

# La innovación, el desarrollo y la propiedad intelectual en la universidad

Alberto Urbina<sup>\*</sup>

## RESUMEN

La universidad a lo largo de su historia ha sufrido cambios científico-académicos, administrativos y políticos; obedeciendo a la influencia de su entorno nacional e internacional, según el modelo económico predominante. Ha seguido arrastrando un rezago en función de la dinámica del desarrollo socio-económico y, lo que es peor, mientras el sector productivo se innova permanentemente, la universidad se aferra a la tradición profesionalizante, incluso desconociendo la demanda real; formando profesionales en carreras tradicionales con conocimientos en franca obsolescencia y limitadas posibilidades de competir en el mercado, salvando desde luego las escasas excepciones.

Las universidades que se resisten al cambio y a la mejora continua, están destinadas a la deslegitimización y la autolimitación en su propio desarrollo, y tendrán muy pocas posibilidades en su justificación social de existir como tales. El reto está planteado y es repensarse a sí mismas de conformidad a la denominada sociedad del conocimiento. Desde luego que esto implica asumir compromisos serios en diferentes ámbitos; empezando por conocer sus fortalezas y debilidades, superar las debilidades y, consecuentemente, asumir el papel fundamental de producir, transmitir y difundir el conocimiento, desarrollando con responsabilidad la **cuarta misión**, que se suma a las tradicionales de docencia, investigación y vinculación, definiéndola en términos de “uso, aplicación y explotación del conocimiento”.

La universidad tiene la responsabilidad histórica de superar el viejo paradigma de simple transmisora de conocimientos, observadora pasiva de la realidad y descriptora de problemas sociales, económicos y ambientales. Debe desafiar su propia tradición; construyendo un liderazgo propositivo, definido por la innovación y el uso intensivo de las nuevas tecnologías, tanto en la función de educadora como en la transferencia de activos intangibles mediados por la propiedad intelectual y fortaleciendo el tejido productivo y social.

---

<sup>\*</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Dirección de Investigación Científica  
[innovagroseire21@yahoo.com](mailto:innovagroseire21@yahoo.com)

**Palabras clave:** *Investigación, innovación, desarrollo, propiedad intelectual, currículo.*

## **ABSTRACT**

Throughout history the university has undergone academical, scientific, administrative and political changes due to the influence of its national and international environment, in accordance with the predominant economical model, however it has not been able to keep up with the socio economical development dynamics, and even worse, while the productive sector is permanently innovating, the university sticks to its professionalizing tradition, sometimes even ignoring the real social demands, forming professionals in traditional careers with obsolete knowledge and limited possibilities to compete in the market, with a very few exceptions.

Universities that resist change and permanent improvement are destined to be illegitimate and limited in their own growth. They will have very few social reasons to exist as such. The challenge is to rethink itself according to the knowledge society. This, of course, implies the assumption of serious commitments in different areas, beginning with an analysis of its strengths and weaknesses, overcoming those weaknesses and consequently assuming its fundamental role of producing, transmitting and publishing knowledge. The university has to responsibly perform its **fourth mission** that is added to the traditional activities of teaching, research and extension, defined in terms of "usage, application and exploitation of knowledge".

The university has the historical responsibility of surpassing the old paradigm of simply transmitting knowledge, of passively observing reality and describing social, economical and environmental problems. It must challenge its own tradition constructing a proactive leadership defined by innovation and the intensive usage of new technologies, both in the educative function as well as in the intangible assets mediated by intellectual property and strengthening the productive and social tissue.

**Key words:** *Research, innovation, development, intellectual property, curriculum.*

## INTRODUCCIÓN

Si la cadena de la innovación la eslabonan la universidad, el tejido productivo y social, los recursos de I+D, las actuaciones públicas y el entorno socio-económico; con enfoque de sistema, interrelacionados sus componentes e interactuando de manera interdependiente, es perentorio que la universidad proceda a reconstruir su tejido académico fortaleciendo las sinergias correspondientes al sistema de innovación. De acuerdo con Marco Romilio Estrada (2004), en su propuesta de Plan Estratégico 2005-2010 del Sistema Centroamericano de Relación Universidad-Sociedad, la innovación “refleja un estado determinado de conocimiento, un entorno institucional particular, una disponibilidad de aptitudes para definir un problema y resolverlo, cuya aplicación sea útil y difundible. Los innovadores aprenden creando, mientras que los no innovadores aprenden utilizando...”

Ser universidad innovadora demanda orientar sus capacidades hacia la gestión del conocimiento por medio de la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la transferencia y la propiedad intelectual; por lo que inevitablemente deben favorecerse cambios estructurales, presupuestarios, normativos y culturales, realizar buenas prácticas en su oferta curricular, de investigación, desarrollo tecnológico, aprendizajes permanentes de sus actores, construcción de la cultura de propiedad intelectual y de vínculos con el sector productivo y particularmente crear mecanismos de interfaz con la comunidad científica internacional y los cooperantes nacionales e internacionales. La Universidad debe comprender que si no promueve la investigación científica, las posibilidades de incursionar con acierto e incidir en el desarrollo académico, social y económico de manera significativa, serán escasas y menos aún podrá innovar sus procesos, servicios y/o productos.

## MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD

Existe un trípode epistemológico, sobre el cual descansa la misión histórica de la Universidad frente a la ciencia, la tecnología y la sociedad: a) Producir conocimiento mediante la investigación científica, b) Transferir el conocimiento a través de la educación y la tecnología y c) Difundir el conocimiento mediante publicaciones. Este proceso pone en perspectiva la oportunidad de explotación del conocimiento con su valor agregado y su correspondiente protección de los derechos cognitivos y tecnológicos.

La misión de la universidad debe leerse no desde la historia sino en la historia misma; estudiando lo que entendemos por realidad en ese entramado multidimensional, integrado por la multidisciplinariedad que exige estrategias de

gestión y operabilidad en equipos de actores que interpreten los códigos sociales y económicos, en sus desafíos planteados como problemas y falencias ontológicas, para impulsar soluciones sostenibles. Lo anterior es coherente con la Declaración de la UNESCO en 1999, sobre "La ciencia y el uso del saber científico", ésta plantea: "El progreso del conocimiento mediante la investigación científica es una función esencial de todos los sistemas de educación superior, que tienen el deber de promover los estudios de Post-grado, la innovación y la interdisciplinariedad".

La Universidad no puede operar descontextualizada, ignorando que existen lazos naturales con su entorno: tejido productivo, instituciones públicas, entorno socio-económico, ámbito de Investigación mas Desarrollo (I+D). Sin embargo, para crear y desarrollar las sinergias necesarias y engendrar confianza y liderazgo, necesita promover y estimular sus potencialidades internas y el uso de herramientas de generación, codificación, transferencia, implementación y propiedad intelectual.

El gran reto es reorganizar los procesos de generación, aprovechamiento del conocimiento y la cultura organizacional; lo que pasa por la formación y capacitación de profesionales, investigadores y gestores de activos intangibles, diseño y ejecución de políticas, estrategias de ciencia y tecnología, redefinición de normativas consecuentes con la sociedad del conocimiento, fortalecimiento de la infraestructura de I+D (laboratorios, observatorios, bibliotecas físicas y virtuales, plataformas tecnológicas de enseñanza-aprendizaje, herramientas computarizadas para la investigación y la innovación, redes electrónicas, etc.).

## **CULTURA ORGANIZACIONAL**

La cultura organizacional en la universidad está inmersa en un macro y supra sistema que permanentemente se expone a cambios sociales, económicos, tecnológicos e incluso políticos; realidad definida por valores, creencias, ideas, sentimientos y voluntades. La cultura posee tal poder porque puede determinar y condicionar el comportamiento de la universidad y definir la forma y esencia de pensar, sentir y actuar; de manera que la cultura incide, además, en la estructuración de la visión, las estrategias y las acciones. En síntesis, la cultura determina la forma y esencia de la universidad y, consecuentemente, la calidad de sus productos, procesos y servicios hacia adentro y hacia afuera; favoreciendo la conectividad e interacción con su entorno social, económico, político y ambiental; gestionando apropiadamente la diversidad y complejidad cultural en una relación lineal y en espiral de la coherencia, integración y cambio que propician y estimulan la competitividad.



Para llevar a cabo el proceso de construcción de la cultura organizacional universitaria se debe estar al tanto de la filosofía, la ideología y las aspiraciones institucionales, y de cualquier síntoma que afecte cualquier intento de cambio.

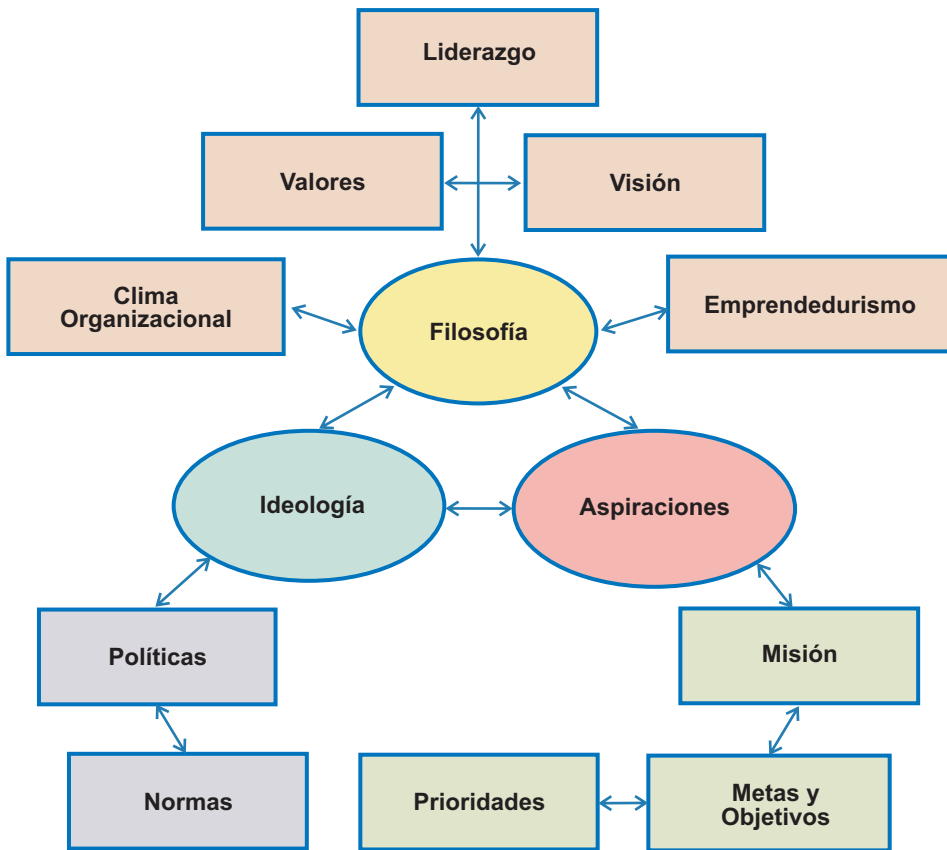
A partir de aquí se deben diseñar y desarrollar las estrategias para dirigir el cambio.



El cambio organizacional planteado es una estrategia que llevada a la práctica puede colocar a la universidad en el plano de la competitividad a partir de la generación de ideas innovadoras, validación, transferencia de conocimientos explícitos y tácitos al sector social y productivo para solucionar problemas y favorecer el desarrollo económico.

Desde luego que, para que la universidad alcance estándares que la vuelvan competitiva y eficaz, es necesario desarrollar las capacidades de gestión tecnológica y de proyectos; generar un sistema de exploración tecnológica de investigación y desarrollo, activar formas alternas de vinculación con el sector productivo, con el sector público y demás instituciones de educación superior.

## CULTURA ORGANIZACIONAL



En la construcción de este enfoque organizacional se debe superar la tradición del cortoplacismo y, en la línea de tiempo, la visión debe plantearse en el mediano y largo plazo; en donde la gobernanza universitaria se aplane y se torne participativa. Ésto facilitará la ejecución de actividades orientadas a descubrir, capturar, compartir y aplicar conocimientos; poniendo de relieve la importancia de la explotación y protección del conocimiento científico y tecnológico cuya herramienta principal es la propiedad intelectual (Activo intangible valorado como el más importante de todos los que posee la institución o empresa pública o privada). Ha tomado tal importancia la propiedad intelectual que se aplica tanto para conceder licencias sobre productos y tecnologías, como para inhibir a terceros en su utilización.

La propiedad intelectual, además de su importancia económica, representa

oportunidades en materia de acuerdos de cooperación en I+D, por lo que resulta importante fortalecer y desarrollar la cultura en Propiedad Intelectual sin perder de vista que estos activos intangibles se desarrollan en forma apropiada cuando se dispone de estrategias coherentes alineadas con las necesidades y demandas de la sociedad en su conjunto. El Sistema de Propiedad Intelectual es considerado como muy necesario para fomentar la creación intelectual en aras del interés público.

En este proceso las bases de datos sobre propiedad intelectual juegan un papel importante, ya que son fuente de información al servicio de la invención, la investigación, la enseñanza y el aprendizaje tanto de investigadores, docentes, estudiantes de pregrado, postgrado y agentes sociales y económicos demandantes de información especializada y calificada.

## **EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN**

A pesar de los argumentos señalados, de nada serviría la formulación de una estrategia innovadora de la universidad si ésta continúa operando con sistemas rígidos de gestión, con áreas y funciones incomunicadas, llevando a cabo tareas disciplinarias en vez de interdisciplinarias, con una burocracia que privilegia trámites lineales de aprobación, desconociendo el sentido de la urgencia frente a lo importante, con esquemas ejecutivos tradicionales centrados en el consumismo de conocimientos; es decir la transmisión de conocimientos por medio de la docencia. Es urgente que quienes toman las decisiones en la universidad introyecten en sus constructos gerenciales que la innovación es el resultado de un proceso que combina elementos de la cultura, la organización, la investigación, el desarrollo y la transferencia de conocimientos. El desafío es empezar por incorporarlos al aprendizaje.

Parafraseando a Cortázar, J; (1988), "Cuando hablamos de educación no nos estamos refiriendo siempre a lo mismo, ni por su valor ni por el lugar desde donde se hable y/o argumente sobre la educación, pues no se trata del rescate de un pasado ideal como si se hubiese perdido una época de esplendor, sino más bien de dotar a la educación de una potencia diferente, de una dimensión nueva en la perspectiva de ubicarla como categoría que, irrumpiendo en el pensamiento, posibilite otras formas de pensar".

La universidad tiene planteado el gran reto de repensarse, de lo contrario estaría en una situación de agonía prolongada y eventualmente podría caer en coma, del cual difícilmente podría rescatarse; salvo por medio de sacrificios muy grandes por parte de la sociedad. Estamos conscientes que "predecir el futuro no es fácil, sin embargo

pensar estratégicamente en lo que viene, ayuda a construir el futuro deseado". Entiendo que, "no hay verdades absolutas, sino muchas verdades sobre un mismo problema"; no obstante hay criterios que albergan sentidos epistemológicos que los aproxima con fuerza a la interpretación de la realidad histórica-concreta y a partir de allí se hacen planteamientos que vale la pena tomar en cuenta para la construcción de entramados estratégicos y la organización de procesos sostenibles.

Es incuestionable que la universidad, en la esencia de su quehacer, gira alrededor de: a) La formación, b) La investigación y c) La transferencia. Lo anterior, puede traducirse a lenguaje llano y decir que la formación equivale a la transferencia del conocimiento por medio de la educación y la tecnología; mientras que la investigación permite la producción de conocimiento científico y tecnológico, misión que estará incompleta si no agregamos la protección del conocimiento por medio de la propiedad intelectual y, desde luego, la innovación como expresión del valor agregado en el conocimiento.

## **MAPA CONCEPTUAL**

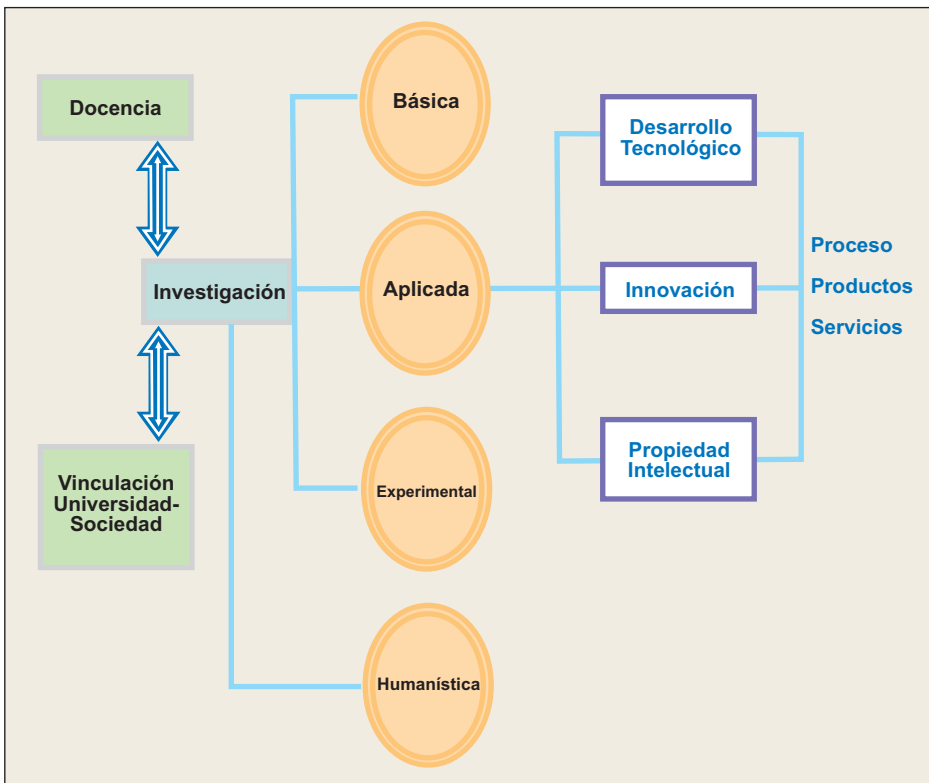
Sin el ánimo de plantear una receta rígida de cómo construir una Cultura de Investigación, desarrollo, innovación y propiedad intelectual, de manera sintética trazo un mapa conceptual que establece las bases fundamentales para el cambio que promueva la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la tecnología de cara a la sociedad del conocimiento:

- a) Diseño y desarrollo de un Currículo en coherencia con las tendencias del desarrollo social y económico; incluyendo nuevos contenidos, nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje y nuevas formas de evaluación. Creación de programas de formación y capacitación de profesores, investigadores y gestores de procesos; fortalecimiento de la infraestructura de Ciencia y Tecnología, mejoramiento de los sistemas de información y comunicación (Las TIC), gestión de Cooperación por medio de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, modernizar los mecanismos de administración de recursos para la investigación científica, tecnológica e innovación, especial énfasis debe ponerse en diseño y ejecución de interfaces para la transferencia del conocimiento y la cooperación con actores de Ciencia , Tecnología; demandantes de productos, servicios y procesos para mejorar permanentemente la Competitividad del Sector productivo y problemas sociales y ambientales.
- b) Proporcionar a los estudiantes información fidedigna y actualizada sobre



diversas carreras y profesiones relacionadas con la Ciencia y la Tecnología (a nivel de pregrado incluir las interacciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad). Aplicar las técnicas de la Ciencia. En los Postgrados, la comprensión de la filosofía de la Ciencia y la Tecnología con sus conexos (La innovación y la propiedad intelectual en ambos niveles).

- c) La dimensión cultural de la Ciencia, sus aplicaciones y las relaciones con la tecnología.
- d) El estudio de la Ciencia en su contexto social, político y económico desde las demandas y necesidades de la sociedad.
- e) La dimensión de las relaciones entre la educación científica, tecnológica y la sociedad.
- f) Estimular el pensamiento crítico, la creatividad y la comunicación entre estudiantes y de éstos con los profesores.
- g) Aspectos axiológicos y actitudes en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología; otorgando especial cuidado en dos elementos curriculares: Conocimientos sobre ciencia, Tecnología y actitudes éticas.



## CONCLUSIONES

Esta arquitectura descansa y se apoya en la investigación, el desarrollo y la transferencia del conocimiento. Dichos elementos actúan sobre la cultura de innovación y de la propiedad intelectual. Indudablemente, el planteamiento está centrado en el trabajo de la relación de contingencia, en donde se administran los intangibles: Capital Intelectual, el Aprendizaje de nuevas capacidades el Conocimiento y su relación con el entorno.

Cualquier análisis y decisión que grave en el futuro de la universidad, debe someterse ineluctablemente al laboratorio crítico del pensamiento inteligente de todos los actores que componen la población universitaria y de sus aliados naturales y obligados (Sector: social, productivo y público).

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J.A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Revista, 13, 26-30. En línea en Sala de Lecturas CTS+1 de la OEI, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2html>, 2001
- Caamaño, A. y Vilches, A. (2001). La alfabetización Científica y la Educación CTS: Un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. Enseñanza de las Ciencias, No. Extra, tomo 2 (VI Congreso).
- Cortazar, J. (1988). Instrucciones para subir una escalera, en historias de cronopios y de famas, Madrid, Alfaguara.
- Martínez, B. Alberto.(2001). De la escuela expansiva a la escuela competitiva en América Latina. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Habermas, Jürgen. (1989). El discurso filosófico de la modernidad, Buenos Aires, Taurus.
- Universidad de Campinas. (2009). Gestión de Propiedad Intelectual en Instituciones de Educación Superior, Buenas Prácticas en Universidades de Latinoamérica y Europa. <http://www.unicamp.br/unicamp/>.
- Red de Propiedad Intelectual e Industrial en Latinoamérica, (PILA). (2009). Materiales de Formación. Fundamentos de la PI.

## La propiedad Intelectual y su importancia en la Universidad

### Rodulio Perdomo

**CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CT)** Entrevista al economista Rodulio Perdomo quien realizó estudios de Licenciatura en Economía y Maestría en Economía y Planificación del Desarrollo. Previo a la formación de la maestría desempeñó trabajos en la Secretaría de Finanzas como analista presupuestario y analista de ingresos fiscales.

En 1984 se trasladó a Francia, becado por el gobierno de ese país, y tras dos años de estudios obtiene el D.E.A. en Sistemas y Estructuras por la Universidad de París; correspondiente al primer nivel de estudios doctorales.

En Julio de 1986 se reincorporó a la Secretaría de Finanzas como Asesor de la Dirección General de Presupuestos. Actualmente labora en forma ininterrumpida como Docente Titular II. Realizó Talleres-Pasantías de dos meses en El Servicio de Impuestos Internos de la República de Chile, Pasantía (15 días) en la Secretaría de Hacienda Costa Rica, Curso de 1 mes: Economía Internacional de la Salud en la Universidad Central de Ecuador, Curso de Economía y Desarrollo de Sistemas Sanitarios (15 días) en la Universidad Estatal de Bahía, Brasil.

Como docente se ha desempeñado en el ámbito local e internacional. Actualmente se desempeña como docente de Economía Internacional, Estructuras de la Economía Internacional y de Honduras, coordinador del Proceso de Autoevaluación de la Carrera de Comercio Internacional de la Facultad de Economía UNAH.

**CT/ ¿Qué importancia tiene la Propiedad Intelectual en un país como Honduras?**

**RP/** La Propiedad Intelectual es fundamental para generar y orientar el desarrollo de los países. Representa una porción de riqueza que puede o no develarse para sumarla al stock de riqueza producida por los países.

**CT/ ¿Es la Propiedad Intelectual un factor de desarrollo?**

**RP/** Todos los países que han alcanzado altos niveles de desarrollo tecnológico hacen de la PI un factor estratégico de desarrollo. Edison, a finales del siglo XIX, es un buen ejemplo de cómo hacer de la PI el núcleo de una riqueza que se sustenta en la creatividad humana para resolver problemas de la humanidad.

**CT/ ¿La Propiedad Intelectual es simplemente la protección de intereses patrimoniales de los países desarrollados?**

**RP/** La Propiedad Intelectual es, sobre todo, asegurar bases firmes de crecimiento y desarrollo. No tiene solamente una finalidad protectora o de garantizar la exclusividad en el uso de una invención y la renta monetaria por dejar que otros usen esta invención pues aspira, sobre todo, a ampliar de manera exponencial la base de oportunidades para el desarrollo económico, social y tecnológico de los pueblos.

**CT/ ¿Tiene Honduras oportunidades reales de beneficiarse de la Propiedad Intelectual?**

**RP/** Sí tiene, partiendo primero de la organización de una plataforma de aprovechamiento integral de la Propiedad Intelectual. Esta plataforma representa la gestión ordenada del conocimiento tecnológico de un país para que, en adelante, los avances científicos tecnológicos del país se conviertan en una base mayor para los fines de agregación de valor a los bienes y servicios producidos o por producir.

**CT/ ¿Cómo puede Honduras crear condiciones que favorezcan la generación de activos intangibles, susceptibles de protección y transferencia?**

**RP/** El desarrollo de activos intangibles; pensando en inventos e innovaciones tecnológicas, parte primero de identificar aquello susceptible de incorporar en procesos de Propiedad Intelectual. Desarrollar un catálogo inicial de oportunidades por país, regiones, localidades y sitios específicos naturalmente tienen lugar estos procesos. (Institutos técnicos, laboratorios, fábricas, Cátedras universitarias, etc.).

**CT/ ¿Qué papel juega la Universidad en el desarrollo de activos intangibles?**

**RP/** La UNAH puede establecer una Estrategia de Largo Plazo para: identificar, desarrollar, promover y facilitar procesos de Propiedad Intelectual. Ello implica una unidad de técnicos bien capacitados para abrirse a las demandas de la población en general y en particular de los que ya producen y usan innovaciones científico-tecnológicas. (Un profesor universitario genera vacunas a partir de procesos innovadores, otro ha encontrado materiales muy baratos para construir viviendas para los pobres, etc.).

**CT/ ¿Cómo podría la Universidad crear liderazgo en la generación, protección, aprovechamiento y transferencia de conocimiento y tecnología?**

**RP/** Para crear liderazgo, primero hay que aparecer y demostrar liderazgo mediante la



apropiación de todo el espectro de actividades y procesos que intervienen en Propiedad Intelectual (expertos en marco legal nacional e internacional de la Propiedad Intelectual, investigadores de Propiedad Intelectual, equipo y software con servidores para crear base local de consultas, expertos en marketing y transacciones de Propiedad Intelectual, etc.)

**CT/ ¿Existen condiciones tecno-científicas y legales para la creación y desarrollo de empresas de base tecnológica en la UNAH?**

**RP/** Existen parcialmente, aunque el resto puede crearse o suscitarse primero a partir de un marco legal que asegure a la UNAH disponer de una plataforma de operatividad que permita desplegar las potencialidades básicas necesarias.

**CT/ ¿Cuáles son los principales obstáculos que tiene la Universidad para el desarrollo tecnológico, la innovación y la Propiedad Intelectual?**

**RP/** No existen recursos presupuestarios en la UNAH para Propiedad Intelectual, tampoco personal que pueda dedicarse con exclusividad a estos menesteres porque el éxito radica en que exista una masa crítica dedicada por entero a tales actividades. Sin embargo, a partir de experiencias exitosas como el Consultorio Jurídico de la UNAH puede crearse un núcleo básico de personal especializado en dichas temáticas. Principal obstáculo: la concepción filosófica y política de la UNAH impide, para el caso, que se pueda establecer un convenio de mediano plazo con un grupo de empresas porque las empresas son capitalistas y el capitalismo es perverso o va enriquecer más a tal persona. El cambio de la concepción filosófica y política pasa por desterrar algunos fantasmas que animan las actitudes de muchos profesores universitarios (hay que darle vacaciones por un tiempo a: Bakunin, Lenin, Tchayanov, R. Luxemburgo, Trosky) y lograr que las nuevas actitudes propicien un desarrollo científico y tecnológico real y puesto al servicio de todos, aunque hayan opciones preferentes por los más pobres.

**CT/ ¿Qué recomendaría Usted, para que la Universidad tenga una Visión hacia la Sociedad del Conocimiento; comprometida con la generación, uso, aplicación y explotación del conocimiento?**

**RP/** Primero identificar unos 20 profesionales universitarios bien dispuestos, con nuevas actitudes y enfocados en avanzar cada vez más en la temática de la Propiedad Intelectual. Ya la Dirección de Investigación Científica arrancó con estos procesos, sólo les queda dar los pasos subsiguientes.

# **Anormalidades electroencefalográficas en pacientes pediátricos hondureños con desnutrición proteico-energética: un estudio de casos y controles**

Miguel Solano\*, Marco Tulio Medina\*\*, Rebeca Hernández\*\*, José Lara†

## **RESUMEN**

Se tienen como objetivos determinar y caracterizar los hallazgos electroencefalográficos en pacientes pediátricos con desnutrición proteico energética, utilizando un estudio de casos y controles.

Se diseñó un estudio analítico-descriptivo con un grupo de pacientes y un grupo de controles sanos. Se realizó en el período comprendido de Febrero 2007 hasta Junio 2008. Se recolectaron los pacientes en una escuela localizada en una población marginal de Comayagüela. Se captaron 40 pacientes con desnutrición e igual número de controles sanos. Se realizó una evaluación antropométrica, neurológica y laboratorial. Se efectuaron registros de EEG digital en ambos grupos, siendo evaluados en forma ciega por dos médicos neurofisiólogos clínicos.

Un 42% de los pacientes con desnutrición proteico- energética mostraron actividades electroencefalográficas anormales ( $P=0.0000045$ ): a) Actividad epileptiforme focal en un 20%, b) Actividad lenta focal en un 15%, c) Actividad epileptiforme generalizada en un 12.5%, d) Actividad lenta generalizada en un 10%. Los grupos etarios más afectados fueron los que comprendían las edades entre 6-9 años.

Se encontraron frecuentes alteraciones en el trazado electroencefalográfico de los pacientes con desnutrición proteico-energética; alcanzando un 42% en comparación al grupo de controles sanos.

**Palabras clave:** *Electroencefalograma, desnutrición, electrofisiología, nutrición, trastornos neurológicos, enfermedades carenciales*

---

\* Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Postgrado de Neurología. Medico residente

\*\* Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Profesores de Postgrado de Neurología. Hospital Escuela

† Epidemiólogo, y estadístico

## **ABSTRACT**

To determine and characterize the electroencephalographic findings of pediatric patients with protein-energy malnutrition using a case-control study.

An analytic descriptive study was developed with a group of patients and a healthy control group during the period of February 2007, through June 2008. The forty patients were gathered from a low-class school located in Comayagüela, matching their number to the healthy control group. Each patient went through an anthropometric, neurological, and laboratorial evaluation. Digital electroencephalography (EEG) was performed to both groups, which was later blindly evaluated by two clinician neurophysiologists.

42% percent ( $P=0.0000045$ ) of the malnourished patients showed the following abnormal EEG tracks: a) focal discharge activity in 20%, b) slow discharge activity in 15%, c) global discharge activity in 12.5%, and d) slow global discharges in 10%. The most affected ages were between 6 and 9 years old.

A high frequency of alterations on EEG tracks was found on patients with protein-energy malnutrition, reaching a 42% compared to a healthy control group.

**Key words:** *Electroencephalography, protein-energy malnutrition, electrophysiology, nutrition, neurological disorders, deficiency disease.*



## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud reportó en el 2007 que 1000 millones de personas padecen de trastornos neurológicos, lo que causa una importante morbilidad y mortalidad a nivel mundial, con un 12% de las muertes anuales. Los trastornos asociados a la desnutrición con frecuencia producen morbilidad y discapacidad importante. La desnutrición puede producir varios tipos de alteraciones neurológicas, tanto a nivel periférico como a nivel del sistema nervioso central, o afectando ambos simultáneamente<sup>(1-3)</sup>.

La magnitud del problema es importante sobre todo en regiones como Latinoamérica, Asia y África en donde se estima que hay al menos 192 millones de niños con desnutrición. En donde el 31% de los niños tiene bajo peso y el 38% retardo del crecimiento relacionado hasta en un 53% con la muerte asociada a infecciones respiratorias, muerte perinatal, malaria, diarrea, etc. Por lo que se considera un problema de salud pública<sup>(1-3)</sup>.

En Honduras el 71% de la población se encuentra en la línea de pobreza y un 24% vive con menos de un dólar diario. En el año 2001 la desnutrición afectaba a más del 40% de los niños y más del 32% de las niñas<sup>(3)</sup>.

En nuestro medio, a pesar de su alta incidencia, existen escasos estudios sobre este problema. Debido a lo anterior sería importante determinar y caracterizar los hallazgos electroencefalográficos en pacientes con desnutrición, comparados con controles sanos.

## METODOLOGÍA

**Diseño metodológico y período de estudio.** Se diseñó un estudio analítico-descriptivo con un grupo de pacientes con desnutrición proteico-energética (DPE) y un grupo de controles sanos. Se realizó en el período comprendido de Febrero 2007 hasta Junio 2008 (18 meses). Los hallazgos electroencefalográficos encontrados se analizaron según su estado nutricional, edad y sexo. Previo a su inicio el proyecto se socializó en la escuela donde se desarrolló el trabajo.

Para la recolección de datos se utilizó una encuesta donde se valoraban las mediciones antropométricas, la historia clínica neurológica, antecedentes, exámenes laboratoriales: hemograma, glucosa, BUN, creatinina, sodio (Na), potasio (K), transaminasas (TGO, TGP), y la descripción de los hallazgos electroencefalográficos.

**Lugar de estudio.** Se escogió la escuela 15 de Septiembre del barrio Carrizal de Comayagüela, ubicada en un área urbano-marginal. El total de alumnos matriculados en el 2008 fue de 250. Los niños de la escuela estaban dentro de un programa de higiene dental, y eran evaluados periódicamente. El área de influencia es de aproximadamente 150 mil personas.

**Muestra poblacional.** El universo del estudio fueron todos los alumnos de la escuela, que comprendían edades entre 5-15 años. Los criterios de exclusión incluyeron los siguientes:

- Niños con antecedentes patológicos como epilepsia, traumatismo cráneo-encefálico, neuroinfección, antecedentes familiares de epilepsia, antecedentes patológicos en el nacimiento (asfixia neonatal, uso de fórceps, etc.).
- Niños con alteraciones en el hemograma como anemia severa (Hb menor de 8mg/dl), alteraciones en pruebas renales (BUN, creatinina), alteraciones hepáticas (transaminasas), alteraciones electrolíticas.

**Aspectos bioéticos.** Previa explicación, a cada padre/madre del paciente o responsable de él, se solicitó su consentimiento informado para participar voluntariamente en el estudio; siguiendo las normas internacionales establecidas.

Se les aclaró que al rechazar la participación en el estudio, en cualquier momento del desarrollo del mismo, quedarían excluidos inmediatamente sin comprometer la calidad de atención médica. El equipo investigador aseguró una estricta confidencialidad de la información de cada paciente hasta el final del estudio.

**Recolección de datos.** Bajo consentimiento informado de los padres, se realizó una primera fase en donde se caracterizó al paciente según su edad, sexo y posteriormente una evaluación antropométrica del peso, talla y perímetro cefálico, así mismo una historia con examen neurológico.

De acuerdo a las evaluaciones se determinó el tipo de desnutrición y el grado de severidad. Para ello se utilizó la escala de clasificación de Waterlow, la que divide a los pacientes en desnutrición DPE aguda (peso/talla) leve, moderada o severa; DPE crónica (talla/edad) leve, moderada o severa y DPE crónica agudizada.<sup>(4,5)</sup> ver cuadro 1.

**Cuadro 1:** Intensidad de la desnutrición e hipo crecimiento

Grado de Desnutrición	Talla para la edad	Peso para la talla
0, normal	Mayor 95	Mayor 90
1, leve	90-95	81-90
2, moderado	85-89	70-80
3, intenso	Menor 85	Menor 70

En una segunda fase se realizaron exámenes de hemograma, TGO y TGP, pruebas renales y electrolitos; con el objetivo de determinar si existe una condición que pueda producir alteraciones en el examen electroencefalográfico.

En la tercera fase se hizo, en aquellos pacientes que tenían sus evaluaciones normales, un estudio de electroencefalograma digital.

### Evaluación electroencefalográfica

#### **DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Se practicó a los controles y casos un estudio electroencefalográfico digital de 30 minutos de duración, utilizando un equipo Cadwell computarizado de 32 canales. Se colocaron 19 electrodos en el cuero cabelludo según el Sistema Internacional Jasper de colocación de electrodos 10/20 y electrodos en el tórax para monitoreo electrocardiográfico. Se realizó la apertura y cierre de párpados durante un minuto, así como las maniobras de hiperventilación durante 3 minutos y fotoestimulación con estímulos luminosos intermitentes de frecuencia creciente entre 1 y 20 Hz.

**Operacionalización de variables.** Se emplearon las definiciones de desnutrición de la OMS y de textos de pediatría, así mismo la clasificación de desnutrición de Waterlow.<sup>(4)</sup> La definición de hallazgos electroencefalográficos fue dada por los textos de electroencefalografía y neurofisiología e interpretados por médicos especialistas en neurofisiología clínica.

**Análisis estadísticos.** Inicialmente se efectuó un análisis de las variables cuantitativas y cualitativas; comparando los resultados del grupo de trabajo con el grupo de comparación. Se calcularon las medias, frecuencias y valores P en función de determinar los resultados normales y tendencias de las variables, basadas en la edad, sexo, hallazgos en el EEG.

La matriz de datos fue construida en el paquete de Microsoft Office Excel 2003 y el análisis estadístico se realizó con el paquete Epi-Info versión 3.5.1. A la vez se estableció una significancia estadística para valores de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

Descripción de la población. Durante el período de estudio se investigó un total de 80 niños y niñas, divididos en 2 grupos, uno con desnutrición proteico-energética (DPE),  $n=40$  y otro de controles sanos,  $n=40$ . En ambos grupos había igual cantidad de niños ( $n=22$ ) y niñas ( $n=18$ ). No se encontró diferencia significativa en cuanto al sexo ( $P=0.588$ ) ni tampoco en cuanto a las medias de edades entre ambos grupos ( $P=0.80$ ). Así mismo, se encontró que el único parámetro laboratorial con diferencia significativa fue la concentración de hemoglobina ( $P=0.00002$ ), siendo el promedio de 12,12 gr/dl para los controles sanos vs 11.0 gr/dl para el grupo de pacientes con desnutrición.

En el grupo con DPE 18 eran de sexo femenino y 22 masculinos al igual que en el grupo de pacientes sin DPE. Las edades estuvieron comprendidas entre los 6-12 años, concentrándose más en los grupos de 6 y 7 años  $n=41$  (50%), seguido por el grupo de 8-9 años con un  $n=20$ , (25%).

**Estado nutricional y tipo de DPE.** La evaluación del estado nutricional se estableció con medidas antropométricas y se clasificó según la escala de Waterlow Para el grupo de casos encontramos que la DPE más frecuente fue la aguda leve,  $n= 18$  (45%); seguida de las formas moderadas tanto en su forma aguda como crónica ( $n=6$ ), (15%) y  $n=8$ , (20%). Respectivamente, el grupo de pacientes con desnutrición crónico agudizada fue de  $n=7$  (17.5%) y uno para la desnutrición aguda grave (2.5%).

La distribución del tipo DPE en cuanto al sexo, no demostró mayor diferencia. DPE aguda leve hubo mayor porcentaje en el sexo femenino  $n=11$  (61%) contra el masculino  $n=7$  (39%). En la DPE aguda moderada los varones mostraron mayor frecuencia  $n=5$  (100%) contra ningún caso en el sexo femenino.

**EEG.** Se realizaron 80 registros electroencefalográficos. En donde se estudiaron las siguientes características: frecuencia, amplitud, reactividad, cambios con las maniobras de activación y descripción de las anomalías.

**Frecuencias de EEG y DPE.** Al determinar las medias de las frecuencias que obtuvimos en los trazados electroencefalográficos, encontramos diferencias entre

los dos grupos. Se observa que los controles sanos tienen actividad de fondo con frecuencias medias superiores a los del grupo de pacientes con DPE. Así mismo, si dividimos el grupo de pacientes con DPE en: DPE con EEG normales y DPE con EEG anormales, el primer grupo tiene medias mayores que el segundo. Los controles sanos mostraron un patrón lineal con frecuencias superiores a los 8 ciclos por segundo, en cambio, los pacientes con DPE y EEG anormal tenían medias de frecuencias por debajo de 7.5.

**Amplitudes EEG y DPE.** Se encontraron diferencias entre las amplitudes de los grupos ya mencionados; siendo los controles sanos los que tienen amplitudes mayores, y el grupo de pacientes con DPE amplitudes menores. Se debe destacar que ambos grupos tenían amplitudes de rangos normales. Los valores medios de amplitudes para el grupo de controles sanos fueron por arriba de los 70 microvoltios, en cambio los pacientes con DPE y EEG anormales mostraron valores menores a los 60 microvoltios.

**Gradiente antero posterior y DPE.** El gradiente antero-posterior se caracteriza por presentar una mayor amplitud en regiones posteriores con una actividad de fondo normal para la edad y menores amplitudes en regiones anteriores con actividades más rápidas. Al evaluar dicho gradiente en el grupo de pacientes con DPE encontramos que en 4 de 40 no estaba adecuado, siendo 3 de los casos del grupo perteneciente a pacientes con DPE aguda. En cambio, en el grupo de controles sanos no se encontraron alteraciones en el gradiente.

**Hallazgo EEG en DPE.** Dividimos los hallazgos en normales y anormales. En el primer grupo se enumeran variantes fisiológicas en ambas poblaciones de pacientes, encontrando EEG normales o dentro de límites normales en un 100% de los controles sanos y un 57.5% (n=23) en el grupo de pacientes con DPE, con  $P=0.000045$ . Ver tabla 1.

Se encontró que las anomalías en el electroencefalograma para la DPE aguda leve mostró mayor frecuencia de hallazgos anormales en ocho pacientes; siendo estas de tipo epileptiforme focal en un paciente, epileptiforme generalizado en dos, actividad lenta focal en dos y lenta generalizada en tres pacientes. DPE aguda moderada registró anomalías en un 66% de tipo epileptiforme focal en tres pacientes y uno en actividad epileptiforme generalizada. La DPE crónica moderada presentó anomalías en tres pacientes; siendo un paciente en cada tipo: actividad epileptiforme focal, lenta focal y lenta generalizada. Ver tabla 2.

**Tabla 1.** Porcentaje y frecuencia de EEG normal o anormal, en pacientes con desnutrición y controles sanos

DPE	EEG anormal (N)	EEG normal (N)	Total (N/%)
Si	17/42.5%	23/57.5%	40/100%
No	0	40/100%	40/100%

DPE= desnutrición proteico energética, EEG= electroencefalograma

Se observa que 17/40 es decir un 42% de los pacientes con DPE presentaban EEG anormal. P=0.0000045

**Tabla 2.** Distribución de frecuencias de los EEG normales o anormales en el grupo de pacientes con desnutrición según su tipo

EEG	DPEA grave (N)	DPEA Moderada (N)	DPEA Leve (N)	DPEA Moderada (N)	DPECA (N)	Total (N/%)
Anormal	1	4	8	3	1	17/42.5%
Normal	0	2	10	5	6	23/57.5%
Total (N)	1	6	18	8	7	40/100%

DPE= desnutrición proteico energética, EEG= electroencefalograma, DPECA= desnutrición proteico-energética crónica agudizada DPEA = desnutrición proteico-energética aguda y DPEC = desnutrición proteico-energética crónica

Muestra la distribución de frecuencias según estado nutricional y si el EEG es normal o no, encontrando que en la DPE aguda leve la relación de EEG anormal es de 8/18, DPEA moderada es de 4/6, la DPEC Moderada es de 3/8 y en la DPE crónica agudizada apenas es de 1/7. Con una P= 0.0000045.

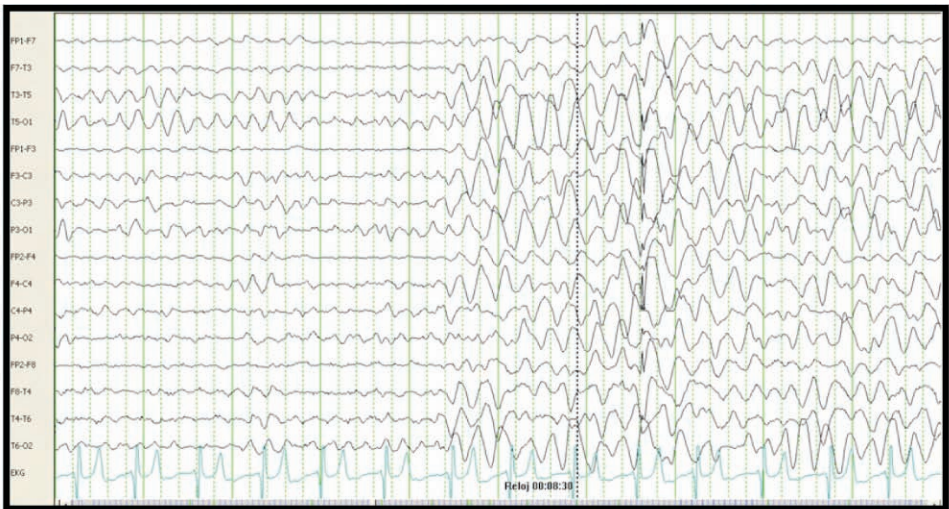
Las actividades que se encontraron fueron de diferentes tipos: actividad epileptiforme focal y/o generalizada, actividad lenta focal y/o generalizada. En nuestra serie de casos, los pacientes con actividad epileptiforme focal fueron 8; distribuyéndose a nivel frontal en 3 casos, occipital en 2 y el restante en diversas áreas.

La actividad lenta focal se observó en 6 casos, a nivel frontal en 3 ocasiones y los restantes en otras áreas. Se observó que en su mayoría las anomalías encontradas se deben a enlentecimiento de forma generalizada, actividad epileptiforme generalizada y actividad epileptiforme focal. No hay predisposición por el sexo.

También se cruzó por grupos de edad, si el EEG era normal o anormal, encontrándose que la mayoría de los pacientes con EEG anormales se establecían en los grupos de menor edad; con un 29.3 % en el grupo de 6-7 años y un 21.1% en el de 8-9 años, con una  $P=0.143$ .

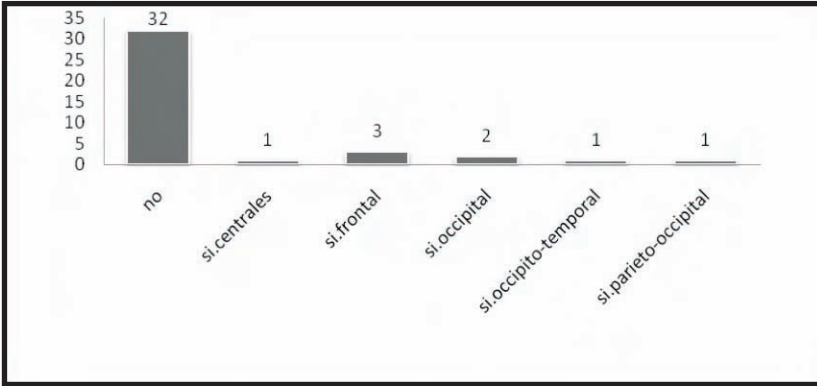
Otro de los hallazgos en el EEG fue la actividad epileptiforme focal, la misma se presentó en cuatro pacientes con DPE aguda leve, tres en DPE aguda moderada y uno en DPE crónica moderada, con una  $P=0.0026$ . Ver figura 1 de ejemplo y gráfico 1 para distribución de frecuencia.

**Figura 1.** Actividad epileptiforme focal



El EEG es un ejemplo de actividad epileptiforme focal de tipo punta onda en los electrodos FP1, F7, F3, C3, FP2, F8, F4, C4.

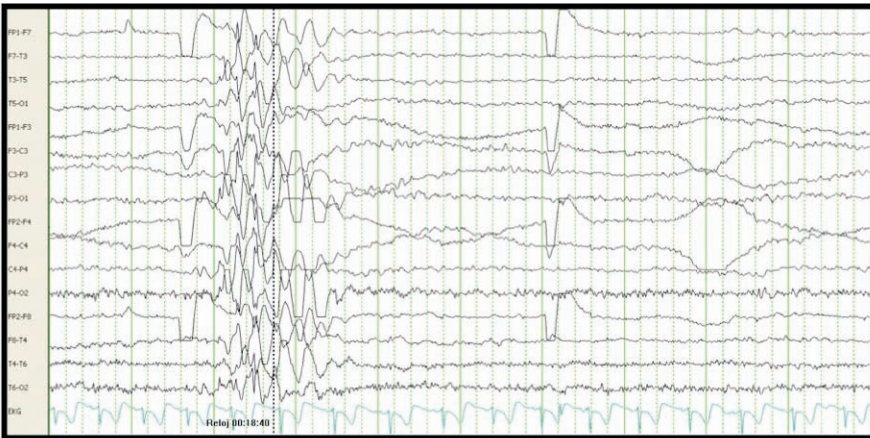
**Gráfico 1.** Frecuencias de pacientes con DPE y actividad epileptiforme focal



En este gráfico observamos los diferentes tipos de actividad epileptiforme focal. En el eje de las X se describe el tipo de actividad. En el eje de las Y se enumera la frecuencia. El porcentaje de anomalías representa un 20%(n=8) con una P=0.1136

La actividad epileptiforme generalizada se reportó en cinco pacientes con DPE. Con una P= 0.0273. Así mismo, al evaluar las frecuencias de APG, en cuanto al sexo, encontramos que dos de los casos se dieron en el sexo femenino y tres en el sexo masculino. También se observó que dicho tipo de hallazgo se presenta más en los grupos de edades inferiores; siendo el grupo de 8-9 años el más afectado con tres pacientes del total, seguido por el grupo de 6-7 años con 2 pacientes. Los grupos de mayor edad no presentaron este tipo de hallazgo. El siguiente es ejemplo (figura 2) de actividad epileptiforme generalizada de tipo punta onda.

**Figura 2.** Actividad epileptiforme generalizada





La flecha negra señala el grafo elemento de tipo punta onda generalizada de 2-3 ciclos por segundo. Otro hallazgo frecuente fue la actividad lenta focal, encontrándose en un 15% del total de pacientes con DPE. Ésta fue variada en cuanto al foco, encontrándose a nivel frontal en un 7.5%, otras regiones como la parieto-occipital, centro-parietal y occipital con un 2.5%,  $P=0.0127$ . La distribución por sexo de dicho hallazgo es superior en el sexo femenino con un 11.1% vs un 4.5% del sexo masculino. La distribución por grupos de edades es variada; un 19% en el grupo de 6-7 años, 12.5% en el grupo de 8-9 años y 25% en el grupo de 12-13 años. El grupo de 10-11 años no mostró casos con este tipo de hallazgos. Ver figura 3 como ejemplo de actividad lenta focal.

**La actividad lenta generalizada.** Como hallazgo se encontró en un 10%(n=4) con  $P=0.0501$  en el grupo de pacientes con DPE. Su distribución por grupos de edades se demostró en dos pacientes; en el grupo de 12-13 años, uno en el de 8-9 años y uno en el de 6-7 años. El grupo de 10-11 años no reportó hallazgos. Por sexo, la actividad lenta generalizada se mostró, similar con un 11% en mujeres vs un 9% en los hombres.

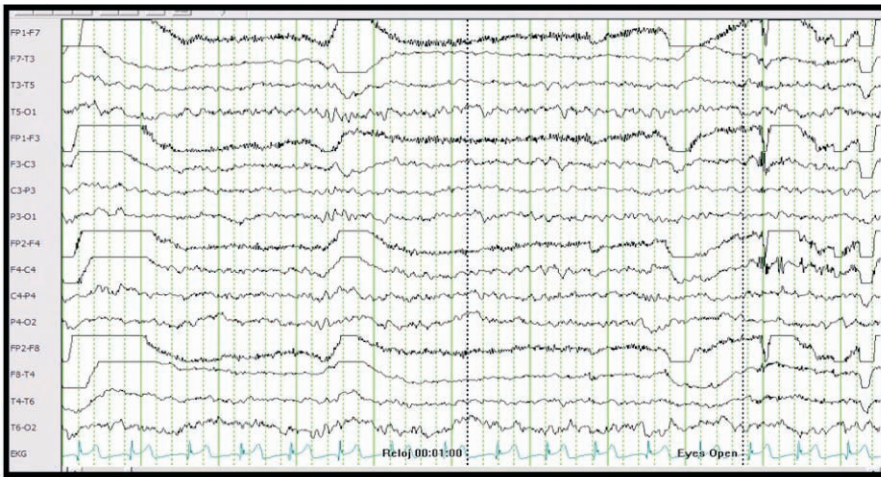
La actividad lenta generalizada fue el hallazgo menos frecuente en esta serie. Ver figura 4 como ejemplo. Todos los datos se sometieron a prueba de Fisher para obtener la probabilidad. Ver tabla 4.

**Figura 3.** Actividad lenta focal



Se observan ondas lentas en electrodos C4-P4 acompañados de actividad irritativa de tipo punta en oposición de fase.

**Figura 4.** Actividad lenta generalizada



Las flechas muestran la actividad con ondas lentas (Theta) que están de forma generalizada.

**Tabla 4.** Comparación de los principales hallazgos y características entre los pacientes y grupo control que fueron evaluados

Aspecto y Hallazgo	Normal	DPE	Desv. estandar	Probabilidad
Actividad fondo: frecuencia	9.125	8.675	0.7986	0.0921
Actividad de fondo: amplitud	68.37	59.3	1.4626	0.0123 *
Reactividad EEG anormal (N)	Ninguno	4/40	-	0.0501
Gradiente antero-posterior anormal (N)	Ninguno	4/40	-	0.0501
Actividad lenta generalizada (N)	Ninguno	4/40	-	0.0501
Actividad lenta focal (N)	Ninguno	6/40	-	0.0127 *
Actividad epileptiforme generalizada (N)	Ninguno	5/40	-	0.0273 *
Actividad epileptiforme focal (N)	Ninguno	8/40	-	0.0026
EEG normal (N)	40	63	-	0.000045 *

La probabilidad es estadísticamente significativa (\*) cuando P es menor o igual a 0.05, según prueba de Fisher.

## DISCUSIÓN

Este es el primer estudio hondureño en el cual se comparan los hallazgos de electroencefalografía en pacientes con desnutrición y controles sanos.

De acuerdo a lo encontrado, podemos decir que hemos establecido una relación entre los hallazgos anormales y la desnutrición proteico-energética. Dicho hallazgo ya se había reportado anteriormente en la literatura mundial. Es conocido que la desnutrición en etapas tempranas produce retardo en la maduración cerebral; manifestando cambios en el ritmo del electroencefalograma<sup>(1)</sup>. Los parámetros como: las frecuencias, amplitudes, reactividad, adecuado gradiente u organización antero-posterior fueron claramente menores o anormales en el grupo de pacientes con desnutrición. Así mismo, las alteraciones patológicas también se mostraron en el grupo con desnutrición.

Diferentes autores ya habían reportado anomalías electroencefalográficas; evidenciando las actividades lentas focales o generalizadas como más frecuentes y en menor cuantía las paroxísticas<sup>(1-7)</sup>. En la desnutrición aguda proteica o Kwashiorkor, se ha encontrado actividad de fondo lenta con grados de apatía mental; así mismo, actividades lentas temporales<sup>(8)</sup>.

Nosotros encontramos mayor número de alteraciones de tipo epileptiformes; llegando a ser un 20% del tipo focal y 12.5% generalizada. Ésto podría explicarse debido a que la mayoría de los pacientes que manifestaron desnutrición estaban dentro de las edades escolares 6-7 años, edades en las que todavía se producen cambios en la maduración cerebral. Al haber carencia de micronutrientes se produce mayor susceptibilidad a dichas alteraciones. Sin embargo, debe mencionarse que dichas alteraciones son asintomáticas, dado que la actividad paroxística se traduce clínicamente como actividad irritativa. La misma no se manifestó por historia en ninguno de nuestros casos.

La actividad epileptiforme encontrada, podría estar en relación al déficit de micronutrientes como la piridoxina o tiamina. El déficit de piridoxina es una importante causa de crisis epilépticas en niños, principalmente en recién nacidos y lactantes menores<sup>(9-13)</sup>. También se puede encontrar déficit de piridoxina en los infantes o escolares<sup>(11-13)</sup>. Dicha carencia produce defecto en la adecuada síntesis de GABA<sup>(11-13)</sup>. Otros mecanismos han sido postulados como los déficits enzimáticos a los cuales se pueden predisponer<sup>(13)</sup>. Ésto manifiesta crisis epilépticas que pueden ser focales, multifocales, al igual que la actividad electroencefalográfica en donde

se pueden observar puntas y complejos de punta-onda con, incluso, hipsarritmia. Estos hallazgos se omiten al administrar piridoxina intravenosa<sup>(14-18)</sup>.

El déficit de tiamina puede producir cambios electroencefalográficos, sobre todo cuando se acompaña de encefalopatía de Wernicke, se ha descrito presencia de complejos de punta onda<sup>(14,15)</sup>. La pelagra también puede producir alteraciones como: actividades lentas de forma generalizada o focal<sup>(17)</sup>.

No hubo mayor diferencia entre los sexos, sin embargo encontramos que algunos tipos de anormalidades electroencefalográficas fueron más frecuentes en sexo femenino (la actividad lenta focal) y otras en el masculino (actividad paroxística focal y generalizada). Los estudios no describen si un sexo es más propenso a padecer diferentes tipos de alteraciones.

En cuanto a los grupos de edad, parece ser que los más afectados son los menores, encontrándose la mayor frecuencia de hallazgos anormales dentro de los grupos de 6-7 años y 8-9 años, muy probablemente por susceptibilidad a desarrollar desnutrición. Así mismo, hay aumento de las demandas por el crecimiento y desarrollo. Al establecer una comparación con diferentes autores, nosotros encontramos similitudes, dado que la desnutrición es más frecuente en estas edades; siendo más susceptibles a los cambios y alteraciones en el EEG. También es importante mencionar que dichas edades se encuentran todavía madurando su actividad cerebral.

Por último, nuestros resultados presentan diferencias significativas en cuanto a los diferentes tipos de hallazgos, no así en la frecuencia de la actividad de fondo. Sin embargo, nosotros observamos que la tendencia de las frecuencias de actividad de fondo es mayor en los controles sanos, pues es mayor la diferencia cuando los pacientes presentan DPE moderada. Dicha característica está condicionada según la edad del paciente. Como se describe en la literatura, el ritmo alfa se adquiere en las edades preescolares y se establece o consolida alrededor de los 7 años.

La media de frecuencias esperada en las edades de 6-12 años es de 10cc/por segundo; otras series reportan 9cc/seg. La media de amplitudes en las regiones posteriores fue de 56 microvoltios<sup>(18,21)</sup>. En comparación a nuestra serie, no se encontraron diferencias con el grupo control en cuanto a frecuencias de la actividad de fondo, pero sí en las diferencias de amplitudes. No podemos relacionar las diferencias de hemoglobina de los grupos con las anormalidades en el EEG, pero sí con la desnutrición. No se han reportado cambios electroencefalográficos en

relación con anemia. Los reportes publicados son cuando hay deficiencia de vitamina B12<sup>(14,16,21)</sup>.

## CONCLUSIONES

Un 42% de los pacientes con desnutrición proteico-energética mostraron trazados electroencefalográficos anormales ( $P=0.000045$ ): **a)** Actividad epileptiforme focal en un 20%, **b)** Actividad lenta focal en un 15%, **c)** Actividad epileptiforme generalizada, un 12.5%, **d)** Actividad lenta generalizada en 10%.

Las alteraciones electroencefalográficas que se encontraron se distribuyeron en mayor cantidad dentro de los grupos de menor edad: 6-7 años y 8-9 años. Los tipos de desnutrición asociados a las alteraciones electroencefalográficas fueron por su mayor frecuencia: la desnutrición proteico-energética aguda leve, desnutrición proteico-energética aguda moderada, desnutrición proteico-energética crónica moderada.

En este estudio el sexo no influyó en el tipo de alteraciones electroencefalográficas. Este es uno de los primeros estudios en Honduras donde se compara con electroencefalograma un grupo de pacientes con DPE y un grupo de control; encontrando alteraciones electroencefalográficas en el grupo de pacientes con desnutrición con significancia estadística.

## RECOMENDACIONES

1. Dado que la desnutrición produce alteraciones electroencefalográficas, se deben proponer nuevos protocolos de investigación con mayores poblaciones; aplicando estudios funcionales, neuropsicológicos y niveles de micronutrientes.
2. Así mismo deben fomentar otro tipo de estudios electrofisiológicos como los potenciales evocados somato sensoriales, velocidad de conducción nerviosa, EMG con el objetivo de evaluar otros niveles del sistema nervioso.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

### Dr. Miguel Alonso Solano Blanco

Autor Principal

Participación completa en todos los apartados del presente estudio y responsable por la integridad de los datos, objetividad y certeza de los resultados.

**Dr. Marco Tulio Medina Hernández**

Co-autor, asesor Principal

Participación en el diseño del estudio, evaluación clínica y electroencefalográfica de los participantes, análisis e interpretación de los datos, revisión de la redacción del manuscrito, supervisión durante todo el proceso de investigación.

**Dra. Rebeca Hernández Toránzo:**

Co-autor, asesora

Participación completa en la evaluación clínica y electroencefalográfica, diseño, análisis de datos e interpretación.

**Dr. José Ángel Lara Pinto:**

Co-autor, asesor en análisis estadístico

Participación en el análisis estadístico e interpretación de datos.

**AGRADECIMIENTOS**

**a) Por el desarrollo del estudio:**

A los pacientes y personas sanas que permitieron la realización del estudio electroencefalográfico como apoyo a la ciencia. Las autoridades de la Escuela 15 de Septiembre de Comayagüela, a la Dra María Rivera (médico epidemióloga), Dra. Claudia Amador (Neurología), Dra. Carmen Aguilar, Dra. Sofía Dubón, Dr. Arnold Thompson, Dr. José Medardo Lara, Dra. Vanessa Sirias (Médicos Residentes del Postgrado de Neurología 2007-2008), Bachiller Janio García y Carlos Velásquez, Walter Giron (IV año medicina) Dr Martín Medina (Pediatra Neumólogo), Dr Kento Holden (Neurología pediátrica), Dr Theodore Munsat (Neurología y WFN).

**b) Personales:** A Dios por permitirnos llegar hasta donde hemos llegado, a mi esposa e hijos, a mis padres y suegros quienes me apoyaron y confiaron en mí.

**BIBLIOGRAFÍA**

Fay S. Tyner, Knott, Mayer Bremm. Fundamentals of EEG Technology Vol 1, 1984, 1-9, 182-267.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Undernourishment around the world. In: *The State of Food Insecurity in the World 2004*. Rome: FAO, 2004: 10-25.

Frantzen E. Wernicke encephalopathy, Acta. Neurological Scandinava, 1966:42.426-441.

- Goutiere F, Aicardi J, Atypical presentation of pyridoxine dependent seizures; a tractable cause of intractable epilepsy in infants. *Annales of neurology*, 1985; 17: 117-12.
- Hernández R, Hesse H, Rodríguez LC, Medina MT, Neurophysiologic Findings in Malnutrition, In: *Medina MT. Seminars in Clinical Neurology: Neurologic Consequences of Malnutrition*. First ed. New York: Demos Medical Publishing. 2007:57-65.
- Hu WT, Murray JA, Greenaway MC, Parisi JE, Josephs KA Cognitive impairment and celiac disease. *Arch Neurol*. 2006;63(10):1440-6.
- Hunt A. D., Stokes J., McCrory W., et al Pyridoxine depending, Report of case of intractable convulsions in an infant controlled by pyridoxine. *Pediatrics*, 1954;13:140-145.
- Jeffery D. Nutrition and diseases of the nervous system. In: *Modern Nutrition in Health and Disease*. 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999: 80-115.
- Kitaoka K, Hattori A, Chikahisa S, Miyamoto K, Nakaya Y, Sei H. Vitamin A deficiency induces a decrease in EEG delta power during sleep in mice. *Brain Res*. 2007 30;1150:121-30.
- Leonberg, S.C., Magnament of infants and children for electroencephalography. *Clinical electroencephalography*, 1987, 15: 202-207.
- Needlman R, *crecimiento y desarrollo*, en: *Berhman R, Kliegman R, Jenson H, tratado de pediatría Nelson*, 16 ed. Mexico DF: McGraw-Hill, 2001: 62-6
- Nelson G. K., The electroencephalogram in Kwashiorkor. *Electroencephalogram clinical neurophysiology*. 1959: 11:73-84.
- Niedermeyer E, Maturation of the EEG, In: Niedermeyer E., Lopez Dasilva, F., *Electroencephalography*, 5ed, , Philadelphia, Lippincott Williams, 2005, 11:208-232.
- Petersen I. Eeg-Olofsson, O. the development of the electroencephalogram in normal children from the age 1-15 years, *Neuropediatric*, 1990 2:247-302.
- Rodríguez LC, Amador C, Medina MT, Malnutrition and Neurologic Disorders: A Global Overview, In: *Medina MT. Seminars in Clinical Neurology: Neurologic Consequences of Malnutrition*. First ed, New York, Demos Medical Publishing. 2007:1-19
- Ropper A, Brown R. Diseases of the nervous system due to nutritional deficiency. In: Brown R. *Adams and Victor's Principles of Neurology*. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2005:983-1003.
- Rudman D, Williams P. j, Megadoses of vitamins, use and misuse, *New England Journal of Medicine*, 1983: 309:488-490.
- Srikantia S, Veeraraghava Reddy, Krishnaswamy K. Electroencephalographic patterns in pellagra. *Electroencephalography clinical neurophysiology*. 1968:

25:386-388.

Vas G, Cracco J, diffuse encephalopathies, In: Daly D, Pedley T. Current practice of clinical electroencephalography. 2 ed. New York: Raven press 1990: 2: 385-386.

Waterlow JC, classification and definition of protein calorie malnutrition. malnutrition,1972; 5(66): 12-30.

Waterlow JC, Buzina R, Keller W, Lane JM, Nichaman MZ, Tanner JM. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. Bulletin of the World Health Organization 1977; 55: 489-498.



# Caracterización Molecular de Aislados Centroamericanos de *Beauveria bassiana* para el Control de la Broca del Café

Gustavo Fontecha \*, Rogelio Trabanino †, Beatriz Pérez-Borrero ‡,  
Pablo Catalán ‡, Estela Aguilar ‡, Francisco Javier Gallego ‡,  
Ana Margarita Figueiras ‡, Césa Benito ‡

## RESUMEN

La plaga más importante para los cultivos de café en Honduras es la “Broca” (*Hypothenemus hampei*). *Beauveria bassiana* es un hongo utilizado como controlador biológico de este insecto. Los aislamientos locales de este hongo han sido evaluados hasta ahora de manera tradicional, pero no han sido caracterizados genéticamente para establecer variabilidad y relaciones filogenéticas entre aislados y relacionar esto con su patogenicidad. Nuestro estudio explora la aplicación potencial de la diversidad genética de once aislados centroamericanos de *B. bassiana* mediante tres marcadores moleculares: Intermicrosatélites, secuencias de SSR e ITS. La infectividad de estos aislados fue evaluada en laboratorio y en el campo. Los aislados analizados revelaron baja diversidad genética con los marcadores usados. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la capacidad infectiva de la broca.

A pesar de ello, BB-XN demostró ser la más eficaz como patógeno tanto en el laboratorio como en las plantaciones de café. Aunque no fue posible distinguir los aislamientos mediante análisis ITS, encontramos que tres cebadores ISSR fueron capaces de distinguir individualmente el perfil genético de todos ellos. Mediante la secuenciación de SSR obtuvimos un dendrograma con una estructura idéntica a la obtenida mediante ISSR; por tanto ambos marcadores son igualmente capaces de establecer las relaciones filogenéticas entre los aislados del hongo. En conclusión, hemos optimizado un conjunto de marcadores capaces de determinar la variabilidad entre aislamientos regionales de *B. bassiana*. Lo anterior constituye el primer paso para su aplicación en la distinción de genotipos del hongo y su ulterior comercialización.

---

\* Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Escuela de Microbiología. Tegucigalpa, Honduras. Autor de referencia. [gustavofontechen@unah.edu.hn](mailto:gustavofontechen@unah.edu.hn).

† Escuela Agrícola Panamericana. Laboratorio de Control Biológico. Tegucigalpa, Honduras

‡ Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Genética. España.

**Palabras clave:** *Beauveria bassiana*, *Hypothenemus hampei*, Honduras, Centro América, ISSR, ITS.

## **ABSTRACT**

The most important pest for coffee crops in Honduras is the berry borer *Hypothenemus hampei*. *Beauveria bassiana* is a fungus used in biological control of this insect. Local fungi isolates have been evaluated in a traditional way, but they haven't been characterized genetically in order to establish the relationship between isolates and its pathogenicity. Our study explored the potential application of genetic diversity of Central American *B. bassiana* isolates using Inter-microsatellite markers, SSR sequences and ITS. These isolates were also analyzed by their infectivity under laboratory and field conditions. All the isolates obtained from the Central American region show low genetic diversity and there were not significant differences in their infective capabilities over the coffee berry borer.

Besides that, BB-XN had a better performance as a pathogen both in laboratory as in field conditions. Although it was not possible to distinguish the isolates by the ITS approach, we found three ISSR primers which alone could distinguish all the Central American isolates. Through these markers is possible to distinguish the identity of each isolate. The sequence analysis of SSR produced a dendrogram with exactly the same structure than the tree obtained from the amplifications with ISSR. Therefore SSR sequences are as reliable as the analysis of ISSR in order to establish phylogenetic relationships between isolates. In conclusion, we have optimized a set of markers in order to determine variability of regional *Beauveria*'s isolates and this is the first step to apply them for distinguishing between genotypes and its commercialization.

**Key words:** *Beauveria bassiana*, *Hypothenemus hampei*, Honduras, Central America, ISSR, ITS.

## INTRODUCCIÓN

El hongo *Beauveria bassiana* es una especie endofítica, ubicua y entomopatógena, con un amplio rango de hospederos. Se le define como un hongo benéfico por su capacidad de infectar especies de Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera, definidas como plagas agrícolas. Su potencial en el control biológico ha sido utilizado aplicando aislados locales del hongo; colectados del suelo o de insectos hospederos muertos a partir de diferentes áreas geográficas. Este hongo ha sido empleado en muchas plantaciones de café en Latinoamérica para controlar las poblaciones larvales de *Hypothenemus hampei* (Ferr.), conocido como "broca del café".

Actualmente se reconoce que *B. bassiana* es un complejo biológico compuesto por varias especies filogenéticamente asociadas a Ascomycotina. Tradicionalmente, la caracterización de *B. bassiana* está basada en la descripción y en la medida de estructuras de interés agronómico, en su fisiología, patogénicas, y en estudios isoenzimáticos. Más recientemente la caracterización de *B. bassiana* ha sido enriquecida mediante marcadores de ADN: RFLP, AFLP, RAPD, ITS, y Microsatélites (SSRs). La variación molecular encontrada entre aislados de *Beauveria* ha sido relacionada con el rango de insectos hospederos y se ha evaluado mediante varias técnicas moleculares. Los ISSR (*inter-simple sequence repeats*) son productos de PCR obtenidos usando cebadores basados en repeticiones de nucleótidos. Estos ISSR se basan en la amplificación de regiones entre microsatélites orientados en sentido inverso y aledaños entre sí. Los ISSR se han empleado con diferentes propósitos como la identificación de cultivares de plantas, y la detección de la variabilidad genética de gran variedad de organismos. Recientemente, los ISSR han sido usados para estudiar algunos aislados de *Beauveria bassiana*.

Dado que los aislados circulantes de *Beauveria*, tanto silvestres como comerciales, poseen distintas capacidades infectivas y son morfológicamente indistinguibles; se consideró conveniente caracterizarlos molecularmente utilizando tres tipos de marcadores genéticos: Intermicrosatélites (PCR-ISSR), secuencias de SSR e ITS. También se correlacionaron sus perfiles genéticos con su capacidad infectiva bajo condiciones de laboratorio y de campo. En este estudio hemos logrado distinguir entre genotipos de *Beauveria* de diferente origen geográfico, incluyendo once aislados centroamericanos. Al mismo tiempo hemos establecido las relaciones filogenéticas entre los aislados estudiados y la manera en la que estos datos se correlacionan con su efectividad como herramientas en el control biológico de la broca del café. La importancia última de este trabajo radica en que la selección de

cepas virulentas y genéticamente bien caracterizadas de *B. bassiana* es la piedra angular en las investigaciones para la producción comercial de este hongo entomopatígeno como controlador biológico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Aislados de *Beauveria bassiana*

Se seleccionaron once aislados de *Beauveria* del Banco-Cepario de la Escuela Agrícola Panamericana-Zamorano (EAP) en Honduras. Algunos de los aislamientos estudiados corresponden a aquellos que actualmente se están utilizando en las plantaciones de café cercanas a la Universidad o son aislamientos obtenidos en Bancos de países vecinos (Cuadro 1). Cinco de los aislados seleccionados se utilizan comercialmente en Guatemala, Honduras y Costa Rica; mientras que los seis restantes provienen de Bancos que aún no se explotan comercialmente.

Además se incluyeron en los análisis de ISSR once aislados externos procedentes de Cuba, Guadalupe, India, Bulgaria y Estados Unidos. Lo anterior con el fin de comparar su variabilidad genética respecto a los hongos centroamericanos. Estos últimos no se describen en detalle en este estudio ya que no se sometieron a estudios fenotípicos.

**Cuadro 1.** Aislamientos de *Beauveria bassiana* analizados

Nombre	País de Procedencia	Origen
BB-Nic	Nicaragua	Cepario
BB-084	Costa Rica. CATIE	Cepario
BB-089	Costa Rica. CATIE	Cepario
Disagro	Guatemala	Comercial
Teraboveria	Guatemala	Comercial
BB-0415	Costa Rica. CATIE	Cepario
BB-XN	Costa Rica. CATIE	Cepario
BB-Zam	honduras. EAP	Comercial
Cengicaña	Guatemala	Comercial
BB-Sal	El Salvador	Cepario
BB-CR1	Costa Rica	Comercial

## **Análisis fenotípico**

Los análisis de virulencia del hongo se realizaron de acuerdo con el método descrito por Gonzales et al 1993 en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Estos insectos adultos del coleóptero se obtuvieron de una colonia mantenida bajo condiciones de laboratorio . Los insectos fueron inoculados por inmersión con suspensiones de 10 ml ( $1 \times 10^6$  conidios  $\text{ml}^{-1}$ ) y transferidos a contenedores individuales bajo temperatura y condiciones de humedad constantes.

La mortalidad debida a los hongos fue registrada a intervalos de 24 horas durante 8 días. Los insectos afectados fueron cultivados en medio SDA y el crecimiento del micelio fue subcultivado en el mismo medio. Los conidios de *Beauveria* se almacenaron en glicerol a  $-80^{\circ}\text{C}$ .

La primera fase de la investigación se realizó en condiciones de laboratorio donde se evaluó la mortalidad de los adultos de *H. hampei* después de ser sumergidos en una solución de esporas de *B. bassiana*. La investigación se complementó con una segunda fase de campo en una plantación de café. Dicha plantación se ubica en la Hacienda Santa Elisa, a 5 km de la ciudad de Danlí, en el sureste de Honduras, a una altura de 800 msnm y una temperatura promedio anual de  $25^{\circ}\text{C}$ . La variedad del café sembrado fue Caturra a una distancia de 2m entre planta por 1.5m entre surco. La evaluación en campo consistió en aplicar directamente esporas de *B. bassiana* en la plantación de café para evaluar su control.

## **Muestreo de insectos de la broca y tratamientos**

En total se realizaron 12 tratamientos para once aislados de *B. bassiana* más un tratamiento testigo con agua. Cada tratamiento se efectuó 4 veces, para un total de 52 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en una placa Petri con 20 brocas de café adultos.

## **Prueba de concentración y viabilidad de los aislados**

Se contó la cantidad de unidades formadoras de colonia (UFC/g) y la viabilidad de cada aislado de acuerdo a la metodología descrita por Sandoval 1997 . La viabilidad de cada tratamiento se determinó con el conteo de un mínimo de 100 esporas, tomando como espora germinada aquella que presentó desarrollo del tubo germinativo.

## Aplicación de los tratamientos

Se utilizó el método de inmersión de la broca, en el cual se colocaron 20 brocas en una malla de tela y se sumergieron en una solución de 500 ml de cloro (0,05%) durante dos minutos. Seguidamente se sumergieron en una suspensión de conidios de *B. bassiana*, a razón de  $3.33 \times 10^5$  esporas  $\text{ml}^{-1}$ , durante un minuto. Ya inoculadas las 20 brocas con *B. bassiana* se colocaron en una placa Petri con papel filtro humedecido. Cada placa Petri se colocó en un cuarto a una temperatura promedio de 28°C.

El ensayo se evaluó a los 7 días de ser inoculados los insectos. Para determinar el porcentaje de mortalidad se contó el número de adultos muertos y vivos de broca de café. A los 15 días se repitió la evaluación, esta vez contando el número de brocas vivas, muertas y con micelio (esporuladas) del hongo entomopatógeno.

## Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados se usó el paquete estadístico MINTAB. Se realizó un Análisis de varianza (ANDEVA) usando un Modelo Lineal General (GLM) y una separación de medias Duncan con un nivel de significancia de 0,05.

## Muestreo de campo y tratamientos

Antes de las aplicaciones se realizó un muestreo para determinar el porcentaje de infestación en las plantaciones. Si la infestación era mayor o igual al 5% era necesario aplicar el tratamiento. Se evaluó el efecto de once aislados de *B. bassiana* en campo a una concentración de  $1.44 \times 10^{10}$  esporas por hectárea ( $4.8 \times 10^7$  esporas/planta). Se incluyeron dos testigos, uno con agua potable y otro con Thiodan® (Endosulfan) a una dosificación de 4 litros por hectárea. La solución de esporas para cada tratamiento se aplicó a los cafetos dirigidos a fruto, sobre una parcela de 10m<sup>2</sup>, con aproximadamente 30 cafetos (5 surcos x 6 plantas). La aplicación se realizó durante la hora más fresca de la tarde. Se estableció un tiempo de aplicación de 1 min y 43 seg por planta.

Quince días después de la aplicación se recolectaron los frutos brocados y se trasladaron al laboratorio para evaluar el número total de brocas muertas y parasitadas por el hongo. Las brocas extraídas de los granos se colocaron en placas Petri con papel humedecido en un cuarto de incubación a 28°C durante cinco días.

## Marcadores de ISSR – PCR

Se analizaron en total once aislados de *Beauveria bassiana* (cuadro 1) mediante ISSR-PCR. Los aislamientos del hongo fueron cultivados en placas de Petri a 27°C por varios días en medio PDA hasta la producción suficiente del micelio.

## Extracción del ADN

El micelio obtenido se utilizó para la extracción del ADN de acuerdo al método de aislamiento de ADN a pequeña escala, Wizard® Genomic ADN Purification Kit, Promega.

## Cebadores utilizados en las PCR

Se analizaron dieciséis cebadores ISSR en este trabajo. Estos oligonucleótidos se obtuvieron del ISSR Primer Set 100/9 (*University of British Columbia*) y fueron seleccionados de acuerdo al número y consistencia de los fragmentos amplificados en un trabajo previo (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** ISSR primer set #9 UBC y su respectiva secuencia de oligonucleótidos. Clave: **B**= C/G/T; **H**= A/C/T; **R**= A/G; **Y**= T/C; **D**= G/T/A

Cebador	Secuencia	Cebador	Secuencia
808	(AG) 8C	873	(GACA) 4
809	(AG) 8G	885	BHB(GA) 7
810	(GA) 8T	888	BDB(CA) 7
828	(TG) 8A	889	DBD(AC) 7
842	(GA) 8YG	GG 808	GC(AG) 8C
846	(CA) 8RT	GG 821	GG (GT) 8T
849	(GT) 8YA	GG 846	GG (CA) 8RT
850	(GT) 8YC	GG 873	GG(GACA) 4

## Amplificación de secuencias, poder de resolución y perfil de reproducibilidad de bandas

Para la reacción de amplificación adaptamos el protocolo de Estrada et al 2007 . Utilizamos el ADN extraído del micelio y cada reacción de amplificación (volumen final de 21 µl) contenía 2 µl del extracto del ADN genómico (10 ng/ìl), 1 µl del

cebador correspondiente (5 i M), 10 µl de PCR Master Mix 2X (Promega) y 8 µl de agua ultra pura, libre de nucleasas (Promega). El programa de amplificación consistió de un paso inicial de 5 min a 94°C, seguido por 45 ciclos de 30 s a 94°C, 45 s a 52°C, 2 min a 72°C, y por último una extensión de 6 min a 72°C. Las reacciones de amplificación fueron almacenadas a 4°C hasta su separación por electroforesis. Los productos de PCR fueron analizados en geles de agarosa- bromuro de etidio al 1.5% y corridos a 90V por 2 horas.

Las amplificaciones de ADN de todos los aislados de *Beauveria bassiana* fueron analizadas por triplicado con cada uno de los cebadores ISSR para determinar la reproducibilidad de las bandas. Además se amplificaron y secuenciaron las muestras con ocho cebadores específicos de genoma de *Beauveria* (Cuadro 3). Estos cebadores fueron diseñados en el Laboratorio de César Benito en la Universidad Complutense de Madrid, a partir de secuencias previamente amplificadas de ISSR. Las condiciones de amplificación son semejantes a las descritas para el análisis de microsatélites.

**Cuadro 3.** Secuencias de cebadores utilizados para amplificar regiones SSR de *Beauveria bassiana*.

Nombre	Secuencia Cebador 1	Secuencia Cebador 2
Beau-1	GCGCAGGGATGCCAAGGTCTC	GCCGGTAAAACGAGGGTAGA
Beau-2a	AGTTCGTGTCTCATCGGCTAC	AGCTTATCGCGTACCAGTT
Beau-2b	GAGAGGCAGGAAAAGGCGATG	GGCGAGCGAAACGTCTTTG
Beau-2c	GCGCAATGTTTCGTAGAAG	TACATACGCAAGTCCGATGAG
Beau-3	GGAGGATCTCAAATCCCTAAT	CGTCGTCGTCGTCAAATG
Beau-32	GGAGTTCGTACGCACC	AAGTCCACGTCCTTACTA
Beau-52	GCGGTGGAAAAGATATCAA	AGATGCCAGAGTGTTCGATCA
Beau-72	CGGCCGGACTGGTTACTAGAT	TTCCACCGCGCATCAAT

### Análisis de las amplificaciones

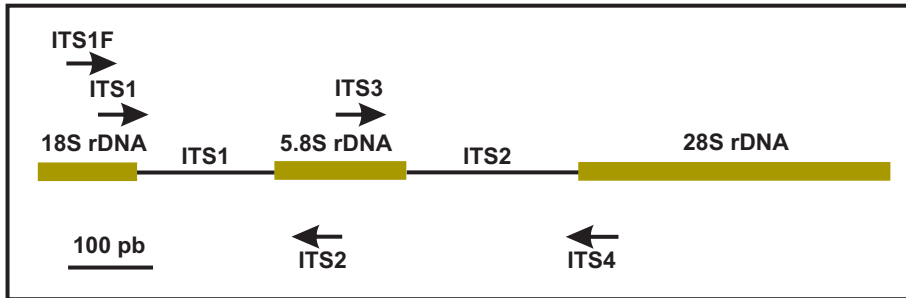
A las matrices binarias creadas para el análisis de los aislados de *Beauveria bassiana* se les proporcionó el valor de (1) para presencia de bandas y (0) para ausencia (bandas con el mismo tamaño). Las relaciones filogenéticas entre aislados fueron establecidas utilizando los programas NTSYSpc y WinBoot. Para ello se usaron distintos índices (SM, DICE y Jacard) y el método de agrupamiento UPGMA con un Bootstrap de 10,000.



## Amplificación de dos regiones ITS ribosomales

Se amplificaron dos regiones ITS del hongo utilizando dos juegos de cebadores: ITS1F-ITS2 e ITS3-ITS4 (Fig. 1).

**Figura 1.** Esquema parcial del gen ADN ribosomal y sus espaciadores internos ITS1 e ITS2. Las flechas indican la posición de hibridación de los cebadores.



Las amplificaciones se llevaron a cabo en un volumen final de 20  $\mu$ l en un Termociclador Veriti™ (Applied Biosystems). La mezcla de reacción contenía 10  $\mu$ l de PCR Master Mix 2X (Promega), 1  $\mu$ l de cada cebador 10  $\mu$ M, agua libre de nucleasas y 1  $\mu$ l de ADN molde 10ng/ $\mu$ l. El programa de la amplificación fue el siguiente: 94°C por 1 min, 35 ciclos a 94°C por 1 min, 55°C por 2 min, 72°C por 2 min, y una extensión final a 72°C por 10 min.

Los productos se visualizaron después de una electroforesis de agarosa 1% con bromuro de etidio. Los productos de amplificación se sometieron a PCR-RFLP usando *HaeIII*, *Hinfl*, *NdeI*, *HhaI* y *AluI*.

La mezcla de reacción de la digestión para un volumen de 20  $\mu$ l contenía: 15,3  $\mu$ l de agua libre de nucleasas, 2  $\mu$ l de *buffer* 10X, 0,2  $\mu$ l de BSA 10  $\mu$ g, 2,0  $\mu$ l del producto de PCR y después de mezclarlo se agregó 0,5  $\mu$ l de la enzima 10U/ $\mu$ l. Se incubó a 37°C durante 4 horas y se visualizó el resultado en un gel de agarosa al 2%.

## Secuenciación de amplicones

Los amplicones de las regiones ITS fueron enviados a Macrogen (EE.UU) para su secuenciación. Las secuencias de las regiones SSR fueron obtenidas en las Instalaciones de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados de mortalidad de broca de café y porcentaje de parasitismo

La mayor mortalidad en el laboratorio se observó en el tratamiento con BB-XN. El aislado que presentó el menor porcentaje de mortalidad fue Cengicaña. Después de incubar durante 8 días más, la evaluación de parasitismo indicó que las BB-XN y BB-Sal tuvieron el mayor porcentaje de brocas parasitadas pero fueron estadísticamente iguales al resto de aislados.

BB-Nic, BB-CR1 y Disagro tuvieron los porcentajes más bajos de parasitismo. Esto indica que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en el porcentaje de mortalidad a los 7 días ( $P=0.063$ ) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Evaluación del porcentaje de mortalidad y porcentaje de parasitismo de broca de café con *Beauveria bassiana*.

Tratamiento	Aislados de <i>B. bassiana</i>	Mortalidad a los 7 días (%)	Brocas esporuladas a los 15 días (%)
1	BB-089	59.078	64.8
2	BN-XN	98.438	93.9
3	BB-Nic	76.563	65.2
4	BB-Sal	81.250	94.6
5	BB-0415	75.219	83.3
6	Teraboveria	88.440	74.1
7	BB-Zam	82.353	63.6
8	BB-089	79.239	69.9
9	BB-CR1	57.750	75.4
10	Cengicaña	50.975	61.1
11	Disagro	52.675	57.9
12	agua	56.380	4.4 *
Probabilidad		<b>0.063</b>	<b>0.000</b>

\* Significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 5.** Porcentaje de brocas parasitadas con *B. bassiana* recolectadas en granos de café previamente tratados.

Aislado de <i>Beauveria bassiana</i>	Porcentaje brocas parasitarias
BB-Nic	18.40
BB-Sal	23.10
BB-0089	31.15
BB-XN	39.40
BB-084	21.65
Teraboveria	37.82
BB-Zam	20.05
BB-0415	30.27
Cengicaña	36.20
BB-CR1	34.70
Disagro	20.05
Agua	0.00
Químico	0.00
Probabilidad	<b>P=0.144</b>

### Eficacia de *Beauveria* en los análisis de campo

Los resultados obtenidos en el laboratorio indican que los aislados de *B. bassiana* tienen una viabilidad y una patogenicidad semejantes a lo que refieren algunos artículos de la literatura internacional; sin embargo, esto no necesariamente asegura que en condiciones de campo estos aislados sean igualmente eficaces ya que los factores ambientales y factores mecánicos de la aplicación podrían afectar directamente el resultado final del desarrollo y permanencia del hongo. Esta idea es compatible con el número de brocas parasitadas a los 7 días después de aplicar el hongo en el campo a los granos semi-maduros.

Estos experimentos reflejan una reducción considerable en la eficacia de los resultados de laboratorio respecto a los del campo. En estos ensayos de campo se observó una mayor mortalidad en los tratamientos con el aislado de *B. bassiana* BB-XN, mientras que el aislamiento que produjo menor mortalidad fue el originario de Nicaragua. El análisis estadístico (con una probabilidad de  $P=0.144$ ) indica que tampoco existe diferencia entre los tratamientos, por tanto, no es posible seleccionar con certeza algún aislado de acuerdo solamente a su eficacia en el campo. El tratamiento con agua y el tratamiento con químico no presentaron esporulación de ningún tipo (Cuadro 5).

El aislado BB-XN de Costa Rica mostró el porcentaje más parecido al del estudio realizado por Bustillo en el año 1999, quien con una sola aplicación informó un control de broca en condiciones de campo de 36%. Sin embargo, el amplio rango de eficacia para parasitar brocas por los aislados analizados (18.4% - 39.4%) es un dato congruente con los hallazgos de otros investigadores, incluso utilizando otros insectos plaga como diana.

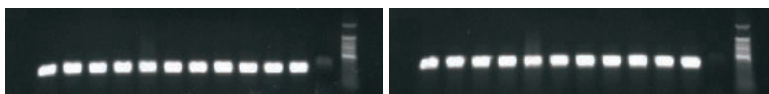
Estas variaciones en la capacidad infectiva bien pueden reflejar el efecto que el ambiente ejerce sobre el comportamiento de este hongo, sumado a los fenotipos individuales de cada aislado. En ese mismo estudio se demostró que los niveles de infección aumentaron hasta un 69% cuando se asperjó el hongo seis veces. Estudios similares de control de otras especies de insectos, usando *Beauveria*, revelan que la eficacia oscila grandemente desde 10% hasta 65%; dependiendo de los aislados del hongo empleados, de la técnica de aplicación de los conidios sobre las plagas o de la época del año en la que los artrópodos son más susceptibles.

Sería razonable pensar pues que asperjar repetidamente suspensiones mixtas del hongo pudiera compensar, de alguna manera, las variaciones en la eficacia de parasitismo que cada uno de los aislados manifiesta, ya que el control de las condiciones ambientales está fuera del alcance del usuario. A pesar de todas estas consideraciones, parece claro que BB-XN tuvo el mejor rendimiento en condiciones de laboratorio al igual que en condiciones de campo (aunque la significancia estadística no sea contundente), lo que sugiere que genéticamente podría ser la más virulenta contra la broca de café.

### **PCR-RFLP y secuencias de ITS en los aislados procedentes de Centroamérica**

Como primer marcador molecular, se amplificaron dos regiones espaciadoras internas (ITS) de genes ribosomales de los once aislados procedentes de América Central. Lo anterior con el objeto de detectar variabilidad mediante diferencias en los tamaños de los productos de amplificación. Sin embargo, al igual que en otras publicaciones los once aislados analizados presentaron tamaños idénticos (Figura 2).

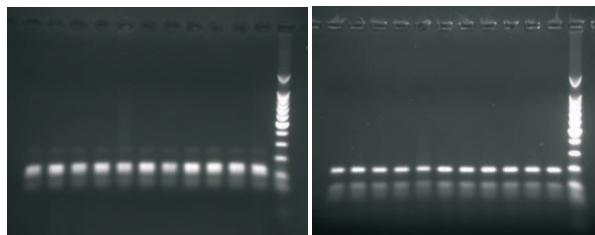
**Figura 2.** PCR ITS1F-ITS2 (A) e ITS3-ITS4 (B).



El segundo enfoque utilizado para poner de manifiesto la variabilidad en estas secuencias fue la digestión de los amplicones con cinco enzimas de restricción (PCR-RFLP) de ambas regiones ITS. El nivel de variación detectado fue nulo (Figura 3). Ninguna de las cinco enzimas de restricción fue capaz de detectar diferencias entre los amplicones, y en consecuencia, no fue posible distinguir entre los aislados analizados con esta técnica. En el estudio de Gaitán y colaboradores se analizaron, mediante ITS, más de 90 aislados procedentes de diferentes regiones del mundo y sólo fueron capaces de evidenciar polimorfismos al aplicar dos enzimas (*AluI* y *MspI*). Otras seis enzimas produjeron patrones idénticos de corte o no encontraron diana en los amplicones. Trabajos recientes demuestran que las secuencias de ITS no parecen ser buenas opciones para evidenciar diferencias filogeográficas en este hongo. Ghikas y colaboradores opinan que es más conveniente utilizar regiones espaciadoras mitocondriales (*nad3-atp9* y *atp6-rns*) para este efecto. Becerra y colaboradores realizaron un estudio con cepas chilenas del hongo y añaden que aunque el PCR-RFLP de las regiones ITS 1 y 2 detectó diversidad genética en esta especie, los aislamientos no fueron completamente discriminados entre ellos, al comparar esa técnica con análisis que implican todo el genoma, como los RAPD. Tampoco para estos autores los ITS establecieron la relación entre los aislamientos y su origen geográfico, así como tampoco pudieron discriminar entre aislamientos.

Al no poder establecer diversidad entre los aislados centroamericanos de *Beauveria* decidimos secuenciar estos amplicones. En el ITS1 se encontraron solamente dos SNP en un total de 281 pb. En el ITS2 se detectaron cuatro SNP y un INDEL de un solo nucleótido en una secuencia total de 381pb. El dendrograma obtenido con estas dos secuencias de ITS (Figura 4) demuestra que tampoco la secuenciación de las regiones espaciadoras ribosomales permitió diferenciar los once aislados estudiados.

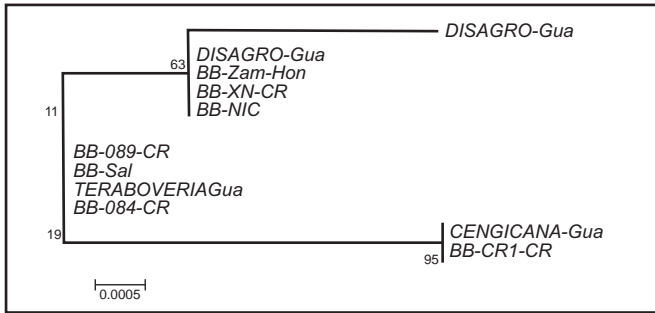
**Figura 3.** Dos ensayos de restricción de las regiones ITS evidenciando la falta de variabilidad entre los once aislados.



Sin embargo, dado que la identidad con las secuencias previamente publicadas para *Beauveria bassiana* en las bases de datos (NCBI) fue del 100%, se puede

concluir que al menos estos dos ITS corroboran que todas los aislados estudiados pertenecen a la especie *Beauveria bassiana*.

**Figura 4.** Dendrograma obtenido a partir de las dos secuencias de las regiones ITS ribosomales

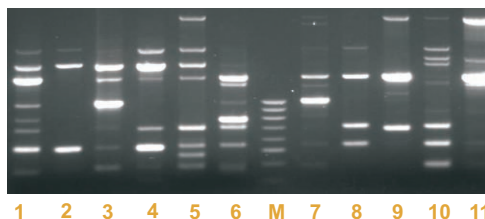


### Intermicrosatélites (ISSR)

Se analizaron 22 aislados de *Beauveria bassiana* de distinta procedencia, once de Centro América y once procedentes de Cuba, Guadalupe, India, Bulgaria y USA. Para ello se amplificaron diferentes Intermicrosatélites (ISSRs) en ADN genómico y, por otro lado, se obtuvo la secuencia de ocho ISSRs diferentes. En los once aislados Centroamericanos se obtuvieron 230 productos de amplificación distintos usando 16 cebadores de ISSRs. Con los 16 cebadores empleados fue posible identificar los once aislados (Figura 5). El número total de bandas (NTB) amplificadas con cada cebador osciló entre 25 y 8, el número de bandas polimórficas (NBP) entre 6 y 25, el porcentaje de bandas polimórficas (P%) varió entre el 64,28% y el 100%. El número observado de genotipos (NG) osciló entre 4 y 11 y el número de bandas exclusivas (NBE, que solamente se observan en un aislado o que solamente están ausentes en un aislado), osciló entre 0 y 6. Se encontraron tres cebadores que por sí solos podían distinguir los once aislados: 810, 842 y 846.

**Figura 5.** Amplificación de ISSR utilizando el cebador 846.

Cebador 846



En el cuadro 6 se resumen los resultados obtenidos con cada cebador y se indican los resultados conjuntos. Se puede observar que el porcentaje de bandas polimórficas es bastante alto, 91,73%. Los resultados filogenéticos obtenidos, al analizar los hongos procedentes de América Central mediante los 230 productos de ISSR, indican que no existe una relación entre el origen geográfico de los hongos y las filogenias obtenidas. Dos de los aislados estudiados se separaron claramente del resto: Cengicaña de Guatemala y BB-CR1-CR de Costa Rica. Este mismo patrón se evidenció con el análisis de las secuencias ITS, lo que confirma el hecho de que ambos aislados están más alejados filogenéticamente del resto. Lamentablemente este resultado no está relacionado con el comportamiento patógeno de estos hongos.

**Cuadro 6.** Resultados de los perfiles de bandas de ISSR en los aislados de *B. bassiana* de origen centroamericano.

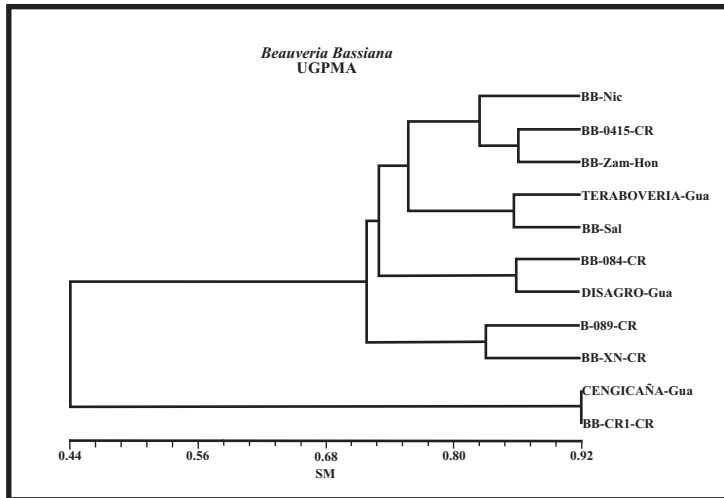
Cebador	NTB	NBP	P%	NG	NBE
808	15	15	100	8	1
809	15	13	86.66	9	0
810	16	16	100	11	6
828	12	12	100	10	2
842	25	25	100	11	6
846	14	14	100	11	6
849	10	10	100	6	4
850	14	11	78.57	9	1
873	14	9	64.28	4	1
885	16	14	87.5	8	0
888	14	13	92.85	4	0
889	16	13	81.25	6	0
GG 808	18	18	100	10	1
GG 821	8	6	75.0	6	0
GG 846	9	8	88.88	6	1
GG 873	14	14	100	5	0
<b>TOTAL</b>	<b>230</b>	<b>211</b>	<b>91.73</b>	<b>124</b>	<b>29</b>

Y aunque no hay diferencias claras entre el resto de aislados, es posible mediante estos marcadores distinguir la identidad de cada uno de los aislamientos. A pesar de que estos marcadores no fueron capaces de discriminar el origen geográfico, estudios realizados con 110 aislamientos procedentes de diversos puntos del Medio Este y Asia Central, reflejan que los ISSR utilizados dieron indicios de

agrupamientos correlacionados con el origen geográfico y mostraron una relativa diversidad genética entre algunos aislados[38]. Por otro lado; los aislamientos analizados mediante ISSR en la región central de China, y de procedencia geográficamente cercana, mostraron un nivel relativamente aceptable de diversidad intra-específica pero un bajo nivel de diferenciación entre poblaciones[25].

Nuestros resultados sugieren que estos marcadores son útiles para diferenciar aislamientos geográficamente distantes, pero no son ideales para poblaciones cercanas, aunque indiscutiblemente siguen siendo considerados como marcadores robustos para estudios epidemiológicos y ecológicos[26].

**Figura 6.** Relaciones filogenéticas entre los aislamientos Centroamericanas de *B. bassiana* utilizando marcadores ISSR. Agrupación por UPGMA.

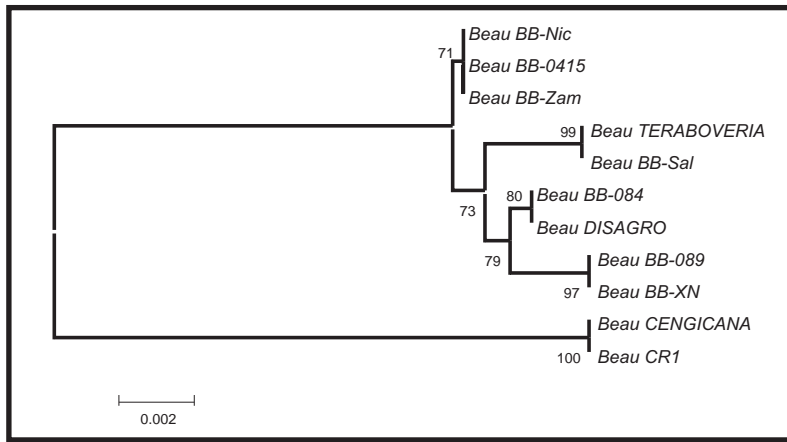


### Secuencia de ocho ISSR diferentes en los aislamientos de Centroamérica

Se estudiaron ocho secuencias de ISSR en los once aislamientos procedentes de Centroamérica. El estudio de las secuencias analizadas ha puesto de manifiesto la existencia de polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs), inserciones y deleciones (INDELs) y microsatélites (SSRs). Con los datos de estas secuencias se han obtenido las relaciones filogenéticas existentes entre aislados. Estos resultados señalan una vez más que Cengicaña y CR1 de Costa Rica están más alejados del resto de aislados. El siguiente dendrograma (Fig.7) expresa las relaciones filogenéticas obtenidas con estas secuencias de ISSR.



**Figura 7.** Relaciones filogenéticas entre aislados de *B. bassiana* utilizando secuencias de microsatélites.



Es de notar que el dendrograma tiene la misma estructura que el obtenido con amplificaciones de ISSR, por lo que podemos concluir que estos marcadores son tan fiables como los análisis de varias secuencias a la hora de establecer relaciones filogenéticas. Además, el empleo de las secuencias de ISSR al igual que los perfiles de bandas obtenidos por amplificación de ISSR, nos han permitido identificar molecularmente todos los aislados empleados en el estudio.

Dado que BB-XN mostró un rendimiento levemente superior al resto de aislamientos bajo condiciones de campo y laboratorio; y ya que fue posible distinguirlo de los demás mediante ISSR y secuenciación de microsatélites, estos marcadores pueden ser utilizados para establecer una clara identidad del hongo con fines de explotación comercial. Es interesante que este aislado permanece como una cepa más dentro de una colección en la Universidad CATIE de Costa Rica, y parece ser más eficaz que otros aislados que están siendo comercializados en Guatemala, Honduras y el mismo Costa Rica. Por tanto, no estaría de más investigar cuál es la riqueza genética y fenotípica de los aislados locales que siguen manteniéndose almacenados como colecciones u otros que aún no han sido aislados, para luego compararlos con los productos actualmente comercializados en el Istmo.

### **Estudios de la secuencia de SSR en los once aislados no centroamericanos**

Con los otros once aislados de procedencia extra-Centroamericana (Caribe, Estados Unidos, Europa e India) se llevó a cabo el estudio de las mismas secuencias

de ISSR para observar su comportamiento filogenético usando los mismos marcadores. Las secuencias revelaron SNP, INDEL y microsatélites. En total se analizaron 3,586 posiciones de las que 105 fueron polimórficas y 24 solamente se observaron en un aislamiento (polimorfismos exclusivos). En el cuadro 7 se resumen los resultados obtenidos para cada una de los ocho ISSR secuenciados.

De los cinco microsatélites detectados tres fueron variables. El número de SNP por cada 100 pares de bases fue muy elevado en el ISSR Beau-1 (11,52), y en el total de las ocho secuencias fue de casi 3 (2,95). Basándonos en la existencia de la variabilidad detectada en estas ocho secuencias hemos diseñado parejas de cebadores que permiten detectar determinados microsatélites (SSR) e inserciones/delecciones mediante PCR sin necesidad de tener que secuenciar.

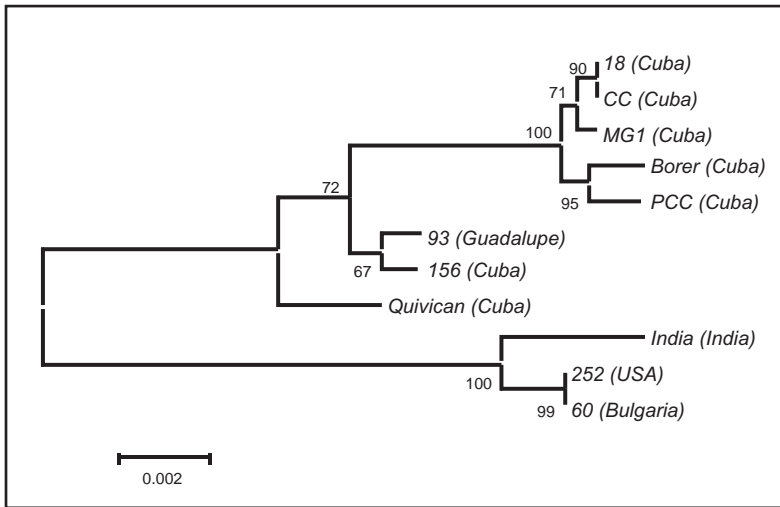
Con los datos de las ocho secuencias, en estos once aislados se han obtenido las relaciones filogenéticas existentes. Los resultados arrojaron que los aislados procedentes de Cuba y Guadalupe son más cercanos entre sí, que los de India, Bulgaria y USA. Al comparar el grado de separación de los aislados centroamericanos con los de origen extra centroamericano, se sugiere la posibilidad de una estrecha relación filogenética entre los aislados de Centroamérica (Figura 7).

Estos hallazgos corroboran la idea de que a mayor distancia geográfica entre aislados, será mayor su distancia filogenética y resultará mejor la posibilidad de establecer una procedencia de los aislados.

**Cuadro 7.** SSR secuenciados a partir de aislados de *B. bassiana* no centroamericanos

ISSR	Tamaño (pb)	SNP	INDEL	SSR	SNPs/100pb	INDEL/100pb	SSR/100pb	Exclusivos	T%	C%	A%	G%
Beau-1	263-266	31	5	0	11.52	1.86	0	5	23.8	25.4	31.6	19.1
Beau-2a	401-410	20	9	0	4.72	2.12	0	2	22.6	31.7	19.9	25.8
Beau-2b	472-479	15	4	1	3.12	0.83	0.21	1	26.4	31.0	24.5	18.1
Beau-2c	500-513	19	9	0	3.69	1.75	0	8	24.9	18.3	25.7	31.1
Beau-3	563-577	3	4	3	0.52	0.69	0.52	2	21.3	31.5	25.4	21.8
Beau-52	466-469	7	2	1	1.48	0.42	0.21	0	22.3	26.5	25.5	25.7
Beau-32	385-386	3	1	0	0.78	0.26	0	4	20.5	24.1	33.6	21.8
Beau-72	458-463	7	1	0	1.51	0.21	0	2	26.4	20.0	28.6	25.0
<b>Todos</b>	<b>3520-3557</b>	<b>105</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>2.95</b>	<b>0.98</b>	<b>0.12</b>	<b>24</b>	<b>23.5</b>	<b>26.1</b>	<b>26.5</b>	<b>23.8</b>

**Figura 7.** Relaciones filogenéticas a partir de las secuencias SSR de *B. bassiana* no centroamericanos.



## CONCLUSIONES

Diferentes marcadores moleculares han sido utilizados para detectar la variabilidad genética de *Beauveria bassiana*. Hasta donde sabemos, esta es la primera vez que se utilizan marcadores ISSR e ITS para el análisis filogenético de aislados de *B. bassiana* en Honduras. Los ISSR son marcadores de fácil empleo y de alta reproducibilidad. Proveen un sistema muy eficiente como marcadores moleculares gracias a su capacidad de revelar muchas bandas informativas en una sola amplificación. Debido a esto, es una de las técnicas más utilizadas en la diferenciación de individuos de una misma especie. En este caso, quedó demostrado que los aislados obtenidos de todo el Istmo centroamericano no presentan demasiada diversidad genética y tampoco hay diferencias significativas en sus capacidades infectivas sobre la broca del café. No pudimos correlacionar de manera contundente un marcador molecular con un fenotipo superior por su patogenicidad en contra de la Broca, pero mediante SSR fue posible establecer un perfil molecular capaz de distinguir entre aislados para conferirles una identidad que pudiera ser sujeto de certificación comercial. Entre los once aislados, la BB-XN de Costa Rica parece ser la que posee un potencial más alto para su utilización como control de la broca del café en Centroamérica. Además este estudio ha permitido desarrollar marcadores moleculares relativamente fáciles de realizar y capaces de establecer la identidad genética de los aislamientos analizados.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por las siguientes Instituciones: Dirección de Investigación Científica. DICU-UNAH; *International Foundation for Science* (IFS), Proyecto 3535-2; AECI - Proyecto A/016155/08. Agradecemos a todas las personas, estudiantes y autoridades universitarias que contribuyeron a la concreción de este proyecto en la Escuela Agrícola Panamericana, en el Depto. de Genética de la Universidad Complutense de Madrid y en la Escuela de Microbiología de la UNAH.

## REFERENCIAS

- Alves, S.B., et al., *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J Invertebr Pathol*, 2002. 81(2): p. 70-7.
- Aquino de Muro, M., et al., *Molecular characterisation of Beauveria bassiana isolates obtained from overwintering sites of Sunn Pests (Eurygaster and Aelia species)*. *Mycol Res*, 2005. 109(Pt 3): p. 294-306
- Aquino de Muro, M., S. Mehta, and D. Moore, *The use of amplified fragment length polymorphism for molecular analysis of Beauveria bassiana isolates from Kenya and other countries, and their correlation with host and geographical origin*. *FEMS Microbiol Lett*, 2003. 229(2): p. 249-57.
- Becerra, V.M.P., C. Rojo, A. France, *RAPD and ITS reveal molecular variation of Chilean populations of Beauveria bassiana*. *AGRICULTURA TÉCNICA (CHILE)*, 2007. 67(2): p. 115-125.
- Berretta, M.F., et al., *Genotyping isolates of the entomopathogenic fungus beauveria bassiana by RAPD with fluorescent labels*. *J Invertebr Pathol*, 1998. 71(2): p. 145-50.
- Bustillo et al, *Manejo integrado de la broca del café Hypothenemus hampei (Ferr.) en Colombia*, in *CENICAFE*. 1998, CENICAFE: Chinchiná, Colombia. p. 134.
- Bustillo, A.e.a., *Evaluaciones de Campo con el Hongo Beauveria bassiana para el Control de la Broca del Café, Hypothenemus hampei en Colombia*. 1999: Colombia.
- Carvalho, A., et al., *Genetic diversity and variation among botanical varieties of old Portuguese wheat cultivars revealed by ISSR assays*. *Biochem Genet*, 2009. 47(3-4): p. 276-94.
- Castrillo, L.A. and W.M. Brooks, *Differentiation of beauveria bassiana isolates from the darkling beetle, alphetobius diaperinus, using isozyme and RAPD analyses*. *J Invertebr Pathol*, 1998. 72(3): p. 190-6.

- Clark, T.B., et al., *Field and laboratory studies on the pathogenicity of the fungus Beauveria bassiana to three genera of mosquitoes*. J Invertebr Pathol, 1968. 11(1): p. 1-7.
- Cradock, K.R. and G.R. Needham, *Beauveria bassiana (Ascomycota: Hypocreales) as a management agent for free-living Amblyomma americanum (Acari: Ixodidae) in Ohio*. Exp Appl Acarol, 2010.
- Cruz, L.P., A.L. Gaitan, and C.E. Gongora, *Exploiting the genetic diversity of Beauveria bassiana for improving the biological control of the coffee berry borer through the use of strain mixtures*. Appl Microbiol Biotechnol, 2006. 71(6): p. 918-26.
- Dalzoto, P.R., et al., *RAPD analyses of recombination processes in the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana*. Mycol Res, 2003. 107(Pt 9): p. 1069-74.
- dos Santos, H.J., Jr., et al., *[Interaction of Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorok., Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. and the parasitoid Oomyzus sokolowskii (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) with larvae of diamondback moth, Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)]*. Neotrop Entomol, 2006. 35(2): p. 241-5.
- Estrada, M.E., M.V. Camacho, and C. Benito, *The molecular diversity of different isolates of Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. as assessed using intermicrosatellites (ISSRs)*. Cell Mol Biol Lett, 2007. 12(2): p. 240-52.
- Gaitan, A.L., A. M. Valderrama, G. Saldarriaga, P. Velez, A. Bustillo, *Genetic variability of Beauveria bassiana associated with Coffee Berry Borer Hypothenemus hampei and other insects*. Mycol. Res, 2002. 106(11): p. 1307-1314.
- Ghikas, D.V., V.N. Kouvelis, and M.A. Typas, *Phylogenetic and biogeographic implications inferred by mitochondrial intergenic region analyses and ITS1-5.8S-ITS2 of the entomopathogenic fungi Beauveria bassiana and B. brongniartii*. BMC Microbiol, 2010. 10: p. 174.
- Godwin, I.D., E.A. Aitken, and L.W. Smith, *Application of inter simple sequence repeat (ISSR) markers to plant genetics*. Electrophoresis, 1997. 18(9): p. 1524-8.
- Gonzales et al, *Bioensayo para evaluar la patogenicidad de Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. sobre la broca del café Hypothenemus hampei (Ferr.)*. Rev. Col. Entom., 1993. 19(4): p. 123-130.
- Li, M., et al., *[Genetic diversity of Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. in forest ecosystem assessed by inter-simple sequence repeat (ISSR) markers]*. Yi Chuan, 2006. 28(8): p. 977-83.
- Liu, H., et al., *Characterization of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae isolates for management of tarnished plant bug, Lygus lineolaris (Hemiptera:*

- Miridae*). J Invertebr Pathol, 2003. 82(3): p. 139-47.
- Liu, J.N., F.R. Gui, and Z.Y. Li, *Genetic diversity of the planthopper, Sogatella furcifera in the Greater Mekong Subregion detected by inter-simple sequence repeats (ISSR) markers*. J Insect Sci, 2010. 10: p. 52.
- Matos, M., O. Pinto-Carnide, and C. Benito, *Phylogenetic relationships among Portuguese rye based on isozyme, RAPD and ISSR markers*. Hereditas, 2001. 134(3): p. 229-36.
- Monzon, A.J., F. Guharay, and I. Kligen, *Natural occurrence of Beauveria bassiana in Hypothenemus hampei (Coleoptera: Curculionidae) populations in unsprayed coffee fields*. J Invertebr Pathol, 2008. 97(2): p. 134-41.
- Neelapu, N.R., et al., *Molecular phylogeny of asexual entomopathogenic fungi with special reference to Beauveria bassiana and Nomuraea rileyi*. Rev Iberoam Micol, 2009. 26(2): p. 129-45.
- Ownley, B.H., et al., *Beauveria bassiana: endophytic colonization and plant disease control*. J Invertebr Pathol, 2008. 98(3): p. 267-70.
- Padjama V and G Kaur, *Use of the fungus Beauveria bassiana (Bals.) Vuill (Moniliales: Deuteromycetes) for controlling termites*. Curr. Sci., 2001. 81(6): p. 645-647
- Pashaei, S., et al., *Genetic diversity in mazandaranian native cattle: a comparison with Holstein cattle, using ISSR marker*. Pak J Biol Sci, 2009. 12(9): p. 717-21.
- Pathan, A.A., et al., *Analysis of differential gene expression in the generalist entomopathogenic fungus Beauveria bassiana (Bals.) Vuillemin grown on different insect cuticular extracts and synthetic medium through cDNA-AFLPs*. Fungal Genet Biol, 2007. 44(12): p. 1231-41.
- Pava-Ripoll, M., et al., *Increased pathogenicity against coffee berry borer, Hypothenemus hampei (Coleoptera: Curculionidae) by Metarhizium anisopliae expressing the scorpion toxin (AaIT) gene*. J Invertebr Pathol, 2008. 99(2): p. 220-6.
- Roddam LF, A.R., *Isolation and characterization of Metarhizium anisopliae and Beauveria bassiana from subantarctic macquarie island*. J. Invert. Pathol, 1997. 69: p. 285-288.
- Sandoval Ortiz LR, *Evaluación de la eficiencia de tres productos del hongo Beauveria bassiana y Thiodan® para el control de broca del café*. 1997, Escuela Agrícola Panamericana: Tegucigalpa, Honduras. p. 43.
- Smolik, M. and O. Krzysztozek, *Evaluation of genetic variability in chosen apple (Malus x domestica Borkh.) cultivars by ISSR-PCR analysis*. Genetika, 2010. 46(7): p. 923-31.
- Stolpovskii lu, A., et al., *[The use of the ISSR-PCR method for identifying domesticated animal breeds and species, inferring their population structures,*

- and assessing gene pool similarity]. *Genetika*, 2010. 46(6): p. 825-33.
- Vaulin, O.V. and I.K. Zakharov, [Temporal dynamics and variation of multilocus ISSR-PCR DNA markers in the Uman' population of *Drosophila melanogaster* over two decades (1984-2004)]. *Genetika*, 2008. 44(3): p. 359-65.
- Wang, C., et al., Molecular investigation on strain genetic relatedness and population structure of *Beauveria bassiana*. *Environ Microbiol*, 2003. 5(10): p. 908-15.
- Wang, S., et al., Genetic diversity and population structure among strains of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, as revealed by inter-simple sequence repeats (ISSR). *Mycol Res*, 2005. 109(Pt 12): p. 1364-72.
- Wraight, S.P., et al., Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *J Invertebr Pathol*, 1998. 71(3): p. 217-26.

## **Efecto gradiente del calentamiento global**

César Mauricio Urbizo Vivas \*

### **RESUMEN**

Este artículo presenta al lector un estudio sobre el calentamiento global bajo el enfoque de la termodinámica. Al aplicar las leyes de este enfoque se describe el mecanismo termodinámico del cambio climático. A partir de criterios físico-químicos, se descubre el calor residual o de desecho como otro posible factor causante del aumento de la temperatura global. Lo anterior se ha denominado "Efecto Gradiente de Calor en la Atmósfera". Además, se explica la razón del por qué algunos gases contribuyen al calentamiento global. También se analiza la influencia que tienen las energías alternativas en este fenómeno.

**Palabras clave:** *Efecto Gradiente de Calor, Calor Residual, Capacidad Calorífica, Máquina Térmica, Energía Interna*

### **ABSTRACT**

This article introduces the reader to a study of global warming under the framework of thermodynamics, applying laws it describes the thermodynamic mechanism of climate change. From physical-chemistry criteria, residual heat or waste is discovered as another possible factor in the rising global temperature, which has been termed "Gradient Effect of Heat in the Atmosphere". Explains the reason why some gases contribute to global warming and discusses the influence of alternative energy in this phenomenon.

**Key words:** *Gradient Effect, Residual Heat, Heat Capacity, Thermal Machine, Internal Energy*

---

\* Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Facultad de Química y Farmacia



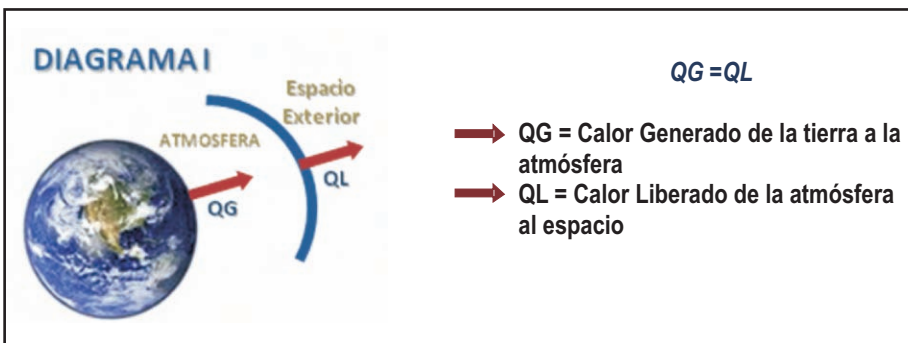
## INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es el aumento desmedido de la temperatura promedio de los gases que componen la atmósfera. En las últimas décadas este fenómeno atmosférico ha tomado considerable importancia debido a las proporciones mundiales. Por ser un factor influyente en la economía mundial y en todas las formas de vida que habitan en el planeta tierra, ha ocupado un espacio en las agendas de distintas asambleas de relevancia internacional.

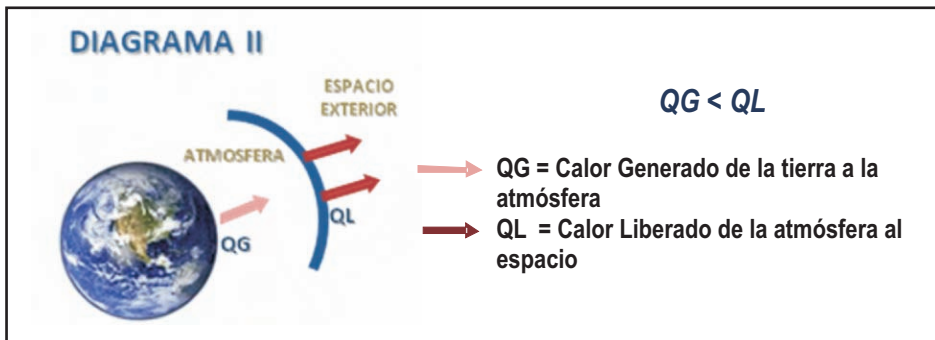
Estudios previos han demostrado que la acumulación de gases aislantes en la atmósfera que impiden la liberación de energía en forma de calor desde la tierra hacia el resto del universo, provoca este aumento en la temperatura y es lo que se conoce como “efecto invernadero”.

El artículo que a continuación se presenta, pretende exponer otra causa potencial y significativa de este fenómeno basado en las interacciones energéticas. Para lograr el objetivo se ubicó este comportamiento bajo el lente de la Termodinámica. Ésta utilizada como herramienta principal, da respuestas de por qué y cómo ocurre el calentamiento global.

### “EFECTO GRADIENTE DE CALOR EN LA ATMÓSFERA”



Si los gases de la capa atmosférica fuesen demasiado permeables, la producción de energía liberada sería alta con respecto a la cantidad de energía generada. Esto traería como consecuencia un descenso en la temperatura; sumergido al planeta, con todo lo que habita en él en un mundo congelado donde sólo las criatura especializadas a los ambientes extremadamente fríos subsistirían; excluyendo probablemente a los humanos de esta privilegiada condición.



Por otra parte, el escenario contrario ocurre cuando la cantidad de energía calórica generada sobrepasa la fracción de energía liberada. Lo anterior causa una retención del calor que aumenta con el tiempo y que provoca un aumento gradual de la temperatura junto a consecuencias letales a largo plazo. A esto se le conocerá como “**Efecto Gradiente de Calor en la Atmósfera**”. El efecto gradiente de calor sumado a la acumulación de gases aislantes conocido como efecto invernadero, convierten el futuro en algo incierto y poco prometedor para todas las especies que habitan el planeta.



## TERMODINÁMICA

La termodinámica es la rama de la físico-química cuya misión es el estudio de las causas y mecanismos de los distintos intercambios de energía que ocurren en la naturaleza, además de la cuantificación del trabajo realizado por y sobre el sistema y la energía absorbida y liberada por éste. La termodinámica se rige por leyes:

### Ley Cero de la Termodinámica

Esta ley también es conocida como “Ley del Equilibrio Térmico”. “si un cuerpo C

inicialmente está en equilibrio térmico con un cuerpo A y con un cuerpo B, entonces A y B también están en equilibrio térmico entre sí". En el universo toda materia que interactúa energéticamente con otra a diferente temperatura, tendrá la tendencia de alcanzar la misma temperatura final o de equilibrio con la otra.

Esto se conoce como "Equilibrio Térmico". Existen tres mecanismos para alcanzar el equilibrio térmico:

1. **Conducción:** La energía fluye en forma de calor entre dos o más cuerpos que están en contacto directo a distinta temperatura. Por ejemplo: una olla de metal fría colocada sobre una hornilla caliente de una estufa.
2. **Radiación:** La energía se transfiere a través de una radiación electromagnética. Por ejemplo: la luz del sol cuando calienta la atmósfera.
3. **Convección:** El traspaso de energía ocurre por el desplazamiento de la masa de un fluido de un lugar a otro. Por ejemplo: los acondicionadores de aire.

### Primera Ley de la Termodinámica

Se conoce también con el nombre de "Ley de la Conservación de la Energía". La energía en el universo no puede ser creada ni ser destruida, sólo transformada de una forma a otra. El universo considerado como un sistema aislado, o sea que no absorbe ni libera energía con su entorno, la energía en él es constante.

La primera ley de la termodinámica puede ser definida matemáticamente como:

$$U = Q - W$$

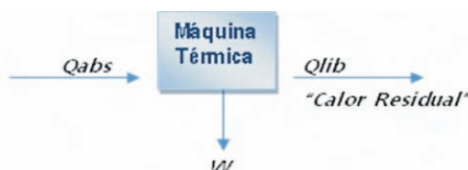
**U = Energía Interna**

**Q = Calor**

**W = Trabajo**

### MÁQUINA TÉRMICA

La máquina térmica es un aparato idealizado que absorbe calor a partir de una fuente; parte es utilizado para efectuar un trabajo, y el resto para liberar calor. Por ser este calor un producto de desecho se le denominará en adelante "**Calor Residual**".



**Qabs = Calor absorbido**

**Qlib = Calor liberado**

La cantidad de trabajo que realiza la máquina depende directamente de la cantidad de calor que absorbe y de la eficiencia de la máquina. El trabajo realizado no puede ser mayor que la cantidad de calor absorbido:

$$W < Q_{abs}$$

Como el cambio de energía interna ( $\Delta U$ ) es la diferencia entre el calor absorbido y el respectivo trabajo realizado por la máquina térmica, da como resultado valores positivos:

$$\Delta U = \text{positivo (+)}$$

Para los gases ideales el cambio de energía interna es igual al cambio en la temperatura multiplicado por su correspondiente constante de proporcionalidad:

$$\Delta U = K \Delta T$$

?  $T$  = cambio de temperatura  
 $K$  = constante de proporcionalidad

Existe una relación directamente proporcional entre el cambio de energía interna y el cambio de temperatura:

$$\Delta U \propto \Delta T$$

Como se explicó anteriormente, el cambio de energía interna es positivo y debido a su relación directa con el cambio de temperatura ésta da cambios positivos:

$$\Delta U = \text{positivo (+)}$$

Lo que se interpreta como un aumento en la temperatura de los gases.

## **GASES DE EFECTO INVERNADERO**

¿Cuáles son los gases que producen calentamiento global y por qué?. La respuesta a esta pregunta se encuentra en la constante de proporcionalidad  $K$ .

La  $K$  en este caso recibe el nombre de capacidad calorífica molar a volumen constante ( $C_v$ ) y sus unidades en el sistema internacional (SI) son:

$$\frac{J}{\text{mol}\cdot\text{K}}$$

Estas unidades nos indican cuánta energía en Joules (J) es necesaria para aumentar en una unidad de temperatura (Kelvin "k") una masa de un mol de gas. Una partícula de gas monoatómica posee 3 grados de libertad siendo éstos los vectores sobre los ejes que componen el plano tridimensional (X, Y y Z).

Según la mecánica estadística y bajo criterios matemáticos del modelo cinético – molecular de los gases ideales, la capacidad calorífica molar a volumen constante está definida de la siguiente manera:

$$C_v = 3 \left( \frac{1}{2} kT \right)$$

K = la constante de proporcionalidad

T = Temperatura

El 3 denota los grados de libertad

$$C_v = \left( \frac{3}{2} R \right)$$

R = constante de proporcionalidad de los gases ideales.

Para SI el valor es **8.314J / mol · K**

Los gases diatómicos presentan dos grados adicionales de libertad además de los 3 originales, corresponden a ejes de rotaciones ortogonales entre sí y al eje de la molécula. Todo esto se traduce como una mayor capacidad calorífica molar:

$$C_v = \left( \frac{5}{2} R \right)$$

Para moléculas diatómicas a mayores cantidades de energía absorbida, se provoca vibración en los enlaces de la molécula, esto le confiere otros 2 grados adicionales de libertad haciendo un total de 7:

$$C_v = \left( \frac{7}{2} R \right)$$

Una molécula de gas conformado por 3 o más átomos se conoce como "poliatómico". Estas moléculas poseen 6 grados de libertad, 3 grados de libertad traslacional y 3 grados de libertad rotacional, siempre y cuando los átomos no estén

dispuestos en línea recta (como el  $\text{CO}_2$ ).

$$C_v = 3R$$

Los grados vibratorios para gases poliatómicos sólo se alcanzan a temperaturas sumamente altas y pueden ser mayores que dos.

**Tabla No. 1**

Tipo de Gas	Gas	$C_v$ (J/mol-K)
<b>Monoatómicos</b>	He	12.47
	Ar	12.47
<b>Diatómico</b>	$\text{H}_2$	20.42
	$\text{N}_2$	20.76
	$\text{O}_2$	21.10
	CO	20.85
<b>Poliatómicos</b>	$\text{CO}_2$	28.46
	$\text{SO}_2$	31.39
	$\text{H}_2\text{S}$	25.95
	$\text{H}_2\text{O}$	35.33

Para gases diatómicos, los valores teóricos calculados difieren poco de los detectados experimentalmente. Como es evidente los gases triatómicos poseen una capacidad calorífica superior. Ésto se traduce como un poder aislante mayor.

## EFICIENCIA

La eficiencia de una máquina térmica es la tasa entre el trabajo realizado con respecto al calor absorbido. Ésta debe ser numéricamente menor que uno, recordando que el trabajo es una fracción del calor absorbido:

$$\epsilon = \frac{W}{Q_{abs}} < 1$$

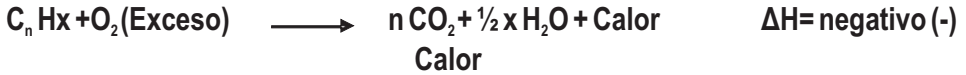
$\epsilon$  = Eficiencia  
 $W$  = Trabajo  
 $Q$  = Calor Absoluto

Para lograr una eficiencia teórica máxima igual a uno, todo el calor absorbido debe ser transformado en trabajo y no liberar calor residual.

$$Q_{abs} = W \Rightarrow \frac{W}{Q_{abs}} = 1$$

## COMBUSTIÓN

La combustión es la reacción más antigua y conocida por el hombre y cuenta con un sin número de aplicaciones. Ocurre cuando un compuesto orgánico es sometido a altas temperaturas en presencia de un exceso de oxígeno.



Es evidente en esta reacción la generación de dióxido de carbono y vapor de agua como gases de efecto invernadero. Debido a que el calor es un producto, permite clasificarla como una reacción "Exotérmica". La cantidad de energía liberada depende de la naturaleza de la sustancia que se quema y la podemos representar en función de una propiedad conocida como "Entalpía (H)".

Reacciones que desprenden calor se denotan con cambios de entalpía de signo negativo.

La gasolina posee un calor de combustión de 46,000 J/ g.

## MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Los motores de automóviles son un ejemplo típico de una máquina térmica. Éstos absorben energía del foco caliente, en este caso el combustible que arde controladamente en el interior del motor. De allí el nombre de combustión interna. Del calor de combustión producido por la reacción, una porción es utilizada y transformada en trabajo útil y la diferencia se libera a las fronteras del sistema como calor residual. Es por esa razón que los automóviles se calientan durante su uso y se enfrían al permanecer apagados.

## EFICIENCIA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Cada gramo de gasolina quemado produce 46,000 J de calor que son absorbidos por el motor. Un automóvil o un camión generan un promedio de 9,200 J de trabajo por ciclo:

$$\epsilon = \frac{W}{Q_{abs}} \cdot 100$$

$$\epsilon = \frac{9200\text{J}}{46000} \cdot 100$$

$$\epsilon = 20\%$$

La eficiencia media de un automóvil o un camión es de 20%, es lo mismo que decir un 80% de ineficiencia equivalente a calor residual.

$$\begin{array}{r} 46,000 \\ - 9,200 \\ \hline 36,800 \end{array} \quad \text{J de calor residual}$$

Por cada gramo de gasolina quemada, esta es la cantidad de calor liberado a la frontera del motor y al ambiente.

## ENTROPÍA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

La segunda ley de la termodinámica posee varios enfoques. El primero define la orientación de los desplazamientos energéticos. El calor presenta un movimiento unidireccional, siempre de mayor a menor concentración calórica. Otro enfoque es una relación cuantitativa conocida como entropía. Un tercer punto de vista es en base al "desorden" o aleatoriedad del movimiento molecular.

En el calentamiento global se manifiesta la segunda ley de la termodinámica. El calor residual transmite energía a los gases atmosféricos y los calienta. Este fenómeno es natural, espontáneo e irreversible. La energía absorbida aumenta las velocidades moleculares de los gases; conduciendo a un crecimiento en la temperatura. Ésta a su vez incrementa la entropía y la aleatoriedad o desorden del sistema. Lo anterior demuestra el principio termodinámico que dice: todo fenómeno en la naturaleza va acompañado de un aumento en la entropía.

## LA TIERRA VISTA COMO UNA MÁQUINA TÉRMICA

Toda máquina térmica necesita de una fuente de energía. La tierra cuenta con un suministro de energía casi inagotable que durante millones de años la ha alimentado. El sol, la estrella más cercana, es el proveedor y responsable de toda la actividad energética que se lleva a cabo en la tierra, incluso de la vida. El sol emana todo un caudal de energía radiante a través del sistema solar. Una pequeña fracción de ésta es absorbida por la tierra, según la ley cero de la termodinámica.



De toda la energía atrapada, solamente un segmento es transformado en trabajo y utilizado para la subsistencia, crecimiento y desarrollo de la vida. La sección restante se libera a la atmósfera en forma de calor residual; basado en el primer principio de la termodinámica.

## ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Son aquellas que se obtienen a partir de fuentes de energía no convencionales. Por sus bajos costos de producción y precio razonablemente cómodo en el mercado, son una opción ante la constante demanda energética. En la actualidad existen diversas formas de energía alternativa, y se clasifican en función de la fuente de la cual se obtienen. Éstos manantiales deben ser abundantes, económicos y en algunos casos regenerables.

Los métodos de producción de algunas energías alternativas consisten en extraer energía de la fuente para calentar una masa de agua hasta su estado de vapor. Este gas es utilizado para impulsar una turbina que tiene acoplado un generador de energía.

No existe conversión de energía perfecta, donde no haya pérdidas en el transcurso del proceso, así que se desecha el residuo energético al ambiente. Como ejemplo está la **Energía Térmica** que obtiene el calor a partir de la reacción exotérmica de combustión de biomasa renovable, por ejemplo el desecho de la caña de azúcar. Propio de la naturaleza de esta reacción es la síntesis de gases de efecto invernadero y de calor residual como producto de desecho.

De igual manera la **Energía Nuclear** a través de una fisión nuclear produce inmensas cantidades de calor; liberando parte de éste al ambiente. Son productos secundarios para esta reacción, sustancias radioactivas de desecho y vapor de agua como gas de invernadero que escapa por las torres de enfriamiento. La **Energía Geotérmica** se obtiene extrayendo calor del manto terrestre. Con el calor residual que desprende, calienta las fuentes de agua utilizadas como refrigerante durante el proceso y no genera gases de invernadero.

Otros métodos para la obtención de energía no requieren calentar agua para transformarla en vapor, se basan en la conversión de energía mecánica a eléctrica, a partir de sustancias que se encuentran en la naturaleza como fluidos. La **Energía Hidroeléctrica** aprovecha la energía potencial y cinética del agua para imprimir impulso a las turbinas generadoras; de manera que no libera gases de efecto invernadero.

**Energía Eólica**, su nombre procede del dios del viento de la mitología griega Eolo. La energía eólica proviene de la conversión de energía que se encuentra en las corrientes de aire que empujan las hélices de las turbinas que a su vez transmiten el movimiento a los generadores.

Las eficiencias de estas 2 últimas formas se basan en la relación que hay entre el potencial de entrada y de salida; dependiendo principalmente de la hidrodinámica y la aerodinámica de su diseño respectivamente.

**Tabla No. 2**

La tabla que a continuación se presenta, muestra los porcentajes promediados de eficiencias de algunas máquinas térmicas.

Máquina	Porcentaje de Eficiencia
Motor de Gasolina	20%
Motor Diesel	35%
Central Hidroeléctrica	85%
Central Eólica	60%
Central Térmica	38%

## CONCLUSIONES

- Al tomar en cuenta que es termodinámicamente imposible obtener eficiencias de 100%, y basados en datos experimentales que demuestran la baja eficiencia de las máquinas térmicas, se considera la posibilidad de que la magnitud de calor residual generado hacia la atmósfera puede superar la magnitud de calor que la atmósfera libera hacia las fronteras del planeta; causando un efecto gradiente de calor.
- Los gases poliatómicos, especialmente los triatómicos desprendidos en las emisiones gaseosas, principalmente de procesos creados por la acción del hombre, contribuyen al calentamiento global debido a que poseen una capacidad calorífica alta; razón por la cual su poder aislante aumenta.

- Las energías alternativas no son completamente limpias. Resuelven a corto plazo la necesidad de consumo energético pero su transformación implica la liberación de calor residual que se acumula significativamente a largo plazo; contribuyendo al efecto gradiente del calor.
- Las centrales hidroeléctricas y eólicas son las que menos efecto gradiente provocan, debido a sus porcentajes de eficiencia relativamente altos.

## AGRADECIMIENTOS

El presente documento no pudo haberse realizado sin la gentil colaboración de las siguientes personas; quienes brindaron su invaluable apoyo, confianza e inspiración:

César Darío Urbizo, Dra. Marilyn Guevara Peña, Lic. Abril Urbizo Vivas, a mis padres Dr. Oscar A. Urbizo Solís, Dra. Marta O. Vivas Oviedo y principalmente a Dios.

Agradezco infinitamente el privilegio de haber gozado de la acertada asesoría y asistencia técnica de los siguientes profesionales distinguidos:

Lic. Itzel Moreno, Ing. Lizzeth Guevara, Luis Rivera M.Sc., Ing. Pablo Manzanares

## BIBLIOGRAFÍA

Maron, Samuel H. y Prutton, Carl F. Fundamentos de Físicoquímica. Última Edición. México: Limusa; 2006.

Resnick, Robert, Halliday, David y Krane Kenneth S. Física. Vol.1. Cuarta Edición. México: Cecca; 1992.

Sears, Francis W., Zemansky, Mark W. Young, Hugh D. y Freedman, Roger A. Física Universitaria. Vol. 1. Undécima Edición. México: Pearson; 2004.

[http://www.todomotores.cl/mecanica/eficiencia\\_termica.htm](http://www.todomotores.cl/mecanica/eficiencia_termica.htm)

<http://circuitoabierto.blogspot.com/2006/11/tema-2-cmo-funciona-un-motor-diesel.html>

[http://books.google.hn/books?id=1rIBBXQhmCwC&pg=PA68&lpg=PA68&dq=porcentaje+de+eficiencia+de+centrales+hidroel%C3%A9ctricas&source=bl&ots=ihXZyb1j6i&sig=cn1miVCcrM9JFSLMCI3bFWBbdw&hl=es&ei=XIKqTNfnJcG88gbNyPD\\_DA&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=5&ved=0CCIQ6AEwBA#v=onepage&q=porcentaje%20de%20eficiencia%20de%20centrales%20hidroel%C3%A9ctricas&f=false](http://books.google.hn/books?id=1rIBBXQhmCwC&pg=PA68&lpg=PA68&dq=porcentaje+de+eficiencia+de+centrales+hidroel%C3%A9ctricas&source=bl&ots=ihXZyb1j6i&sig=cn1miVCcrM9JFSLMCI3bFWBbdw&hl=es&ei=XIKqTNfnJcG88gbNyPD_DA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CCIQ6AEwBA#v=onepage&q=porcentaje%20de%20eficiencia%20de%20centrales%20hidroel%C3%A9ctricas&f=false)

<http://www.energyadvocate.com/fw91.htm>

## **Prevalencia de anemia en escolares de primer grado de 8 escuelas públicas de Tegucigalpa M.D.C., Honduras. Año 2009-2010**

Rebeca Rivera<sup>1</sup>, María Félix Rivera<sup>2</sup>, Ivette C. Rivera<sup>3</sup>, Carmen Lanza<sup>4</sup>

### **RESUMEN**

*El objetivo de este trabajo es determinar la prevalencia de anemia en escolares de primer grado en 8 escuelas públicas de Tegucigalpa MDC. Ésta es una investigación de tipo descriptivo transversal. Se inició en el año 2009 y finalizó en 2010. El universo fueron todos los escolares matriculados en primer grado de escuelas 8 públicas de Tegucigalpa MDC.*

La muestra consistió en 450 escolares; un muestreo por conglomerados distribuidos en 8 escuelas del perímetro de Tegucigalpa. Cada escolar fue identificado por su nombre, edad, sexo y el nombre de la escuela. Como criterios de anemia se consideraron parámetros de la Organización Mundial de la Salud (OMS): Hemoglobina (Hb) < 11.5 g/dl, hematocrito < 34% en el grupo etario de 5 a 11 años. Para la evaluación de la gravedad de anemia se tomó como criterio los parámetros del Grupo Consultivo Internacional sobre Anemia Nutricional: "anemia leve" valores de 10 a 11.9 g/dl de Hb, "anemia moderada" entre 9.9 y 7.0 g/dl y "anemia severa" menor de 7.0g/dl de Hb. Fueron encuestados 453 escolares con una media de edad de 6.66 años (SD= 1.01 años), razón de M:F = 1.1:1.0 en cuanto a sexo. La prevalencia de anemia fue de 8.7% (Hb menor de 11.5 g/dl) con un IC(95%) = 5.6% a 10.8%. Se encontró que el 17.2 % de los escolares tenían hemoglobina entre 11.5 g/dl y 11.9 g/dl, con categoría de anemia leve a excepción de una escolar que tenía niveles de hemoglobina de 8.8 g/dl considerada como anemia moderada. Ningún escolar padecía de anemia severa.

La anemia en los niños incide directamente en el rendimiento escolar y en la calidad

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias. Docente Escuela de Microbiología.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Médicas. Docente del Departamento de Fisiología y Médico Asistencial del Centro Odontopediátrico y Detección de Otras Patologías (CODOPA) de la Región Sanitaria Metropolitana. Secretaría de Salud.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Sociales. Docente de la Escuela de Psicología y Psicóloga Asistencial del Centro Odontopediátrico y Detección de Otras Patologías (CODOPA) de la Región Sanitaria Metropolitana. Secretaría de Salud.

<sup>4</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias. Escuela de Microbiología, Asistente de Investigación.

de vida, por lo que es una problemática de primera importancia que puede ser prevenible e intervenida. Las autoras enfatizan la importancia de determinar la etiología multifactorial de las anemias para desarrollar programas de control efectivos.

**Palabras clave:** *anemia, escolares*

## **ABSTRACT**

*Objective:* To determine the prevalence of anemia on first grade children at public schools in Tegucigalpa, Central District. *Methodology:* It is a descriptive transversal study, performed during the 2009-2010 period; the subjects of the study were all first grade children of public schools in Tegucigalpa.

The sample consisted of 453 school children; cluster sampling distributed over 8 schools in the city's perimeter. Each child was identified by name, age, sex, and school name; the average age was 6.66 years old (SD= 1.01 years old), sex rate M:F = 1.1:1.0. The automatized method ABX pentra 120 was used for hemoglobin and hematocrit measurement. The World Health Organization's anemia criteria parameters were considered: Hemoglobin (Hb) < 11.5g/dl, hematocrit < 34% for ages 5-11 years old; and for evaluation of anemia the criteria used were those of the International Nutritional Anemia Consultive Group: light anemia hb 10.0-11.9 g/dl, moderate anemia 9.9-7.0 g/dl and severe anemia hb< 7.0 g/dl. *Results:* The prevalence of anemia (hemoglobin < 11.5g/dl) was 8.7% IC (95%) = 5.6% to 10.8%. It was found that 17.2% of the children had hemoglobin between 11.5 g/dl and 11.9 g/dl consistent with light anemia and only one child had hemoglobin of 8.8 g/dl considered as moderate anemia, none had severe anemia. *Discussion:* The anemia on school children has a direct influence on their cognitive performance and quality of life. It is an important public health problem that needs prevention and intervention; we stress the importance of recognizing its multifactorial etiology for developing effective control programmes.

**Key words:** *anemia, schoolchildren*

## INTRODUCCIÓN

La anemia es uno de los problemas de salud pública más frecuentes en países en desarrollo<sup>1</sup>. La anemia es más común en niños menores de 5 años y embarazadas<sup>2</sup> pero también es frecuente en edad escolar aunque en menor proporción<sup>3</sup>.

La prevalencia de anemia entre las embarazadas, los infantes y los menores de dos años en los países en desarrollo supera el 50%. Entre niños en edad escolar y en mujeres en edad fértil es un poco más baja<sup>4-6</sup>. Los efectos de la anemia en la infancia y durante los primeros años de vida son irreversibles, aún después de un tratamiento en niños e infantes, está asociada con retardo en el crecimiento y en el desarrollo cognoscitivo. Esos niños sufrirán retardo en el desarrollo psicomotor y cuando tengan edad para asistir a la escuela, su habilidad vocal y su coordinación motora habrán disminuido significativamente. En los adultos produce fatiga y disminuye la capacidad de trabajo físico. En las embarazadas se asocia con el bajo peso del bebé al nacer y un incremento en la mortalidad perinatal<sup>7-20</sup>.

En América Latina existen estudios que determinan la prevalencia de anemia en población escolar y los resultados muestran mucha variabilidad. Un estudio en Brasil encontró una prevalencia de anemia de 26.7%, a diferencia de los indígenas Mexicanos de Yaqui, en la misma edad escolar, que tan solo presentaron un 1.3 % de anemia<sup>21-22</sup>.

En Honduras existen pocos estudios sobre prevalencia de anemia en población escolar. Un estudio realizado en el año 1995 en Tegucigalpa encontró que el 29.4% tenían anemia<sup>23</sup>.

En 1999, se realizó un estudio en todo el país encontrando que el 30.4% de los niños entre 12 a 71 meses de edad estaban anémicos, y de éstos 0.5% tenían anemia en grado severo<sup>24</sup>.

Tomando en consideración la relación entre anemia, el bajo rendimiento escolar y la escasez de información nacional sobre este tema, las autoras nos planteamos como objetivo determinar la prevalencia de anemia en escolares de primer grado de 8 escuelas públicas de Tegucigalpa MDC.

## METODOLOGÍA

Con un diseño tipo descriptivo transversal, el estudio inició en 2009 y concluyó en el año 2010. El universo fueron todos los escolares matriculados en primer grado de 8

escuelas públicas de Tegucigalpa. La muestra de 450 niños, se calculó considerando los siguientes criterios: un nivel de confianza del 95% ( $Z= 1.96$ ); un nivel de precisión de 0.05 (5%) y una prevalencia de anemia estimada de 29.4%<sup>23</sup>.

Para la selección de los escolares se dividió el área geográfica de Tegucigalpa en 8 zonas y de cada una de ellas se seleccionó una escuela a conveniencia con mayor accesibilidad de tipo vehicular. Las escuelas seleccionadas fueron: Edas Carrasco, Club de leones No 1, Itzamná, Arturo Álvarez, Lisandro Quezada, Manuel Zelaya Rosales, Agustín Alonso y 15 de Septiembre de El Rosario. Se solicitó consentimiento informado y firmado por los padres de todos los niños que asistían a primer grado. Se incluyeron únicamente los escolares que tuvieron el consentimiento de los padres.

A cada escolar se le identificó por su nombre, edad, sexo y el nombre de la escuela. Se tomaron 5 ml de sangre mediante punción venosa cubital con jeringas y agujas desechables en horario matutino; 2ml se depositaron en tubos con EDTA para efectuar los hemogramas. Se utilizó un contador hematológico automatizado ABX Pentra 120. Los 3 ml restantes se centrifugaron para obtener suero, mismo que se congeló en dos alícuotas para efectuar estudios posteriores.

Como criterios de anemia se consideraron los puntos de corte para niños establecidos por la OMS: Hb < 11.5 g/dl, en el grupo etario de 5 a 11 años. Para la evaluación de la gravedad de anemia se tomaron como criterios los del Grupo Consultivo Internacional sobre anemia nutricional: "anemia ligera" valores de Hb de 10 a 11.9 g/dl, "anemia moderada" entre 9.9 y 7.0 g/dl de Hb y "anemia severa" menor de 7.0 g/dl<sup>26</sup>. Los resultados fueron analizados con estadística descriptiva; reportando valores de concentración como el promedio, desviaciones estándar (SD), porcentajes e intervalos de confianza del 95%. Se evaluaron diferencias entre sexos. Para el procesamiento de la información se utilizó un paquete estadístico EPI-INFO versión 3.5.1. para Windows (Center of Disease control and prevention, Atlanta, Georgia, USA).

## RESULTADOS

Fueron encuestados un total de 453 escolares con una media de edad de 6.66 años (SD= 1.01 años), valor mínimo de 6 años y un máximo de 9.7 años. El 46.8 % eran del sexo femenino y 53.2% del sexo masculino, a una razón de M:F = 1.1:1.0.

La hemoglobina promedio fue de 12.24 g/dl (SD= 0.63); 12.4 g/dl (SD= 0.73 g/dl) para el sexo femenino y 12.36 g/dl (SD=0.54) para el sexo masculino.

La prevalencia de anemia (Hb menor que 11.5 g/ dl) fue de 8.7% con un IC (95%) = 5.6% a 10.8%. El 3.5% eran niñas y el 5.2% varones. El 17.2 % de los escolares tenían hemoglobina entre 11.5 g/dl y 11.9 g/dl. En cuanto a la severidad de la anemia, todos se encontraban en categoría de anemia leve a excepción de una escolar que tenía niveles de hemoglobina de 8.8 g/dl considerada como anemia moderada. Ningún escolar padecía anemia severa. (Ver cuadro No. 1). En relación al sexo el 8.1% de las niñas tenían anemia a diferencia de los varones que el porcentaje fue relativamente mayor 9.2%.

En relación a los resultado del hematocrito encontramos que al igual que la hemoglobina el 7.8% tenía niveles menores que 34%; 5.7% de las niñas y el 8.9% de los niños.

**Cuadro No. 1.** Frecuencia de anemia en escolares de primer grado de escuelas públicas de Tegucigalpa MDC. Año 2009-2010.

Niveles de Hb g/dl	No.	%	Femenino		Masculino	
			No.	%	No.	%
< 11.5	39	8.6	16	7.6	23	9.5
11.5 - 11.9	78	17.2	34	16.1	44	18.2
> 12	336	74.2	161	76.3	175	72.3
Total	453	100.0	211	100.0	242	100.0

## DISCUSIÓN

El presente estudio muestra una prevalencia de anemia de 8.7% en los escolares de primer grado de 8 escuelas públicas de Tegucigalpa. En 1995, en la misma población se encontró una prevalencia de anemia casi de un 30%, por lo que se observa una considerable disminución<sup>23</sup>; aun considerado por la OMS como un problema de salud moderado. Probablemente ocurra este cambio debido a que en los últimos 10 años ha habido significativos e intensos esfuerzo en ciertos países de nuestra región para fortificar varios alimentos<sup>26</sup>. Sin embargo, casi 2 de cada 10 escolares, según esta investigación, tenían una hemoglobina entre 11.9 g/dl y 11.5g/dl; lo que indica un porcentaje elevado (17.2%) con riesgo de padecer anemia o "anemia leve" si utilizamos el criterio del Grupo Consultivo Internacional sobre Anemia Nutricional. Si sumamos el 8.7 % al 17.2% con anemia leve obtenemos un 25.9% de prevalencia de anemia, dato muy cercano a la prevalencia de anemia estimada 29.4%<sup>23</sup>.



En los países en desarrollo, la prevalencia de anemia en escolares se ha estimado en un 46%; encontrándose las más altas en África (52%) y en el sudeste asiático (63%)<sup>27</sup>. En América Latina, la encuesta nacional de salud en escolares mexicanos (2008) encontró que 1 de cada 10 estudiantes de educación primaria padecían anemia; muy similar a lo encontrado en nuestro estudio<sup>28</sup>.

En los datos del Quizhpe y col. en 2003, sobre escolares de la zona amazónica del Ecuador, la prevalencia fue de 16.6%, mayor que la encontrada en nuestro estudio pero menor a las encontradas en otros países latinoamericanos<sup>29</sup>. Entre los diferentes factores que se asocian a la anemia se encuentran el tipo de alimentación, una ingesta insuficiente de hierro y otros micronutrientes. Lo anterior debido a su situación económica y a que las dietas en países en desarrollo carecen de variedad y contienen sustancias que inhiben la absorción de hierro como son los taninos, fenoles y la fibra; componentes de las dietas ricas en carbohidratos<sup>30-31</sup>.

A todos los escolares anémicos se les clasificó el tipo de anemia y fueron tratados. Los resultados se darán a conocer en próximas publicaciones. También se hace necesaria la realización de investigaciones a nivel nacional para conocer la realidad del país en este aspecto.

Por último, la anemia incide directamente en el rendimiento escolar y en la calidad de vida de los niños escolares, por lo que es una problemática de primera importancia. Puede ser atendida con intervenciones a bajo costo; realizando una combinación de efectivas estrategias basadas en datos epidemiológicos, socioeconómicos, políticos y en el contexto cultural, tomando en cuenta sobre todo que es un problema de tipo prevenible.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este proyecto ha sido financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Por lo anterior las autoras queremos agradecer a la institución ya que sin los recursos proporcionados no se hubiese llevado a cabo esta investigación.

También agradecemos a todos los directores y profesoras de las escuelas participantes, a los padres y a los escolares por su colaboración en el desarrollo de este estudio. A las compañeras de trabajo del CODOPA por su apoyo. Al personal de la Sección de Hematología del Laboratorio Clínico del Hospital General San Felipe, especialmente a las Doctoras Leyla Mendoza y Raquel Roque a quienes agradecemos mucho su colaboración.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adish AA, Esrey SA, Gyorkos TW, Johns T. Risk factors for Iron deficiency anemia en preschool children in northern Ethiopia. *Public Health Nutr*, 1999; 2(3): 243-252.
- Administrative Committee on Coordination, Sub-committee on Nutrition. Four Report on The world Nutrition situation, 2000, United Nations Geneva: ACC/SNC;2000.
- Anfeles IT, Schultink WJ, Matulesi P, Gross R, Satroamidjojo S. Decreased rate of stunting among anemic Indonesian preschool 1993;58:339-342.
- Basta S, Soedirman, Karyadi D, Scrimshaw NS. Iron deficiency anemia and the productivity of adult males in Indonesia. *Am J Clin Nutr* 1979; 32: 916-925.
- Beard JL, Borel M. Thermogenesis and iron deficiency anemia. *Nutr Today* 1988; 23:41-45.
- Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. Oxford: Blackweel Scientific 1979.
- Chandra RK, Saraya AK. Impaired inmunocompetence associated with iron deficiency. *J Pediatr* 1975; 86:899-902.
- Charlton RW, Bothwell TH. Definition, prevalence and prevention of iron deficiency. *Clin Haematol* 1982;11:309-325.
- Demaeyer E. Preventing and controlling iron deficiency anemia through primary health care. A guide for health administration and programme managers. Geneva: world Health Organization. 1989.
- Freire WB, Dirren H, Barclay D. Iron deficiency anemia in Ecuador. En: Hercberg S, Galan P, Dupin H, ed. Recent knowledge on iron and folate deficiencies in the world. Paris: Collogue INSEAM, 1990; 197:47-54.
- Gam SM, Keating MT, Falkner F. Hematological status and pregnancy outcomes. *Am J Clin Nutr*. 1981;34:115-117.
- Gardner GW, Edgerton VR, Senewiratne B *et al*. Physical work capacity and metabolic stress in subjects with iron deficiency anemia. *Am J Clin Nutr* 1977; 30:910-917.
- Iron deficiency anemia: Assessment, Prevention, and Control. A Guide for programme managers. WHO/UNICEF/NHD/01.3/2001.
- Levy S. Editora. Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008. Cuernavaca /México): Instituto Nacional de Salud Pública (MX); 2010.
- Lozoff B, Jiménez E, Wolf AW. Long term developmental outcome of infants with iron deficiency. *N Engl J Med* 1991; 325(10):687-695.
- Nestel P, Melara A, Rosado Jorge, Mora JO, vitamin A deficiency and anemia among children 12 - 71 months old in Honduras. *Rev Panam Salud Publica* 1999 ;6(1)
- Pollit E, Leibel R, Grenfield DB. Iron Deficiency and cognitive test performance in

- preschool children. *Nutr Behav* 1983;1:137-146.
- Pollitt E. *Malnutrition and infection in the classroom*. París: UNESCO, 1990
- Quzhpé E, San Sebastian M, Hurting AK, Llamas A. Prevalencia de anemia en escolares de la zona amazónica de Ecuador. *Rev Panam Salud Publica* 2003; 13(6): 355-3361.
- Rivera MF, Soto RJ, Anemia en Población Escolar: Prevalencia y algunos Factores Epidemiológicos Asociados *Rev Med Hond* 1999; 67:135-140.
- Scrimshaw N. Iron Deficiency. *ScAm* 1991; 265(4):46-52.
- Sheshadri S, Gopaldas T. Impact of iron supplementation on cognitive functions in preschool and school age children: The Indian experience. *Am J Clin Nutr* 1989; 50(3):675-686.
- Skikne BS, Current concepts in Iron deficiency anemia. *Food Rev Int* 1988;4:137-173.
- Soemantri AG. Preliminary findings on iron supplementation and learning achievement of rural Indonesian children. *Am J Clin Nutr* 1989; 50(3): 698-702.
- Stoltzfus RJ, Chwaja HM, Tielsh JM, Schulze KJ, Albonico M, Savioli L. Epidemiology of iron deficiency anemia in Zanzibari schoolchildren; the importance of hookworm. *Am J Clin Nutr* 1997;65:153-159.
- Tsuyuoka R, Balley JW, Nery Guimaraes AM, Gurgel RQ, Cuevas LE. Anaemia and intestinal parasitic infections in primary school students in Aracaju, Sergipe, Brazil. *Cad Saude Publica* 1999; 15(2): 413-421.
- Valencia ME, Astiazaran H, Esparza J, Gonzalez L, Grijalva MI, Cervera A, Et al. Vitamin A deficiency and low prevalence of anemia in Yaqui Indian Children in northwest Mexico. *J Nutr Sci vitaminol* 1999; 45(6):747-757.
- Walter T, Arrendon S, Stekel AM. Effect of iron therapy on phagocytosis and bacterial activity in neutrophils of iron deficient infants. *Am J Clin Nutr* 1986:44-82.
- World Health Organization guidelines for food fortification with micronutrients. Geneva Switserzerland: world Organization. Department of nutrition for health and development, 2006.
- World Health Organization. Report of WHO/UNICEF/Joint Committee on Health Policy, 30th Session. Strategic approach to operationalizing selected end decade goals: reduction of iron deficiency anemia by one third of the 1990 levels. JCHP30/95/4.5. Ginebra: WHO, 1994.
- World Health Organization. Report of WHO/UNICEF/UNU consultation on indicators and strategies for iron deficiency and anemia programmer. Draft IDA REP.01. Ginebra: WHO, 1994.

## El tejido discursivo de una subjetividad Notas sobre la identidad \*

Miguel Barahona<sup>1</sup>

### RESUMEN

El objetivo de este escrito es presentar la identidad, ciudadanía y globalización desde una perspectiva del esencialismo teórico, desarrollándolo dentro de una totalidad emancipada. La identidad demanda conocer las particularidades desde la representación de la nación, la cultura, el género y la etnicidad, entre otras; por lo que se ha conformado una propuesta reivindicativa dentro de las coordenadas y visiones particulares de diferentes autores.

En tal sentido, a medida que se desarrollen los temas, se acercará al límite de la crítica donde el terreno de la argumentación se esgrime desde el sentido de la reinterpretación misma que se aproxima a una evidencia y a una redefinición de la misma producción identitaria.

**Palabras clave:** *Identidad, ciudadanía, globalización, nación, género, etnicidad, cultura, sociedad, identidad nacional.*

### ABSTRACT

The objective of this writing is to present the identity, citizenship and globalization from a theoretical essentialism perspective, which is developed into a fully emancipated way. The identity demands to know all the particularities, such as the representation of nation, culture, gender and ethnicity, among others; reason why a claiming proposal within the coordinates and particular visions of different authors has been made.

In such sense, as the themes are developed, it will approach the critical limit where

---

\* *Este tema y trabajo de investigación fue concebido en el Diplomado Superior Universitario en "Identidades, Ciudadanía y Globalización en Centroamérica, 2009-2010". Curso realizado en la Universidad Centroamericana (UCA) y en el Instituto de Historia de Nicaragua y Centroamérica (IHNCA); beca de estudio auspiciada por la Fundación Ford para el fortalecimiento de la enseñanza de las Ciencias Sociales en las Universidades de la Región Centroamericana.*

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Humanidades y Arte. Escuela de Letras  
[miguel.barahona@yahoo.es](mailto:miguel.barahona@yahoo.es)

the ground of the argument is put forward from the same sense of reinterpretation; which is closer to evidence and a redefinition of the same production of identity.

**Key words:** *Identity, citizenship, globalization, nation, gender, ethnicity, culture, society, and national identity.*

## INTRODUCCIÓN

### I. La perspectiva y reiteración en la producción de la identidad

Al interior de los enfoques más racionalistas, el problema de la identidad se enmarca en la interpretación que hacen los individuos dentro de una estructura social y cultural. Se puede señalar que la discusión sobre identidad resulta imposible de resolver cuando se trata de desafiar los diversos paradigmas teóricos, debido a que éstos no sólo están constituidos por unas “teorías dominantes”, sino que también forman parte de estudios relativos a las ciencias humanas de índole antropológico, histórico, psicológico y sociológico. De esta forma al tratar de hacer un análisis de la identidad desde la perspectiva de la identidad nacional, ésta pasa a constituirse como la teoría dominante que incluye la manera de ver la realidad “del mundo” y su modo de vida, a través de un lente particular, que al final da como resultado una visión estrecha, subjetiva, marginal y etnocentrista. Debido a lo anterior vamos a considerar los propuestos de Anthony D. Smith, quien enumera las características de la identidad nacional en base a los siguientes preceptos:

1. Un territorio histórico o patria.
2. Recuerdos históricos y mitos colectivos.
3. Una cultura de masas pública y común para todos.
4. Derechos y deberes legales e iguales para todos los miembros.
5. Una economía unificada que permite la movilidad territorial de los miembros<sup>1</sup>.

En consecuencia, cada uno de estos criterios se convierten en los ejes teóricos y paradigmáticos que sirven de vasos comunicantes para los vínculos sociales que comparten todos los individuos que conviven en un determinado Estado-territorio. Estas relaciones de índole social, político e ideológico son las que legitiman cada elemento de la identidad interpretado como un “reduccionismo teórico”, es decir: “*todo es en base a una negación de los conceptos claves de la teoría que se intenta comprender e interpretar*”<sup>2</sup>.

En el caso de la teoría *del fundamento de la identidad* se puede partir de los conceptos expuestos por Hroch, quien razona desde una dimensión histórica con

---

<sup>1</sup> Smith D, Anthony. “La identidad nacional y otras identidades” en: *Bibliografía Introductoria Diplomado Superior en Identidades, ciudadanía y Globalización*. INHCA (comp.) Nicaragua: INHCA-UCA, 2008, pág. 22.

<sup>2</sup> Ernest, Nagel. *La estructura de la ciencia*, Nagel propone: “las expresiones características de una ciencia (...) son inteligibles en términos de las reglas o hábitos de esta disciplina, se las debe entender en los sentidos que se les ha asociado dentro de ésta...”. Cap. XI. “La reducción de teorías”, pág. 323.

el aparente de que la identidad surgió y se extendió con éxito a través de diversos factores sobresalientes conocidos como objetivos, mismos que son independientes de los deseos y de las representaciones individuales<sup>3</sup>.

Así, en el nombre de la identidad se alude a unas conceptualizaciones que parten de sensibilidades, de ideas y de estados en correspondencia a una nueva realidad social: *"la del proceso de construcción de la identidad"*, que reemplaza a una realidad agotada; la de nación. Si la conciencia de identidad se levanta sobre las ruinas de la nación, es preciso esclarecer la naturaleza de esta última. La conciencia de nación nace como producto de dos grandes procesos históricos de la humanidad, el primero, un proyecto ilustrado burgués de emancipación humana: el de la Revolución Francesa, que pretende elevar a la nación al plano político; y el segundo, el de la Revolución Industrial, que enmarca la nación dentro del plano económico.

La nación desde el espacio histórico centroeuropeo, por no decir el occidental, se caracteriza por una serie de rasgos como el gran proyecto de emancipación humana, el culto que impulsa el dominio ejercido del hombre sobre los hombres y también aquel de carácter progresivo e histórico, que tiene como característica principal el proceso lineal y ascendente dentro del cual se vinculan todos los individuos que constituyen la nación en base a las ideas de enfoque; donde sobresalen cada uno de los atributos históricos, simbólicos y culturales de la identidad étnica<sup>4</sup>. Un componente esencial de nación es el de hacer hincapié en el pasado colectivo y la preeminencia de ciertos individuos sobre otros. La nación como propuesta de identidad pretende regirse por la razón, por el dominio de la existencia de cierta colectividad histórica muy particular.

Al interior de esta perspectiva particular y totalizante, se da lugar al surgimiento de diversos problemas conceptuales dentro de la racionalidad y la autocognoscibilidad de los sujetos, es decir, confronta la creencia en la inteligibilidad de la historia nacional y la confianza en la autodefinición del individuo por medio de la identidad nacional. Todos estos problemas los aborda A. Smith al decir que: *"el proceso de autodefinición y ubicación es en muchos aspectos la clave de la identidad nacional, pero también es el elemento que ha suscitado más dudas y mayor escepticismo. Ante la gran variedad de actitudes y percepciones humanas, no tiene nada de*

---

<sup>3</sup> Cfr. Miroslav Hroch. *"La construcción de la identidad nacional: del grupo étnico a la nación moderna"* en: *Bibliografía Introdutoria Diplomado Superior en Identidades, Ciudadanía y Globalización*. INHCA (comp.) Nicaragua: INHCA-UCA, 2008, págs. 62-63

<sup>4</sup> Véase *"El estudio sobre la ethnia y etnogénesis"* de Smith D, Anthony. *Op. cit*; págs. 30-32.

*extraño que los nacionalistas, sus críticos y todos los demás hayan sido incapaces de ponerse de acuerdo en los criterios de autodefinición y ubicación nacional*<sup>5</sup>. Este modelo hegemónico-identitario, basado en el razonamiento histórico cultural, hace un balance a partir de un cuestionamiento de la historia como entidad-identidad. Al respecto, Gianni Vattimo nos dice que: *"No existe una historia única, existen imágenes del pasado propuestas desde diversos puntos de vista, y es ilusorio pensar que exista un punto de vista supremo"* (10-11)<sup>6</sup>.

Todos estos preceptos expuestos nos ubican dentro de un plano que contrasta con la crisis de la historia moderna; la cual enfatiza todas las dificultades que se dan entre las ideas de la nación en relación a la identidad y la etnicidad; ideas que transmiten una ambivalencia cuando se aborda al hombre como individuo y su relación con otros, es decir la pertenencia social colectiva.

Es así que la crítica del sentido de pertenencia nos traslada al pensamiento actual, que indica que todo individuo no sólo se debe centrar en los atributos de herencia identitaria, sino, al mismo tiempo debe negarlos. De esta visión se desprende la idea general que un individuo tiene dos vías para pertenecer a una categoría de comunidad étnica: la primera al formar parte del agrupamiento social-cultural, y la segunda vía posible es cuando el sujeto se adscribe sin condiciones al proyecto de emancipación nacional.

Ante este panorama es necesario preguntarse ¿Qué puede perder un individuo ante la situación de la identidad, en el contexto de la relación colectiva y la ubicación de este mismo individuo dentro de un proyecto de nación-nacionalista?. Al respecto, A. Smith menciona algunos de estos paradigmas al decir que: *"En nombre de la «Identidad nacional» las personas han estado de acuerdo en sacrificar sus propias libertades o recortar las de los otros; han estado dispuestas a pisotear los derechos civiles y religiosos de minorías étnicas, raciales y religiosas que las naciones no podían absorber"*.

Entonces, el término *identidad nacional* supone la total aceptación, por parte del individuo, de la entidad e identidad social -nacional de la cual forma parte. También la identidad nacional acepta la articulación de la nación ficticia modelada según

---

<sup>5</sup> Smith D, Anthony. *"La identidad nacional y otras identidades"* en: *Bibliografía Introductoria Diplomado Superior en Identidades, ciudadanía y Globalización*. INHCA (comp.) Nicaragua: INHCA-UCA, 2008, pág. 27.

<sup>6</sup> Vattimo, Gianni. *"Postmodernidad ¿Una sociedad transparente?" En torno a la postmodernidad*. Ed. Anthropos. Barcelona, 1991, pág. 11.



el esquema lógico, ideológico y nacionalista. Estas articulaciones niegan lo particular y estimulan la pertenencia colectiva por medio de la asimilación cultural, hacen que cada individuo acepte su propia condición de dominado social al reconocer la cuestión nacional como el ente superior instaurado e inquebrantable, al que se debe lealtad y obediencia. De esta forma el individuo concibe y adopta todos estos esquemas de *identidad nacional*, no obstante, en lo particular y en la práctica sean para cada sujeto fehacientemente negativos. Dichos esquemas sirven a cada individuo para justificar todo pensamiento y toda actitud dentro de "ese deber ciudadano" que debe cumplir sin discusión. Eric Hobsbawm alude que "al abordar la cuestión nacional se debe considerar que existen las ideologías oficiales de los estados y los movimientos no nos dicen lo que hay en el cerebro de sus ciudadanos o partidarios, ni siquiera de los más leales"<sup>7</sup>.

De primera impresión, la mutación del pensamiento individual hacia la *identidad nacional* se instala en lo particular de cada ideología estatal. Es a partir de aquí donde cada individuo acepta la representación del sistema; aunque lo anterior dé como resultado a un sujeto vacío de sí y lo convierta en el reflejo de otros, es decir en una aparente identidad colectiva. En fin, el sujeto consiente la imagen donde él es un ser que existe sólo por medio y para la colectividad.

Uno de los tópicos más comunes sobre la concepción de la nación en las sociedades occidentales es la idea de pertenencia, la cual necesita tener un nacionalismo, un Estado-nación, una ideología oficial-estatal y, por supuesto, una evolución del *nacionalismo* dentro de las naciones ya establecidas<sup>8</sup>. Todos estos elementos son claramente determinantes en el contexto de las elaboraciones culturales que hacen las naciones, fundamentándose en una perspectiva histórica. Así, al utilizar estas elaboraciones, para caracterizar la nación, da lugar a resultados claramente erróneos y paralelamente ligados a una ideología que pretende imponer reglas sobre otros individuos; dando lugar a clasificaciones negativas de superioridad e inferioridad respectivamente.

En efecto, la competencia de un individuo frente al Estado no puede ser caracterizada con sólo recurrir y obedecer a una serie limitada de reglas y leyes totalmente rígidas. Existen muchos puntos fluctuantes en esta competencia, que dan lugar a una actuación individual mucho más abierta, más flexible y adaptable en oposición a todas aquellas caracterizaciones colectivas mediante un conjunto de

<sup>7</sup> Hobsbawm, Eric. "Naciones y Nacionalismo desde 1780, en: *Bibliografía Introdutoria Diplomado Superior en Identidades, Ciudadanía y Globalización*. INHCA (comp.) Nicaragua: INHCA-UCA, 2008, pág. 82.

<sup>8</sup> Cfr Hobsbawm, Eric. "Naciones y Nacionalismo..." *Op.cit*; págs. 71-81.

reglas omnipotentes, completamente definidas y establecidas que se deben cumplir con una actitud sumisa y no beligerante.

### **Más allá de la identidad: Lo esencial y la diferencia**

Al examinar con detalle los temas de ciudadanía, y para llegar al final de este escrito, consideramos que en la primera noción de identidad y sociedad se puede percibir el arquetipo *nacionalista identitario* que se vive y se repite dentro de una colectividad. De esta manera concebimos que no es posible abordar esta temática desde una óptica individualista; debido a que ésta sólo es parte dentro de una dialéctica del cuerpo social y no representa toda una colectividad.

Debemos también observar como el individuo se enfrenta al dilema de la asimilación de nación-nacionalidad con la cual se identifica en primera instancia, como parte del grupo; pero después el individuo se sitúa dentro de un entorno social determinado, el cual le permite que empíricamente adopte, se adapte y acepte las ideas paroxísticas desarrolladas en el complejo sentido de la pertenencia ciudadana.

En efecto, la fusión de estas ideas da como resultado "*La identidad funcional*", esa que se hace en términos racionales e irracionales que enseñan y que reafirman el patriotismo como producto de un "aparente conformismo". Lo anterior se condensa en la idea expresada por Mauricio Virolli quien dice: "*El redescubrimiento de la patria es recordado en el lenguaje del amor. Amor a lugares que de pronto se llenan de significado, de gentes que ahora consideramos cercanas y queridas. El lenguaje del patriotismo todavía se usa para sostener el compromiso con el ideal de república, mientras que el lenguaje del nacionalismo (o la variación de él, que actualmente se denomina comunitarismo) es utilizado para llamar a la homogeneidad cultural, ética y religiosa...<sup>9</sup>*".

Hay que precisar, que este emplazamiento puede ser revelador en la yuxtaposición de las ideas del conjunto humano. Aquí nos encontramos ante una paradoja traducida como la ciudadanía, que sin duda da paso a una serie de caracterizaciones por parte del individuo frente a la experiencia de la nacionalidad. Experiencia que parte de un punto: el de la unificación colectiva en un determinado espacio-territorial y donde se logran cristalizar las causas y los

---

<sup>9</sup> Virolli, Mauricio, "*Epílogo. Patriotismo sin nacionalismo*" en: *Bibliografía Introductoria Diplomado Superior en Identidades, ciudadanía y Globalización*. INHCA(comp.) Nicaragua: INHCA-UCA, 2008, págs. 327-328.

ideales grupales; simbolizados dentro de un marco o proyecto nacional donde las representaciones: espaciales –sociales, y las físicas-correlativas, van a identificar al sujeto dentro de un determinado espacio que le sirve de “refugio”; ese lugar que constituye su hogar denominado el terruño, es decir La Patria.

En efecto, si la nacionalidad se caracteriza por la idea de residencia, ideología, sexo, clases ya establecidas y delimitadas, es decir, una identidad que tiene nombre, apellido y dirección física, es una identidad que posee un conjunto de leyes determinadas “racionalmente” y sobre todo artificiosas. Lo anterior resulta incoherente porque no se cumple a cabalidad, debido a que toda nación se construye a base de unas redes que nacen, se desarrollan, se entrecruzan, se relacionan, se diluyen y al final desaparecen para dar paso a otras redes, es decir; la nación es producto de la evolución versátil en la compleja y agitada red colectiva, la llamada sociedad humana.

Sin lugar a dudas, este punto de referencia nos conduce a través del laberinto de la sinergia fundamentada en las masas, misma que permite considerar la nación como la estructura de la duplicidad y multiplicidad. Sinergia que conlleva a creer en lo ideal y se desencanta en lo concreto y subjetivo, es decir, en el contexto del signo social: *“El patriotismo es diferente a la abnegación heroica. El primero requiere que hagamos algo más que atender a nuestros asuntos privados, el segundo exige el sacrificio de nuestras preocupaciones personales e incluso de nuestra vida por el bien común... En momentos de decaimiento extremo de la vida pública, puede que surja un sentido de dignidad y de honor patriótico para sostener la virtud cívica. Sin embargo, tenemos muchos ejemplos de interminable aguante y de adaptación a la corrupción y a la opresión: no hay caminos que conlleven con seguridad al renacimiento de la virtud cívica...”*<sup>10</sup>.

## CONCLUSIÓN

Nuestra visión de la nación y nacionalidad, así como de la ciudadanía y el patriotismo no deben ser considerada un arcaísmo anacrónico porque todos estos conceptos enmarcan a cada sociedad dentro de una ubicación en determinado tiempo y espacio, dentro de una posición y un sustrato correlacionados entre sí. Todo desequilibrio provocado por la ausencia de cada uno de estos factores, puede conducir a una confusión social dentro de la aceptación del individuo y la sociedad. Así la reafirmación y aceptación de las diferencias debe ser lo

---

<sup>10</sup> *Ibid*; págs. 339-340.

imperativo dentro de todas las aspiraciones humanas. La nación se debe concebir en el marco de una relación social intrínseca que conlleve al reconocimiento de los individuos y todos sus aspectos tanto los físicos, los intelectuales y los emocionales.

La verdadera *Identidad*, debe ubicar o reubicar a cada sujeto dentro del territorio nacional después de considerar, reconocer y respetar ciertos aspectos individuales tan básicos como son: la movilidad social, la inmigración, la emigración y la fuerza de trabajo. Asimismo la nación debe proveer y promover todos los códigos sociales, políticos y morales que convierten al sujeto en un ciudadano nacional. Esto conlleva a la búsqueda de re-localizar la imaginación y la aspiración de una nación a través de los movimientos de las distintas sociedades que conviven en un determinado territorio; movimientos en pos de la aceptación de la identidad, en el supuesto de que en un mundo globalizado debe existir un lugar para la interconexión y la aceptación multicultural, multiétnica y plurilingüista. Así que nuestra aldea global debe ser internacionalizada, y la misma debe relegar al olvido todos los causales históricos de los grandes desastres sociales en contra de la humanidad; realizados en todos los tiempos por las "grandes" naciones, así por ejemplo tenemos el exacerbado nacionalismo, el separatismo autonómico impuesto, el tribalismo y la xenofobia; males que a lo largo de la historia humana se han repetido una y otra vez.

Lo anterior exige un autoexamen para que cada nación le corresponde reinterpretar las fronteras sociales y debe concebir que las diferencias no son irreconciliables, al contrario, son aquellas que denotan la uniformidad humana, de tal forma que las diferencias son una identidad racional-referenciada, donde se pueden construir las bases sociales de la nación, por medio de una macrocultura en la microcultura de la integración. En este siglo XXI debemos ser testigos de la creación e instalación de la *Identidad universalista*, bajo la premisa de olvidar todos aquellos idealizados míticos sentimientos nacionalistas. Se debe crear una *Identidad* que permita el dislocamiento de las utopías, de todas las supremacías de ciertas sociedades y de culturas monopólicas, que hacen valer su preeminencia a costa del sometimiento de todas las sociedades que ante sus ojos les resultan "inferiores". Así cada nación debe abrir un sendero hacia la investidura de la universalidad de la identidad.

En definitiva, el gran aliado para esta cruzada de cambios sobre el concepto de identidad, es el reconocimiento de la convergencia cultural, como una política que debe servir para fortalecer la sociedad en general sin hacer ningún tipo de distinción. La sensibilidad individual y colectiva hacia la *Identidad* posibilitará

reconstruir el mundo, y de igual forma impulsará en cada sujeto una visión universalista de pensar y practicar la solidaridad. Así que la solidaridad como producto social tiene como mérito la virtud transpolítica, la lógica de la identidad, la pluralidad y la tolerancia.

En conclusión: El pluralismo transforma cada nación, la singulariza y la totaliza de forma racional. Eso apunta precisamente a que la *Identidad* es la aceptación de la diferencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, Benedict. *“Introducción en: Comunidades imaginadas. Reflexiones sobre el origen y la difusión del nacionalismo.”* México: fondo de cultura económica, 1991. Págs. 17-25.
- Calhou, Craig. *“Parentesco, etnicidad e identidades categóricas”, en: Nacionalismo.* Buenos Aires: Libros El zorzal, 2007. Págs. 55-113.
- Favre, Henri. *“Capítulo V. Del indigenismo al indianismo”, en: El indigenismo.* México: Fondo de cultura económica, 1998. Págs. 126-147.
- González y González, Luis. *“Terruño, microhistoria y ciencias sociales”, en: Región e historia en México.* México: Instituto Mora/ UAM, 1991. Págs. 23-36.
- Habermas, Jürgen. *“Identidad nacional e identidad post nacional”, en: Identidades nacionales y post nacionales.* España, Tecnos, 1994. Págs. 11-121.
- Hroch, Mkiroslav. *“La construcción de la identidad nacional: del grupo étnico a la nación moderna en: Revista de Occidente, No. 161”.* Octubre 1994. Págs. 45-60.
- Hobsbawn, Eric. *“Introducción en naciones y nacionalismo desde 1780”.* Barcelona: Crítica, 1991. Págs. 9-21.
- Krauskopf, Dina. *“Dimensiones y pertenencias en la construcción de las identidades juveniles en Centroamérica”, en: Estudios culturales centroamericanos en el nuevo milenio.* Marc Zimmerman y Gabriela Baeza Ventura (coords.) Houston: LACASA, 2007.
- Kinloch, Francés. *“Naciones y nacionalismo. Debates en torno a sus análisis históricos”, en taller de Historia No. 6, Nación y etnia ¿Identidad natural o creación cultural?* Nicaragua: IHNCA-UCA, 1994. Págs. 9-31.
- Stavenhagen, Rodolfo. *“Los escollos de la etnicidad y los conflictos étnicos”, en: Conflictos étnicos y estado nacional.* México: siglo XXI, 2000. Págs. 23-46.
- Smith, Anthony. *“La identidad nacional”.* España. Trama. 1997.
- Van Young, Erick. *“Haciendo historia regional: consideraciones metodológicas y teóricas”, en: Región e historia en México (1700-1850).* Pérez H, Pedro (comp.). México: Instituto Mora/ UAM, 1991. Págs. 99-122.

- Vattino, Gianni. "Postmodernidad ¿Una sociedad transparente?" *En torno a la postmodernidad*. Ed. Anthropos. Barcelona, 1991.
- Virrolli, Mauricio. "Epílogo. Patriotismo sin nacionalismo", en: *Por amor a la patria*. España, Acento, 1997. 202- Págs. 232.
- Viveros Vigoyas, Mara. "El concepto de género y sus avatares: Interrogantes en torno a algunas viejas y nuevas controversias", en: *Pensar (en) género. Teoría y práctica para nuevas cartografías del cuerpo*. Millán de Benavides, C. y Estrada A. (eds.). Bogotá: Universidad Javeriana, 2004. Págs. 170-191.
- Wade, Meter. "Capítulo I" en *Raza y etnicidad en Latinoamérica*. Ecuador: Abya Yala, 2000. Págs. 11-34.

# Neoliberalismo y conflictos socioambientales en Honduras: Cuatro casos de estudio: agua, bosque, explotación minera y agricultura

Luis Manuel Martínez \*

## RESUMEN

Con la implementación en Honduras del neoliberalismo desde la década de los noventa, los conflictos clasistas tendieron a invisibilizarse; tomando diversas formas atomizadas de lucha en las que otros actores sociales antes no involucrados se incorporaron para la defensa de espacios que previamente no eran reconocidos como espacios de conflicto o si lo era pasaban desapercibidos. El presente trabajo pretende analizar, a partir de cuatro de los principales conflictos socioambientales suscitados en las últimas dos décadas en Honduras, cómo los actores sociales involucrados construyen espacios de interacción que pretenden generar cambios sociales en la protección del bosque, el agua, explotación minera y agricultura

Para comprender de manera más exacta esta situación, es pertinente recordar que dos de los pilares del neoliberalismo radican en la liberalización del comercio y de las inversiones, así como la privatización (Friedman, 1992). Por ende, el deterioro de un Estado medianamente fuerte, durante las décadas precedidas, tributó en la adjudicación de valores de cambio; elementos que antes eran de acceso universal como el agua y los bosques. Al agregar el factor privatización, el Estado se desprende totalmente de estos recursos y los sede a actores de las nuevas élites económicas que se unen a las tradicionales y transnacionales que poseen tierras y minas conformándose una élite político- económica. De hecho, estos contextos de conflictividad generaron revueltas espontáneas que progresivamente tomaron formas organizativas particulares en cada uno de los casos. Así surgen iniciativas como el MAO, CAVS, MUCA y el CNRP.

A la luz de la teoría de los nuevos movimientos sociales, este trabajo pretende aportar insumos metodológicos para el análisis ecléctico y más holístico de estas nuevas formas de organización social que pretenden desarrollar cambios; partiendo de experiencias locales y problemas particulares. Así bajo este mismo enfoque teórico se pretenden identificar los límites y alcances de estas formas de acción colectiva.

---

\* Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Sociales. Licenciado en Sociología.

**Palabras clave:** *Movimientos sociales, Cohesión, Conflicto, Neoliberalismo, Identidad.*

## **ABSTRACT**

With the implementation of neoliberalism in Honduras since the early nineties, class conflict tended to become invisible; taking various forms of struggle in which other actors not previously involved were incorporated for the protection of areas that previously were not recognized as areas of conflict or if they were they were not noticed. This paper pretends to analyze, based on the four major social environmental conflicts that have arisen in the past two decades in Honduras, how social actors involved construct the spaces of interaction that are intended to create social change in forest protection, water, mining and agriculture.

To understand more accurately the situation, is pertinent to recall that two of the pillars of neoliberalism lies in the liberalization of trade and investment, and privatization (Friedman, 1992). Therefore, the deterioration of a relatively strong state for decades, contributed to values of change, elements that were universally accessible as water and forests. Adding the factor privatization, the State gives up all these resources to new economic who join the traditional and transnational corporations that own land and mines conforming a political-economic elite. In fact, these contexts of conflict generated spontaneous revolts that took particular organizational forms progressively in each case. That's how initiatives such as MAO, CAVS, and CNRPMUCA emerge.

In light of the theory of new social movements, this work aims to provide methodological inputs for the eclectic and more holistic analysis of these new forms of social organization seeking to develop changes, based on local experience and particular problems; under this theoretical approach is intended to identify the limits and scope of these forms of collective action.

**Key words:** *Social Movements, Cohesion, Conflict, Neoliberalism, Identity.*



## INTRODUCCIÓN

En la década de los 60 y 70 se abrió un ciclo de instauración de dictaduras militares en gran parte de América Latina, ciclo que en Honduras parte de 1963 hasta 1979, de esta manera en la década de los 80 se produjo el retorno a la democracia representativa como sistema de gobierno. Desde los albores de los 90 se inició el período de consolidación y profundización de la misma, acompañada de la implantación más severa del neoliberalismo como modelo económico cuyo origen se precisa en las dictaduras militares y que en los últimos veinte años agudizó las diferencias sociales en detrimento de la democracia recién establecida.

Este trabajo parte del supuesto de que el neoliberalismo es la forma de dominación asumida por el capitalismo a partir del último cuarto del siglo XX. La magnitud de las políticas económicas y sociales implementadas han sido tan severas que ni la legitimación de los menos afectados por las mismas, a partir de la promesa de consumo permanente, compensa los perjuicios que ha generado a los más vulnerables.

De esta manera se produce la conformación de un creciente sector poblacional excluido del acceso al empleo, a la tierra y al consumo de servicios básicos. Esto ocurría paralelamente con la pérdida de capacidad de movilización del movimiento obrero organizado.

Tal debilitamiento es propiciado, en gran medida, por el eminente colapso del socialismo soviético; permitiendo el avance del capitalismo como modelo hegemónico político, económico y social. Debido a lo anterior el movimiento obrero como forma de organización social sufre un agotamiento que le impide posteriormente hacer frente a las medidas antisociales que el neoliberalismo contempla. De esta manera, desde la segunda mitad de los noventa y principios del nuevo milenio aparecen o se “visibilizan” diversas acciones colectivas de resistencia y lucha contra lo que en forma genérica se conoce como “neoliberalismo”. Estas acciones se inscriben en diferentes movimientos sociales contenidos en un amplio espectro que ha recorrido América Latina, desde la experiencia del zapatismo (Armida, 2005) hasta los casos en menor escala suscitados en Honduras.

### El neoliberalismo en Honduras

En décadas anteriores la toma del poder se encontraba ante un movimiento obrero desmovilizado y carente de un objetivo cohesionador como. Las élites económicas y políticas transnacionales, aliadas con las nacionales, generaron las condiciones

propicias para la implementación de un modelo agresivo en materia económica, en cuanto a la acumulación de capital por parte de la clase empresarial y en materia social, violador de los derechos adquiridos por la clase trabajadora y productor de mayor desigualdad. Por ende las medidas antisociales generadas por el modelo no encontraban la resistencia requerida por parte de los sectores populares; repercutiendo en una serie de perjuicios en materia laboral, económica y de salud.

Las políticas macroeconómicas, recomendadas por teóricos e ideólogos neoliberales a países tanto industrializados como en desarrollo, incluían políticas monetarias restrictivas que durante este lapso inhibieron el **crecimiento económico**. Las principales manifestaciones en este sentido se reflejan en la disminución de los flujos de exportaciones y aumento de las importaciones; incrementando tanto el nivel de la deuda interna como el de la externa, ampliando la brecha entre los pobres que asimétricamente crecían en comparación a la de los poderosos que se atomizaban.

En cuanto a las políticas fiscales restrictivas (Friedman, 1992) cabe destacar, que éstas se fundamentaron en el aumento de los impuestos sobre el **consumo** y reducción de la **producción** y la **renta**, además de la creación de regímenes especiales y disminución del gasto público. Con ésto último el modelo dejaba claro que entre sus propósitos estaba la hegemonía del mercado sobre el Estado y que era bajo las reglas del mercado que el Estado debía funcionar.

Otro elemento implícito dentro de la lógica neoliberal y que fue mera teoría, es el de la liberalización del comercio para las inversiones, ya que suponía incentivos tanto para el crecimiento como para la distribución de la riqueza. Sin embargo, las premisas de que los agentes privados tienden a ser más productivos y eficientes que los públicos, así como la que el Estado debe adelgazarse para ser más eficiente y permitir que el sector privado sea el encargado de la generación de riqueza, colmó los discursos de las élites políticas y económicas; logrando con ellos la privatización de gran parte de los espacios hasta entonces cubiertos por el Estado. Finalmente, ésto permitió la desregulación de la normativa nacional, pero aseguró sobre todo la garantía del régimen de propiedad privada y de la seguridad jurídica.

Económicamente el escenario estaba listo ya que las reformas neoliberales fueron impuestas de manera concluyente entre 1990 y 1993 a través del denominado Programa de Ajuste Estructural a la economía y modernización del Estado (Barahona 2005). Dicha iniciativa estipulaba la implementación inmediata de las medidas previamente señaladas. Las mismas ejercieron efecto a corto plazo;

beneficiando un pequeño sector económico y políticamente dominante. Entre estos sectores se encontraban los vinculados a la banca, maquila y agroindustria; con relaciones estrechas a los partidos políticos tradicionales.

Aunque es preciso señalar que varios de estos problemas ya eran latentes previo a la implementación de este Programa, la puesta en marcha del mismo dinamizó la asimétrica relación de enriquecimiento que tuvieron estos sectores económicos; contrastando con el marcado empobrecimiento de grandes sectores poblacionales, especialmente en el área rural. Sobre todo en ésta quedaron manifestadas en una serie de dificultades sociales que confluyeron en una oleada migratoria hacia las áreas urbanas; provocando que los efectos sociales derivados de la implementación del modelo se volvieran cada vez más difíciles de solventar.

Entre las medidas que causaron un mayor impacto en la agudización de la crisis social en este período de tiempo se pueden mencionar las relacionadas con la privatización de los servicios provistos por el Estado, la desregulación y flexibilización del empleo, la concesión de recursos naturales al sector privado nacional y transnacional, así como el privilegio a la inversión agroindustrial en el campo. Esto provocó el detrimento del campesinado lo que en definitiva fomentó las importaciones, exenciones fiscales, latifundio y la precarización tanto del empleo como del acceso a los servicios de consumo colectivo por parte de grandes contingentes poblacionales.

Estas medidas tuvieron un soporte legal proporcionado por la clase política agrupada en los dos partidos tradicionales del país, quienes junto al empresariado local siguieron al pie de la letra las directrices emanadas del Fondo Monetario Internacional FMI, Banco Interamericano de Desarrollo BID y Banco Mundial BM a través de la aplicación de leyes que inician con la Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola en 1992. Luego en 1998 se decreta la Ley General de minería y en el año 2003 entra en vigencia la Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento (Congreso Nacional de Honduras, 2010).

## **El conflicto social**

Concluida la guerra fría, muchos de los actores sociales incorporados en organizaciones de índole revolucionaria se reintegraron a las actividades laborales y por consiguiente, eran las organizaciones gremiales o sindicales la nueva trinchera para resistir los embates del modelo neoliberal. No obstante, los ideólogos y ejecutores de dicha política identificaron muy bien los remanentes del movimiento popular que podían hacer frente a esta propuesta. Por ende, las acciones de los

sectores en el poder político fueron encaminadas a destruir estas organizaciones por medio del montaje de asociaciones paralelas o persecución de líderes, así lo evidencian en 1991 y 1992 los casos del Sindicato de Trabajadores de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica STENEE y el Sindicato de Trabajadores de la Medicina, Hospitales y Similares SITRAMEDHYS, dos de los más fuertes para la época (Gustavo Irías 2008).

Por otra parte, el campesinado también sufre grandes pérdidas. El proceso de Reforma Agraria, impulsado desde 1974, era cortado; dando paso a la Ley para la Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola. Dicho proceso, iniciado en la década del setenta, procuraba la reducción del latifundio y el minifundio; mientras esta nueva iniciativa lo fomentaba, agudizando las diferencias entre terratenientes y campesinos, privilegiando a los primeros y socavando las bases del movimiento campesino. Varios analistas señalan que este deterioro del movimiento partió de prácticas corruptas en la asignación de tierras, y al igual que en el caso de los obreros se les dio persecución a los principales líderes, formándose organizaciones afines a los intereses agroindustriales. Así lo evidencia el caso de las Empresas Asociativas Campesinas de Isletas EASI, una de las que concentraba la mayor cantidad de campesinos (Posas, 1980).

La década del noventa encuentra un movimiento social organizado totalmente débil y diezmado, que no logra hacer frente a la oleada neoliberal, sino más bien tiene que retrotraerse. Sus principales luchas fueron de resistencia en ciertos espacios como las Centrales Obreras y Campesinas que formalmente representaban a la clase trabajadora. Sin embargo, los trabajadores y campesinos dejaron de sentirse representados por estas organizaciones ya que diferencias internas dentro de las mismas, aunado a los embates del modelo, terminaron de debilitar y sucumbir a las dos grandes fuerzas proletarias tradicionales. De aquí que al 2010 solamente el 6 por ciento (Confederación Sindical Internacional 2010) del total de la población que trabaja se encuentra sindicalizada.

Ante el panorama desolador en el campo político, económico y social; fueron las contradicciones internas del neoliberalismo las que en primera instancia promovieron el desaparecimiento casi definitivo del movimiento popular hondureño. A la vez que, fueron las que generaron nuevas condiciones para que germinaran otros conflictos derivados de su política avasalladora, con nuevos actores sociales y/o actores reciclados de la vieja tradición obrero- campesina. Lo anterior constituye la razón que justifica el presente intento de analizar, a partir de los principales conflictos socioambientales suscitados en las últimas dos décadas en Honduras, cómo los actores sociales involucrados construyen espacios de

interacción que pretenden generar cambios sociales en la protección del bosque, agua, explotación minera y agricultura.

Para entender esta nueva dinámica organizativa es necesario recurrir a los aportes teóricos derivados de la teoría de las identidades o de los nuevos movimientos sociales, en las que se acentúan más los factores del ideario y el proyecto histórico de los movimientos sociales como sujetos. Además señalan que la aparición de los nuevos movimientos tiene que ver con las transformaciones fundamentales de la sociedad contemporánea. A la vez, subrayan que las líneas del conflicto social actual son diferentes a las existentes en la sociedad industrial clásica (Giménez, 1995:11).

El enfoque teórico con el que se dispone analizar esta realidad pretende establecer un encuadre ecléctico entre marxismo y la teoría de los nuevos movimientos sociales. El primero continúa siendo el marco privilegiado de comprensión de los movimientos sociales y de la transformación social, mientras la segunda destaca a su vez otras lógicas de acción basadas en la política, la ideología y la cultura; así como fuentes alternativas de identidad como las creencias, el género o la edad; considerándolas bases de acción colectiva (Giménez, 1995:11).

### **Movimiento Ambientalista de Olancho MAO y la Lucha por la Defensa del Bosque**

Cabe señalar que las primeras acciones no fueron motivadas por la defensa del bosque, tampoco fueron estrictamente ambientalistas. Con ellas únicamente se buscaba prevenir accidentes dentro del municipio, así lo expresa uno de los involucrados en el primer plantón del año 2000:

*«En ese momento lo que exigíamos era que se hiciera una calle alterna, no peleábamos por defender el bosque, peleábamos porque se respetara a las personas del pueblo que estaban en esa calle y que eran afectadas por el polvo y el peligro que representaba.» (Tinoco y Sosa, 2007).*

Derivado del proceso de deforestación al que los bosques circundantes al municipio de Salamá en el Departamento de Olancho estaban siendo sometidos, se generó un conflicto. Este conflicto entre pobladores y depredadores fue el catalizador para el surgimiento y formación de un amplio movimiento ambiental de resistencia. Tal como lo evidencia la cita previamente señalada.

Según antecedentes, este proceso de deforestación en la región data de la década del cuarenta del siglo anterior hasta inicios del presente siglo. Sin embargo, fue

hasta fines de la década del noventa que los pobladores de la región captaron dicha actividad como lesiva a sus intereses; considerando en primera instancia que el acarreo de madera por el centro de su municipio atentaba contra su integridad física y la de sus bienes, y en segundo que la desforestación estaba originando problemas de abastecimiento de agua.

La explotación maderera era habitual en esta zona boscosa, pero a partir de la primera acción colectiva medianamente organizada para evitar daños a su comunidad, se comenzó a dinamizar el repudio contra dichas prácticas y por ende este agravio fue analizado por los líderes del incipiente movimiento. Este análisis tributó en la identificación de las causas y obviamente los causantes, lo que consecuentemente llevó a impulsar una lucha más organizada y con objetivos claros; pasando de esta manera a no sólo protestar contra el acarreo de madera sino contra el corte de la misma. Los pioneros de esta organización habían establecido una relación indisoluble entre el bosque y los recursos hídricos, vínculo que es utilizado como agente cohesionador y que permitió el desarrollo de acciones movilizadoras y de protesta que a la vez despertaron conciencia entre los pobladores de las comunidades afectadas.

La configuración de los actores sociales en disputa se había dado. De este modo el conflicto alcanzó mayores niveles de confrontación. En un extremo, se encontraban los madereros amparados en un marco legal que les permitía realizar dichos cortes, y en el caso de que no se les autorizara, hacían acopio a convenios fraudulentos con las autoridades encargadas de la protección de este recurso (Agencia de Investigación Ambiental 2007). En el otro extremo se ubicaban una serie de pobladores: campesinos, amas de casa, maestros y religiosos de la zona que consideraban injusto el trato que los empresarios de este rubro le daban a los recursos naturales. De hecho, una serie de acciones que culminaron con una multitudinaria marcha hacia la capital en el año 2003 enfrentaron constantemente a estos actores sociales polarizados; teniendo como escenario los bosques de Olancho y como objeto de pugna el control y/o uso racional de los recursos naturales.

La asignación de los recursos naturales, a través de los procesos de privatización que el neoliberalismo otorgaba a grupos de poder económico, fue identificada y posteriormente utilizada por fuerzas sociales, hasta entonces no incorporadas a la lucha popular, como elemento de cohesión social. De manera significativa generó identidad entre esta gama de individuos socialmente heterogéneos pero homogéneamente unidos por una causa común. Así en el año 2003 surge de manera formal el Movimiento Ambientalista de Olancho MAO. Desde entonces se

ha vuelto la organización insignia en la defensa del bosque de esta región; traspasando las barreras fronterizas hasta representar esta causa a nivel continental.

Para comprender a plenitud la cohesión existente entre sus miembros es imprescindible observar la construcción de valores en el interior del MAO. Tales valores son rescatados del cristianismo social, la democracia participativa y la conciencia de clase; elementos totalmente opuestos a la lógica neoliberal que ha desencadenado esta lucha que traspasa el plano económico y se plantea como un conflicto social por la vida, entendida ésta desde una dimensión más compleja que abarca lo espiritual, cultural y político sin dejar atrás las contradicciones propias del capitalismo.

### **Comité Ambientalista del Valle de Siria CAVS y la Defensa del Medio Ambiente**

En el año 2000 entra en vigencia la explotación minera San Martín bajo la responsabilidad de un consorcio canadiense amparado dentro del marco de la Ley General de Minería. Dicha normativa de carácter entreguista, aprobada durante el paso del huracán Mitch, permitió la repartición de aproximadamente 300 concesiones mineras (ASONOG 2007) tanto subterráneas como a cielo abierto. En el caso del Valle de Siria se emprendió una extracción del segundo tipo, lo que consecuentemente derivó en una férrea resistencia por parte de un grupo de pobladores conformado por maestros, campesinos, amas de casa, jóvenes y profesionales, entre otros.

Previo a la conformación del Comité ya coexistía en la región una serie de organizaciones dedicadas a luchas específicas de carácter reivindicativo como las de los maestros, campesinos, patronatos etc. Es así que su proceso de organización no surgió de manera directa, debido a que antes del mismo se ejecutaron actividades como movilizaciones por parte de estudiantes y pobladores en las zonas aledañas al enclave minero. En definitiva fueron esta lucha inicial sumada al proceso informativo y de sensibilización las acciones que crearon las condiciones óptimas para la construcción, en primera instancia, de un comité intermunicipal de pobladores integrado por los actores antes señalados e impulsadas por la defensa de los recursos naturales degradados por la mina a cielo abierto.

Los esfuerzos organizativos de carácter gremial, político y social, ya existentes, fueron impregnados de dinamismo por nuevos actores sociales que se incorporaron con nuevos valores y formas de lucha: jóvenes, mujeres, religiosos, artistas etc. De

esta manera se constituye el Comité Ambientalista del Valle de Siria CAVS, instancia cuya fortaleza radica en la capacidad de incorporar esta variedad de actores en pro de un objetivo específico como era para entonces resistir y luchar en contra de los efectos derivados de la minería a cielo abierto en los municipios de el Porvenir, Cedros y San Ignacio.

Como toda iniciativa neoliberal de carácter privatizador, la concesión minera en el Valle de Siria vendió la idea del progreso y desarrollo como su principal aporte a las comunidades. Sin embargo, debido a su formación y grado de integración, los miembros del CAVS lograron desvirtuar estos argumentos, utilizándolos como elementos organizativos para responder junto a los pobladores a lo que consideraban una afrenta en contra de sus vidas. De hecho, ésto manifiesta que los valores irradiados por el CAVS, en tanto movimiento ambiental, contrastan diametralmente con los desprendidos del neoliberalismo; ya que para este movimiento los recursos naturales son parte esencial del ciclo de la vida y se relacionan directamente a su existencia. Además consideran que sin estos recursos no podrían vivir, lo que a la lucha material se suma la dimensión subjetiva de los valores contrapuestos a los impulsados por modelo neoliberal.

### **Coordinadora Nacional de Resistencia Popular CNRP y la Lucha por el Agua**

Este movimiento surge de una lucha frontal contra la aprobación de la Ley Marco del Agua Potable y Saneamiento, iniciada por las organizaciones populares de El Progreso en el año 2003. De esta manera este tipo de lucha organizada constituyó el abandono de la política de negociación basada en los conceptos de "incidencia y consenso" a partir de reformas parciales; generando las más grandes jornadas de lucha en Honduras desde la implementación del modelo neoliberal. Llegó a su cúspide el 26 de agosto de 2003, con la toma de Tegucigalpa; y posteriormente la movilización magisterial en el año 2004 que puso en jaque al gobierno nacionalista de Ricardo Maduro (Amaya, 2007).

A pesar de que el agua es un recurso deficitario en muchos rincones del país, necesario para el desarrollo de la vida en todas partes; entender este elemento fue importante para cohesionar, alrededor de una plataforma de lucha encabezada por un grupo de organizaciones sociales, parte de los movimientos obrero y campesino al igual que nuevos actores sociales; quienes comprendieron que al privatizar el agua se convertiría en un bien de mercado. Con ésto se atentaba y se ponía precio a la vida misma, premisa que fue retomada por la Coordinadora Nacional de Resistencia Popular CNRP. De hecho, la incorporación de este elemento a la palestra pública fue el principal aporte que permitió identificar aquel "gran fantasma"



llamado neoliberalismo. Una de las particularidades de esta iniciativa la contemplaba su democracia interna, a diferencia de otros procesos unitarios que fueron verticalistas o de cúpula. La CNRP se asentó sobre asambleas democráticas nacionales denominadas conversatorios. En éstas, las dirigencias de las organizaciones regionales y de base, debatían y decidían democráticamente sobre los contenidos, los métodos de lucha y las actividades a realizar; siendo la conducción una facilitadora y ejecutora de las decisiones de la base. Otro elemento fundamental es la independencia política, ya que tomaba sus propias decisiones, convirtiéndolas en planteamientos; buscando la unidad con otros sectores. Un claro ejemplo fue la jornada del 2003, en donde hubo unidad de acción con sindicatos y las propias centrales, alrededor de los cuatro puntos levantados por la CNRP.

Cabe destacar que la principal lucha emprendida por el movimiento popular organizado, desde esta instancia, fue la relacionada con la no privatización del agua. Eso dejó en evidencia que en el nuevo contexto las luchas reivindicativas del movimiento obrero y campesino tradicional no tienen mucha cabida, con ligeras excepciones, ya que el neoliberalismo ha sido capaz de invisibilizar hasta cierto punto esa dicotómica relación de clases. Por ende, una de las principales lecciones que deja esta experiencia organizativa es la de incorporar de manera activa a los nuevos actores sociales agraviados por el sistema y no simplificar el conflicto a una simple lucha de clases, así lo demuestra este ejemplo organizativo.

### **Movimiento Unificado Campesino del Aguán MUCA y el Rescate de la Tierra**

Con la Ley para la Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola se pone en acción un plan para expropiar a las empresas campesinas de los derechos que el Estado les asignó a mediados de la década de los setenta sobre miles de hectáreas cultivadas con palma africana (Elaeis Guinensis 2010). De esta manera en la región conocida como el Bajo Aguán en el departamento de Colón, funcionarios estatales y empresarios se hicieron propietarios de aproximadamente 20 mil hectáreas de las mejores tierras del país (alrededor de 28 mil manzanas o 48 mil acres), convirtiéndose dicha Ley en la estrategia política de expropiación.

Desde los años noventa la zona se ha convertido en un escenario constante de luchas con baja intensidad. Los campesinos aisladamente tratan de recuperar tierras que reclaman como propias y que afirman fueron arrebatadas. Sin embargo, tales reclamos eran fácilmente neutralizados tanto por funcionarios estatales como por empresarios, quienes audazmente aprovecharon los beneficios derivados de la implementación de esta Ley neoliberal en el agro hondureño. Además a la precariedad social se agregaba la manifiesta debilidad del movimiento campesino y

la serie de organizaciones que giran en torno a este sector. Para Noviembre del año 2001 se organiza el Movimiento Unificado Campesino del Aguán MUCA, con la participación de 28 grupos campesinos que no han sido beneficiarios de la reforma agraria. Esta estructura de organización fundamenta el nuevo movimiento campesino, alrededor del reclamo de las tierras que fueron declaradas para fines de reforma agraria desde los años setenta. Ellos aducen que pasaron de forma fraudulenta a manos de empresarios.

Con el inicio de un nuevo siglo también aparece en el horizonte un nuevo indicio del movimiento campesino. Hasta el año 2006 las acciones desarrolladas por una serie de campesinos pasaron desapercibidas; logrando entablar a partir de ese año un cuerpo organizado más fuerte y alcanzando niveles de notoriedad pública mayores. No obstante, en ese año se comienza a radicalizar la lucha a través de tácticas como tomas de carreteras y recuperación de tierras. Lo anterior elevó al máximo la confrontación con los terratenientes locales, estableciendo los pilares para el resurgimiento de un nuevo movimiento campesino separado de organizaciones campesinas burocratizadas.

Un elemento que vuelve especial esta nueva forma de organización campesina es la incorporación, hasta cierto punto, de actores sociales históricamente desplazados como la mujer y los jóvenes. Quienes poco a poco se ubican en puestos clave; no obstante, el tradicionalismo continúa siendo el Talón de Aquiles del campesinado hondureño. Otro aspecto que permite identificar esta acción colectiva como el despertar del movimiento campesino en Honduras es que a partir de sus reivindicaciones y accionar, otras iniciativas de asociación campesina tratan de tomar fuerza. Sin embargo, las mismas continúan siendo aisladas; a diferencia del Movimiento Unitario Campesino del Aguán MUCA que logró conjuntar el malestar colectivo de miles de campesinos en una sola lucha. De allí que los cuerpos represivos del Estado, junto al aparato ideológico de los grupos de poder, lo identifican como un potencial enemigo y tratan de aislarlo del resto de la sociedad.

Finalmente, es necesario afirmar que el MUCA no solamente propugna por el acceso a la tierra sino que establece entre sus reivindicaciones la democratización de este bien a través de la vía legal; conjuntamente con la lucha social. Esta iniciativa de organización es percibida por la clase dominante como un peligro para sus posesiones y estatus quo. Ésto en parte, por el sentido de horizontalidad de la estructura organizativa campesina, los vuelve difícil de combatir o negociar con sus líderes como era una costumbre de la tradicional dirigencia campesina.

A manera de conclusión, es posible afirmar que ante el embate del neoliberalismo y

sus repercusiones sociales, los actores sociales no incorporados a los movimientos clásicos han encontrado nuevos elementos de cohesión. Entre esos elementos sobresale el respeto y la búsqueda de una identidad propia; lo que ha desatado el apareamiento de novedosas expresiones de lucha y reivindicaciones, que hasta antes de la década del noventa pasaban inadvertidas, consecuentemente estos sectores poblacionales se encontraban invisibilizados.

Además, es preciso indicar que ante la decadencia de las formas de organización tradicional por causas internas y externas, los miembros de los movimientos sociales clásicos observan en los nuevos movimientos alternativas de organización y lucha contra el neoliberalismo. La efectividad de las mismas depende de la existencia de un Estado de Derecho que respete y haga respetar el marco jurídico, ya que es esta instancia el terreno más utilizado para hacer valer las propuestas presentadas por estas formas de acción colectiva.

Entre los principales aportes de estas nuevas formas de organización se destacan: los desprendidos de dimensión ética. Cada uno de los diversos actores incorporados a estos movimientos todavía incipientes han generado una carga valorativa muy particular que contrasta con los valores promovidos por el modelo neoliberal. De este modo, en ocasiones el conflicto, en el plano subjetivo es más cohesionador que las mismas contradicciones objetivas del sistema imperante y por consiguiente esta ética en favor de la vida logra atraer más adeptos que los movilizadas por los clásicos sectores del movimiento obrero –campesino.

## REFERENCIAS

- Agencia de Investigación Ambiental. La Crisis de la Tala Ilegal en Honduras. Tegucigalpa M.D.C. (2007).
- Amaya, C. La tarea del momento: unificar las luchas contra el gobierno. El Trabajador N° 63, Honduras. 2007.
- Armida, G. Los movimientos sociales de resistencia al neoliberalismo en América Latina: Alcances y perspectivas. Centro de Estudios de Historia Obrera Cátedra de Historia de América Contemporánea. Universidad Nacional de Rosario. 2005.
- ASONOG. Las Industrias Extractivas Mineras un mal Negocio para Honduras. Tegucigalpa MDC. 2007.
- Barahona, M. Honduras siglo XX, una reseña histórica Edit. Guaymuras, Tegucigalpa M.D.C. 2005.
- Confederación Sindical Internacional. Informe anual sobre la violación de los derechos sindicales. 2010.

Congreso Nacional de Honduras. Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento. [www.congreso.gob.hn](http://www.congreso.gob.hn), 2010.

Irías, G. Cincuenta años de lucha política y social en Honduras: ¿Cuáles son las lecciones de luchas aprendidas? Revista Envió Honduras 2008.

Jiménez, C. Acción colectiva y movimientos sociales. Nuevos enfoques teóricos y metodológicos. Universidad Autónoma Chapingo. [www.alasru.org](http://www.alasru.org), 1995.

MUCA. Recuento de los hechos y la recuperación de las Tierras de la Reforma Agraria en Honduras 2010.

Posas, M. *El movimiento Campesino Hondureño*. Edit. Guaymuras Tegucigalpa, M.D.C. 1980.

Tinoco, M. y Sosa, E. *Optando por la Vida*. Edit. Guaymuras Tegucigalpa M.D.C. 2007.

# La habilidad pedagógica de planificar: Una necesidad de los maestros que imparten Educación Física.

Raúl Orlando Figueroa Soriano \*

## RESUMEN

El presente artículo es el resultado de un estudio experimental (Pre experimento <Pre test y post test>) respecto a la habilidad pedagógica de planificar. El objetivo del estudio es determinar la habilidad de planificar que poseen los maestros de Educación Primaria en lo que respecta al primer ciclo en 6 Centros Básicos de Danlí. De esta manera proponemos un sistema de acciones y operaciones que coadyuven a mejorar la actividad docente. La población es de 120 docentes, cuya muestra fue de 36 enseñantes seleccionados de forma intencional. Son varios los autores que hacen referencia a esa habilidad, misma que todo docente debe dominar para ejecutar el proceso educativo de forma adecuada. Para este estudio consideré fundamentos prestigiosos, y a partir de ellos seleccioné un grupo de acciones y operaciones. Tales acciones y operaciones proponen un accionar con orientaciones metodológicas para maestros de Educación Primaria responsables de impartir la asignatura de Educación Física, correspondiente al Diseño Curricular Nacional Básico de Honduras en su Primer Ciclo. Los resultados del estudio evidenciaron problemática en el desarrollo de esta habilidad. La propuesta fue de gran ayuda para mejorar la actividad docente, pues a posteriori se evidenciaron mejorías a través de los métodos de investigación aplicada, correspondientes a los niveles empíricos, teóricos y matemáticos.

**Palabras clave:** *Habilidad pedagógica de planificar, orientaciones metodológicas, actividad docente.*

## ABSTRACT

The present article is the result of an experimental study (Pre experiment <Pre test and post test>) regarding the pedagogic ability of planning. The objective of the study is to determine the ability to plan that the teachers of Primary Education possess in what concerns to the first cycle in 6 Basic Centers of Danlí. This way we propose a system of actions and operations that cooperate to improve the educational activity.

---

\* Universidad Nacional Autónoma de Honduras – Tecnológica de Danlí. Profesor Titular II.  
pitolamaquina2@hotmail.com

The population is of 120 educational whose sample was of 36 selected educational in an intentional way. They are several the authors that make reference to that ability, same that all educational one should dominate to execute the educational process in an appropriate way. The author of this study assumed approaches of noted foundations, and starting from it selected it a group of actions and operations. That they intend a to work in methodological orientations; for responsible teachers of Primary Education of imparting the subject of Physical Education, corresponding to the Basic National Curricular Design of Honduras in their First Cycle. The results of the study evidenced problem for the development of that ability. The proposal was of great help to improve the educational activity. To posteriori they were evidenced through the methods of applied investigation, corresponding to those of the empiric, theoretical and mathematical level.

**Key words:** *Pedagogic ability to plan, methodological orientations, educational activity.*

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación es de naturaleza experimental, comprometida con el perfeccionamiento del Diseño Curricular Nacional Básico (DCNB) en su primer ciclo para el área de Educación Física en la República de Honduras. Actualmente, este diseño presenta virtudes y deficiencias en cuanto a la realidad de la preparación recibida por los maestros que imparten la asignatura de Educación Física en las escuelas primarias de nuestra nación.

Después de una indagación diagnóstica exhaustiva del DCNB se determinó que uno de los componentes de dicho diseño (Las Orientaciones Metodológicas, OM) están elaboradas de forma muy general y no especifican el tratamiento de los contenidos para cada uno de los grados a los que van dirigidas. Lo anterior implica una informatividad metodológica insuficiente para la planificación de la actividad docente, por lo que se concluyó en la necesidad de perfeccionar las OM.

Para esta investigación se trabajó con una población y unas muestras representativas que fueron seleccionadas de forma intencional como se evidencia en el cuadro del capítulo 2: Sobre el tratamiento metodológico de la habilidad pedagógica de planificar. Se seleccionaron y aplicaron métodos del nivel empírico, estadístico y teórico a fin de recopilar los datos necesarios, procesarlos cuantitativamente e interpretarlos en función de la toma de decisiones. La gráfica de ese proceso se muestra en el capítulo 2. Las OM perfeccionadas para los maestros de Educación Primaria se complementan con 12 acciones recomendadas en esta disciplina para la planificación de la actividad docente que generaron valiosos resultados en su aplicación.

Esta indagación hace una contribución a la teoría curricular de la Educación Física; demostrando que los fundamentos teóricos referenciales de esta teoría, considerados en esta investigación, se cumplen también en el plano particular de esta asignatura y en este contexto, por lo que cobran mayor consistencia y validez como teoría general.

## **DESARROLLO**

### **Capítulo I. Tratamiento teórico sobre la habilidad pedagógica de planificar.**

La formación y desarrollo de las habilidades pedagógicas profesionales debe ser considerado en la esencia misma del proceso de formación profesional y a ello deben tributar las diferentes actividades que se planifican en el currículo de la

carrera y fuera de ella, en correspondencia con el seguimiento metodológico. Al abordar las habilidades que debe poseer un docente, la prestigiosa DraC. González. V afirma que todo maestro debe "dominar también muchas otras habilidades que le permitirán llevar a cabo en la forma requerida y con calidad su actividad profesional, por ejemplo: Las habilidades para planificar el contenido del proceso docente educativo, para organizar y dirigir el mismo, para observar y conocer a sus alumnos y establecer una adecuada comunicación con ellos" (1).

La opinión de la DraC. González llama la atención hacia algo importante y es precisamente el enfoque sistémico de la actividad pedagógica profesional. De esta consideración se pueden resumir algunas ideas esenciales que podrán ser utilizadas para una propuesta determinada. Se deben tener en cuenta las características de los sujetos para motivarlos y hacerlos más conscientes de la actividad profesional que están realizando. Se requiere conocer los contextos, métodos, estrategias para su realización; así como la relación con otras habilidades; de ahí su carácter de sistema. Sin embargo, para su tratamiento desde el punto de vista metodológico, pueden considerarse por separado.

Al investigar sobre la habilidad pedagógica de planificar, es de suma importancia considerar que la DraC Hechavarría. M 1996, argumenta que "el profesor debe expresar su actividad pedagógica proyectándola en cinco habilidades pedagógicas fundamentales de la Educación Física y el Entrenamiento Deportivo" (2). En su clasificación se nombran de la siguiente forma: habilidad de proyectar, habilidad constructiva o de planificación, habilidad gnóstica, organizativa y comunicativa. De éstas explicaré las dos primeras por estar ligadas más estrechamente a la temática investigada.

- **Habilidad de proyectar:** permite visualizar de forma anticipada el sistema interrelacionado de objetivos educativos formativos para el desarrollo de las capacidades físicas y las habilidades motrices que hay que lograr a corto, mediano y largo plazo; durante el proceso docente educativo de la Educación Física.
- **Habilidad constructiva o de planificación:** se manifiesta en los procedimientos que utiliza el maestro para el ordenamiento de la composición, de los contenidos que debe asimilar el alumno y de las actividades relacionadas con la Educación Física y el Entrenamiento Deportivo. En este caso se debe tener en cuenta el dominio de la habilidad gnóstica para que, a partir de ella, se puedan ejecutar las acciones pedagógicas necesarias y llevar a vías de hecho la planificación de la actividad docente.



Esta habilidad representa uno de los aspectos más importantes que debe adquirir el maestro que se forma en la Cultura Física ya que tiene que ver con la selección, el orden y la planificación del proceso de la Educación Física Escolar; y la propia planificación de su actividad como maestro. Rosales, A. 2002 argumenta que "cuando se habla de planificación se asocia a la idea de organizar, ordenar, coordinar, prever, etc. Una de las ideas centrales que aparecen cuando hablamos de planificación es la de fijar cursos de acción con el propósito de alcanzar determinados objetivos mediante el uso eficiente de estrategias y medios para su concreción" (3).

La misma autora plantea: "Planificar es la acción consistente en utilizar un conjunto de procedimientos mediante los cuales se introduce una mayor racionalidad y organización en un conjunto de actividades y acciones articuladas entre sí, previstas anticipadamente. Tiene el propósito de influir en el curso de determinados acontecimientos, con el fin de alcanzar una situación elegida como deseable, mediante el uso eficiente de medios y recursos escasos o limitados" (4).

Las funciones que cumple esta habilidad para el docente pueden sintetizarse en los siguientes aspectos: anticipar, prever, organizar, aclarar, secuenciar, adecuar el grupo y la institución. También permite modificar, si es necesario, lo seleccionado; intentando encontrar un equilibrio entre la sobrevalorización y la desvalorización de la planificación didáctica.

En las bibliografías consultadas, donde se trata la actividad docente como forma fundamental de organizar el proceso docente educativo, se refiere a la importancia de la clase de Educación Física Escolar por la unidad que se logra en ella de lo físico, lo instructivo y lo educativo; atendiendo a lo relacionado con la ejecución de la misma pero no a cómo se planifica.

Sin embargo, en el estudio realizado por la DraC Hechavarría, M. 2006 sobre las habilidades pedagógicas profesionales "relaciona un conjunto de habilidades que deben formarse y desarrollarse en el docente, las cuales guardan relación con las declaradas por la Doctora González Maura" (5), entre ellas:

- Habilidad necesaria para planificar el trabajo docente educativo (Actividad docente).
- Habilidad para planificar su propia actividad.
- Habilidad para planificar el proceso de entrenamiento deportivo.
- Habilidad para transmitir la información.
- Habilidad para planificar la clase (Actividad docente).

Esta indagación se centró en el estudio de la primera y la última, ambas de interés tanto para el maestro formado, como para el que está en formación; así como lo indica la DraC. Hechavarría, M. 2006 quien argumenta "que si bien las habilidades siempre se inician a partir de los conocimientos y se apoyan en ellos, constituye ante todo, el estado de disposición para el desempeño de funciones teóricas y prácticas que relacionamos a continuación" (6).

Después de sistematizar el criterio de varios autores, se propone un conjunto de acciones inmersas en un conjunto de orientaciones metodológicas para mejorar la habilidad pedagógica de planificar. Tomando en cuenta la realidad de la actividad docente que se desempeña en Honduras, esta habilidad compromete las siguientes acciones reconocidas en el perfil profesional:

1. Utilización de la información contenida en los documentos que determinan y orientan el desarrollo del proceso de Educación Física; incluyendo los que orientan el desarrollo de la preparación metodológica de la cátedra.
2. Aplicación de los principios fundamentales de la planificación.
3. Interpretación de los estándares y expectativas de logro de la Educación Física en los diferentes grados.
4. Interpretación de los estándares y las expectativas de logro específicas de cada bloque de contenidos y destacar los aspectos fundamentales.
5. Aplicación de la concepción metodológica de cada bloque de contenidos que aparece en las OM.
6. Determinar y disponer de las condiciones materiales y los medios auxiliares que son necesarios para el desarrollo efectivo de cada bloque.
7. Análisis metodológico de los contenidos programados; derivando la estructura de cada movimiento en sus acciones y operaciones componentes; teniendo en cuenta los estándares, las expectativas de logro propuestas en la asignatura, la habilidad principal, las habilidades antecedentes, las capacidades físicas que faciliten el desarrollo, los conocimientos teóricos y la sistematización de los ejercicios.
8. Distribución del contenido global o parcial del curso o bimestre (Plan temático); teniendo en consideración los aspectos siguientes:
  - Cantidad de frecuencias y horas lectivas, así como su distribución entre los diferentes bloques de contenidos, sub. bloques de contenidos y así como las capacidades a desarrollar en cada uno de ellos.
  - La integración de los contenidos.
9. Elaboración de las fichas pertenecientes a los test/diagnósticos que aplicarán al inicio del curso, al final del segundo y quinto bimestre (este paso

corresponde con las OM del bloque condición física para la salud, habilidades y destrezas básicas).

10. Confección del sistema de clases para cada bimestre sobre la base del diagnóstico aplicado y el análisis metodológico realizado. El sistema de clases contempla estándares, expectativas de logro, actividades, métodos, procedimientos organizativos, medios y evaluación.
11. Planificación de cada clase e introducir los ajustes de contenidos y/o métodos obtenidos de valoración de los resultados de cada clase en correspondencia con la forma en que los alumnos logran los estándares y expectativas. Para ello deberá tener en cuenta principalmente los siguientes aspectos:
  - Consideración de los resultados del diagnóstico para el pronóstico.
  - Utilización de la documentación que determina el desarrollo de la Educación Física.
  - Utilización de la bibliografía en correspondencia con el contenido a desarrollar.
  - Selección adecuada de los ejercicios de calentamiento general y específico.
  - Selección adecuada de los ejercicios preparatorios.
  - Interrelación de los aspectos instructivos y educativos en la clase.
  - Integración intra e interdisciplinaria de los contenidos con otras áreas del currículo.
  - Establecimiento del estilo de enseñanza predominante en la clase.
  - Aplicación del principio del aumento gradual y progresivo de la carga a lo largo de las clases.
  - Aplicación de los principios didácticos y pedagógicos generales.
  - Selección apropiada de tareas extra clase.
  - Selección de actividades de evaluación de conocimientos.
  - Selección de formas de control del rendimiento físico y cognitivo de los alumnos.
  - Precisión de cómo valorar el resultado de su trabajo al concluir la clase.
  - Determinar las tareas de trabajo independiente, en correspondencia con las funciones didácticas pretendidas.
12. Comprobación, mediante controles sistemáticos, del logro de las expectativas programadas y tomar medidas necesarias que se deriven del análisis de sus resultados, y así garantizar una dirección adecuada del proceso educativo docente.

Las acciones anteriores, devenidas en habilidades, se tomaron en cuenta en las valoraciones de las OM existentes y en las que se propusieron para mejorar la informatividad metodológica de la planificación de la actividad docente y el desarrollo del proceso docente educativo de la asignatura en el "Primer Ciclo".

En esta indagación se asume como definición de Habilidad Pedagógica Profesional de Planificar el constructo de Domínguez, M. 2007:

*"Las acciones y operaciones que realiza el maestro dirigidas a diseñar de forma anticipada el proceso docente - educativo, basado en el programa escolar y orientaciones metodológicas donde se concretan los procesos estructurales, se definen los objetivos y se distribuyen las tareas y actividades a realizar en la clase para alcanzar dichos objetivos de acuerdo a las condiciones y el nivel de desarrollo de los estudiantes" (7).*

Esta definición tiene implicaciones importantes para la estructuración de la habilidad pedagógica de planificación de la actividad docente en Educación Física. Por tanto, los componentes estructurales tienen en cuenta factores importantes como los objetivos, la distribución de los contenidos, las acciones y las condiciones. Algunos aspectos son conocidos al interior de la definición, pero aún así se subraya que el objetivo es el modelo pedagógico del encargo social, la aspiración, el propósito que la institución docente se propone alcanzar en los alumnos y por ende orienta la educación de los ciudadanos que en ella se forman.

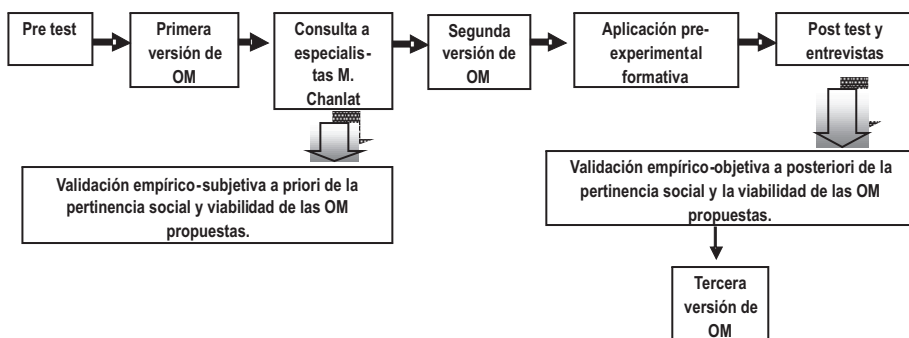
Los contenidos comprenden la parte de la cultura humana propia de la disciplina comprometida con los aprendizajes que los alumnos deben alcanzar para progresar en las direcciones que marcan los fines de la educación en una etapa de la escolarización, en cualquier área o fuera de ella, para lo que es preciso estimular comportamientos, adquirir valores, actitudes, habilidades y conocimientos. La distribución de tareas se refiere al contenido específico que se trabaja en la clase. El mismo debe estar dosificado de forma gradual de acuerdo a su complejidad y al nivel de desarrollo de los alumnos. En el caso de la Educación Física Escolar es necesaria, además, la distribución de ejercicios, juegos y competencias; teniendo en cuenta los principales componentes de la carga física a considerar para los mismos.

Como las habilidades pedagógicas profesionales se expresan de forma fenomenológica en un saber hacer, y para ello se necesitan los conocimientos asociados a éstas, entonces podemos llamarles conocimientos previos, tanto a los generales como a los específicos. Éstos son aportados, como se explicó

anteriormente, por las diferentes asignaturas del currículo. En el caso de los conocimientos generales, se consideran aquellos relacionados con las principales ciencias afines como Morfología, Fisiología, Biomecánica, entre otras; y los conocimientos específicos, aportados por las asignaturas del ejercicio de la profesión, tales como Pedagogía, Teoría y Metodología de la Educación Física; que tributan directamente la habilidad pedagógica de planificación de la actividad docente.

## Capítulo II. Tratamiento metodológico de la habilidad pedagógica de planificar.

Para determinar y cumplir el objetivo de estudio se aplicaron métodos y técnicas de investigación, así como se puede observar en el esquema que se establece y es explicado a continuación, referido a todo el proceso investigativo.



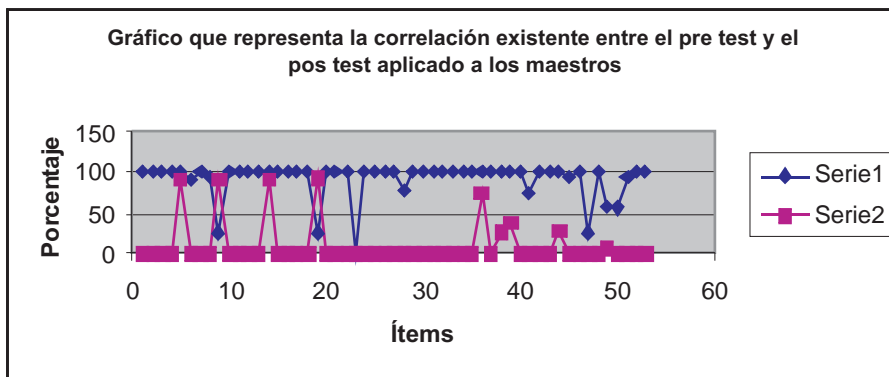
- En primera instancia se aplicó un pre test (Cuestionario) donde se demostró la problemática acerca de la habilidad pedagógica de planificar.
- Luego se hizo una primera versión del accionar para mejorar la habilidad pedagógica de planificar. Posteriormente se sometió ese accionar a una consulta de especialistas en Educación Física (Matriz de Chanlat).

Después de hacer la consulta a especialistas, se hizo una segunda versión del accionar para mejorar la habilidad pedagógica de planificar. Seguido a ello, esas acciones se aplicaron a través de un pre-experimento formativo. Inmediato a lo anterior se aplicó un cuestionario a los docentes para determinar el resultado de las acciones elaboradas para determinar la habilidad anteriormente dicha; tomándose en cuenta la opinión de ellos para fijar la versión propuesta.

Todo el proceso investigativo se llevó a cabo con la siguiente población y muestra

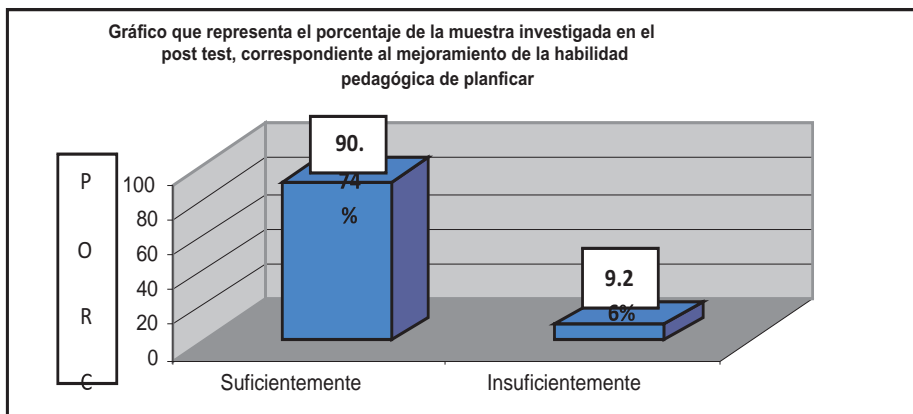
Población y Muestra: Estratos	Población	Muestra	%	Tipo de muestreo
Maestros	120	36	30	Intencional
Directivos	12	6	50	Intencional
Especialistas (S.E.)	6	6	100	Intencional
Especialistas (E.F)	20	20	100	Intencional

A continuación se presentan los resultados de correlación del pre test y post test.



En correspondencia a la comparación establecida entre el instrumento # 1 y el instrumento # 3, conforme a los ítems del 1-53 de cada instrumento, se pudo constatar un coeficiente de correlación de  $-0.2853$ ; indicando de esta manera la correlación inversamente proporcional del signo esperado entre las comparaciones hechas. Todo lo anterior conforme a la habilidad pedagógica de planificar y respecto a lo establecido en la etapa diagnóstica y la etapa de post cuasi experimento. Dicho aspecto indica la mejoría de la habilidad de planificar después de la intervención.

Mediante la aplicación de este instrumento (Encuesta) se constató el mejoramiento de la informatividad metodológica de planificar la actividad docente, y a su vez, las acciones y operaciones de la habilidad pedagógica de planificar; pues al ejecutar un análisis cualitativo y cuantitativo en más de un 90%, los maestros de Educación Primaria, encargados de dirigir el Primer Ciclo y que fueron muestra de esta investigación, evidenciaron el cambio de esta habilidad durante el proceso de investigación.



## CONCLUSIONES

1. Los resultados de la sistematización realizada por varios autores especialistas en temas sobre Cultura Física y en la estructuración de orientaciones metodológicas; así como en la temática sobre la habilidad pedagógica de planificar, permitieron determinar que la habilidad de planificar se forma y se desarrolla en la actividad profesional de los sujetos. Es por ello que para entender la magnitud de su complejidad y los modos de su desarrollo debe comprenderse la categoría de actividad como lo más general.
2. El accionar elaborado mediante la sistematización de varios autores y que su vez fue perfeccionado después de haber sido verificada la problemática sobre la habilidad pedagógica de planificar mediante un cuestionario perteneciente al proceso experimental de un pre test y post test; y además retroalimentado a través de una encuesta aplicada a los maestros del primer ciclo de primaria, encargados de dirigir el proceso docente educativo de la asignatura Educación Física (muestra), evidenció el cambio sustancial de la problemática que existía en cuanto a esa habilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Domínguez, María Elena. (2007). Propuesta para la preparación metodológica del maestro en formación orientada al desarrollo de la habilidad pedagógica profesional de planificar la clase de Educación Física escolar. Tesis post grado, Maestría en Educación Física, Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo, La Habana. p. 56.

- González Maura, V. (1995). *Psicología para educadores*. 1ra. ed. La Habana: Editorial Educación. p. 117.
- Hechavarría Urdaneta, M. (1996). *Criterio didáctico metodológico sobre las habilidades pedagógicas profesionales a la luz de la tendencia contemporánea de la Educación Física*. Documento impreso. Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo "ISCFMF". La Habana. p. 9.
- Hechavarría Urdaneta, Mirtha. (2006). *Lo que todo entrenador deportivo y director técnico debe saber hacer*. Documento impreso. Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo "ISCFMF". La Habana. p. 74.
- Hechavarría Urdaneta, Mirtha. (2006). *Lo que todo entrenador deportivo y director técnico debe saber hacer*. Documento impreso. Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo "ISCFMF". La Habana. p. 74.
- Rosales, Analia. (2002). *La planificación de aula, patio en educación física*. Documento impreso. Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo "ISCFMF". La Habana. p. 1.
- Rosales, Analia. (2002). *La planificación de aula, patio en educación física*. Documento impreso. Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo "ISCFMF". La Habana. p. 1.