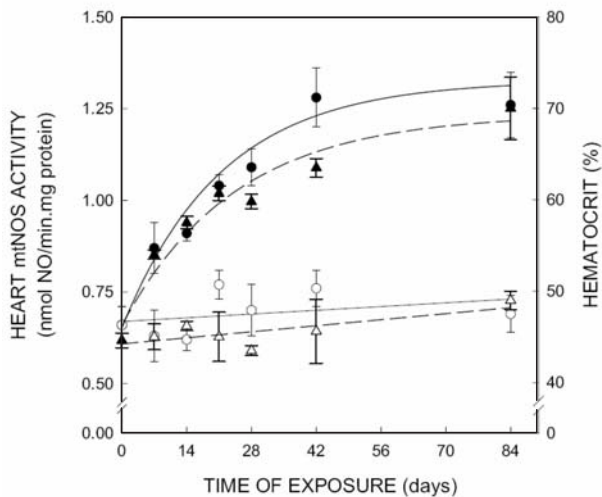


Figura 7. Asociación entre exposición a la altura (4340 m), niveles de hematocrito y actividad de la óxido nítrico sintasa mitocondrial (mtNOS) en el corazón de ratas. En negritas los valores en la altura. En blanco los valores a nivel del mar. Fuente (9)

rona/estradiol está negativamente relacionada con la actividad de mtNOS en corazón (Coeficiente de regresión = -0.056; $P = 0.003$); el peso del corazón también estuvo inversamente correlacionado con la actividad de mtNOS (-0.97; $P = 0.04$) en tanto que los días de exposición a la altura estuvieron positivamente correlacionados con la actividad de mtNOS (0.026; $P = 0.0001$). Esto sugiere que la mayor actividad T/E₂ si bien favorece la eritropoyesis aumentando la hemoglobina/hematocrito lo hace a expensas de una menor actividad de mtNOS en corazón. Teniendo en cuenta que el aumento de hemoglobina es bueno para la aclimatación, la testosterona sería buena para la aclimatación.

VIDA EN LAS GRANDES ALTURAS: ERITROCITOSIS

Una situación diferente es la del nativo de altu-

ra. En diferentes poblaciones del mundo se observa que los niveles de hemoglobina son más altos tanto en varones como en mujeres en la altura que a nivel del mar. En la Figura 8 se aprecia la muestra de sangre de un varón nativo de Cerro de Pasco (4340 m) donde claramente la cantidad de glóbulos rojos reflejada como cuerpos formes es mayor que la cantidad de suero. Esto produce un nivel alto del hematocrito que a su vez aumentará la viscosidad sanguínea y por lo tanto el flujo sanguíneo, lo que indicaría que si bien la hemoglobina/hematocrito cuando se incrementa compensa la menor presión parcial de oxígeno cuando sus valores son excesivamente altos (eritrocitosis excesiva) pueden más bien ser patológicos.

Un ejemplo de que el aumento de la hemoglobina no es adaptativo en la altura es la observación que la concentración de hemo-



Figura 8. Muestra de sangre de un varón de Cerro de Pasco (4340 m). Se observa la predominancia de los cuerpos formes sobre el volumen del suero.

en los Tibetanos de los Himalayas no incrementan los niveles de hemoglobina a valores observados por ejemplo en los andinos peruanos.

El Tibet es una zona que actualmente está anexada a China y hasta hace 70 años pertenecía a la India. La población aborigen tiene la mayor antigüedad de todas en el mundo residiendo en zonas de altura por lo que se dice que sería una población adaptada a la altura, y esta se ha logrado a merced de no tener valores tan altos de hemoglobina como las observadas en el Perú.

Cuando el Tibet se anexa a China, ocurre una migración étnica de los Han de China al Tibet. Esta población se ha convertido en un modelo excepcional para estudiar los procesos de adap-

tación a la altura pues coexisten en un mismo medio ambiente, los Tibetanos con una residencia multigeneracional de más de 25,000 años y los Han con una residencia generacional no mayor de 70 años. En la Figura 9 se puede apreciar que tanto en hombres como en mujeres los valores de hemoglobina son más altos en la etnia Han que en los Tibetanos. Esto ocurre a pesar de estar ambas poblaciones viviendo en las mismas zonas altitudinales.

En nuestro país se asume que la antigüedad multigeneracional en la altura es de 12,000 años pero interrumpida por el mestizaje étnico producto de la conquista española. Es probable que esta mezcla génica haya afectado el proceso de adaptación; se acepta en la actualidad que las poblaciones de los Andes centrales son más antiguas que las de los Andes centrales. En particular, en el sur las poblaciones de origen Aymara son las más antiguas y estas se encuentran en el Departamento de Puno.

La interrogante que se origina es el factor que determina que ciertos individuos dentro de una población nacida en la altura tengan eritrocitosis excesiva que conduce al mal de montaña crónico un problema de falta de adaptación a la

altura y otros no.

Entre las hormonas que favorecen la producción de glóbulos rojos se encuentra la eritropoyetina. Esta hormona se incrementa por exposición aguda a la altura, y se encuentra elevada también en nativos de altura; sin embargo en los sujetos con eritrocitosis excesiva sus valores no son diferentes a aquellos que no tienen eritrocitosis excesiva por lo que es improbable que esta hormona sea la responsable de la producción excesiva de glóbulos rojos en el mal de montaña crónico.

Otra hormona con actividad eritropoyética es la testosterona y ella es la responsable de que los varones tengan mayor número de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito que las mujeres.

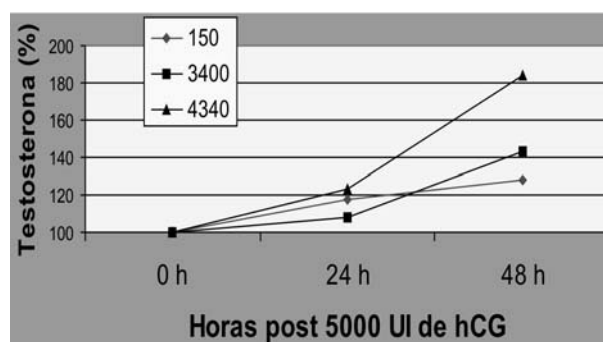


Figura 10. Incremento de la testosterona sérica en varones después del estímulo con hormona coriónica gonadotropa (hCG) en Lima (150 m), Cuzco (3400 m) y Cerro de Pasco (4340 m).

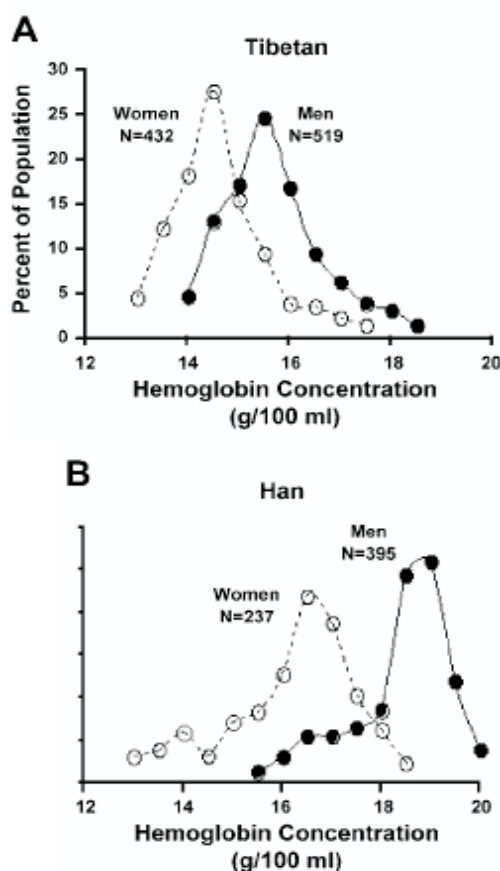


Figura 9. Distribución de la población de Tibetanos y Han en los Himalayas según nivel de hemoglobina. Fuente (8).

En la Figura 10 se observa que ante el estímulo gonadotrópico (hCG), que normalmente produce una elevación en la producción y secreción de testosterona, la respuesta es similar en Cuzco que en Lima pero mayor en varones de Cerro de Pasco. Es conocido que la prevalencia de mal de montaña crónico es mayor en Cerro de Pasco que en Cuzco y esta diferencia puede explicarse porque la secreción de testosterona es similar en Cuzco que en Lima, y esto a su vez por la mayor antigüedad generacional de la población de Cuzco en comparación a la de Cerro de Pasco.

En la Figura 11 se muestra como los niveles de testosterona sérica son más altos en los varones que tienen mayores puntajes de signos y síntomas de mal de montaña crónico, lo que indicaría que los niveles altos de testosterona se asociarían a la eritrocitosis excesiva. En conclusión, la testosterona es responsable de la eritrocitosis excesiva en varones ($Hb \geq 21$

g/dl)

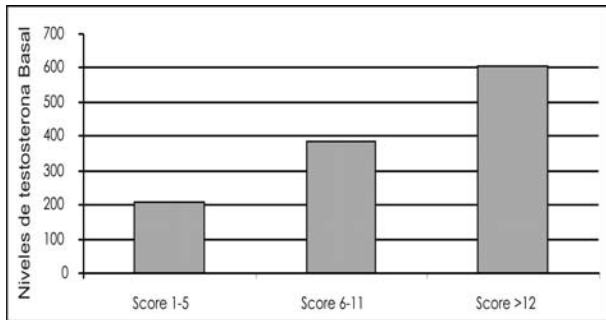


Figura 11. Niveles de testosterona sérica en varones de Cerro de Pasco en relación al puntaje de Mal de Montaña Crónico

ESTUDIOS EN MUJERES

En mujeres también se ha observado que el hematocrito aumenta conforme aumenta la altitud de residencia (Figura 12). El hematocrito en Lima (150 m) no se modifica con la edad; sin embargo en Cerro de Pasco (4340 m) se incrementa significativamente conforme se incrementa la edad (Figura 13).

La prevalencia de eritrocitosis excesiva en mujeres (hematocrito >56%) se incrementa conforme se incrementa la edad de la mujer, y esto es debido principalmente al efecto de la menopau-

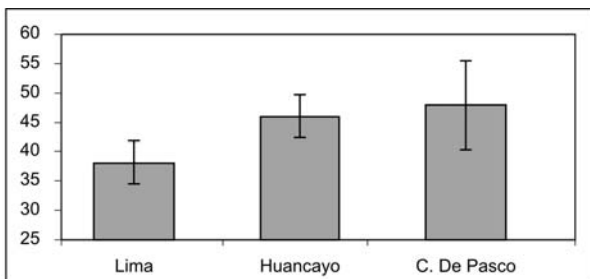


Figura 12. Hematocrito en mujeres adultas de Lima (150 m), Huancayo (3280 m) y Cerro de Pasco (4340 m). Fuente (3).

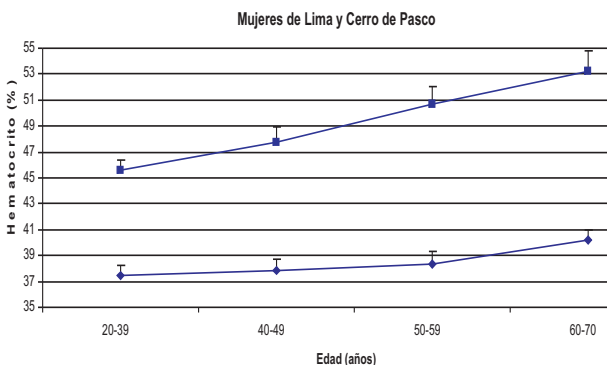


Figura 13. Cambios del hematocrito con la edad en mujeres de Lima (150 m) y Cerro de Pasco (4340 m). Las mujeres de Cerro de Pasco están representadas en los símbolos cuadrados.

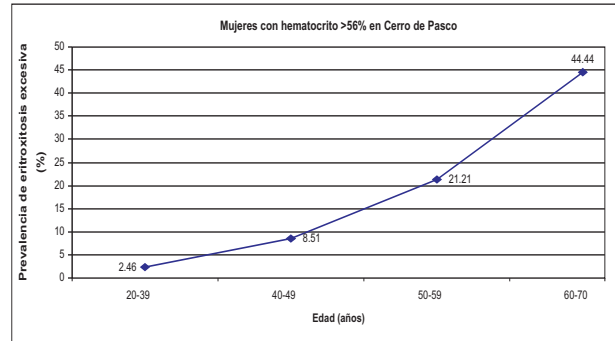


Figura 14. Prevalencia de eritrocitosis excesiva y edad en mujeres de Cerro de Pasco (4340 m). Fuente (3).

sia. Con la menopausia hay cese de la función ovárica y por lo tanto de la producción de estrógenos; en ese sentido la relación testosterona/estradiol se incrementa. En la Figura 15 se aprecia que las mujeres que presentan eritrocitosis excesiva tienen niveles de la relación testosterona/estradiol mucho mayor que con niveles menores de eritrocitos, con lo que se demuestra que la eritrocitosis excesiva está asociada a niveles altos de testosterona tanto en varones como en mujeres de la altura.

En conclusión, el hematocrito se incrementa en asociación con niveles altos de la relación T/estradiol en mujeres de la altura.

IMPACTO DE LA HEMOGLOBINA ELEVADA

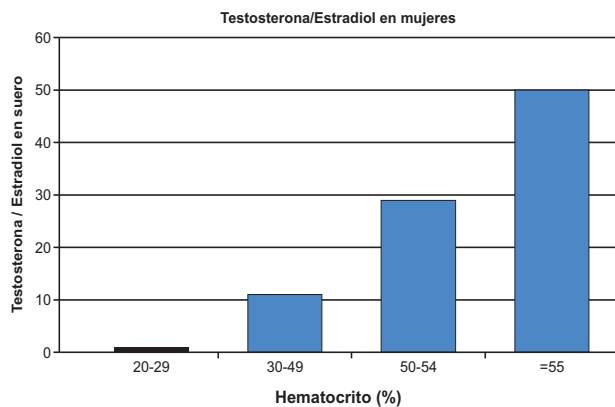


Figura 15. Niveles de testosterona/estradiol en suero de mujeres de Cerro de Pasco (4340 m) según el nivel del hematocrito.

EN LA ALTURA

Si bien hemos demostrado que la testosterona es responsable del incremento en la eritropoyesis en la altura asociándose a la eritrocitosis excesiva del mal de montaña crónico, es necesario conocer el impacto que puede tener esta eritrocitosis en la salud. Para ello se ha utilizado el modelo de la madre gestante de la altura. En la Figura 16 se observa que los niveles de hemoglobina son mayores en las gestantes de Huancavelica que en Puno. Esto al parecer es para-

dójico debido a que Puno al estar a mayor altitud debería tener niveles más altos de hemoglobina. La repuesta está en el hecho de que la población de Puno es generacionalmente más antigua que la de Huancavelica y por lo tanto es plausible que un mayor porcentaje de su población sea considerado como adaptado a la altura.

El impacto del mayor nivel de hemoglobina (eritrocitosis excesiva) en Huancavelica se refleja en la mayor tasa de menor peso del recién nacido que en Puno (Figura 17). En otras palabras, Puno estando a una mayor altitud tiene menor

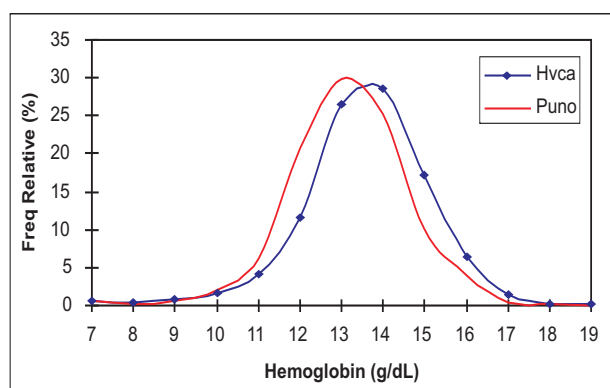


Figura 16. Distribución de la hemoglobina en mujeres gestantes de Huancavelica (3600 m) y Puno (3800 m)

nivel de hemoglobina y mayor peso del recién nacido que en Huancavelica que sería producto de un mayor grado de adaptación a la altura.

Lo anterior se corrobora con la información que aparece en la Figura 18 donde las poblaciones con mayor componente Aymara residente en Juliaca tienen hijos con mayor peso al nacer que aquellos que siendo del mismo lugar tienen un menor componente Aymara. En la Figura 19

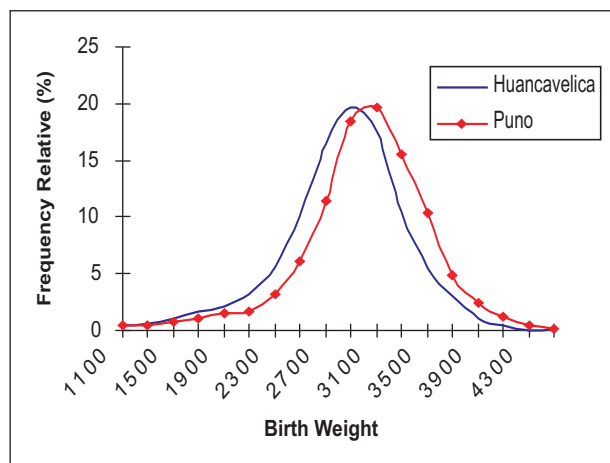


Figura 17. Peso del recién nacido en Huancavelica (3600 m) y Puno (3800 m).

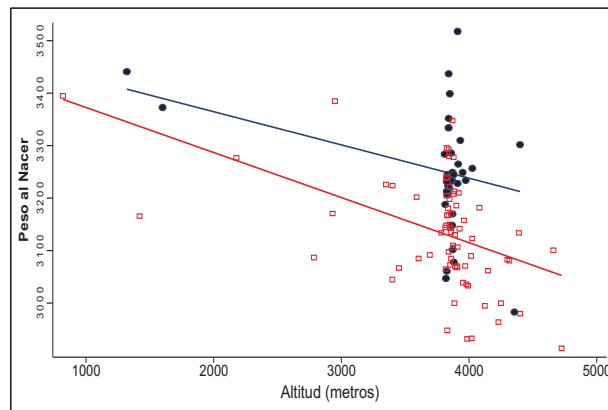


Figura 18. Peso del recién nacido en la población de Juliaca según altitud y nivel de componente aymara. La línea superior corresponde a poblaciones con mayor componente Aymara que la línea inferior

se aprecia que las poblaciones de los Andes Centrales tienen mayor prevalencia de eritrocitosis excesiva y niños pequeños para edad gestacional que las poblaciones de los Andes Sur y que en Lima.

La mayor concentración de hemoglobina en la eritrocitosis en la altura originaría un menor flujo útero-placentario comprometiendo con ello un adecuado soporte nutricional al feto y resultando con ello en mayores tasas de muerte fetal tardía, retardo en el crecimiento intrauterino y partos pretérminos (Figuras 20-22).

CONCLUSIONES GENERALES

La presente disertación que ha tratado del producto de un trabajo de 30 años, iniciado en 1979 permite demostrar:

- ◆ Que el aumento de testosterona y hemoglobina son buenos para la aclimatación a la altura.

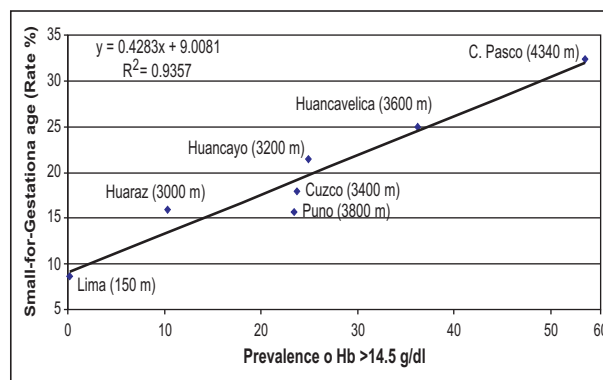


Figura 19. Eritrocitosis excesiva y pequeño para edad gestacional.

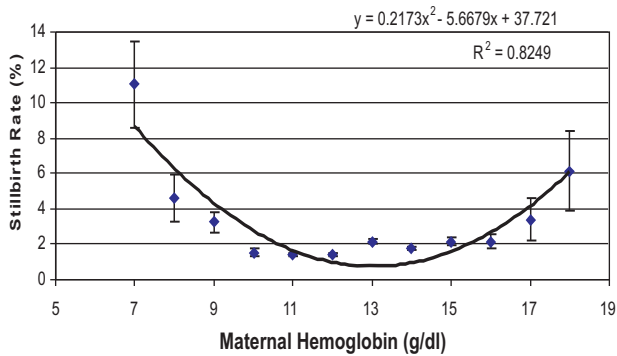


Figura 20. Hemoglobina materna y muerte fetal tardía en poblaciones de la altura. Fuente (7).

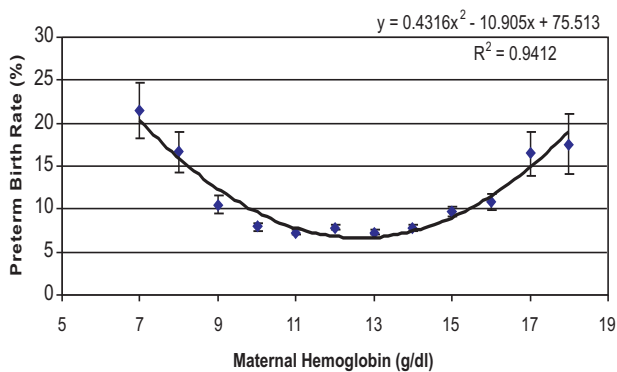


Figura 21. Hemoglobina materna y partos pre-términos en poblaciones de la altura. Fuente (7).

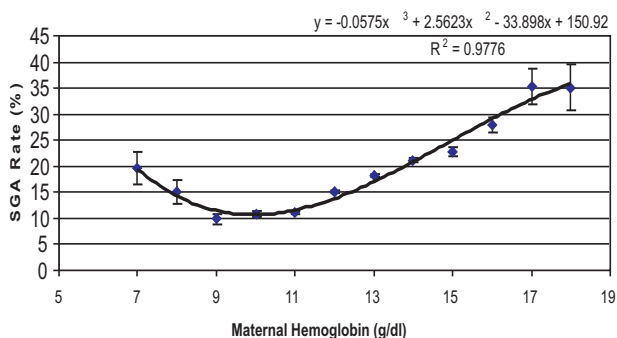


Figura 22. Hemoglobina materna y pequeños para edad gestacional (SGA). Fuente (7).

ra.

- ◆ Que el aumento de Testosterona y hemoglobina no son buenos para adaptación a la altura.
- ◆ Mayor tiempo generacional de vida en la altura favorece la adaptación a la altura: Menor incremento de T y de Hb y mayor peso del recién nacido.

REFERENCIAS:

1. Gonzales GF, Guerra-García R, Hum N. Hematology in natives at high altitude. I. Relationships between hematocrit and age in males at 3200 and 4340 m. Proceedings of the I Journey of Medicine and Surgery of Altitude. 1978;1: 82-88.
2. Gonzales GF. Peruvian Contribution to the hematology in native populations from high altitude. Acta Andina 1998; 7: 105-130.
3. Gonzales GF. Hematocrit values in women at high altitude and its relationship with sex hormone levels. Journal of Qinghai Medical College. 2004; 25: 267-272.
4. Gonzales GF, Chung FA, Miranda S, Valdez LB, Zaubornyj T, Boveris A. Heart mitochondrial nitric oxide synthase in rats at high altitude. American Journal of Physiology 2005; 288: H2568-2573.
5. Gonzales GF, Tapia V. Hemoglobina, hematocrito y adaptación a la altura: Su relación con los cambios hormonales y el periodo de residencia multigeneracional. Revista Med (Colombia) 2007; 15: 80-93.
6. Gonzales GF, Gasco M, Tapia V, Gonzales-Castañeda C. High serum testosterone levels are associated with excessive erythrocytosis of chronic mountain sickness in men. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2009;296:E1319-25.
7. Gonzales GF, Steenland K, Tapia V. Maternal hemoglobin level and fetal outcome at low and high altitudes. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2009; 297(5):R1477-85.
8. Wu T, Wang X, Wei C, Cheng H, Wang X, Li Y, Ge-Dong, Zhao H, Young P, Li G, Wang Z. Hemoglobin levels in Qinghai-Tibet: different effects of gender for Tibetans vs. Han. J Appl Physiol. 2005;98:598-604.
9. Zaubornyj T, Valdez LB, Iglesias DE, Gasco M, Gonzales GF, Boveris A. Mitochondrial nitric oxide metabolism during rat heart adaptation to high altitude: effect of sildenafil, L-NAME, and L-arginine treatments. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2009;296:H1741-7.

FLORA ANDINA Y AMAZÓNICA: UN APOORTE A SU CONOCIMIENTO QUÍMICO

Olga R. Lock Sing

olock@pucp.edu.pe
olock2006@yahoo.es

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas son una fuente importante de productos naturales biológicamente activos, muchos de los cuales además constituyen modelos para la síntesis de un gran número de fármacos. Estos compuestos de la naturaleza revelan ser de una gran diversidad en términos de estructura química y de propiedades físico-químicas además de sus propiedades biológicas. A pesar del aumento de los estudios en estas plantas los datos disponibles señalan que apenas el 15% han sido estudiadas en su potencial medicinal, y solamente para un efecto específico, de un aproximado considerado entre 250 a 500 mil especies existentes en el planeta; asimismo, se estima que el 20% de las prescripciones médicas contienen productos de plantas¹.

Se han reconocido doce países megadiversos que contienen el 70% de la flora mundial. Dentro de ellos, cinco pertenecen a América Latina: Brasil, Colombia, Ecuador, México y Perú. Los otros países son Australia, China, India, Indonesia, Madagascar, Malasia y Zaire².

Para el Perú se estima en 25 mil las especies existentes, aunque algunos científicos calculan que esta cifra hasta puede ser duplicada, siendo endémicas un porcentaje importante de estas especies. Por otro lado, aproximadamente 4000 especies tienen diversos usos, en la alimentación y salud, en la cosmética, en la tintura, como aromatizantes y saborizantes, como biocidas, en la industria, agroforestería, ornamental, entre otros usos; debemos mencionar que mucho de este uso se encuentra arraigado en el saber popular y transmitida de generación en generación, y lamentablemente con escasa base científica³.

Como un aporte a su conocimiento científico hemos investigado diversas especies de la zona andina y amazónica, en su aspecto químico-biológico, habiendo como resultado aislado y determinado las estructuras químicas de un poco más de un centenar de sus metabolitos se-

cundarios, así como evaluado su potencial médico a través de las investigaciones químicas biodirigidas. En la presente publicación haremos un recuento de las diversas estructuras químicas determinadas, que corresponden a diferente naturaleza química como alcaloides, terpenoides, xantonas, flavonoides, quinonas, benzofuranos, entre otras, contribuyendo además a la quimio-taxonomía de los géneros botánicos en los que se encuentran. Las investigaciones han sido orientadas especialmente hacia plantas sin estudios químicos previos o con escasos estudios científicos.

Demás está decir que el aislamiento e identificación de estos compuestos químicos, llamados metabolitos secundarios, representa un desafío académico pero al mismo tiempo representa el más exitoso acercamiento al descubrimiento de nuevas drogas y en general de nuevas moléculas para beneficio de la humanidad, a la vez que permite el desarrollo de nuevos métodos de manipulación de los ecosistemas en una forma sustentable.

2. ALGUNOS DATOS QUE SE REPORTAN DE LAS INVESTIGACIONES EN PLANTAS DE USO MEDICINAL

Se estima que^{1,4,5}

- el 15% o menos de la flora mundial ha sido evaluada química o biológicamente.
- las plantas medicinales típicamente contienen una mezcla de diferentes compuestos químicos que pueden actuar individualmente, aditivamente o sinérgicamente para mejorar la salud. Una sola planta puede contener, por ejemplo, sustancias amargas que estimulan la digestión, compuestos anti-inflamatorios que reducen las inflamaciones y el dolor, compuestos fenólicos que pueden actuar como un antioxidante, sustancias tánicas que pueden actuar como antibióticos naturales, sustancias diuréticas que estimulan la eliminación de los productos de desecho y las toxinas, compuestos alcaloidales que pueden mejorar el ánimo y dar la sensación de bienestar, entre otros.
- el extracto metanólico de una planta puede contener de 300 a 500 compuestos con las características que hemos señalados líneas arriba u otras, y que pertenecen a diferentes clases estructurales (alcaloides, flavonoides, cumarinas, lignanos, terpenoides, quinonas, xantonas, etc.); estos compuestos podrían contener además una amplia diversidad de

grupos funcionales (alcohol, cetonas, ésteres, amidas, aminas, dobles enlaces, etc.), y quizás núcleos heterocíclicos.

- se han aislado aproximadamente 135500 compuestos químicos de plantas, con 5750 esqueletos químicos diferentes.
- de los aproximadamente 21200 alcaloides, el 70% no ha sido evaluado biológicamente.
- en las investigaciones para el desarrollo de nuevos medicamentos, de 5000 compuestos evaluados farmacológicamente, solo uno es finalmente aceptado como droga.
- de 877 pequeñas moléculas orgánicas introducidas en el mundo de las drogas en el periodo 1981-2002, 61% fueron productos naturales, o derivados de productos naturales.
- la especie *Catharanthus roseus*, conocida como isabelita, tiene cerca de 40 alcaloides pero solo dos de ellos, la vincristina y la vinblastina tienen una clara acción benéfica sobre un tipo de leucemia en niños (no es efectiva para leucemia de mayores).
- la especie *Hypericum sp.* se utiliza para el tratamiento de la depresión leve o moderada debido a que contienen diferentes compuestos químicos que actúan en acción combinada y que además producen menores efectos colaterales, por lo que, por ejemplo, en Alemania se prescriben alrededor de 200 mil recetas al mes mientras que el fármaco fluoxetina (Prozac), lo es solamente en 30 mil.
- en 1970 la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce el valor de las plantas medicinales, en consideración a los resultados promisorios y reconocidos de la medicina tradicional China.

3. INVESTIGACIÓN EN PLANTAS MEDICINALES: ESTUDIO MULTIDISCIPLINARIO

La investigación de plantas de uso medicinal debe ser realizada como una investigación multidisciplinaria con la participación de especialistas agrónomos, biólogos, farmacognostas, farmacólogos, toxicólogos, químicos, químicos farmacéuticos, médicos, ingenieros químicos, entre otros.

Esta multidisciplinariedad permitirá conocer a la planta desde su aspecto botánico y de agroclativo hasta su puesta en el mercado como droga, pasando por los estudios químicos y farmacológicos para conocer sus principios activos y comprobar su actividad farmacológica, por los estudios para determinar su efectividad como medicamento a través de los ensayos clínicos pre-

via determinación de su inocuidad determinada por los ensayos toxicológicos y finalmente su elaboración como medicamento bajo alguna forma farmacéutica ya sea por la utilización de uno de sus principios activos o de sus extractos, haciendo uso de lo que se llama “desde la planta hasta el medicamento”⁶.

Estudio químico y químico biodirigido

Hasta la década de los ochenta los estudios en las llamadas plantas medicinales eran principalmente estudios químicos con la finalidad de aislar y determinar las estructuras químicas del mayor número de metabolitos secundarios presentes en ella, y luego hacer los ensayos farmacológicos en los compuestos aislados, o utilizarlos como modelos para idear otras moléculas o formar derivados químicos. En los últimos años la estrategia ha variado en el sentido de intentar aislar solamente los metabolitos secundarios que pudieran presentar alguna actividad farmacológica, ello significa que el aislamiento de los compuestos se va haciendo biodirigido.

Obviamente lo relativo al aislamiento y a la determinación estructural del compuesto aislado en ambos casos se sigue las mismas etapas y las mismas técnicas analíticas, las que se señalan a continuación.

Etapas en el estudio químico

Las etapas, en general, para el estudio químico o químico biodirigido de una planta, previamente identificada botánicamente, secada y pulverizada, son:

- extracción de los metabolitos secundarios de la planta utilizando agua u otros solventes orgánicos: por maceración, percolación, con extractores soxhlet, con fluido supercrítico, entre otros métodos.
- separación y aislamiento de los metabolitos secundarios del extracto utilizando técnicas cromatográficas: de columna, de capa delgada, líquida de alta performance, entre otras.
- determinación estructural de los metabolitos secundarios aislados utilizando técnicas espectroscópicas: de resonancia magnética nuclear de protón y carbono-13, uni y bidimensional, y de espectrometría de masa, principalmente.

4. ESPECIES INVESTIGADAS

Se presenta un resumen de algunas de las investigaciones realizadas por el grupo de investigación NATySA (Naturaleza y Salud) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, algunas en colaboración con investigadores de otros centros universitarios del país y del extranjero. En otros pocos casos se ha complementado la información con investigaciones realizadas por otros científicos.

Especies de *Werneria*

La especie de *Werneria* (Familia Asteraceae) se encuentran entre 2500 y 4000 msnm. En el Perú se han identificado 30 especies de las 40 que se reportan para los países andinos. Nuestro grupo de trabajo investigó las especies *Werneria ciliolata* A. Gray⁷⁻¹¹, *W. dactylophylla* Sch. Bip.^{12,13}, *W. cf. decora* Blake¹⁴, *W. digitata* Weddell¹⁵, *W. nubigena* HBK^{17,18}, *W. poposa* Philippi¹⁹⁻²³ y *W. staffordiae* Sandwith²⁴. De ellas hemos aislado compuestos químicos de una gran diversidad estructural, entre ellos benzofuranos, benzopiranos, diterpenos, alcaloides, cumarinas, flavonoides, esteroides. Si a ello sumamos las investigaciones realizadas por otros grupos de investigación sobre la *W. pygmaea* Gilles²⁵ y la *W. stuebelli* Hieron²⁶, podemos mencionar que en estas nueve especies investigadas se han aislado y/o detectado 108 constituyentes químicos de los cuales 25 (21,30 %) corresponden a estructuras que se reportan por primera vez. Los resultados logrados hacen de las *Wernerias* una fuente de metabolitos secundarios de gran interés.

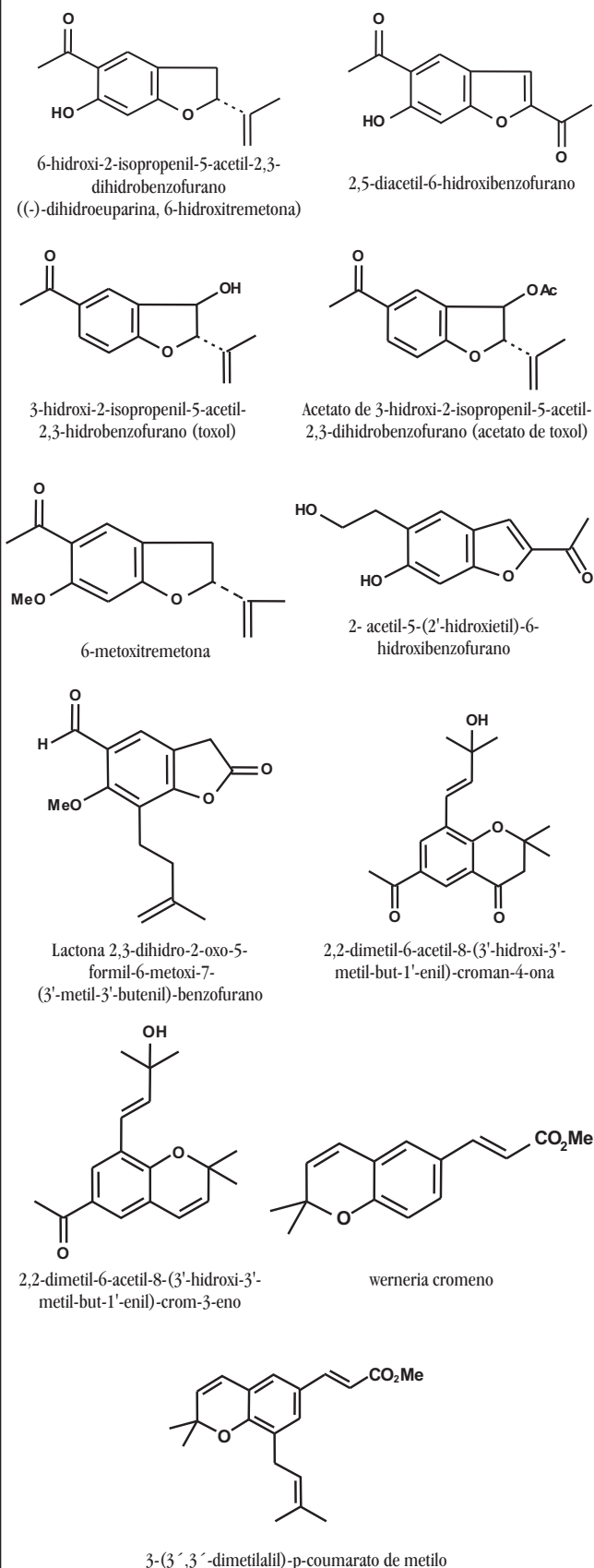
Diversas especies de *Werneria* se utilizan en la medicina tradicional como drogas antirreumáticas y como remedios contra la hipertensión, enfermedades de altura y desordenes digestivos, entre otros usos. Últimamente algunas de ellas han pasado a formar parte del género *Xenophyllum*²⁷. En la figura 1 se encuentran las estructuras de algunos de los compuestos clasificados por tipo de metabolito. En la referencia 27 se encuentran los mismos indicando-se de que especies han sido aislados.

Especies de *Gentianella*

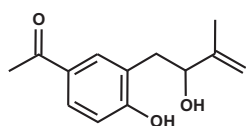
Las especies de *Gentianella* (Familia Gentianaceae) también se encuentran a una altura mayor de 3000 msnm. Hemos estudiado las especies *G. nitida* (Grisebach) Fabris, *G. thyrsoides* (Hooker) Fabris, *G. tristicha* (Gilg) J. Pringue, *G. umbellata* R & P ex G. Don. y *G. ernestii* (Bri-

FIGURA 1
Algunos Compuestos Químicos Aislados
de Especies de *Werneria*

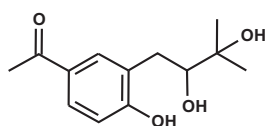
Benzofuranos y Benzopiranos



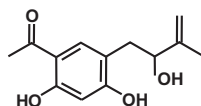
p-Hidroxiacetofenonas y derivados



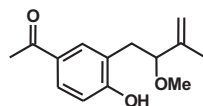
3-(2'-hidroxi-isopent-3'-enil)-4-hidroxiacetofenona



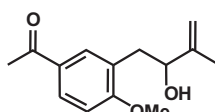
3-(2',3'-hidroxi-isopentil)-4-hidroxiacetofenona



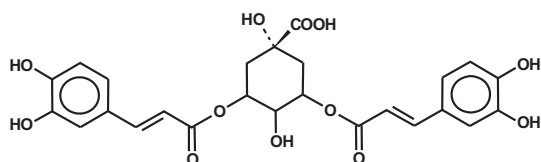
3-(2'-hidroxiisopent-3'-enil)-4,6-dihidroxiacetofenona



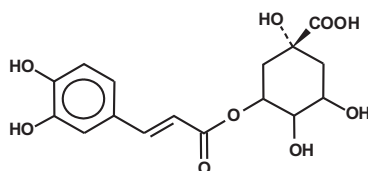
3-(2'-metoxiisopent-3'-enil)-4-hidroxiacetofenona



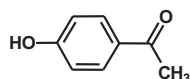
3-(2'-hidroxiisopent-3'-enil)-4-metoxiacetofenona



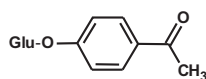
Ácido-3,5-dicafeoilquínico



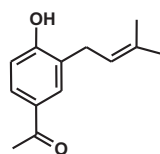
Ácido-3-O-cafeoilquínico



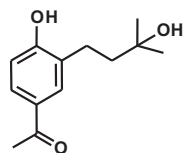
p-hidroxiacetofenona



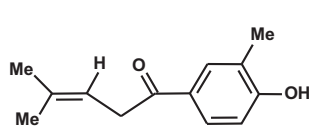
p-hidroxiacetofenona-O-β-D-glucopiranosido



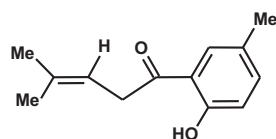
4-hidroxi-3-(isopenten-2-il)acetofenona



4-hidroxi-3-(3'-hidroxiisopentil)acetofenona

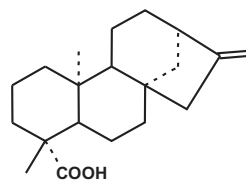


2-metil-4-(1'-oxo-4-metilpent-3'-enil)-hidroxibenceno

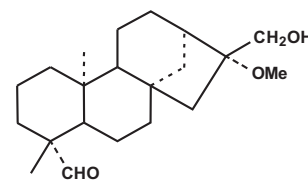


2-(1'-oxo-4-metilpent-3'-enil)-4-metil-hidroxibenceno

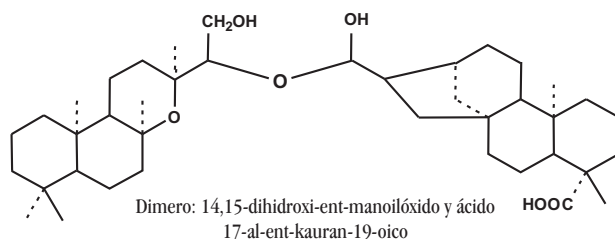
Diterpenos



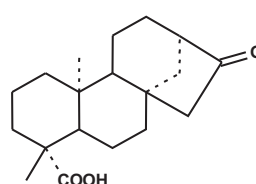
Ácido ent-kaur-16-en-19-oico



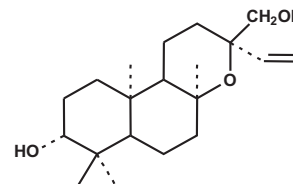
16α-metoxi-17-hidroxi-entkauran-19-al



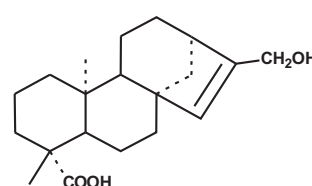
Dimero: 14,15-dihidroxi-ent-manoilóxido y ácido 17-al-ent-kauran-19-oico



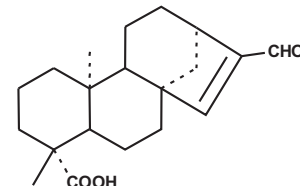
Ácido-17-nor-16-oxo-kauran-19-oico



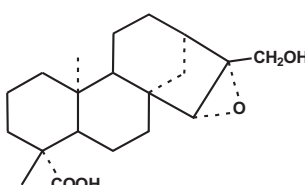
Óxido de ent-3β, 16-dihidroxi-13-óxido de epi-manoilo



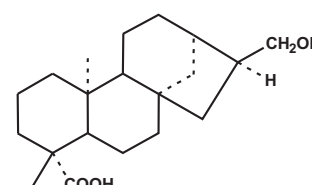
Ácido 17-hidroxi-ent-kaur-15(16)-en-19-oico



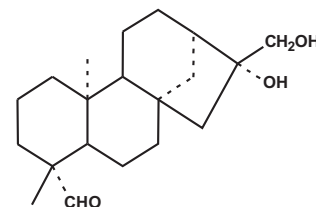
Ácido 17-al-ent-kaur-15(16)-en-19-oico



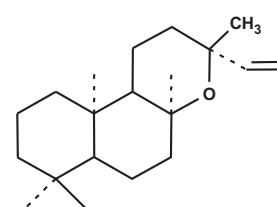
Ácido 17-hidroxi-15α, 16α-epoxi-ent-kaur-19-oico



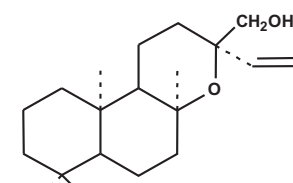
Ácido 17-hidroxi-16α-ent-kauran-19-oico



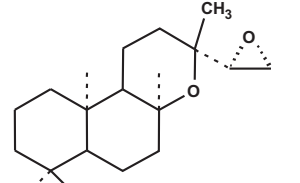
16α, 17-dihidroxi-ent-kauran-19-al



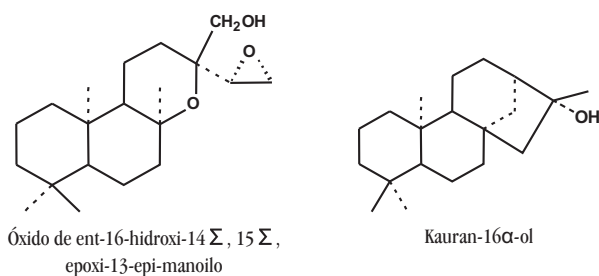
óxido-de ent-13-epi-manoilo



óxido-de ent-16-hidroxi-13-epi-manoilo



óxido-de ent-14 Σ, 15 Σ-epoxi-13-epi-manoilo



quet) Fabris ex J. Pringle.

Como era de esperar por la quimiotaxonomía, se han aislado principalmente xantonas y en menor extensión secoiridoides y flavonoides. Algunos de los extractos y xantonas aisladas han sido sometidas a ensayos de actividad hipoglucemiante, antimicrobiana y antioxidante²⁸⁻³⁰. Estas especies, especialmente la *G. nítida* conocida comúnmente como hercampuri, tienen uso tradicional como colagogo y en el tratamiento de hepatitis y obesidad. En la figura 2 se encuentran las fórmulas químicas de alguna de las xantonas aisladas.

Especies de *Uncaria*

En el Perú existen dos especies de *Uncaria* (Familia Rubiaceae), *U. tomentosa* (Willdenow ex Roemer & Schultes) DC y *U. guianensis* (Aubl.) Gmel, ambas tienen como nombre común "uña de gato", son especies amazónicas que causaron un interés inusitado en la década de los 90 por las diversas propiedades terapéuticas atribuidas. Ellas contienen principalmente glicósidos del ácido quinóico y alcaloides oxindólicos e indólicos; en el caso de los alcaloides, ellos se encuentran como tetracíclicos y pentacíclicos, originándose que para el caso de la *U. tomentosa* se señale la existencia de dos quimiotipos en función de los alcaloides oxindólicos tetracíclicos (AOT) y pentacíclicos (AOP) que pudieran estar presentes en la muestra, atribuyéndose a estos dos quimiotipos efectos farmacológicos diferentes.

Entre las actividades farmacológicas comprobadas están la actividad antiinflamatoria, inmu-no estimulante, antioxidante³¹. La referencia 31 es una revisión de lo reportado científicamente al 2003. Obviamente en estos últimos años se han intensificado las investigaciones principalmente los estudios farmacológicos y algunos ensayos clínicos.

Especies de *Caesalpineae*

Las especies de *Caesalpineae* (Familia Fabaceae) poseen un inmenso potencial médico, ali-

menticio e industrial, siendo de gran utilidad para la producción de taninos, ácido gálico, hidrocoloides o gomas, entre otros. De ellas, la *C. spinosa* Molina (Kuntze) es la especie más utilizada y a pesar de existir muchas investigaciones en torno a ella y una gran aplicación industrial, aún no hay en nuestro país un aprovechamiento sostenible con un valor agregado. En ese sentido, en el año 1996 logramos obtener la patente de "obtención de ácido gálico de los taninos de tara."³²

Así mismo, realizamos estudios sobre los hidrocoloides contenidos en las semillas. Estos hidrocoloides o gomas tienen uso frecuente como emulsificante en la industria alimentaria y farmacéutica, además de ser ingeridas por la propiedad de reducir lípidos y colesterol en el organismo. Los estudios permitieron determinar el comportamiento reológico y el peso molecular, así como la cuantificación de los galactomananos. Estudios paralelos se realizaron sobre las semillas de *C. pai pai* R&P y *C. gilliesii* (Hook) Wall.³³⁻³⁵

Especies varias

Sickingia tinctoria (HBK) Schum, *S. williamsii* Standl.

Estas especies de la zona amazónica pertenecen a la Familia Rubiaceae y son utilizadas en la medicina popular para el tratamiento de reumatismo y úlceras así como una variedad de procesos inflamatorios. De la corteza se aisló un nuevo alcaloide glucoindólico, sickingina, además de otros alcaloides de estructura conocida³⁶⁻³⁷. (Fig. 2).

Perezia coerulescens Wedd

Pertenece a la Familia Asteraceae, es una especie de la zona andina que se encuentra a 3750 msnm también sin estudios químicos previos, siendo la segunda especie investigada entre las *Perezias* de Sur América. Se aislaron, además de varios triterpenos de estructura conocida, tres cumarinas de las cuales una es un compuesto cuya estructura se estaba reportando por primera vez, correspondiendo a la 3,4,8-trimetoxi-5-formil cumarina³⁸. Esta especie tiene uso como diurético y diaforético.

Otras especies estudiadas químicamente son: *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson³⁹, *Schkuhria pinnata* (Lam.) O. Ktze. var. *pinnata*⁴⁰, *Andira inermis* Wright⁴¹, *Pseudocalymma alliaceum* Lamark⁶, *Lepidophyllum tola*, *Brunfelsia latifolia* Benth, *Notholaena nivea* var. *ni-*

vea, entre otras. (Fig. 2).

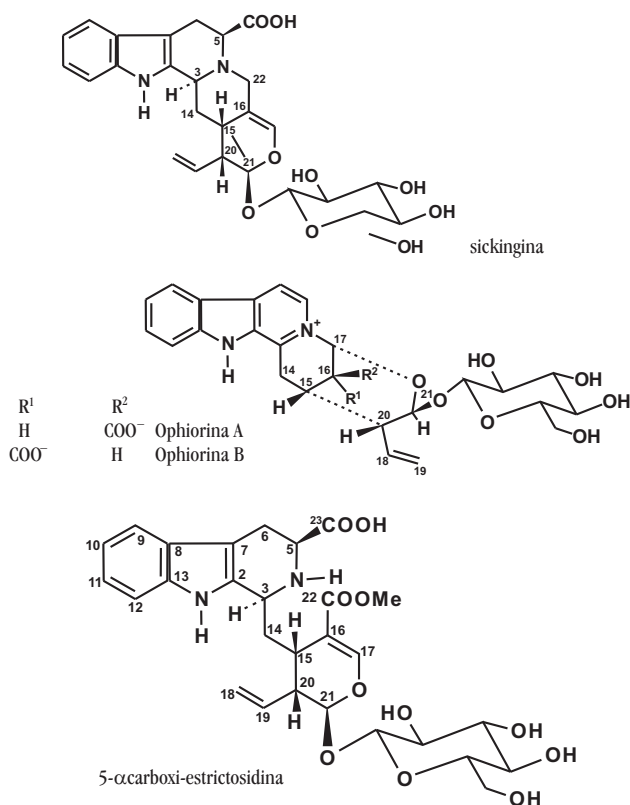
Especies sometidas a evaluación de la actividad antimicrobiana

Se evaluó la actividad antimicrobiana de 36 extractos etanólicos obtenidos de 24 plantas, todas ellas utilizadas en la medicina tradicional en el tratamiento de infecciones severas y en desórdenes antiinflamatorios, utilizando el método de difusión en agar para cuatro bacterias (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escheri-*

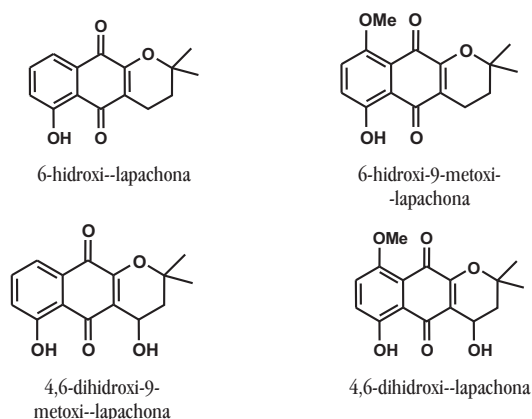
FIGURA 2

Compuestos Químicos de Diversas Especies

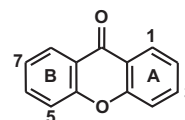
Sickingia williamsii (Standl.) Stey y *S. tinctoria* (HBK) Schum.



Pseudocalymma alliaceum Lamark



Especies de *Gentianella*



1,3,7-OH xantona: gentiseina
 1,3,5,8-OH xantona: desmetilbellidifolina
 1,5,8-OH-3-OMe xantona: bellidifolina
 1,3,7,8-OH xantona: norswertianina
 1,7,8-OH-3-OMe xantona: swertianina
 1,3,6,7-OH-2C--glucopiranosil xantona: mangiferina
 1,5-OH-3-OMe-8-O--D-glucopiranosil xantona: bellidifolin-8-O-glucosido

chia coli, *Pseudomona aeruginosa*) y cuatro hongos (*Candida albicans*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Microsporum gypseum*, *Sporotrix schenckii*). Se encontró que la mayor actividad estaba en las especies *Cestrum auriculatum* L. Heritier (Solanaceae), *Iryanthera lancifolia* Ducke Suesseng (Myristicaceae), *Lepechinia meyenii* (Walp) Epling (Lamiaceae) y *Ophyrosporus peruvianus* (Gmelin) King H. Rob. (Asteraceae).⁴²

Se realizó el estudio químico de *Iryanthera lancifolia*, de la cual se aislaron cinco nuevos lignanos y 17 de estructura conocida. Algunos de estos lignanos mostraron importante actividad estrogénica.⁴³

Especies sometidas a evaluación de la actividad antioxidante

Se evaluó la actividad antioxidante de 53 extractos etanólicos de 40 plantas, de uso tradicional en diferentes tratamientos de salud, utilizando el ensayo del radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) y de la enzima xantina oxidasa (XO). Las plantas con mayor actividad en alguno de los dos ensayos fueron *Chuquiraga spinosa* Less (Asteraceae), *Croton ruizianus* Mull. Arg. (Euphorbiaceae), *Iryanthera lancifolia* Ducke (Myristicaceae), *Jungia paniculata* DC. A. Gray (Asteraceae), *Lepechinia meyenii* (Walp) Epling (Lamiaceae), *Oenothera multicaules* R&P (Onagraceae) y *Tetracera volubilis* L. (Dilleniaceae).^{44,45}

Se realizó el estudio biodirigido de la *Lepechinia meyenii* determinándose que la actividad antioxidante es debida a los ácidos cafeico y 2-hidroxicafeico.⁴⁶ En un trabajo previo reportamos el aislamiento del sesquiterpeno guaiol a partir del aceite esencial de las hojas, describiéndose en esa oportunidad por primera vez su estructura utilizando rayos X.⁴⁷

Especies sometidas a evaluación de acti-

vidad antituberculosa

Se utilizó el ensayo conocido como TEMA (Tetrazolium microplate assay), para evaluar la actividad anti-*Mycobacterium tuberculosis in vitro* de 102 extractos de 84 plantas, muchas de ellas usadas en la medicina popular para el tratamiento de inflamaciones severas o desórdenes infecciosos. Los extractos con mayor actividad contra la cepa sensible H37Rv y la multidroga-resistente (MDR) *Mycobacterium tuberculosis* fueron *Annona montana* Macfad. (Annonaceae), *Cajanus cajan* (L.) Mills. (Fabaceae), *Heliotropium arborescens* L. (Boraginaceae), *Iryanthera lancifolia* Ducke (Myristicaceae) y *Swartzia polyphylla* DC (Fabaceae)⁴⁸.

Se realizó un estudio biodirigido de la *Swartzia polyphylla* para evaluar además de su actividad antimicobacteriana, las actividades antifúngica y larvica, encontrándose el T-cadinol como el responsable de la actividad antimicobacterium tuberculosis, mientras que la actividad antifúngica sería debido a la presencia de los flavonoides biochanina A y dihidrobiochanina A⁴⁹. (Fig. 3).

Especies sometidas a evaluación de actividad anti-leishmania

Siete plantas de uso popular contra la leishmania cutánea (uta) en la región de Madre de Dios, Perú, fueron sometidas al ensayo de actividad anti-leishmania, *in vitro*, basado en el uso de amastigotes axénicos de *Leishmania amazonensis*. Una de ellas, *Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Mull. Arg.) Woodson (Apocynaceae), produjo muy buenos resultados en los ensayos preliminares; el estudio químico biodirigido dio lugar al aislamiento de los iridoides espirolactónicos isoplumericina y plumericina como responsables de la actividad antileishmania, validando además el uso tradicional de esta especie botánica⁵⁰. (Fig. 3).

AGRADECIMIENTOS

A la Pontificia Universidad Católica del Perú por el permanente apoyo en la realización de estas investigaciones, a los investigadores del país y del extranjero por su desinteresada colaboración y a mis alumnos tesisistas de pre y postgrado por compartir nuestras experiencias.

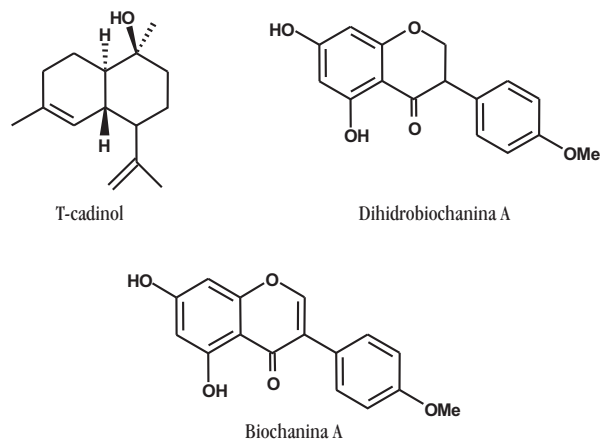
REFERENCIAS

1. Yunes RA, Calixto JB. (ed.) (2001). Plantas Medicinales. Argos Editora Universitaria, Chapecó-SC, 523 pp.

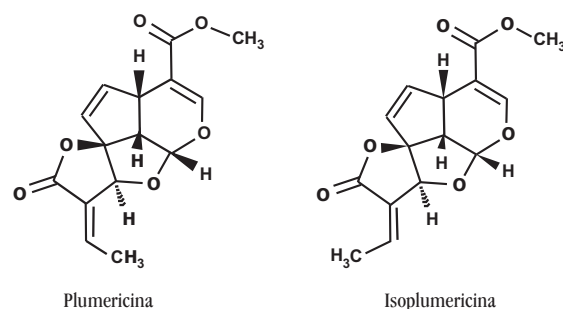
FIGURA 3

Principios Activos de *Swartzia polyphylla* DC y *Himatanthus sucuuba* (Spruce Ex. Mull. Arg.)

Swartzia polyphylla DC



Himatanthus sucuuba (Spruce ex, Mull. Arg.)



2. Oliveira CM y col. (ed.) (1999). Farmacognosia, da Planta do Medicamento, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Florianópolis, 818 pp.
3. Brack, A. (1999). Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú. PNUD-Centro De Estudios Bartolomé de las Casas, Cusco, 550 pp.

4. Cordell G. (2004) Accepting our gifts from nature. Now and in the future. *Revista de Química PUCP* 19, 33-42.
5. Colígate SM, Molyneux RJ. (2008). *Bioactive Natural Products. Detection, Isolation and Structural Determination*. 2a ed. CRC Press, Boca Raton, 622 pp.
6. Lock O. (1994). *Investigación Fitoquímica. Métodos en el Estudio de Productos Naturales*. Fondo Editorial PUCP, Lima, 300 pp.
7. Lock O, Hajar A, Borges de Castillo J, Seligmann O, y Wagner H. (1984). Dihydroeuparin from *Werneria ciliolata*. *Fitoterapia* 55, 248-249.
8. Lock O, Peralta A. (1988). Benzofurano de la *Werneria ciliolata*. *Rev. Latinoam. de Quím.* 19, 71.
9. Piacente S, Aquino R, de Tommasi N, Lock O, Chávez H. (1992). pHydroxyacetophenone derivatives from *Werneria ciliolata*. *Phytochemistry* 31, 2182-2184.
10. Piacente S, Aquino R, de Tommasi N, Piza C, Lock O, Chávez H, Mahmood N. (1994). Constituents of *Werneria ciliolata* and their in vitro-HIV activity. *Phytochemistry* 36, 991-996.
11. Chávez H, Lock O, Jurupe N. (1994). Avances de la actividad hipotensora de la *Werneria ciliolata*. *Bol. Soc. Quím. del Perú* 60, 220-227.
12. Bonilla P, Lock O, Jurupe H. (1991). Contribución al estudio químico biológico de la *Werneria dactylophylla*. *Bol. Soc. Quím. del Perú* 57, 182-188.
13. De Tommasi N, Aquino R, de Simone F, Piacente S y Piza C. (1992). Diterpenes from *Werneria dactylophylla*. *Phytochemistry* 31, 1042-1043.
14. Lock O, Franco J, Seminario G, Delle Monache F, Millan B, Ubillas R, Schlemper E, Tempesta M. (1990). Alkaloids and diterpenoids from *Werneria decora*. *Phytochemistry* 29, 2373-2375.
15. Albarella L, Trejo A, Lock O, de Simone F, Piza C. (2000). Metabólitos secundarios de *Werneria digitata*. *Rev. Latinoam. de Quím.* 28, 166-167.
16. Piacente S, Herrera N, de Simone F, Lock O, Piza C. (1997). Benzopyran derivatives from *Werneria nubigena*. *Phytochemistry* 46, 795-797.
17. Castro R, García M, Rodríguez F. (2000). Identificación de metabolitos secundarios en la *Werneria nubigena* por CG EM. Libro de Resúmenes del XXIV Congreso Latinoamericano de Química, Lima. p. PN-025.
18. Roeder E, Bouranel T y Theisen J. (1992). Pyrrolizidine alkaloids from *Werneria nubigena*. *Natural Toxins* 1, 81-83.
19. Córdova A, Lock O, Jurupe H. (1998). Estudio químico-farmacológico de la *Werneria poposa* Philippi. *Bol. Soc. Quím. del Perú* 64:4, 264-272.
20. Ponce MA, Gros E. (1991). Prenylated aromatic ketones from *Werneria poposa*. *An. Asoc. Quím. Arg.* 79, 197-200.
21. Ponce MA, Gros E. (1995). A flavonoid and coumarins from *Werneria poposa*. *An. Asoc. Quím. Arg.* 83, 93-95.
22. Gros E. (1990). Trabajo presentado en el Congreso Latinoamericano de Química. Buenos Aires, Argentina.
23. González A, Ponch M, Amani S, Tracanna M, Heluari C, Catalán C. (2003). Mono y sesquiterpenoides del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* (Phil) V.A. Funk. IV Encuentro Regional de Plantas Medicinales del NOA, Resúmenes en CD. No. 22. Horco Molle, Tucumán, Argentina.
24. Chávez R, Lock O. (1997). Contribución al estudio químico de *Werneria* sp. *Bol. Soc. Quím. del Perú* 63, 211-223.
25. Aguilar R, Rodríguez F, García M. (2000). Identificación de metabolitos secundarios en la *Werneria pygmaea* Gilles por CG EM. Libro de Resúmenes del XXIV Congreso Latinoamericano de Química, Lima. p. PN-024.
26. Bohlmann, F, Zdero C, King R, Robinson H. (1984). Prenylated p-coumarates from *Werneria stuebeli*. *Phytochemistry* 23, 1135-1137.
27. Lock, O. (2006). Diversidad química en el género *Werneria*. *Rev. Soc. Quím. del Perú* 72, 32-43 y todas las referencias allí incluidas.
28. Tomás G, Lock O, Jurupe H. (1999). Estudio químico y actividad hipoglucemiante e hipolipemiante de la *Gentianella thyrsoides* Hooker Fabris. *Bol. Soc. Quím. del Perú* 65, 231-238.
29. Callo N, Lock O, Alvarez C, Jurupe, H. (2001). Xantonas y actividad hipoglucemiante de *Gentianella nítida* y *G. tristicha*. *Bol. Soc. Quím. Perú* 67, 195-205.
30. Rojas R, Doroteo V, Bustamante B, Bauer J, Lock O. (2004). Antimicrobial and free radical scavenging activity of *Gentianella nítida*. *Fitoterapia* 75, 754-757.

31. Quintela JC, Lock O. (2003). Uña de gato *Uncaria tomentosa* (Willd) DC. Revista de Fitoterapia 3, 5-18 y todas las referencias allí incluidas.
32. Patente 000151/1960 INDECOPI/ OINT, julio 1996.
33. Siccha A, Lock O. (1994). Hidrocoloides de tres especies de *Caesalpineae*. Su análisis químico. Revista de Química PUCP 8: 2, 153-161.
34. Siccha A, Lock O. (1994). Comportamiento reológico y peso molecular de hidrocoloides de tres especies de *Caesalpineae* peruanas. Bol. Soc. Quím. del Perú 60, 31-38.
35. Siccha A, Lock O, Molina M. (1994) Determinación cuantitativa de galac-tomananos en las gomas de tara, charan, y uña de gato por cromatografía de gases. Bol. Soc. Quím. del Perú 60, 39-43.
36. Fukusaki A, Infantas D, Lock O. (1994). Constituents of *Sickingia tinctoria* and *S. williamsii*. Fitoterapia 65: 2, 188.
37. Aquino R, Garofalo L, de Tommasi N, Lock O, Pizza C. (1994). Glucoindole alkaloids from bark of two *Sickingia* species. Phytochemistry, 37, 1471-1475.
38. Angeles L, Lock O, Salked C, Joseph-Nathan P. (1984). A coumarin from *Perezia coerulescens*. Phytochemistry, 23, 2094-2095.
39. Pacheco M, Lock O. (1994). Metabolitos secundarios de *Tabebuia serratifolia*. Revista de Química PUCP 8:1, 5-12.
40. Limaylla C, Lock O. (1990). Flavonoides en la *Schkuhria pinnata* (Lam) O. Ktze. var. *pinnata*. Revista de Química PUCP 4:2, 115-121.
41. Lock O, Costa J, Sánchez L, Ubillas R, Tempesta M. (1991). Flavonoids from *Andira inermis*. Fitoterapia 62: 1, 89.
42. Rojas R, Bustamante B, Bauer J, Fernández I, Albán J, Lock O. (2003). Antimicrobial activity of selected Peruvian medicinal plants. J. of Ethnopharm. 88, 199-204.
43. Mesa-Silverio D, Machín R, Estévez-Braun A, Ravelo A, Lock O. (2008). Structure and estrogenic activity of new lignans from *Iryanthera lancifolia*. Bioorg. Med. Chem., doi: 10.1016/j.bmc.2007.12.003.
44. Lock O, Castillo P, Doroteo V, Rojas R. (2003). Antioxidant activity *in vitro* of selected Peruvian medicinal plants. Acta Horticulture 675, 103.
45. Rojas R, Castillo P, Ruiz C, Lock O. (2006). Antioxidant activity of Peruvian medicinal plants. Recent Progress in Medicinal Plants, Vol. 11. Studium Press, LLC, Houston, pp. 168-174.
46. Castillo P, Lock O. (2005). Compuestos con actividad antioxidante en *Lepechinia meyenii* Walp. Rev. Soc. Quím. del Perú 71:4, 227-236.
47. Mango R, Chávez J, Lock O, Holstein U, Duesler, E. (1990). Sesquiterpene guaiol from *Lepechinia meyenii*. Rev. Latinoamer. Quím. 21:2, 63-66.
48. Rojas R, Caviedes L, Lock O, Gilman R. (2006). Anti-Mycobacterium tuberculosis activity of Peruvian plant extracts using a rapid, inexpensive colorimetric assay. Recent Progress in Medicinal Plants. Vol. 12, Studium Press, LLC, Houston, pp. 429-441.
49. Rojas R, Bustamante B, Ventosilla P, Fernández I, Caviedes L, Gilman R, Lock O, Hammond G. (2006). Larvicidal, antimicrobial and antifungal compounds from the bark of the Peruvian plant *Swartzia polyphylla* DC. Chem. Pharm. Bull. 54:2, 278-279.
50. Castillo D, Arévalo J, Herrera F, Ruiz C, Rojas R, Rengifo E, Vaisberg A, Lock O, Lemestre JL, Gomitzka H, Sauvain M. (2007). Spirolactone iridoids might be responsible for the antileishmanial activity of a Peruvian traditional remedy made with *Himatanthus sucuba* (Apocynaceae). J. of Ethnopharm. 112, 410-414.

EXPLORANDO EL ESPACIO CERCANO: INVESTIGACIONES SOBRE METEOROS, PLASMAS Y TIEMPO ESPACIAL

J. L. Chau

*Radio Observatorio de Jicamarca, Instituto
Geofísico del Perú, Lima*

Resumen

El contenido de este trabajo está basado en mi discurso de incorporación a la Academia Nacional de Ciencias (ANC) del Perú, que se llevó a cabo el 29 de octubre del 2009. El objetivo principal es describir tres de los temas que he venido trabajando desde que regresé al Perú a mediados de 1998. Además del interés personal que tengo en estos temas, los mismos me permiten cubrir tres categorías que frecuentemente encontramos cuando se habla de Investigación y Desarrollo o Ciencia y Tecnología, es decir, (a) Investigación Básica, (b) Investigación Aplicada y (c) Desarrollo Tecnológico. En cuanto a Investigación Básica, he escogido el tema de meteoros porque nuestras principales contribuciones han sido motivadas por la curiosidad, curiosidad por entender nuestras observaciones y cómo este entendimiento contribuye al conocimiento que tiene la humanidad de estos fenómenos. En cuanto a Desarrollo Tecnológico, abordaré el tema de técnicas de radio imágenes para estudios de fenómenos de plasma del espacio cercano. En los últimos años junto con otros colegas, hemos desarrollado el instrumento y los programas necesarios para poder llevar a cabo investigaciones utilizando la técnica en mención. Hoy en día, este mismo método está siendo usado por colegas en diferentes partes del mundo, y recurren a nosotros frecuentemente para ayudarlos a implementarlo. Finalmente, trataré un tema de Investigación Aplicada relacionado a Tiempo Espacial (*Space Weather*). Como veremos los resultados de este tipo de investigación tienen usos prácticos, pues si llegáramos a entender los fenómenos del espacio cercano, se podría pronosticar el Tiempo Espacial, que en el caso específico de países tropicales ayudaría, por ejemplo, en los sistemas de navegación y comunicaciones basadas en satélites espaciales.

Introducción

Por espacio cercano debemos entender la zona

de la atmósfera que rodea la Tierra, que para todo fin práctico empieza arriba de los 50-70 km. de altura. Esta zona también se le llama Alta Atmósfera. La región que más estudiamos de esta zona es la ionosfera, región que se caracteriza por contener electrones e iones libres, además de moléculas neutras. Para poner en contexto lo que utilizamos o conocemos comúnmente, veamos como se relacionan éstos con las diferentes zonas en las que se divide la atmósfera terrestre:

- En la atmósfera neutra que solemos experimentar tenemos que la mayoría de ciudades están entre los 0 y 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm), el Huáscarán (pico más alto del Perú) está debajo de los 7,000 msnm, los aviones comerciales vuelan a los 10,000 msnm, la capa de ozono se encuentra alrededor de los 25,000 msnm.
- A partir de los 50-60 kms. de altura, la radiación solar ioniza parte de la atmósfera neutra. Esta zona ionizada, dependiendo de la densidad de electrones y composición, se divide en diferentes capas: D, E, F, y Protonosfera. Las auroras (fenómenos polares) ocurren alrededor de los 100 kms. (capa E), las nubes noctilucuentes alrededor de los 80 kms. (capa D), la gran mayoría de satélites de comunicaciones orbitan entre los 200 y 1000 kms. (capa F), los satélites GPS orbitan a alturas cercanas a los 20,000 kms.

Estas regiones atmosféricas son estudiadas principalmente con instrumentos que operan desde la superficie terrestre y a bordo de satélites, y con instrumentos *in situ* a bordo de cohetes o satélites. Dentro de los instrumentos terrestres estos se dividen principalmente en radares, instrumentos ópticos activos (*lidars*), e instrumentos ópticos pasivos (e.g., interferómetros Fabry-Perot). Nuestras investigaciones han sido realizadas con radares desde tierra, principalmente con el radar de dispersión incoherente del Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ).

A continuación cubriremos aspectos del ROJ que nos permitan entender nuestras investigaciones y la importancia de la institución para la comunidad científica nacional e internacional. Luego mostraremos brevemente los fenómenos típicos que se observan sobre el ROJ haciendo hincapié en las peculiaridades de la ionosfera sobre el Perú y la de otros países en latitudes tropicales. Una vez cubierto estos temas, pasamos a los tres temas mencionados anteriormente: meteoros, técnica de radio imágenes y tiempo espacial.

El Radio Observatorio de Jicamarca

El ROJ es una estación ecuatorial de la cadena de radio observatorios de dispersión incoherente (ISR, por sus siglas en inglés: *Incoherent Scatter Radar*) del Hemisferio Oeste que se extiende desde Lima, Perú hasta Søndre Strømfjord, Groenlandia. Fue construido a inicios de 1960 por la *National Bureau of Standards* de los EE.UU. en colaboración con el Instituto Geofísico del Perú (IGP). En 1969 fue donado al IGP y desde entonces ha sido operado, mejorado y modernizado por científicos, ingenieros y técnicos peruanos, siempre con financiamiento internacional. En la actualidad permite el ingreso anual (divisas) por más de tres cuartos de millón de dólares al Perú. El producto final es compartido con la comunidad científica internacional y nacional. Mayor descripción del ROJ, detalles históricos así como un listado de las contribuciones principales, se pueden encontrar en las siguientes páginas web:

(<http://jro.igp.gob.pe>) y en

Wikipedia

(http://en.wikipedia.org/wiki/Jicamarca_Radio_Observatory).

A continuación listamos algunas de las características más resaltantes del ROJ, que permita al lector entender su importancia a nivel internacional y nacional.

- El ISR del ROJ es el más potente (6 millones de vatios) y más grande (9 hectáreas, ver **Figura 1**) del mundo, lo cual le permite “ver” (detectar) ecos de regiones y fenómenos que no son posibles detectar con otros radares.
- El ROJ es el único centro de investigación de



Figura 1. Vista del Radio Observatorio de Jicamarca. El tamaño de su antena principal es de 300 m x 300 m.

su tipo cerca del Ecuador Magnético (región donde las líneas de campo magnético son casi horizontales), lo cual le permite ser el principal centro de investigación científica en el mundo para el estudio de la ionosfera ecuatorial. Hasta la fecha se han realizado más de 60 tesis de doctorado (Ph.D.), de las cuales cerca de una docena corresponde a estudiantes peruanos, y a ex-ingenieros del ROJ.

- Su ubicación geográfica le permite poder apuntar perpendicular al campo magnético, y por tanto hacer las medidas más precisas en el mundo de los campos eléctricos de la ionosfera.
- Su frecuencia, configuración de antena, modularidad, y por supuesto su gente, le permiten al ROJ no sólo contribuir con investigaciones sino también con el desarrollo de técnicas de radar novedosas que luego son “exportadas”.
- Dado que el instrumento es único en el mundo, gran parte de las mejoras del instrumento y de los programas de procesamiento y análisis son desarrollados por ingenieros peruanos, por lo cual el ROJ es una de las pocas instituciones en el Perú donde jóvenes ingenieros pueden realmente hacer desarrollo.

Observaciones típicas sobre Jicamarca

En un radar convencional ondas electromagnéticas son emitidas a través de antenas. Estas ondas luego impactan los objetos de interés (e.g., barcos, aviones, autos, ...) y parte de la señal es recibida por la misma antena de transmisión u otras. Después de analizar la señal recibida, uno puede determinar su rango, velocidad, ubicación, ... de los objetos iluminados. En el caso de los radares para estudiar la ionosfera, el principio de funcionamiento es similar, pero en lugar de los objetos típicos, con estos radares recibimos ecos de los pequeños “remolinos” ionosféricos (cambios en el índice de refracción), los cuales nos permiten “ver” los fenómenos en los que están embebidos. En otras palabras, estos remolinos detectados por el radar nos permiten “ver” (detectar) en longitudes de radio, en vez de longitudes ópticas, fenómenos ionosféricos.

En la **Figura 2** mostramos un ejemplo de una noche típica sobre el Perú. El eje x muestra el

tiempo local en horas y el eje y la altura. La brillantez de los colores representa la intensidad de los ecos recibidos, mientras que los colores representan la velocidad Doppler de los ecos recibidos (rojo: se aleja, verde: no se mueve, azul: se acerca). En función del tiempo y altura, podemos determinar la ocurrencia o no de estas “nubes” ionosféricas nocturnas, además de determinar con qué velocidad se están moviendo. Este fenómeno se le conoce en la literatura especializada con el nombre de *F dispersa* o *Spread F* del inglés, el cual se viene estudiando desde mediados de 1930. Sin embargo, hasta ahora no se puede pronosticar su ocurrencia. La presencia de estas nubes causa problemas a sistemas de comunicaciones y navegación basados en satélites, además perjudican las imágenes de radar tomadas desde satélites (SAR: Synthetic aperture radar).

Haciendo la analogía con la atmósfera que vemos normalmente, lo negro equivaldría a los cielos azules despejados, y las zonas en colores,

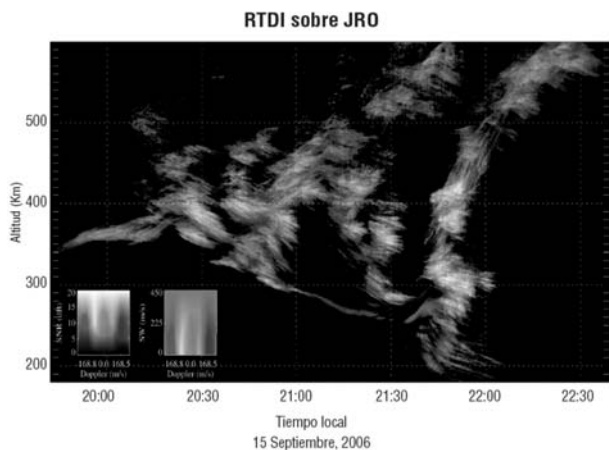


Figura 2. Una noche típica de la ionosfera peruana. Mapa de tiempo vs. altura de las nubes ionosféricas (*F dispersa*) que se suelen ver en longitudes de onda de radio cuando son “iluminadas” con el radar de Jicamarca [Adaptado de Chau et al., 2008].

las nubes. Cabe mencionar que en las zonas negras, con la técnica de dispersión incoherente se puede medir los parámetros de estado de la ionosfera, como son: contenido de electrones, composición, temperaturas, velocidades, campos eléctricos.

Durante el día, la ionosfera peruana también presenta fenómenos que son peculiares de estas latitudes magnéticas, es decir, también observados en algunas zonas del Brasil, varios países de África y el sur de India e Indonesia. Entre los fenómenos más conocidos y estudiados tenemos (ver **Figura 3**): (a) el electrochorro

ecuatorial entre los 90 y 110 km., (b) los ecos de 150 km. entre los 130 y 170 km., (c) ecos de meteoros (ver más adelante) entre los 75 y 120 kms., (d) ecos de la mesósfera entre los 55 y 85 km. En el caso del electrochorro ecuatorial, además de permitir el estudio de plasmas en condiciones naturales (laboratorio natural), constituye un recurso natural que permite realizar comunicaciones de radio entre diferentes puntos del país, con equipos relativamente económicos y sencillos [e.g., Yoza, 2009].

Investigación Básica: Estudios de meteoros

En esta sección tratamos uno de los ecos que se observan frecuentemente con el radar principal de Jicamarca, como son los ecos de meteo-

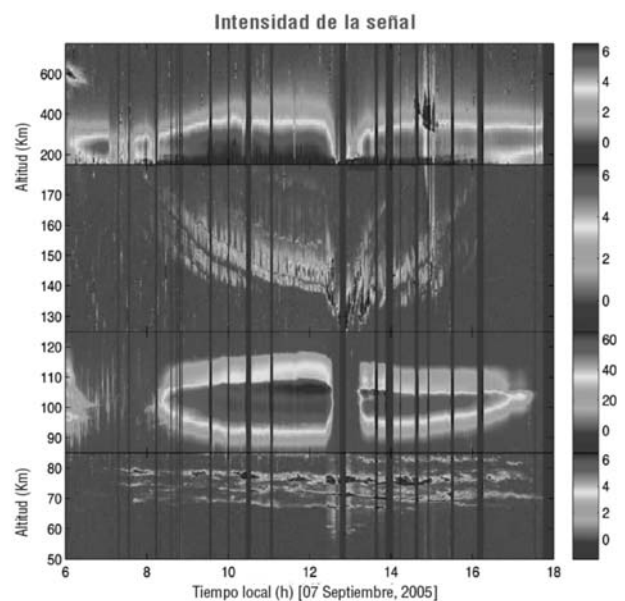


Figura 3. La ionosfera peruana durante el día en función de la hora del día y altura. Notar las diferentes escalas de altura e intensidad [Corte-sía de P. Reyes, 2009].

ros. Pero antes de mencionar nuestras contribuciones, veamos algunas definiciones y conceptos generales.

- **Meteoroide, meteoro, meteorito.** Las tres palabras están interrelacionadas. El meteoroides es la roca/piedra antes de ingresar a la atmósfera terrestre, meteoro se refiere a la trayectoria visible (o eco en el caso de radar) que genera el meteoroides al ingresar a la atmósfera, y meteorito es el material que logra caer en la superficie terrestre. Nosotros estudiamos los meteoros con técnicas de radar.
- **Tamaños.** Los tamaños van desde varios kilómetros de dimensiones (asteroides) hasta partículas tan pequeñas como los granos de arena o talco. La probabilidad de impacto en la Tierra es inversamente proporcional al ta-

maño, es decir, los más grandes, como los que generan tsunamis o que pueden causar la desaparición de la vida en la Tierra, ocurren una vez cada miles de años; mientras que los más pequeños, constantemente ingresan a la atmósfera terrestre.

- Tipos de ecos de radar. El meteoróide ingresa a velocidades bien altas (cercanas a los 200,000 kph.) por tanto perturba la atmósfera inmediata que lo rodea, y deja estelas de plasma y remolinos en su trayectoria. El eco de radar de la zona cercana al meteoróide se llama eco de cabeza. El radar también detecta ecos de la estela. En la **Figura 4** se muestran señales de dos ecos de cabeza (líneas roja y azul) y un eco de estela (amarillo).

De acuerdo a estos conceptos, todo radar puede detectar meteoros, pero radares más grandes y potentes pueden detectar meteoros ocasionados por partículas bien pequeñas. En el caso de Jicamarca, los tamaños de los meteoroides que ocasionan los ecos son equivalentes a los granos de arena e inclusive partículas de talco. Además de la gran potencia y tamaño, dada la modularidad de la antenna, la señal es recibida en diferentes porciones de la antenna, con lo cual se puede medir el vector velocidad en tres dimensiones, es decir, la velocidad absoluta y los ángulos de elevación y acimut. Esta ventaja comparativa respecto a otros radares, nos ha permitido hacer contribuciones importantes en este campo de estudio.

Con un haz de menos de dos grados (~2 km de diámetro a 100 kms de altura), alrededor del amanecer, detectamos entre 2-4 meteoros de cabeza por segundo, independientemente si hay o no las conocidas lluvias de meteoros. Al igual que en observaciones ópticas, nuestros ecos los podemos representar en mapas astronómicos convencionales como los que se mues-

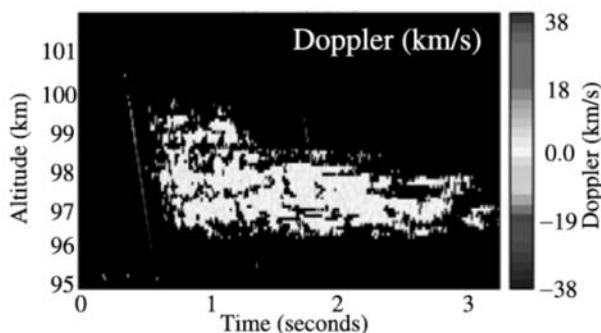


Figura 4. Ejemplo de la velocidad Doppler de ecos de meteoros detectados con Jicamarca: de la cabeza (azul y rojo) y de la estela (amarillo). Notar que los ecos de cabeza tienen una duración de fracciones de segundos.

tran en la **Figura 5**. Cada círculo de color representa un eco detectado e identificado en media hora de observación. El color representa la velocidad con que ingresa el meteoróide, el tamaño del círculo es proporcional al tamaño del meteoróide. El plano de la eclíptica (donde orbitan los planetas del sistema Solar) está indicado por la línea negra. La figura a continuación muestra la presencia de ecos de la lluvia llamada *Aquariids* (grupo de círculos en naranja oscuro).

Las investigaciones sobre estas lluvias ha permitido reafirmar que nuestras observaciones abarcan las poblaciones de meteoros estudiadas con otros instrumentos y técnicas, y nuevas poblaciones aún por entender. Detalles de las técnicas de radar empleadas los pueden obtener de *Chau & Woodman [2004]* y *Galindo [2007]*.

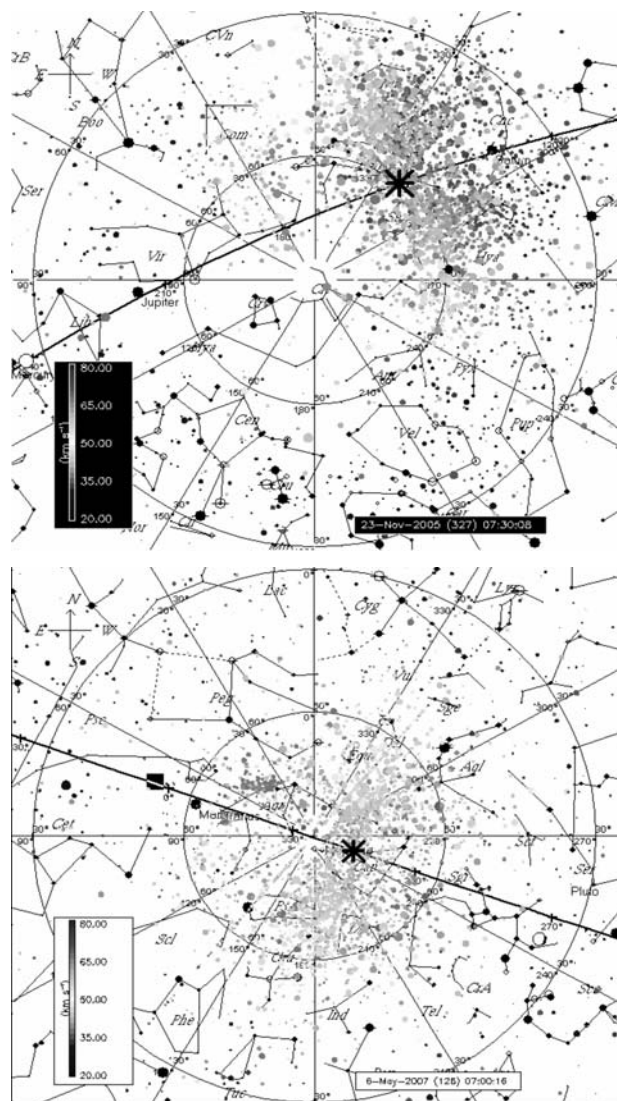


Figura 5. Jicamarca como detector de meteoros. Cada círculo representa un meteoróide detectado e identificado: (izquierda) sin una lluvia de meteoros, (derecha) con la lluvia de meteoros *Aquariids* [Adaptado de Chau et al., 2007; Chau & Galindo, 2008].

Desde el 2001 hasta el 2007, observamos por 90 horas en diferentes años y épocas del año y logramos identificar más de 170,000 meteoros [e.g., Chau et al., 2007]. Las contribuciones principales de este trabajo fueron: (1) descubrir dos nuevas poblaciones de meteoros (regiones en naranja y rojo en la **Figura 6**), y (2) mostrar a la comunidad científica internacional que las observaciones de Jicamarca abarcaban las observaciones reportadas por otros instrumentos, después de combinar datos de varias décadas y varios instrumentos distribuidos en diferentes partes del mundo. Al principio el descubrimiento de estas dos nuevas poblaciones no fue considerado con seriedad, principalmente porque no había sido reportada antes y por la falta de una explicación de su presencia. Sin embargo, recientemente Wiegert et al. [2009], usando un modelo dinámico para los meteoros esporádicos en donde incluyen los efectos del Sol, los 8 planetas —así como colisiones y fuerzas de radiación— ha logrado reproducir las poblaciones que reportamos, y por tanto darles una explicación a su existencia.

Como mencionamos anteriormente, estos trabajos sobre meteoros han sido motivados principalmente por la curiosidad de entender las medidas que obteníamos. Sin embargo, el entendimiento de los meteoros tiene varias aplicaciones prácticas. Entre otras tenemos: (a) las agencias espaciales (NASA, ESA) necesitan conocer estas poblaciones que en varios casos han sido la causa del malfuncionamiento de satélites (por impacto, campos eléctricos/magnéticos inducidos, etc.), (b) desde un punto de vista de cambio climático interesa conocer cuánto material extraterrestre es depositado por los meteoros, y evaluar su influencia o no en los cambios climáticos que estamos experimentando.

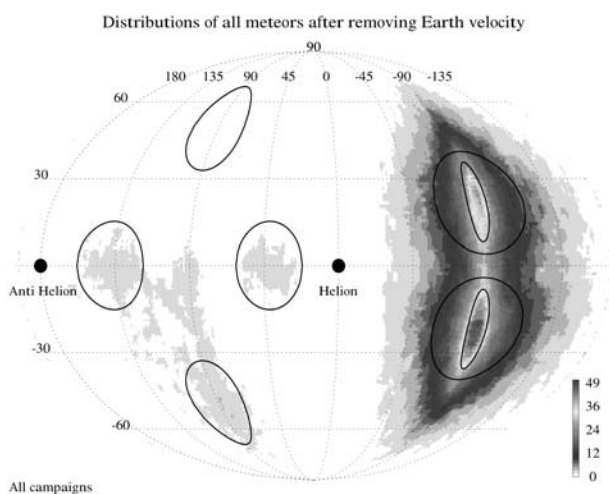


Figura 6. Poblaciones de meteoroides en coordenadas eclípticas modificadas. Las poblaciones descubiertas están representadas en rojo/naranja [Adaptado de Chau et al., 2007].

cos/magnéticos inducidos, etc.), (b) desde un punto de vista de cambio climático interesa conocer cuánto material extraterrestre es depositado por los meteoros, y evaluar su influencia o no en los cambios climáticos que estamos experimentando.

Desarrollo tecnológico: Técnica de radio imágenes para estudio de plasmas

Ahora veamos un tema de desarrollo tecnológico. Si bien el objetivo principal no es hacer desarrollo sino mejorar el entendimiento de los fenómenos de plasma que observamos, para conseguir esto se ha invertido esfuerzo en el desarrollo de la técnica. Para entender la importancia de estos trabajos, primero veamos cuáles son las limitaciones que teníamos con las técnicas convencionales.

Con un radar convencional de un solo haz, todas las contribuciones dentro del haz son sumadas y por tanto lo que se registra es el promedio dentro del volumen y tiempo de observación. Mapas de tiempo y espacio como el mostrado en la **Figura 2**, en algunos estudios se han interpretado como imágenes de distancia horizontal vs. altura, asumiendo que las estructuras observadas dentro del radar están rígidas (durante su paso por el haz) y se desplazan a velocidad constante. Esta interpretación es similar a las que se hacen con cámaras de ranuras en carreras de caballos. Sin embargo, estas presunciones no siempre se cumplen, lo que ha llevado a interpretaciones y conclusiones erróneas.

Para superar estas limitaciones, desde mediados de la década de los 90, investigadores del ROJ hemos venido trabajando junto con colegas de los EE.UU. en el desarrollo de lo que llamamos la técnica de radio imágenes, con la cual convertimos el radar de Jicamarca en una radio cámara gigante. Es más, combinando varias imágenes obtenemos videos de las “nubes” ionosféricas que estudiamos. El concepto es similar al de una cámara óptica, pero en lugar que las diferentes transformaciones (de Fourier) se realicen naturalmente, nos valemos de los avances en la electrónica e informática para realizar estas transformaciones en ordenadores rápidos. Una buena referencia para entender la analogía con la cámara óptica es dada por Woodman [1997].

A continuación listamos los componentes principales de la técnica que hemos desarrollado, tratando de explicar las contribuciones que se han hecho y cómo han sido posibles:

- Varias antenas de recepción. Como mencionamos anteriormente, una de las principales ventajas comparativas del radar de Jicamarca es su modularidad. Esto nos permite recibir la señal de interés en diferentes secciones de la antenna. Inclusive como se muestra en la **Figura 7**, hemos construido un módulo adicional para ampliar la apertura, de tal forma que se pueda mejorar la resolución angular.
- Sistemas de adquisición multi-canal. En lugar de recibir la señal de una sola antena, ahora es necesario recibir las señales de varias antenas (8 en la actualidad). Esto se ha logrado con diseños concebidos e implementados por personal del ROJ. Incluso dichos sistemas en la actualidad utilizan tecnologías digitales empleadas en la industria de celulares.
- Programas de procesamiento. Con el incremento del número de canales de recepción, las capacidades de cómputo se incrementa significativamente, puesto que no solo interesa el procesar la señal de cada uno de los canales, sino también las estadísticas entre los diferentes pares de canales (28 pares en el caso de 8 canales). Además de la capacidad de cómputo, los programas se hacen más complejos.
- Programas de análisis. Una vez obtenidas



Figura 7. Configuración de antena para la técnica de radio imágenes. Los módulos en rojo son los utilizados para recibir, y los azules para transmitir.

las estadísticas espaciales y temporales es necesario implementar programas que nos permitan obtener imágenes. Es en este campo donde gran parte del esfuerzo se ha llevado a cabo tanto en aplicaciones atmosféricas [e.g., Chau & Woodman, 2001] como ionosféricas [e.g., Hysell & Chau, 2002; Chau & Hysell, 2004], utilizando métodos no paramétricos así como paramétricos que involucran técnicas de inversión moderna. Una descripción de la técnica con la que hemos tenido los mejores resultados es dada por Hysell & Chau [2006].

Esta técnica de radio imágenes es similar a las técnicas empleadas en radio astronomía, en imágenes de ultrasonido, etc., es decir dadas unas medidas en diferentes sitios del plano de la apertura, el problema consiste en determinar la distribución angular del objetivo a estudiar. Esta técnica además de utilizarse en los fenómenos peculiares de latitudes tropicales (como las de Perú), está siendo utilizada en diferentes radares del mundo (Alaska, Caribe, Noruega, India, Indonesia, Japón, etc.) para estudiar fenómenos de latitudes medias y polares.

En el caso particular de la F dispersa, nuestros trabajos preliminares con esta técnica nos han permitido discriminar espacio y tiempo y por tanto mejorar el entendimiento de los fenómenos. Uno de nuestros trabajos [Hysell et al., 2004] nos ha permitido identificar características del fenómeno que nos permitiría obtener su pronóstico por lo menos con 30 minutos de anticipación. En la **Figura 8**, podemos ver ejemplos de imágenes de la F dispersa con dos minutos de separación. Sin entrar en muchos detalles, vemos que estas “nubes” son altamente estructuradas tanto en tiempo como en espacio y velocidad (colores).

Investigación aplicada: Tiempo espacial

Si bien la mayoría de investigaciones del espacio cercano que realizamos en el ROJ son de tipo básico, es decir, motivadas por la necesidad de entender los fenómenos y procesos con los que nos encontramos, en los últimos años gran parte de este conocimiento se ha volcado a investigaciones aplicadas, como los programas internacionales de Space Weather (Tiempo Espacial). Desde que se inició la Era Espacial (con el lanzamiento del satélite Sputnik) –hace más de 50 años– se han venido realizando medidas del espacio que nos permi-

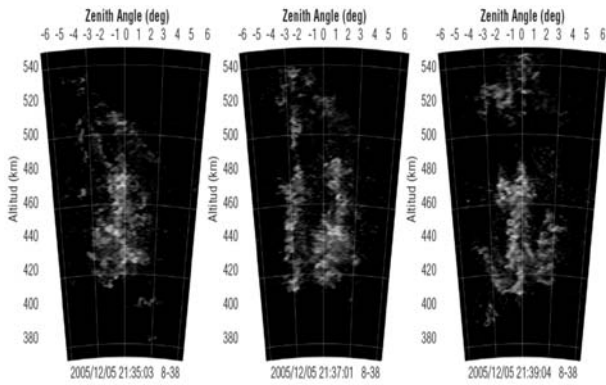


Figura 8. Radio fotografías del fenómeno F dispersa. Cada imagen ha sido tomada con 10 segundos de integración. Los colores son función de la velocidad Doppler (rojo: se aleja, verde: no se mueve; azul: se acerca) [Cortesía de D. Hysell, 2009].

ten tener en la actualidad un buen conocimiento del clima. Por ejemplo, en el caso de F dispersa, sabemos que en el Perú, estas nubes ocurren con mayor probabilidad entre los meses de septiembre y abril. Sin embargo, todavía no entendemos su variabilidad de día a día y menos podemos pronosticar su ocurrencia. Como mencionamos líneas arriba, cada día tenemos más y más dependencia de tecnologías espaciales: comunicaciones, navegación (GPS), imágenes de radar (SAR), estación espacial, etc., por tanto es necesario pronosticar los fenómenos y procesos que afectan estas tecnologías, desde las fuerzas externas (como radiación y viento solar) hasta las fuerzas internas de la misma ionosfera como las que provienen de la baja atmósfera (e.g., eventos meteorológicos extremos).

Como en el caso de la F dispersa, la variabilidad del día a día de la electrodinámica de la ionosfera ecuatorial todavía no se entiende. Entender esta variabilidad es crucial para los estudios de Tiempo Espacial sobre latitudes tropicales. Recientemente, hemos identificado una correlación alta entre un evento meteorológico extremo que ocurre en la estratósfera (cerca de los 30 km de altura) polar y la variación de las velocidades de plasma en la ionosfera ecuatorial. Este fenómeno meteorológico es conocido como calentamiento estratosférico súbito (SSW de sus siglas en inglés, Sudden Stratospheric Warming). Cuando ocurre este evento, las velocidades de plasma en la ionosfera ecuatorial varían significativamente con respecto a las variaciones normales (hasta 5 veces más, ver **Figura 9**) [Chau et al., 2009]. Nuestros estudios preliminares indican que esta correlación no es

directa, más bien, ambos eventos serían producidos por una misma causa: cambios en la circulación atmosférica, específicamente en las ondas planetarias (ondas Rossby) [ver infográfico en la Figura 10].

Además de las variaciones en la ionosfera ecuatorial, también hemos observado que estas variaciones a su vez producen cambios significativos de plasma en latitudes más altas, es decir, plasma ecuatorial es distribuido a otras partes del planeta. Los procesos físicos de este acoplamiento requieren más estudios, pero este descubrimiento nos permite ser optimistas en poder mejorar —en un futuro no muy lejano— los pronósticos de Tiempo Espacial, incorporando el buen pronóstico (varios días o semanas de anticipación) que se tiene de eventos meteorológicos, como el del calentamiento estratos-

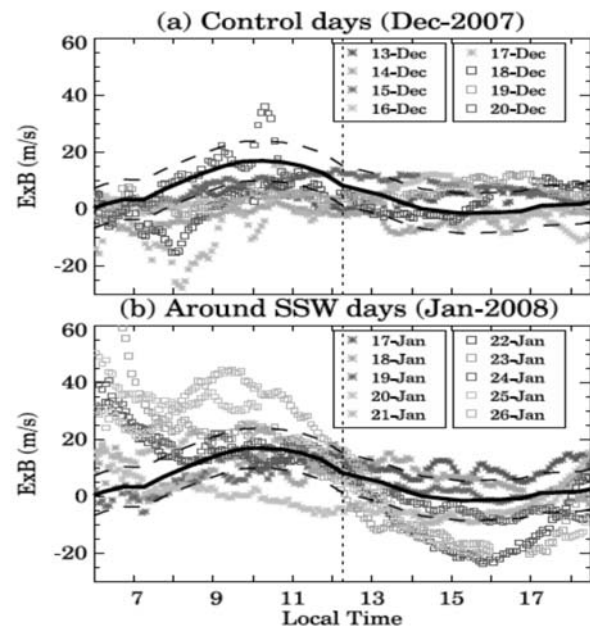


Figura 9. Velocidades ionosféricas observadas en Jicamarca en condiciones normales (arriba) y en condiciones de calentamiento estratosférico (SSW) (abajo) para diferentes días [Chau et al., 2009].

férico.

Reflexiones finales

Como pueden apreciar de los temas presentados en este trabajo, en el Perú se hace investigación espacial de alta calidad. Si bien esta investigación es financiada principalmente por fuentes extranjeras, el beneficio de la misma es Universal. En el caso particular del Perú, no sólo nos beneficiamos del Desarrollo Tecnológico y el consecuente entrenamiento de nuestros jóvenes ingenieros, sino también de la Investigación Básica y Aplicada. Los beneficios secundarios de la Investigación Básica son va-

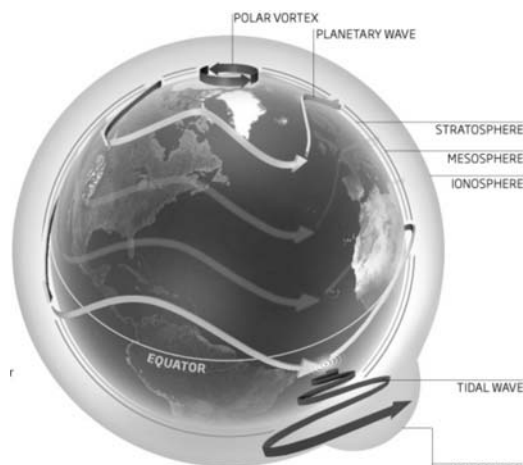


Figura 10. Vista artística del acoplamiento entre el calentamiento estratosférico polar y los cambios en los vientos y campos eléctricos en la ionosfera ecuatorial [Adaptado del artículo en *NewScientist* "Phantom storms: How our weather links into space" por J. Cartwright].

rios e incalculables: entrenamiento de alto nivel, desarrollo de nuevas tecnologías, prestigio internacional, etc. El ROJ es un claro ejemplo de que con buen financiamiento y recursos humanos, se puede hacer investigación de alto nivel.

Si bien regresar a hacer ciencia al Perú fue una decisión riesgosa por el poco apoyo que se tiene de la sociedad peruana (Estado, Empresa, Academia), las ventajas comparativas que ofrece el Perú (muy pocos países en latitudes tropicales hacen investigaciones del espacio, muy pocos son considerados países desarrollados), ha permitido que el regreso haya valido la pena. El hecho que se me haya incorporado a la Academia Nacional de Ciencias del Perú, es una prueba de ello.

Referencias

Chau, J. L., R. F. Woodman, Three-dimensional coherent radar imaging at Jicamarca: Comparison of different inversion, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, 63, 253-261, 2001.

Chau, J. L., D. L. Hysell, High altitude large-scale plasma waves in the equatorial electrojet at twilight, *Annales Geophys.*, 22, 4071-4076, 2004.

Chau, J. L., R. F. Woodman, Observations of meteor-head echoes using the Jicamarca 50 MHz radar in interferometer mode, *Atmos. Chem. Phys.*, 4, 511-521, 2004.

Chau, J. L., R. F. Woodman, F. R. Galindo, Sporadic meteor sources as observed by the Jicamarca high-power large-aperture VHF Radar, *Icarus*, 188, 1, 162-174, 2007.

Chau, J. L., D. L. Hysell, K. M. Kuyeng, F. R. Galindo, Phase calibration approaches for radar interferometry and imaging configurations: Equatorial spread F results, *Annales Geophys.*, 26, 2333-2343, 2008.

Chau, J. L., F. R. Galindo, First definitive observations of meteor shower particles using a high-power-large-aperture radar, *Icarus*, 194, 23-29, 2008.

Chau, J. L., B. G. Fejer, L. P. Goncharenko, Quiet variability of equatorial $E \times B$ drifts during a sudden stratospheric warming, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L05101, doi: 10.1029/2008GL036785, 2009.

Galindo, F. R., Caracterización de meteoros utilizando el radar VHF del Radio Observatorio de Jicamarca durante la presencia de ecos coherentes de Electrochorro Ecuatorial, Tesis para optar título de Ingeniero Físico, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2007.

Hysell, D. L., J. L. Chau, Imaging radar observations and nonlocal theory of large-scale plasma waves in the equatorial electrojet, *Annales Geophys.*, 20, 1167-1179, 2002.

Hysell, D. L., J. Chun, J. L. Chau, Bottom-type scattering layers and equatorial spread F, *Annales Geophys.*, 22, 4061-4069, 2004.

Hysell, D. L., J. L. Chau, Optimal aperture synthesis radar, *Rad. Sci.*, 41, RS2003, doi 10.1029/2005RS003383, 2006.

Wiegert, P., J. Vaubaillo, M. Campbell-Brown, A dynamical model of the sporadic meteoroid complex, *Icarus*, 201, 295-310, 2009.

Woodman, R. F., Coherent radar imaging: Signal processing and statistical properties, *Rad. Sci.*, 32, 2373-2391, 1997.

Yoza, N., Mejoramiento de las comunicaciones analógicas y digitales vía el electrochorro ecuatorial empleando diversidad, Tesis para optar por el título de Ingeniero de Telecomunicaciones, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.

LA TRAYECTORIA QUE SIGUE EL DESARROLLO INFANTIL EN EL PERÚ:

Información relevante de Estudios Internacionales

Ernesto Pollitt, Ph.D.

Profesor Emerito,
Universidad de California, Davis.

La progresión del desarrollo de un niño que sufre de pobreza crónica es más lenta que la de un niño sano y bien nutrido. Esa progresión a su vez, se asocia negativamente con el número y la variedad de factores de riesgo al cual ha estado expuesto ese niño durante su desarrollo^{1, 2, 3, 4}. En el Perú, entre los niños menores a los 5 años de edad, el 60% viven en condiciones de pobreza y el 27% de estos viven en condiciones de pobreza extrema. En ambos casos las tasas son bastante más altas entre los niños que viven en las zonas rurales que en las zonas urbanas.

La prevención o atenuación del rezago en el desarrollo infantil en el Perú depende en parte de la documentación sobre las causas, características y consecuencias de dicho rezago. No obstante, esta documentación no existe y, dentro de mis conocimientos, hasta hoy no existen planes concretos para colectarla. Esta situación se mantiene pese a que existen varias encuestas nacionales dentro de las cuales se podría incluir un módulo de desarrollo que obtuviera al menos parte de la información necesaria. Lo que existe es un cuerpo de conocimientos internacionales acumulados durante aproximadamente los últimos 50 años sobre las consecuencias de la desnutrición temprana y de la exposición a la pobreza crónica durante el desarrollo infantil.⁵ Estos conocimientos son relevantes a países como el Perú, donde las tasas de desnutrición y de pobreza crónica son altas y donde el capital humano es insuficiente para que éste haga una contribución sustantiva al desarrollo integral de la persona, la familia y la sociedad. El propósito de mi charla es presentar cuatro estudios representativos de las investigaciones en las que he participado a través de mi carrera académica y que creo han contribuido a ese cuerpo de conocimientos.

Considérese que al estudiar la relación entre la desnutrición y el desarrollo infantil los biólogos y los nutricionistas lo hacen desde un punto de partida diferente al de los psicobiólogos. Los

primeros comienzan por definir la deficiencia nutricional; luego buscan las consecuencias funcionales para después proceder a identificar los mecanismos orgánicos que unen la deficiencia con la limitación funcional. Los segundos, con los cuales me identifico, comienzan definiendo las propiedades del desarrollo y las diferentes áreas o dimensiones (vg. Motora, mental, social y emocional) que lo comprenden. Luego pasan a identificar los determinantes biofísicos, socio-culturales y conductuales que labran la organización y el curso que sigue el proceso formativo.

Como ha sido definido,⁶ el desarrollo es un fenómeno histórico en el que los eventos previos determinan en parte los eventos presentes y futuros y los eventos presentes se convierten en los eventos previos que afectan los efectos subsiguientes. Así, existe un ordenamiento en los hitos representativos del desarrollo cuya emergencia no está predeterminada sino que depende de una serie de circunstancias internas y externas al organismo. Es en este contexto que se le ha prestado especial atención a la temporalidad del desarrollo y a la existencia de períodos críticos en el proceso formativo. Éstos están definidos por periodos biológicamente determinados dentro de los cuales la exposición del organismo a la presencia o ausencia de ciertos estímulos o experiencias concretas afectará el curso que sigue el desarrollo psicobiológico.^{7, 8} Este es el caso, por ejemplo, de los primeros dos años de vida cuando el crecimiento del cerebro alcanza cerca del 80% de su crecimiento total y su sensibilidad a la presencia de estímulos o eventos nocivos está exacerbada.

Aunque el concepto de período crítico ha sido aplicado a muy diversas especies, su definición y denominación ha variado a través del tiempo. Estos cambios substantivos se deben en parte al reconocimiento de que la conceptualización del período crítico no siempre ha estado acompañada de una sólida evidencia que confirmara su validez. En realidad, la sola presencia de una asociación entre un espacio en el tiempo y la emergencia de una conducta vagamente definida ha sido considerada muchas veces evidencia suficiente para aceptar la existencia de un período crítico.⁹ En consecuencia no es sorprendente que el término "crítico" haya sido substituido, o se use de manera intercambiable, por el término "sensitivo". Este segundo término no asume ni la singularidad del periodo ni la irreversibilidad de las consecuencias debidas a la exposición a un estímulo o experiencia concre-

ta. Sin embargo, los dos términos comprenden criterios similares que merecen ser destacados en este contexto por su relevancia al tema que nos concierne. Uno es la presencia de características estructurales y funcionales particulares durante un periodo concreto. Otro es la ubicación del periodo crítico dentro de un periodo definido dentro del desarrollo. El tercero es la presencia de un estímulo o experiencia que al presentarse durante ese periodo conlleva a un cambio estructural y funcional fundamental que facilita la adaptación del organismo a su entorno.¹⁰

Consecuencias de la anemia ferropriva y de la desnutrición temprana:

John Beard, uno de los neurocientíficos más destacados en el estudio de los efectos cerebrales de la deficiencia de hierro publicó en el año 2003 un artículo que incluía la siguiente afirmación: "...la deficiencia de hierro temprano en la vida está relacionada con alteraciones en la conducta y en el desarrollo neuronal. Estudios sobre el desarrollo infantil sugieren que esos efectos son irreversibles y que pueden estar relacionados con cambios en la química de los neurotransmisores, y en la organización y la neurobiología del proceso de mielinización"¹¹ (Traducción de E. Pollitt). Es claro que la afirmación es tentativa pero el hecho es que se está postulando la irreversibilidad de los efectos funcionales producidos por la deficiencia de hierro.

La proposición de Beard es el punto de partida para lo que queda de esta charla. La validez de esta proposición, que puede extenderse al caso de la deficiencia de proteína y energía, es evaluada a la luz de 4 estudios en los que he participado. El énfasis está puesto en la existencia de datos que precisamente muestran lo opuesto a la irreversibilidad de las consecuencias nefasta de la anemia ferro priva y de la desnutrición. El Estudio I y el Estudio II fueron ensayos clínicos sobre la relación entre la anemia ferro priva y el desarrollo infantil en dos poblaciones con profundas diferencias entre ellas en cuanto a la calidad de vida a la cual estaban expuestos los infantes estudiados. Esas dos investigaciones tratan directamente el problema de la irreversibilidad cuando la deficiencia se presenta durante los primeros años de la vida. Este problema también está cubierto por el Estudio III reseñado, pero esta vez el diseño del estudio permite ver como el calendario de exposición a la desnutrición modifica los efectos funcionales a largo plazo. El Estudio IV, el único que esca-

pa al diseño experimental, muestra como estos efectos también pueden ser atenuados por la escuela. Los comentarios al final nos permiten adoptar una posición frente a la validez del concepto de periodos críticos y sobre la proposición de la irreversibilidad de los efectos funcionales producidos por la desnutrición temprana.

Estudio I. Anemia ferro priva y desarrollo mental y motor en infantes Javaneses de clase media¹²,

Los participantes fueron 141 infantes de 11,2 a 11,8 meses de edad enrolados (por 3 meses o mas) en la clínica de niños del Departamento de Salud del Niño de la Universidad de Padjadjaran en Bandung, Indonesia. Los participantes cumplían con los siguientes criterios de selección: peso al nacer > 2500 gramos; producto de parto singular; ausencia de anomalías congénitas o complicaciones perinatales; ausencia de ictericia tratada con fototerapia; ausencia de admisiones al hospital o de suplementos nutricionales basados en micronutrientes durante los 6 meses anteriores a la inclusión del sujeto en el estudio; ausencia de retardo neuromotor identificado clínicamente; ausencia de enfermedad crónica o deficiencia de ácido fólico; hemoglobina (Hb) < 80 g/L; ausencia de talasemia anormal; peso, talla y perímetro cefálico dentro de 2 DS de los estándares de referencia del Centro Nacional de Estadísticas de Salud de los EE.UU.

El tratamiento consistía en la administración de sulfato de hierro de 3 mg/kg por día en forma de jarabe por un periodo de 4 meses. El placebo era un jarabe de apariencia similar al sulfato de hierro. Los dos jarabes tenían un sabor dulce, de cereza. La administración del tratamiento era verificada semanalmente por una enfermera que visitaba las casas de los infantes para determinar la cantidad de jarabe que había sido consumida.

El puntaje promedio de desarrollo mental (Escala Bayley) de los infantes con anemia ferro priva antes del tratamiento era significativamente inferior al de los puntaje promedio de los niños no anémicos con deficiencia de hierro o de los niños sin deficiencia de hierro ($p < 0.01$); los puntajes promedio de los dos últimos grupos no eran significativamente diferentes el uno del otro. El tratamiento con sulfato ferroso estuvo asociado con un aumento significativo en el puntaje de desarrollo mental del grupo de infantes que tenían anemia ferro priva al inicio del estudio. Por el contrario, el placebo

no produjo un cambio significativo en los infantes con anemia ferro priva. Además, como era de esperar, al terminar el estudio había diferencias estadística y biológicamente importantes entre los anémicos con y sin tratamiento férrico. Además, no había una diferencia significativa después del tratamiento entre el puntaje promedio de desarrollo mental de los infantes con deficiencia ferro priva tratados con hierro y los puntajes de los infantes sin deficiencia de hierro tratados con hierro o con placebo. Esto significa que el retardo en el desarrollo observado entre los infantes con anemia ferro priva antes de la intervención había desaparecido después de 4 meses de tratamiento con hierro. La evaluación del desarrollo motor mostró el mismo patrón de resultados observados en la evaluación del desarrollo mental.

Aquí sería razonable argüir que los resultados en Padjajaran se debieron a que los participantes del estudio provenían de familias de clase media, que la deficiencia de hierro era la única deficiencia nutricional que sufrían y que aparte de la anemia ferro priva estaban en buena salud. Ese argumento se extendería a proponer que en otras condiciones los efectos de la anemia ferro priva dejarían huellas permanentes. Concretamente, se argüiría que cuando hay múltiples deficiencias nutricionales y cuando el estado de salud es pobre debido al paludismo o a un poli parasitismo intestinal y a una mala calidad de vida entonces la secuela de la anemia ferro priva sería permanente. Sin embargo, si bien es cierto que ese argumento es persuasivo los datos muestran que un suplemento férrico puede beneficiar a algunos casos aun en el contexto de un estado pluricarenal.

***Estudio II. Anemia ferro priva, desarrollo motor y desarrollo del lenguaje de infantes expuestos a un estado pluricarenal en Pemba, Zanzíbar.*¹³**

El estudio se llevó a cabo con infantes de 12 a 48 meses en una comunidad rural en la Isla de Pemba en el Océano Índico que vive de la pesca y el cultivo de la tierra y donde el paludismo (*P. falciparum*) es holo-endémico y la prevalencia de numerosos helmintos es muy alta. El objetivo fue medir los efectos de un suplemento de hierro (20 mg/ml sulfato ferroso) y de un tratamiento antihelmíntico (mebendazol) durante un período de 12 meses en el estado de hierro, anemia (< 70 gm/l), crecimiento, morbilidad y desarrollo (motor y de lenguaje) de los infantes al comenzar el estudio. El diseño fue aleatorio y doble ciego para medir separadamente el efecto

de los dos tratamientos así como la interacción entre ambos. La reseña a continuación se limita principalmente al tratamiento de hierro debido a que el tratamiento antihelmíntico no tuvo efecto sobre el desarrollo.

El suplemento de hierro mejoró significativamente el estado férrico de los infantes más no así el nivel de hemoglobina (Hb). Además, en el caso del desarrollo del lenguaje (rango de edad de infantes al comenzar: 12 a 48 meses) se observó que el grupo placebo no experimentaba ningún cambio del principio al fin del estudio. Por el contrario, el grupo experimental cambió significativamente su puntaje de 9,6 a 10,4 puntos (escala de 20 puntos; 95% intervalo de confianza). En el caso del desarrollo motor (rango de edad 12 a 48 meses), el tratamiento de hierro no produjo un efecto principal. Sin embargo, si se encontró un efecto del hierro una vez que se determinó la interacción entre el nivel de Hb. original y el tratamiento. El efecto benéfico solo se pudo documentar en aquellos infantes cuya Hb era < 90 gm/L. Es más, el tratamiento fue estadísticamente significativo solo en aquellos con una Hb < 80 g/L.

La conclusión a la que se llegó después del análisis de los datos fue que el tratamiento con hierro puede mejorar el desarrollo motor y el desarrollo del lenguaje en los niños preescolares de esta población en el África rural. Sin embargo, en el caso del desarrollo motor, ese efecto puede estar limitado a los infantes con una anemia moderada o severa.

***Estudio III. Alimentación suplementaria durante la gestación y los primeros años de vida y el rendimiento cognitivo en la adolescencia: Cuatro comunidades rurales en el Noreste de Guatemala*^{14,15}:**

El año 1969 un grupo de nutricionistas, médicos, científicos sociales y psicólogos afiliados al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá iniciaron un estudio longitudinal sobre desnutrición temprana y desarrollo infantil. El objetivo principal era determinar si un suplemento nutricional —en este caso proteína— prevenía los problemas pediátricos de origen carencial en poblaciones rurales en condiciones de pobreza extrema en el Noreste de Guatemala. Durante 8 años los habitantes de 4 aldeas que vivían en estas condiciones, donde las tasas de desnutrición eran muy elevadas, recibieron uno de dos suplementos nutritivos. Las madres y las niñas de dos aldeas recibieron un suplemento rico en proteína llamado Atole

(gachas de maíz guatemalteca). Cada taza (180 ml) de Atole contenía 11,5 gramos de proteína y 163 kcal. Los habitantes de las otras dos aldeas recibieron Fresco, una bebida dulce y afrutada (53 kcal en cada taza de 180 ml) sin ninguna proteína. Ambos suplementos proporcionaban la misma cantidad de vitaminas y minerales. Al iniciarse el estudio participaron en él todas las mujeres embarazadas y todos los párvulos de menos de siete años de edad que había en las aldeas.

El año 1987 un grupo de científicos compuesto por investigadores del estudio original e investigadores que formaron parte del grupo posteriormente, lanzaron un estudio de seguimiento de los participantes enrolados en 1969 (N = 1,704) que pudieron ser contactados (N = 1,545). Durante los 18 años transcurridos entre esas dos fases de la investigación, la calidad de vida de los hogares y de los niños y niñas que vivían en las 4 aldeas seguía siendo caracterizada por la extrema pobreza. Los padres continuaban teniendo muy pocos años de escolaridad y continuaban trabajando como campesinos; las tasas de desnutrición y de infecciones gastrointestinales y respiratorias crónicas entre los niños y niñas seguían siendo muy altas; las oportunidades de aprendizaje en el hogar eran escasas y la educación primaria comenzaba aproximadamente dos años más tarde que en el promedio de los niños y niñas en el resto del país.

Habiendo sido nombrado responsable de la evaluación del desarrollo psicológico durante el estudio de seguimiento, seleccioné una batería de pruebas psico-educativas y una batería de pruebas de procesamiento de información para esta segunda fase. Además, se colectó información sobre la historia escolar de los participantes directamente de las escuelas y del Ministerio de Educación. La batería psico-educativa incluía las siguientes pruebas: alfabetización, pensamiento cuantitativo, conocimientos generales, aprovechamiento escolar y una prueba no verbal de inteligencia (Raven). La batería de procesamiento de información comprendía 3 pruebas de tiempos de reacción (identificación, selección, memoria y asociación pareada). Finalmente la información escolar recogida incluía la edad al entrar por primera vez a la escuela, el porcentaje de grados aprobados y repetidos, períodos de separación de la escuela y el grado escolar más avanzado. A continuación se presenta brevemente los resultados más saltantes:

Antes de referirme a los resultados debo aclarar que si bien inicialmente el Atole era considerado principalmente un suplemento proteico, en realidad tenía también un alto valor energético además de suplir parte de las necesidades fisiológicas de varios micro nutrientes. Como ha sido demostrado, el Atole era un alimento valioso.¹⁶

Los resultados del estudio indicaron que los sujetos mas favorecidos fueron los que recibieron el Atole, suplemento rico en proteína, energía y micro-nutrientes. Sin embargo, el beneficio variaba de acuerdo con el período y la duración de la exposición al Atole. Entre los que recibieron el Atole, los que más ventaja ganaron fueron aquellos que estuvieron expuestos al Atole durante la gestación y durante, por lo menos, los primeros dos años de vida postnatal. Esta cohorte tuvo la máxima exposición al Atole.

Otro resultado saltante fue que -aunque el tamaño de los efectos fueron menores (< 5% de una DS)- éstos se extendieron sobre un amplio rango de funciones cognitivas. Concretamente, el Atole mejoró la comprensión de números, los conocimientos generales, el vocabulario y la comprensión de lectura. Así también, aceleró la identificación y la diferenciación visual de estímulos y el recuerdo de íconos guardados en memoria corta. En síntesis, la amplitud de los efectos sugiere que el Atole tuvo un efecto generalizado. No obstante, el Fresco también produjo efectos benéficos en algunas de las pruebas. La pendiente ascendiente de los que recibieron el suplemento con energía y micro nutrientes (sin proteína) muestra que, en este grupo, conforme aumentaba la educación escolar mejoraba la comprensión de la lectura.

Estudio IV. La escuela atenúa los efectos producidos por la desnutrición y la pobreza crónica.¹⁷

Este estudio extendió el Estudio III, evaluando si la historia escolar de los adolescentes modificaba la relación entre (a) la exposición durante la infancia a factores de riesgo biofísicos, socio-familiares y cognitivos y (b) el rendimiento cognitivo y escolar. La proposición implícita en la extensión de este estudio era que la evidencia de una atenuación de los efectos justificaba rechazar la idea de la irreversibilidad de los efectos funcionales causados por la exposición crónica al estado pluricarencial de la pobreza durante los primeros años de vida. Con el fin de probar esa proposición se usó la información

sobre salud, nutrición, crecimiento, desarrollo y calidad de vida de los participantes colectada en la primera fase (1969-1977) del estudio longitudinal (Estudio III) y la información escolar sobre los mismos participantes, obtenida en la segunda fase (1987-1989) del estudio.

La información histórica fue usada para la construcción de un índice de riesgo que combinaba 2 clases de factores de riesgo: biofísico y socio-familiar. La primera incluía los siguientes factores: crecimiento lineal; incidencia de infecciones respiratorias; diarrea y posición ordinal del hijo/hija al nacer. Los factores socio-familiares abarcaban la educación de la madre; ocupación del padre; calidad de la vivienda; oportunidades de aprendizaje en el hogar y cognición preescolar. Los factores incluidos en cada clase fueron, a su vez, divididos de acuerdo a la presencia (1) o ausencia (0) de riesgo. Para ello, la mediana de la distribución de valores de cada factor fue usada como punto de corte. Por ejemplo, un bajo nivel de escolaridad (debajo de la mediana respectiva) así como una alta incidencia de diarrea (encima de la mediana) recibían, respectivamente, un puntaje de 1.

Los grados aprobados en la escuela fueron usados como indicador del logro educativo. Las variables dependientes fueron los resultados de dos pruebas psico-educativas: Comprensión de Números, Conocimientos Generales, una prueba de Inteligencia no Verbal (Matrices Progresivas de Raven) y una prueba estandarizada de Rendimiento Escolar. Con la excepción de Comprensión de Números, el indicador de riesgo estaba inversamente relacionado con el rendimiento en las pruebas psico-educativas, conocimientos generales y rendimiento intelectual. Dicha relación era independiente del género del adolescente. En el caso de la prueba de Comprensión de Números la relación entre riesgo y rendimiento se vio exclusivamente entre los estudiantes hombres. Para estudiar la relación entre el Índice de Riesgo, la historia escolar y el rendimiento en la prueba se dividieron en dos partes las distribuciones del Índice de riesgo (> 4) y de años de escolaridad (> 3). Teóricamente, aquellos con < 4 factores-de-riesgo y > 3 años de escolaridad y los que tenían > 4 factores de riesgo y < 3 años de escolaridad eran los que más y menos probabilidades tenían, respectivamente, de rendir bien en las 4 pruebas que fueron administradas.

Los resultados fueron claros y confirmaron la validez de la proposición. Se encontró una rela-

ción lineal negativa entre el número de factores de riesgo y el puntaje estandarizado alcanzado en cada una de las pruebas. A su vez, hubo una relación lineal positiva entre los años de escolaridad y el puntaje estandarizado en las mismas pruebas. Es decir, el riesgo y la escolaridad tenían efectos independientes sobre el rendimiento en las pruebas psico-educativas. No obstante, se observó que los años de escolaridad disminuían el efecto de la exposición a un alto Índice de Riesgo. Concretamente, aquellos adolescentes con > 3 años de escolaridad rindieron mejor que aquellos con el mismo nivel de riesgo con < 3 años de escolaridad. Sin embargo, el nivel de escolaridad no siempre sirvió de parachoques. Entre aquellos con > 4 años de escolaridad, los que tenían un alto Índice de Riesgo rindieron menos que los que tenían un bajo Índice de Riesgo.

Resumen y conclusiones:

Los datos generados por el ensayo clínico de Idjradinata y Pollitt (1993) en Java niegan la validez de la aserción de que los efectos de la deficiencia de hierro temprano en la vida son irreversibles. Sin embargo, la validez externa de esos datos está restringida a muestras de infantes con las características de salud y nutrición similares a las de los infantes incluidos en el estudio en Java, Indonesia. Se debe anotar también que este es el único de los estudios publicados, hasta hoy, con niños menores a los 2 años de edad que usó un diseño terapéutico, aleatorio (placebo control). Los otros 4 ensayos terapéuticos que han sido publicados usaron como controles infantes que no tenían anemia ferro priva y cuyas reservas de hierro estaban saturadas¹⁸. Esta diferencia en el diseño es crítica. El tratamiento férrico del grupo con anemia ferro priva puede haber causado cambios favorables pero insuficientes para eliminar toda la diferencia con los infantes que no tenían deficiencia de hierro y anemia. La razón por la cual puede haber habido diferencias entre el grupo experimental y el grupo de control al final del ensayo es que el tamaño del efecto en el grupo de control fue limitado.

Considérese que el término "irreversible" es absoluto y que en el estudio de Pemba, Zanzíbar, se encontró un modesto efecto benéfico del tratamiento férrico en el desarrollo de lenguaje y en el desarrollo motor de algunos de los participantes. A la luz de estas consideraciones, tampoco se puede defender la aserción de que los efectos adversos de la anemia

ferro priva moderada (HB > 70 gm/L) sobre el desarrollo motor y de lenguaje entre los infantes de Pemba son necesariamente irreversibles. Sin embargo, debido a que la mayoría de los infantes estudiados tenían paludismo, helmintiasis, anemia y deficiencia de hierro no se puede llegar a ninguna conclusión definitiva sobre el origen del rezago en el desarrollo observado en dichos infantes.

Los dos suplementos nutricionales usados en el estudio de Guatemala incluyeron energía y micro nutrientes; pero solo el Atole contenía proteína. Como tal, este estudio no es relevante a la pregunta considerada en los dos párrafos anteriores sobre la irreversibilidad del daño producido por la deficiencia de hierro en las variables dependientes de interés. Lo que muestran el Estudio III y IV es que las intervenciones nutricionales implementadas continuamente a través de la gestación y de la primera infancia pueden prevenir o remediar los efectos adversos de la pobreza y la desnutrición temprana. La hipótesis de la irreversibilidad de los efectos de esos estados carenciales tempranos debe ser considerada solo cuando no existen intervenciones nutricionales o cuando dichas intervenciones están mal concebidas e implementadas. Es más, la escuela, también ofrece experiencias que pueden revertir en parte las consecuencias de la exposición a un estado pluricarrencial temprano.

Referencias

- 1 Larson, K., S. A. Russ, et al. (2008). "Influence of multiple social risks on children's health" *Pediatrics* 121(2): 337-344.
- 2 Gassman-Pines, A. and H. Yoshikawa (2006). "The effects of antipoverty programs on children's cumulative level of poverty-related risk" *Developmental Psychology* 42(6): 981-999.
- 3 Grantham-McGregor, S., Y. B. Cheung, et al. (2007). "Child development in developing countries 1 - Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries" *Lancet* 369(9555): 60-70.
- 4 Bauman, L. J., E. J. Silver, et al. (2006). "Cumulative social disadvantage and child health" *Pediatrics* 117(4): 1321-1328.
- 5 Walker, S. P., T. D. Wachs, et al. (2007). "Child development in developing countries 2 - Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries." *Lancet* 369(9556): 145-157.
- 6 Michel, G. F. and A. N. Tyler (2005). "Critical period: A history of the transition from questions of when, to what, to how." *Developmental Psychobiology* 46(3): 156-162.
- 7 Scott, J. P. (1962). "Critical periods in behavioral development - critical periods determine direction of social, intellectual, and emotional development." *Science* 138(3544): 949-&.
- 8 Denenberg, V. H. and R. W. Bell (1960). "Critical periods for the effects of infantile experience on adult learning" *Science* 131(3395): 227-228.
- 9 Michel, G. F. and A. N. Tyler (2005). "Critical period: A history of the transition from questions of when, to what, to how." *Developmental Psychobiology* 46(3): 156-162.
- 10 Bornstein, M. H. (1989). "Sensitive periods in development - structural characteristics and causal interpretations" *Psychological Bulletin* 105(2): 179-197.
- 11 Beard, J. (2003). Iron deficiency alters brain

development and functioning, *Journal of Nutrition* Volume: 133 Issue: 5 Pages: 1468S-1472S.

- 12 Idjradinata, P. and E. Pollitt (1993). "Reversal of developmental delays in iron-deficient anemic infants treated with iron." *Lancet* 341(8836): 1-4.
- 13 Stoltzfus, R. J., J. D. Kvalsvig, et al. (2001). "Effects of iron supplementation and anthelmintic treatment on motor and language development of preschool children in Zanzibar: double blind, placebo controlled study." *British Medical Journal* 323(7326): 1389-1393.
- 14 Pollitt, E., K. Gorman, et al. (1993). "Early supplementary feeding and cognition - effects over 2 decades" *Monographs of the Society for Research in Child Development* 58(7): R5-R98.
- 15 Martorell, R., J. P. Habicht, et al. (1995). History and design of the incap longitudinal-study (1969-77) and its follow-up (1988-89). *Journal of Nutrition*. 125, Suppl. 1027S-1041S.
- 16 Habicht, J. P., R. Martorell, et al. (1995). Nutritional impact of supplementation in the incap longitudinal-study - analytic strategies and inferences. *Journal of Nutrition*. 125, Suppl. 1042S-1050S.
- 17 Gorman, K. S. and E. Pollitt (1996). "Does schooling buffer the effects of early risk?" *Child Development* 67(2): 314-326.
- 18 Thomas, D., S. Grant, et al. (2009). "The Role of Iron in Neurocognitive Development" *Developmental Neuropsychology* 34(2): 196-222.

Presentación del Dr. Ernesto Pollit a la Academia Nacional de Ciencias

Dr. Marcos Cueto, Instituto de Estudios Peruanos
Auditorio "Alberto Hurtado" Campus Sur UPCH -
12 de noviembre del 2009

Es un honor presentar a la academia al Dr. Ernesto Pollitt, profesor emérito de la Universidad de California, Davis, miembro del consejo consultivo del grupo de análisis para el desarrollo en el Perú, y profesor honorario de la pontificia universidad católica del Perú.

Desde la década de 1960 el Dr. Ernesto Pollitt ha desarrollado una notable y activa carrera en sicología, realizando aportes fundamentales para comprender la relación entre la nutrición, la pobreza y el desarrollo infantil en el Perú así como en otros países de américa latina, asia y áfrica.

Su impresionante cv contiene más de 100 publicaciones en revistas indexadas de renombre internacional entre las que se encuentran *Scientific American*, *Lancet*, *El American Journal of Clinical Nutrition*, *Infant Behavior and Development*, *Child Development*, *el International Review of Education*, *Human Biology* y la *Revista de Sicología de la Universidad Católica*, entre otras. En algunos de estos trabajos ha tenido como coautor a su compañera y esposa Carmen, que tiene una carrera destacada con logros propios, y a otros investigadores peruanos más jóvenes como mi hermano Santiago y a Enrique Jacoby, un médico nutricionista peruano que actualmente trabaja en la Organización Panamericana de la Salud.

El primero de sus artículos apareció en 1964 en el *Journal of Pediatrics* y el más reciente es del 2009 y apareció en el *Journal of Nutrition*. Asimismo, es autor, coautor o editor de 10 libros, entre los que se encuentra el primero publicado en 1974 y titulado "Desnutrición, Pobreza e Inteligencia" publicado por el Instituto Nacional de Investigación de la Educación Augusto Salazar Bondy del Ministerio de Educación, y "Consecuencias de la Desnutrición en el Escolar Peruano" que apareció gracias a la Universidad Católica en el 2002.

El Dr. Ernesto Pollitt inició sus estudios de psicología hace poco más de 40 años, formando parte de la primera promoción de psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú y, gra-

duándose en 1962 de esta casa de estudios como el primer egresado en esa especialidad. Posteriormente ingresó al programa de doctorado en psicología de la prestigiosa Universidad de Cornell en Ithaca, Nueva York, donde obtuvo en 1968 el grado de doctor en psicología del desarrollo infantil. En el Perú tuvo a destacados profesores que lo incentivaron por el camino de la investigación como Emilio Majluf y Humberto Rotondo; y en los Estados Unidos se encontró con investigadores norteamericanos como John Money, George Graham de la Universidad de Johns Hopkins que le ayudaron a consolidar sus primeros pasos en la investigación.

Sus primeros trabajos lo llevaron a concentrarse en el estudio de la relación entre la desnutrición y en el desarrollo mental del niño, un tema seguramente inspirado por su experiencia en el Perú donde este era un problema agudo pero también influenciado por su estadía en los Estados Unidos de los años sesenta donde la memoria de la guerra de Vietnam opaca el recuerdo del esfuerzo importante que se hizo entonces en ese país por garantizar los derechos civiles y la igualdad de oportunidades para las sectores menos favorecidos.

Un tema central en su trabajo fue identificar el rol que cumplía la deficiencia de hierro en la desnutrición del niño. El trabajo del Dr. Pollitt surgió cuando muchos especialistas en el mundo estaban cuestionando el consenso que había existido hasta por lo menos los años cincuenta que las proteínas eran el principal componente de una nutrición adecuada. Cuando Ernesto realizó sus estudios se empezó a darle mayor importancia a los micronutrientes y muchos consideran que gracias a su trabajo se le dio la debida importancia al hierro para comprender la anemia.

Su estudio es importante no solo por el tema sino por la manera innovadora en que se aproximó al tema. Ernesto Pollit hizo algo que en los años sesenta del siglo pasado, y aún ahora, es inusual entre los sicólogos así como en otras disciplinas de las ciencias humanas; trabajó con rigurosidad con métodos experimentales, estadísticos, tratando de probar o refutar hipótesis; buscó identificar evidencias que explicasen la compleja relación entre lo que él llama las variables biofísicas y las variables sociales. Es decir busco diseñar y ejecutar trabajos de investigación, sobrios y precisos, combinando evidencias cuantitativas y cualitativas.

Su reconocida labor científica ha hecho que sea invitado a formar parte del comité editorial de alrededor de diez revistas científicas, como los Archivos Latinoamericanos de Nutrición o el Boletín de la Organización Panamericana de Salud y de la Revista de Psicología de la Universidad Católica.

Otra cualidad de sus trabajos es que establecieron un puente entre la investigación y las políticas sociales, especialmente entre la investigación nutricional, los programas de suplementación alimentaria y la atención primaria de salud; temas intensamente debatido en las décadas de 1970 y 1980. Gracias a sus trabajos los expertos tuvieron evidencias solidas para diseñar programas nutricionales y predecir que los efectos de una nutrición deficiente en hierro eran reversibles con intervenciones bien diseñadas.

Es también gracias a sus trabajos que la suplementación alimentaria es concebida como una especie de "igualador social", donde se benefician especialmente aquellos de bajo nivel socio-económico, acortando distancias con aquellos de alto nivel socio-económico; indicando que algunas ramas de la ciencia hacen una valiosa contribución a la sociedad al señalar caminos para que la igualdad de oportunidades no sea un mero enunciado de la democracia o esté limitado a los derechos políticos sino que sirva para mejorar efectivamente las condiciones de vida y nutrición de toda la población.

El Dr. Pollitt ha desarrollado estudios e intervenciones en varios países del mundo. En los que más ha trabajado han sido en América Latina el Perú y Guatemala, donde trabajó en el Instituto de Nutrición de Centro America y Panamá de la Organización Panamericana de la Salud (el primer centro especializado en nutrición latinoamericano posterior a la segunda guerra mundial), en el caso del Asia: Tailandia e Indonesia, y Kenya, Zazibar y Egipto en África.

Asimismo, gracias al reconocimiento que tuvo más allá de su propia especialidad fue invitado por el Congreso Norteamericano como experto para hablar sobre la relación del hierro y desarrollo infantil, asesoró al Gobierno de Venezuela en un algo efímero Ministerio de la Inteligencia, y ha sido consultor de fundaciones privadas importantes como la Ford, la Nestlé y Thrasher y en agencias bilaterales y multilaterales como Unicef, la Unesco, la Orga-

nización Mundial de la Salud, la Organización Panamericana de Salud y el Banco Mundial. Su trabajo con la Unesco es de singular importancia porque reflejó su interés en traducir los conocimientos científicos en pautas para el diseño de políticas sociales. Ernesto publicó el libro “Malnutrition and Infection in the Classroom” con auspicio de la Unesco. En este libro se resume el impacto de deficiencias nutricionales como la de hierro, el papel que cumple la vitamina A, el yodo, la dimensión real de lo protéico-calórico, el tema de los parásitos y los problemas sensoriales en el rendimiento escolar.

Vale la pena mencionar brevemente las principales universidades donde ha sido profesor. Se inició como asistente de investigación en Johns Hopkins, luego como profesor asistente de psicología en Yale y como profesor asociado del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Posteriormente fue profesor principal de nutrición y ciencias de la conducta en la Universidad de Texas. En 1991, es nombrado profesor principal de desarrollo humano del departamento de pediatría de la escuela de medicina de la Universidad de California en Davis de la que se retiró en el 2001. Al día siguiente de su retiro regresó al Perú.

Entre las varias becas y distinciones de reconocimiento a su labor académica se encuentran el Premio de Nutrición Internacional de la Sociedad Americana de Ciencias de la Nutrición; y el Premio de Excelencia por sus Investigaciones en Nutrición de la Academia Americana de Pediatría. En enero del 2001 recibió el Premio Príncipe Mahidol de la Casa Real de Tailandia por su “contribución al conocimiento de los efectos de la alimentación en el aprendizaje y conducta infantil.”

En los últimos años el Dr. Ernesto Pollitt ha realizado estudios sobre la relación entre los tratamientos antiparasitarios y la mejora nutricional. Es importante mencionar que a pesar de cierto consenso científico que existía entre compañías farmacéuticas, algunos expertos y agencias técnicas de salud; Ernesto Pollit defendió con valor y objetividad que no existía una relación positiva teniendo la experiencia que sus primeros manuscritos sobre el tema no fuesen aceptados en varias revistas internacionales. Es interesante mencionar su cuestionamiento porque reveló aspectos que son importantes para comprender a la ciencia; por ejemplo la dificultad que muchas veces existe en la propia

comunidad científica para aceptar innovaciones o cuestionamientos y en cambio su propensión a aceptar descubrimientos que confirmen verdades ya aceptadas. Asimismo, la influencia que han tenido y aún tienen factores e intereses no científicos en organismos técnicos.

Finalmente, es importante resaltar que si bien vivió en los Estados Unidos desde 1962, nunca se ha desligado del Perú. Siempre mantuvo contacto con los psicólogos peruanos y ha visitado en múltiples ocasiones el Perú, interesándose por la especialidad de psicología y de otras disciplinas científicas así como de la situación social del país. En el año de 1971 hizo un serio intento por regresar al Perú a una posición académica que por razones locales que impidieron que se cumpla su voluntad--que para mí son difíciles de comprender y aceptar-- no tuvo éxito.

Asimismo, ha realizado varios proyectos de investigación en el Perú, consiguiendo fondos, y contratando a investigadores peruanos en sus proyectos. Un ejemplo más que lo enaltece es que en varios de estos proyectos sus asistentes han aparecido como coautores.

Hace pocos días lo visité en su casa y hacia el final de nuestra interesantísima conversación me mostró el manuscrito de un libro que viene preparando. Me explicó con entusiasmo el contenido de cada capítulo, algo que por razones de tiempo y porque están más allá de mi experticia no voy a tratar de resumir. Quizás sin darse cuenta me estaba dando un ejemplo de la autenticidad de su vocación, es decir que para un verdadero científico no existe el retiro, y que el horario no importa.

Sus pares, colegas, amigos y familiares, queremos recordar esta noche brevemente el brillo de su destacada carrera, hacer un reconocimiento a sus contribuciones fundamentales a la psicología y a la ciencia celebrando su incorporación a la Academia Nacional de Ciencias, y decirle gracias.

PUBLICACIONES RECIBIDAS POR LA ACADEMIA EN EL 2009

A continuación una muestra de las interesantes publicaciones que la Academia ha recibido y que se encuentran en su Biblioteca, sito en Jr. Conde de Superunda 298 Lima; los interesados pueden contactarse con la bibliotecaria, Srta. Sara Aliaga: sealiagar@yahoo.com.pe

REVISTAS:

“Bibliotheca Alexandrina”

Quarterly Issue N° 5, October 2009

El editorial se refiere a la abolición del hambre; contiene una entrevista a la Jefe de la Biblioteca Dr. Sohair Wastawy; revisión de libros; historia de la arquitectura italiana en Alejandría, y presenta un especial sobre Darwin, su celebración alrededor del mundo y el debate que se ilustra con el dibujo “el árbol de la vida” esbozado en la libreta de trabajo del propio Darwin.

“Brazilian Journal of Biology”

Publica artículos con resultados de investigaciones originales en ciencias biológicas. Recibe apoyo financiero del Programa de Apoio a Publicações Científicas do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), y Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Es trimestral.

“Anales de Salud Mental”

Volumen XVII Año 2001, N° 1 y 2

Órgano oficial del Instituto Nacional de Salud Mental; número de homenaje al profesor Honorio Delgado

“Xilema” Revista de los Estudiantes de Ciencias Forestales – UNALM N° 22 – Nov. 2009: Edición Especial “Memorias del Encuentro de Jóvenes por los Bosques Nativos Andinos”

Presenta información sobre el trabajo en esa Universidad y también en otras instituciones peruanas. Muy bien presentada, es un esfuerzo que la Academia Nacional de Ciencias se complace en destacar.

LIBROS:

Colección de cinco tomos: “Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente” de Alexander von Humboldt

Esta colección publicada por el Ministerio de Educación de Venezuela, fue donada por el Dr. Guillermo Whittembury, miembro correspondiente.

Colección de 22 volúmenes “Historia de la Salud en el Perú” de diferentes autores

Publicación de la Academia Peruana de Salud, donada por el presidente Dr. Roger Guerra-García, autor del volumen dedicado a la investigación.

“La ciencia para entender el mundo del mañana: Cambio Global”.

Publicación de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y el International Council for Science (ICSU) sobre la Educación en el Proyecto de Cambio Global. Presenta actividades para alumnos y guía para profesores de cursos de biología, química, ciencias de la tierra, física y estudios generales.

“Año Internacional de la Papa 2008. Nueva luz sobre un tesoro enterrado”

Publicación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, 2009. Tiene como objetivo contribuir al fortalecimiento de la industria de la papa en todo el mundo.

“Anuario Estadístico 2008”. Instituto Nacional de Salud – Ministerio de Salud

Publicación del INS, presenta los datos correspondientes al año 2007 con detalle de enfermedad, región y otras actividades.

FOLLETOS:

“Instituto Geofísico del Perú. Presente y futuro”

Presenta las actividades y publicaciones científicas realizadas en el IGP en el periodo 2000-2009.

PUBLICACIONES PERUANAS 2009

Libros:

“Un descubrimiento científico en un país en desarrollo”



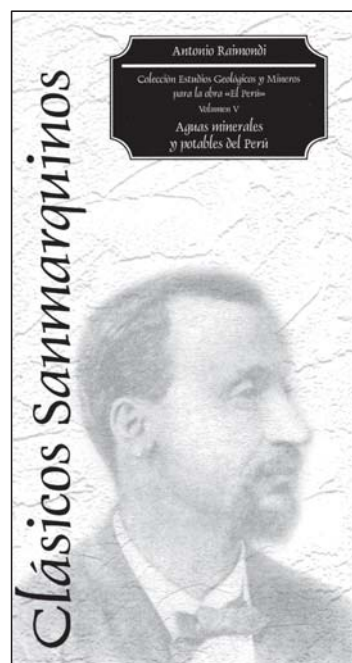
La presentación tuvo lugar el viernes 20 de noviembre en el Auditorio “Hugo Lumbreras”, Campus Sur de la UPCH.

El autor Dr. Javier Arias-Stella, Profesor Emérito y fundador de la UPCH, narró en forma de cuento sus inicios en la vida científica y cómo descubrió la alteración endometrial que lleva su nombre.

La bienvenida estuvo a cargo del Director del Centro Editorial, el Dr. Alberto Ramírez Ramos, quien destacó los logros del autor en diferentes campos de la ciencia, como docente e investigador, y en la política, así como sus muchos premios y reconocimientos.

El comentario del libro estuvo a cargo del Dr. Uriel García Cáceres, unido al autor por una larga amistad y por dedicarse ambos a la patología, dio un elaborado discurso que tituló “La orgía perpetua de un patólogo”, en alusión al tratamiento que Mario Vargas-Llosa hace de Gustave Flaubert y su novela, *Madame Bovary*.

“Aguas Minerales y Potables del Perú” de Antonio Raimondi



La Universidad Nacional Mayor de San Marcos ha publicado en su serie Clásicos Sanmarquinos, el libro de Antonio Raimondi, *Colección Estudios Geológicos y Mineros para la obra “El Perú” Volumen V “Aguas minerales y potables del Perú”*.

La presentación tuvo lugar el lunes 07 de diciembre en el Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú.

El compilador es el arqueólogo Luis Felipe Villacorta Ostolaza; los comentarios estuvieron a cargo del Dr. Pedro Pablo Kuczynski.



ACTIVIDADES 2009 DE OTRAS INSTITUCIONES

Enero 26:

Inauguración del Laboratorio de Manipulación de Moléculas en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, creado por el Dr. Carlos Bustamante, profesor de la Universidad de Berkeley, California; dirigido en Lima por el Dr. Daniel Guerra.

Febrero 27:

Ceremonia por el 91° Aniversario del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Marzo 09:

Inauguración de la II Conferencia Internacional de Espectroscopía en el auditorio del Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones (INICTEL) de la UNI; que contó con la presencia de 92 expositores.

Marzo 09 - 13:

SPECTRA 2009, el comité organizador local fue presidido por el Dr. Walter Estrada de la Universidad Nacional de Ingeniería. Participaron investigadores y estudiantes avanzados de universidades, institutos de investigación y empresas, así como usuarios de los métodos espectroscópicos.

Mayo 25:

Conferencias en el marco del programa de celebración del “Año Internacional del Planeta Tierra” (AIPT), organizadas por el Comité Nacional Peruano del AIPT, INGEMMET, IMARPE, el Instituto de Estudios Histórico Marítimos del Perú y UNESCO-Perú. Dirección: Dr. Víctor Benavides Cáceres.

Junio 04:

Ceremonia de Incorporación a la Academia Nacional de Medicina del Dr. Gustavo F. Gonzáles Rengifo, académico de número y secretario de ANC, con el tema: “Hormonas y Adaptación a la Altura”. Presentación a cargo del Dr. Roger Guerra-García.

Junio 25:

La Universidad Nacional de Ingeniería otorgó el grado académico de Doctor Honoris Causa al Dr. Elon Lages Lima, del Instituto de Matemática Pura y Aplicada (IMPA) - Brasil.

Septiembre 02:

Presentación en el Auditorio “Pedro Weiss” del

Colegio Médico de la obra “Historia de la Salud en el Perú” de la Academia Peruana de Salud, veintidós volúmenes de múltiples autores.

Septiembre 11:

La Pontificia Universidad Católica del Perú otorgó la distinción de profesor honorario del Departamento Académico de Ciencias al doctor José Manuel Aroca Hernández-Ros, de la Universidad de Valladolid, en reconocimiento de su significativa contribución al progreso de la matemática contemporánea.

Septiembre 21:

Incorporación a la Real Academia de Farmacia de Cataluña del Dr. Fernando Quevedo Ganoza, catedrático y Jefe de la Oficina General de Cooperación y Relaciones Interinstitucionales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Septiembre 24:

La Universidad Peruana Cayetano Heredia realizó las XVII Jornadas Científicas y premiaciones a los mejores: trabajos de Investigación, investigadores categoría “Calificado” y “Joven”, “Gestor” más productivo, entre otros.

Octubre 14:

Ceremonia de homenaje al Ing. Alberto Giesecke Matto, organizada por el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), el Instituto Geofísico del Perú y la Academia Nacional de Ciencias; participaron el director de CERESIS Dr. Daniel Huaco, el Presidente Ejecutivo del IGP Dr. Ronald Woodman y el rector de la PUCP Dr. Marcial Rubio.

Octubre 19 - 21:

II Congreso Latinoamericano de Arqueometría “Metodologías científicas aplicadas al estudio de los bienes culturales”, organizado por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

Octubre 28:

Presentación de la Sociedad Geológica del Perú de la publicación especial en homenaje a don Víctor Benavides Cáceres, connotado profesional, ex Presidente de la SGP y académico de número de la ANC.

Noviembre 02:

Sesión solemne de conmemoración del CXXI Aniversario de creación de la Academia Nacional de Medicina y transmisión de Cargos de la nueva Junta Directiva 2009-2011; Presidente: Dr. Fausto Garmendia Lorena.

Noviembre 05 - 06:

I Encuentro Nacional de Consejos Regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación organizado por la Asamblea Nacional de Gobiernos Regionales del Perú y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).

Noviembre 17:

La Fundación Instituto Hipólito Unanue otorgó el "Premio Medalla de Oro Hipólito Unanue" 2009 en Medicina al Dr. Amador Carcelén Bustamante, especialista en medicina interna, doctor en medicina y miembro de diversas sociedades científicas.

Noviembre 21 - 24:

Inauguración en el Parque de la Exposición de la Gran Final de la XIX Feria Escolar Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2009 organizado por el CONCYTEC y el Ministerio de Educación.

Diciembre 09 - 11:

Simposio Internacional "Geografía y Desarrollo" organizado por el Centro de Investigación en Geografía Aplicada de la PUCP, conmemorando su 25 Aniversario. Directora Académica: Dra. Nicole Bernex. Se realizó en el auditorio de Humanidades de la PUCP.

Diciembre 14:

Inauguración del Instituto de Radioastronomía de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Director: Dr. Jorge Heraud Pérez.



El Instituto de Radioastronomía (INRAS)

Es una unidad académica de la PUCP cuyos fines esenciales son promover y realizar la investigación en Radio-astronomía, Astrofísica, Radio Ciencia, Ciencias y Tecnologías Espaciales, así como promover la actividad multidisciplinaria en la Universidad en estas áreas y la realización de proyectos de Ingeniería vinculados con tecnología y ciencia espacial.

Fines del Instituto.-

- *Desarrollar y propiciar, dentro de un enfoque inter- y multidisciplinario, todas aquellas actividades cuyos resultados permitan elevar el nivel de conocimientos sobre los fenómenos del espacio exterior, desde el espacio circum-terrestre hasta el espacio profundo, incluyendo la radioastronomía, la astrofísica y las investigaciones, desarrollos, construcción, uso y aplicaciones vinculadas con satélites y sondas espaciales.*
- *Impulsar una labor académica, con apoyo en cuanto a cursos, seminarios, visita de profesores e investigadores de otras universidades del país y el extranjero, así como de institutos de investigación vinculados con los fines y actividades del Instituto.*
- *Estimular el intercambio y el fortalecimiento de los vínculos entre universidad y centros de investigación o instituciones similares, nacionales y extranjeras, dentro del marco global de desarrollo del país y/o de la región.*
- *Construir un centro especializado de alto nivel, que llegue a ser reconocido nacional e internacionalmente, y que esté en permanente diálogo con los avances de la ciencia y de la tecnología, haciendo énfasis en las posibles aplicaciones de esta última a la realidad del país.*

Proyecto Multidisciplinario de Radioastronomía Radiotelescopio (RT20)

Consiste en emprender el diseño, construcción, puesta en operación y utilización con fines de investigación de un radiotelescopio (RT20) de 20 mts de diámetro con capacidad de realizar observaciones en ondas centimétricas y decamétricas con fines astrofísicos. También hay previstas acciones de Ingeniería Espacial, especialmente en el desarrollo de satélites y la gestión de su lanzamiento y puesta en órbita.

IMCA

Instituto de Matemática y Ciencias Afines

En 1989 se inició un programa de apoyo al desarrollo de la investigación en matemática en el Perú, con recursos provenientes del International Centre for Theoretical Physics (ICTP) Trieste, Italia; tuvo como eje de organización científica el Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) de Rio de Janeiro, hasta 1997 cuando el IMCA asumió esta tarea. El programa todavía vigente, consiste en la visita al Perú de eminentes matemáticos, por periodos de por lo menos un mes para ofrecer cursos sobre asuntos avanzados de matemática y también para seleccionar jóvenes con talento para la investigación en matemática con el objetivo de encaminarlos a realizar un doctorado en el exterior.

La finalidad es promover, con el retorno de estos jóvenes, la instalación de un grupo de investigación de alto nivel en matemática en el Perú. A partir de 1994 este proyecto, todavía financiado por el ICTP, fue extendido a los países andinos Ecuador, Colombia, Venezuela, Bolivia y Perú; todos los años se realizan estos cursos en Lima al cual asisten alumnos de estos países. Así, ya visitaron el Perú 47 matemáticos eminentes, de los cuales 28 fueron del Brasil; y se seleccionaron 15 alumnos peruanos que viajaron al exterior a hacer estudios de doctorado.

El interés despertado por este proyecto en la comunidad científica en Lima y el inminente retorno de los jóvenes doctores peruanos, llevó en diciembre de 1997 a la creación del Instituto de Matemática y Ciencias Afines (IMCA) en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Actualmente cuenta con el importante apoyo de instituciones asociadas que contribuyen efectivamente para la realización de sus actividades científicas: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Además cuenta con el apoyo internacional de instituciones de reconocido prestigio:

- Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA)-Brasil,

- International Centre for Theoretical Physics (ICTP) - Italia,
- Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA) - Francia,
- Centre de Recerca Matemàtica (CRM) - España.

Su principal actividad es la investigación.

El IMCA tiene un proyecto de dotar al país de una literatura matemática escrita en castellano y que sea útil en los diversos niveles de enseñanza. Es así que fueron lanzadas tres series de publicaciones:

Textos del IMCA:

Es una serie dedicada a la formación universitaria, especialmente a los estudiantes de cursos de Ciencias y de Ingeniería.

Educación Matemática:

Es una serie dedicada a la enseñanza de la matemática al nivel secundario.

Monografías del IMCA:

Serie dedicada a seminarios y conferencias avanzadas ofrecidas en el IMCA.

Reportes de Investigación:

En esta serie se publican los trabajos realizados por el cuerpo científico del IMCA, antes de su publicación en una revista científica internacional arbitrada.

Varios de los libros publicados por el IMCA son traducciones al Español de excelentes libros de Matemática de autores brasileños. El Ministerio de Ciencia y Tecnología del Brasil está contribuyendo con el financiamiento parcial de estas traducciones.

Desde su creación tiene veintisiete graduados:

- Maestría en Ciencias con Mención en Matemática Aplicada: 24
- Doctorado en Ciencias con Mención en Matemática: 03

IN MEMORIAM

**FERNANDO CABIESES MOLINA**

Neurólogo y Neurocirujano
(1920 – 2009)

“El Dr. Fernando Cabieses Molina fue un distinguido neurólogo, maestro universitario e investigador de la historia de la alimentación y la salud. Nació en Mérida (Yucatán) el 20 de abril de 1920, hijo de Eduardo Cabieses Valle-Riestra y Alicia Molina Font. En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos cursó estudios de ciencias biológicas y medicina, de 1937 a 1945. Se perfeccionó en neurología y neurocirugía en la Universidad de Pennsylvania.

A su regreso al Perú, en 1950, introdujo el tratamiento quirúrgico de los aneurismas cerebrales y la cirugía de la epilepsia. Ha dictado cursos de su especialidad en la Universidad de Miami y ha sido distinguido como profesor honorario por las universidades nacionales de Trujillo (1962), Cajamarca (1963), Cuzco (1982) y Lambayeque (1985).

Fundador de la Universidad Cayetano Heredia. Ha sido director del Museo Peruano de Ciencias de Salud (1976-1990). Impulsó la fundación y fue el primer director del Museo de la Nación, de 1988 a 1990. Su producción biográfica en los campos de la medicina y la antropología cultural es vasta. En ella figuran títulos como “Tronco encefálico” (1957), “La trepanación del cráneo en el antiguo Perú”, en colaboración con Juan B. Lastres (1960), “Los dioses vinieron del mar: ensayo etno-histórico” (1972), “Dioses y enfermedades: la medicina en el antiguo Perú” (2 vols., 1974), “Narración de una conquista” (2 vols., 1988), “La coca: dilema trágico” (1992), “La uña de gato y su entorno” (1994),

“Apuntes de medicina tradicional: la racionalización de lo irracional” (1993), “Cien siglos de pan: 10.000 años de alimentación en el Perú” (1995), “La maca y la puna” (1997).

Cabieses trabajó a lo largo de su vida en integrar y hacer crecer nuevas ideas que interpretan la realidad de su entorno. Su personalidad creativa se muestra desde el inicio con su tesis para obtener el título de médico, en la que comprobó por primera vez, que la forma tradicional indígena de consumir coca no era una narcodependencia, no producía daño y favorecía el trabajo en grandes alturas sobre el nivel del mar.

En el Instituto de Biología Andina de la UNMSM realizó una investigación para comprender los sistemas de adaptación que facilitan el funcionamiento cardio-respiratorio en el llamado “soroche”. Este trabajo, que resultó sumamente valioso para la aviación, le valió una invitación a la Escuela de Medicina de Aviación Randolph Field (Texas).

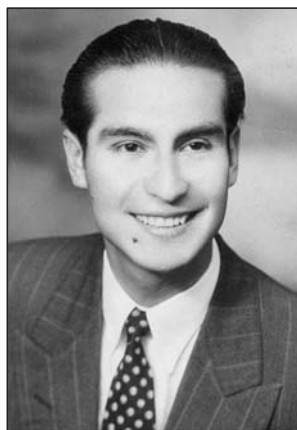
Inició el Servicio de Neurocirugía del Instituto de Enfermedades Neoplásicas en Lima y con sus discípulos fundó servicios similares en los Hospitales del Niño, Loayza, Dos de Mayo, Militar, Naval y de Aeronáutica.

Desde 1953 el Dr. Cabieses se dedicó al estudio de la historia de la medicina en el Perú, publicando libros que muestran que lo que era considerado historia se encontraba vigente en las zonas rurales, lejos de los centros de la medicina desarrollada.

En el Ministerio de Salud fundó el Instituto de Medicina Tradicional; el cual ha facilitado la articulación de la medicina oficial con la medicina tradicional, mejorando la atención de la salud en las zonas más alejadas y promoviendo el estudio y la identificación de plantas medicinales.

Cabieses ha recibido la condecoración de “Amauta” del Gobierno del Perú”.

Texto adaptado de Teodoro Hampe Martínez.



OSCAR TOVAR SERPA

Botánico, Doctor en Ciencias Biológicas
(1923 – 2009)

El maestro de las gramíneas (poáceas) del Perú, Dr. Oscar Tovar, nació el 25 de octubre de 1923 y falleció el 27 de octubre de 2009. Nació en el pueblo Conaica, en la región Huancavelica, sus estudios universitarios los realizó en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, graduándose como doctor en 1955. Desde el inicio sus investigaciones las realizó en el Museo de Historia Natural de la misma Universidad. Junto a la Dra. Emma Cerrate y el Dr. Ramón Ferreyra contribuyó a la creación del Herbario San Marcos (1950) y dedicó su vida al fortalecimiento de este herbario con sus innumerables colecciones botánicas.

Desde 1970 fue profesor principal a dedicación exclusiva del Departamento Académico de Ciencias Biológicas, asumió la responsabilidad como Director del Programa Académico de Ciencias Biológicas de 1971 – 1976; también fue primer director del Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas “Antonio Raimondi” (ICBAR) de 1977 – 1979. En mérito a su fecunda labor se le otorga la condición de profesor emérito en el año 1986, y aún en condición de jubilado continuó laborando en sus investigaciones, asesorando tesis de posgrado y publicando hasta semanas

antes de su sensible fallecimiento.

Su contribución para la taxonomía fue en las familias Asteraceae y Poaceae, entre las que destacan la revisión de las especies peruanas de los géneros Chuquiraga (1952), Flotovia (1953), Perezia (1955), Calamagrostis (1960), Poa (1965) y Festuca (1972). De su producción podría considerarse como su obra cumbre a “Las gramíneas del Perú” publicado en 1993.

Sus actividades de investigación lo llevaron a estudiar otros aspectos de la flora, publicando: Ecomorfología de algunas Plantas de la Puna Central del Perú (1977), Potencial Económico de Tuberosas andinas y Síntesis Biogeográfica de los Andes (1983), Plantas Medicinales del Valle del Mantaro (2001), entre otras (anexo).

Su producción científica se resume en la descripción de 59 especies nuevas para la ciencia, siete en la familia Asteraceae y 52 en las Poaceae; además de cuatro combinaciones nuevas, dos en cada una de las familias citadas.

*Por su reconocida trayectoria y en honor al Dr. Tovar prestigiosos botánicos colocaron su nombre en el epíteto para sus nuevas especies, entre ellas podemos citar a *Nolana tovariana**

Ferreyra, Aequatorium tovarii H. Rob. & Cuatrec., Liabum tovari Cabrera, Nototriche tovari Krapov., Axinea tovarii Wurdack, Piptochaetium tovarii Sanchez Vega, Solanum tovarii S. Knapp, más de 18 especies en total le fueron dedicadas.

Una de sus últimas publicaciones fue “Notas sobre las especies de los pastizales entre Iquitos y Nauta, Loreto, Perú” (2009), revelando su capacidad científica digna de ser imitada.

Debemos resaltar su enorme calidad humana y sencillez; siempre crítico de la realidad de nuestro país, el Dr. Tovar es digno de admiración no solo por su contribución con el estudio de la flora y vegetación sino por sus valores personales y su calidad científica, maestro incansable que recorrió animoso el Perú, siempre emprendedor y sin temor a las dificultades.

¡Descanse en paz, insigne maestro!

Dra. Betty Millán, Presidenta de la Sociedad Peruana de Botánica
Dra. Blanca León, Vice-presidenta
Mag. María Isabel La Torre, Tesorera

Publicaciones del Dr. Oscar Tovar

1. Las Especies Peruanas del Genero *Chuquiraga* (Compositae). Publicaciones Museo de Historia Natural “Javier Prado”. Ser. B, 5: 1-29 1952. Lima.
2. Las Especies Peruanas del Genero *Flotovia* (Compositae). Publicaciones Museo de Historia Natural “Javier Prado”. Ser. B, 7: 1-27 1953. Lima.
3. Revisión de las especies peruanas del Género *Perezia* (Compositae) Publicaciones Museo de Historia Natural “Javier Prado”. Ser. B, 8: 1-50 1955. Lima.
4. BOTÁNICA, Texto para Segunda Enseñanza. Talleres Gráficos P.L. Villanueva. 1956.
5. Las Gramíneas de Huancavelica. I Parte. Memorias Museo de Historia Natural “Javier Prado” 6:1-110. 1957. Lima.
6. Revisión de las especies peruanas del Género *Calamagrostis* (Gramínea). Memorias Museo de Historia Natural “Javier Prado” 11:1-91. 1960. Lima
7. The Grass genus *Dissanthelium* (Gramineae). Phytologia 11 (6): 361-376. 1965. New York. (En colaboración).
8. Revisión de las especies peruanas del Género *Poa* (Gramineae). Memorias Museo de Historia Natural “Javier Prado”. 15: 1-67 1965. Lima.
9. BOTÁNICA GENERAL, Texto Universitario. Mimeografiado. 1970. Lima.
10. Revisión de las especies peruanas del Género *Festuca* (Gramineae) Memorias Museo de Historia Natural “Javier Prado”. 16: 1-95. 1972. Lima.
11. Comunidades Vegetales de la Reserva Nacional de Vicuñas de Pampa Galeras (Dpto. de Ayacucho). Publicaciones Museo de Historia Natural “Javier Prado”. Ser. B, 27:1-32. 1973. Lima.
12. Nombres Vulgares de las Plantas de la Cuenca del Mantaro (Perú Central). BIOTA 10 (82): 261-308. 1975. Lima.
13. Dos Nuevas Especies del Género *Poa* (Gramineae) para el Perú. Boletín Sociedad Peruana de Botánica 7 (1,2) 1974. Lima.
14. Ecomorfología de algunas Plantas de la Puna Central del Perú. Archivos de biología andina 7 (1): 28-53. 1977. Lima. (En colaboración).
15. *Piptochaetium juninense* O. Tovar et. P. Gutte, eine neue Poaceae aus den Enden Perus. Fedde Repert. 91 (4): 205-208. 1980. Berlin.
16. Two new species of *Stipa* (Gramineae) from Peru. Phytologia 47 (6): 445-446. 1981. New York.
17. Nuevos Registros de Gramíneas para el Perú. Revista de Ciencias, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 73 (1): 107-

114. 1981. Lima.
18. Tres nuevas Especies del Género *Poa* (Gramineae) del Perú, Revista de Ciencias, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
19. Vegetatio Andinae, I. Datos sobre las comunidades Vegetales Altoandinas de los andes Centrales del Perú. Lazaroa 4: 167-187, 1982.
20. Síntesis Biogeográfica de los Andes. Collectanea Botánica 14: 515-521. 1983. Barcelona. (En colaboración).
21. Potencial Económico de Tuberosas andinas. PROCIENCIA. Asociación colombiana para el avance de la Ciencia 6: 111-117. 1983. Bogotá.
22. Seis Especies Nuevas de Gramíneas del Perú. Publicaciones Museo de Historia Natural "Javier Prado". Ser. B, 32: 1-12. 1984. Lima.
23. Ocho Especies Nuevas de Gramíneas del Perú. Publicaciones Museo de Historia Natural "Javier Prado" Ser. B, 331-16. 1985. Lima.
24. Revisión de las especies peruanas del Género *Stipa* (Gramineae). Opuscula Botánica Pharm. Complutensis 4: 75-106. 1988. Madrid, España.
25. Manual de Identificación de Pastos Naturales de los Andes del Sur Peruano (GRAMINEAE). Proyecto Alpacas-COTESU-IC.: 1-114, 1990.
26. Tipos de Vegetación, Diversidad Florística y Estado de Conservación de la Cuenca del Mantaro (Andes Centrales-Perú). CDC-Perú. Universidad Nacional Agraria "La Molina. 1-94. 1991. Lima.
27. Las Gramíneas Acuáticas de la Amazonía. In: Kahn F. et al. Las Plantas Vasculares en Aguas Continentales del Perú. Instituto Francés de Estudios Andinos 75: 249-285. 1993. Lima.
28. Las Gramíneas (Poáceas) del Perú. RUIZIA, tomo 13. Monografía del Real Jardín Botánico: 1-482. 1993. Madrid, España.
29. Las Gramíneas (Poáceas) del Perú y su Distribución en los Diversos Pisos Bioclimáticos. ACTAS Academia Nacional de Ciencia y Tecnología: 71-79. 1994.
30. Diversidad de las Gramíneas (Poáceas) del Perú. In: Halffter G. La diversidad biológica de Iberoamerica. Vol. III. Act. Zoolog. Mexicana, nueva serie: 117-131. 1998.
31. Plantas Medicinales del Valle del Mantaro. Public. CONCYTEC: 1-114, 2001. Lima.
32. Notas sobre las especies de los pastizales entre Iquitos y Nauta, Loreto, Perú. Revista Peruana de Biología Vol. 16 N° 1. Agosto. 2009.
33. La Torre, M. I., A. Cano y O. Tovar. 2004. Las Poaceas del Parque Nacional Yanachaga – Chemillén (Oxapampa, Perú). Parte II: Pooideae, Centothecoideae, Arundinoideae, Chloridoideae y Panicoideae. Revista Peruana de Biología Vol. 11 N° 1
34. Valencia, N.; M. I. La Torre, A. Cano y O. Tovar. 2006. Las Poáceas del Bosque de Zárate, zonas bajas y medias de la ladera de la margen derecha del río Seco. Boletín de Lima N° 144: 95-145.





CENTENARIO DE LA MUERTE DE SEBASTIAN BARRANCA

José Sebastián Barranca y Lovera nació en Acarí, Camaná.

A los 21 años, ingresó a la Escuela de Medicina, dirigido por José Cayetano Heredia. Abandonó esos estudios y, el mismo año, ingresó como alumno libre en la Universidad Mayor de San Marcos, para seguir estudios de matemáticas, física, química, ciencias naturales, antropología, historia y lingüística.

En realidad, Sebastian Barranca fue un autodidacta. Fue poliglota pues dominó 8 idiomas: castellano, latín, griego, quechua aymara, francés, alemán e inglés. El griego y latín los enseñó en el Colegio Nuestra Señora de Guadalupe.

En Huamanga y Huancavelica, ejerció de protomédico y profesor. Allí aprendió quechua y aymara. En las Islas de Chíncha estudió los componentes químicos del guano y es nombrado, en 1864, Analista Químico y Matemático de Hacienda, por el gobierno del general Pedro Diez Canseco Corbacho.

En la Universidad Mayor de San Marcos, trabajó como auxiliar de la cátedra del curso de Mineralogía y Ciencias Naturales.

El 11 de julio de 1868 fue reconocido ante un jurado de la universidad, como Doctor Nato, grado académico creado especialmente para él, convalidándole sus estudios de autodidacta.

En 1873 enseñó Mineralogía, en la Escuela de Ingeniería y Minas. Entre sus discípulos se

cuenta a Julio C. Tello Rojas y Federico Villarreal.

Fue director del Museo de Historia Natural en la Facultad de Ciencias. Era muy reconocido en el extranjero pero no tanto en el Perú.

Sebastián Barranca fue un gran sabio que sobresalió en geología, paleontología, mineralogía, matemáticas, astronomía, botánica entre otros. Fue además filólogo, arqueólogo y poeta. El drama Ollanta fue traducido por él del quechua al español. August von Krempelhuber, científico alemán puso como nombre al líquen *Lecidea barrancae*, en reconocimiento al sabio peruano.

Fue cofundador de la Sociedad Geográfica de Lima, la Sociedad Amantes de las Ciencias y el Instituto Histórico del Perú; además de la Academia de Ciencias de Lima.

Entre sus obras más notables, destacan: Historia Natural Peruana, Mineralogía y Geología, Historia de la Mineralogía, Geografía Peruana.

El naturalista acarino murió olvidado y pobre un 04 de diciembre de 1909. Es considerado uno de los sabios peruanos del siglo XIX.

La Academia Nacional de Ciencias quiere recordar en este centenario de su muerte a tan significativo sabio, que debe servir de paradigma para los estudiosos de la ciencia del país.

Este boletín
se terminó de imprimir en los
talleres gráficos de:
Dist. Imp. Edit. Lib. MOSHERA S.R.L.
en el mes de Enero del 2010
con un tiraje de 1000 ejemplares
Lima - Perú

Distribuidora, Imprenta, Editorial, Librería
MOSHERA S.R.L.

Jr. Tacna 2975 - Lima 31

Telefax: 567-9299

e-mail: editorialmoshera@hotmail.com

