

Vol. II, Número 3  
Octubre 2013

ISSN: 2007-6703



# ESPACIO

INNOVACIÓN + DESARROLLO

## **ESPACIO i+D**, *Innovación más desarrollo*

Vol. II, No. 3, Octubre 2013

Registrada en el Directorio y Catálogo Latindex

Es una revista digital de divulgación científica y cultural de carácter multidisciplinario de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), cuenta con una periodicidad cuatrimestral y registro:

**ISSN 2007-6703**

Mtra. Lucía G. León Brandi  
Directora

Mtra. Silvia E. Álvarez Arana  
Mtro. Gabriel Velázquez Toledo  
Editores Responsables

Lic. Wilber Oswaldo Nucamendi Madrigal  
Diseño Web y Editorial

Lic. Diego Mendoza Vazquez  
Web master

Lic. Susana Alejandra Chavira Orantes  
Lic. Edgar Iván Bezares Narcia  
Lic. Enrique Astudillo Zenteno  
Lic. María de los Ángeles Serrano Figueroa  
Lic. Zoan López Castañeda  
Apoyo multimedia

Ciudad Universitaria, Edificio D,  
Carretera Ejido Emiliano Zapata, Kilómetro 8,  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. C.p. 29000  
Tel: 01 (961) 214 07 00 • 01 (961) 165 55 89  
E-mail: espacioimasd@gmail.com, espacioimasd@unach.mx

[www.espacioimasd.unach.mx](http://www.espacioimasd.unach.mx)

Esta obra está bajo una licencia de  
Creative Commons



# Índice

Una parábola de lo puro y lo práctico ¿Por qué debemos fomentar la investigación científica básica?	8
¿Se puede vivir sin Filosofía?	16
La palabra y el dibujo: una experiencia con niños de la selva	33
La Acuicultura y sus efectos en el medio ambiente	61
El Rock Tsotsil: Estereotipos sobre otro modo de hacer música	81
Sensores de fibra óptica y sus aplicaciones en el medio ambiente	94

## Documentos Académicos

Desarrollo de la Física y la Matemática en Chiapas, contexto, retos y perspectivas	117
UNACH   Heráldica Universitaria	136



# Mensaje

La universidad autónoma de Chiapas constantemente trabaja para acercar a la comunidad el conocimiento que nos transforma en una mejor sociedad, pues es mediante el ojo crítico de sus docentes, alumnos e investigadores que se alcanzan alternativas para los problemas cotidianos.

A un año de la apertura de la revista digital Espacio i+D, hemos logrado acercar las ideas de las grandes mentes del país y del mundo, tal es el caso del premio nobel de física Sheldo Lee Glashow, quienes nos han legado un mensaje vital para la labor que desarrollamos como universitarios, los mejores seres humanos son los que se esfuerzan cotidianamente en encontrar soluciones, es esto lo que en verdad nos lleva al progreso y nos garantiza un mejor futuro.

Los investigadores de la Universidad y de la región sureste en general, cuentan con una herramienta para publicar el resultado de sus análisis e investigaciones que aprovecha la versatilidad que brinda el internet para extender sus aportes por el mundo entero.

Ahora con el registro serial (ISSN) y la ruta trazada a la indización en los catálogos nacionales e internacionales, continuaremos el camino de tener herramientas de mayor calidad, acorde con las demandas que la sociedad exige y en cumplimiento de las políticas que el proyecto académico 2010-2014 Generación y Gestión para la innovación, se ha propuesto.

Estamos decididos a potencializar esta nueva era digital, acercando a los usuarios a los autores para establecer un intercambio de opiniones o simplemente conocer más de los proyectos, estamos trabajando para que mediante aplicaciones para dispositivos móviles, todos nuestros usuarios tengan garantizado la accesibilidad.

¡Sean bienvenidos pues al inicio de este segundo año de actividades!

# Editorial

En la revista Espacio i+D emprendemos una nueva etapa con el cambio de periodicidad, esto como respuesta a la constante demanda de los investigadores por tener una oportunidad para publicar los resultados de sus investigaciones trabajos académicos.

En esta ocasión tenemos el honor de contar con una colaboración del premio nobel de física Sheldon Lee Glashow, en el marco de la apertura del centro mesoamericano de física teórica en la Universidad Autónoma de Chiapas. Además tenemos también la colaboración de uno de los filósofos más influyentes en México, el dr. En filosofía Alejandro Tomasini Bassols, oriundo de Chiapas y que viene a demostrarnos que demuestra a nuestros estudiantes que con empeño y fuerza de voluntad puede alcanzarse cualquier meta que se proponga.

Además de contar en este tercer número con colaboraciones de las universidades de Boston, la UNAM, la UNICACH y nuestra alma mater, la cobertura, con comentarios de diversos ponentes, del tercer ciclo de conferencias Carlos Maciel Espinoza, así como el reportaje sobre el nuevo centro de diagnóstico de la facultad de medicina, que cuenta con simuladores de primer nivel.

Presentamos también la primera edición de la sección de arte y cultura, que pretende rescatar los valores de los más prestigiados artistas chiapanecos, así como el sustrato de las tradiciones y el reflejo del complejo entramado cultural que nos caracteriza como pueblo, escogiendo en esta ocasión el rescate del excelente grabador Franco Lázaro y uno de nuestros poetas más entrañables Rodolfo Figueroa Esquinca.

De esta forma la revista Espacio i+D entra de lleno en el proceso de modernización de publicaciones digitales que se está dando en todo el mundo, con la firme intención de continuar trabajando para ti

Todo esto y más podrás encontrar en el tercer número de nuestra revista

¡Bienvenido!

*LOS EDITORES*



# Una parábola de lo puro y lo práctico ¿Por qué debemos fomentar la investigación científica básica?

Conferencia impartida en la Inauguración del Centro Mesoamericano de Física Teórica 14 de junio de 2013.  
Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Dr. Sheldon Lee Glashow

Traducción: Mtro. Michael Greces  
Universidad Autónoma de Chiapas

## Notas del autor (es)

Universidad de Harvard, Profesor Emérito  
Universidad de Boston

Para citar este artículo:

Glashow, S. (2013) Una parábola de lo puro y lo práctico ¿Por qué debemos fomentar la investigación científica básica? (Michael Greces, trad.) *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 8-15. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a01



## Problema

Muchos representantes del Gobierno, la Industria y el sector Académico argumentan que el Estado únicamente debería invertir en aquella investigación que represente una posibilidad de generar beneficios inmediatos y específicos; ya sean de carácter monetario o de mejoramiento de la calidad de vida. Dichos representantes consideran que las investigaciones no dirigidas en física de partículas, matemáticas, cosmología, física de bajas temperaturas y muchas otras ciencias básicas, es una práctica inútil y un lujo caro que consume recursos en vez de promover el crecimiento económico y el bienestar humano. ¡Están equivocados!

## Tesis (de una carta a The Economist)

Le será difícil a la Física señalar algo útil que haya dependido directamente de sus teorías. Los descubrimientos de los físicos de partículas o de los cosmólogos, tienen una relevancia intelectual nula para la mayoría de las personas.

¿Importa conocer la edad del universo o si la materia se compone de dos o 17 partículas? Si las personas desean admirar el universo, que lo hagan en su tiempo libre y por cuenta propia. Es mucho más importante que alentemos a nuestras “mentes brillantes” para que resuelvan problemas reales y le dejen la teología a los profesionales de la religión.

## Antítesis

Had Faraday, Rontgen y Hertz se dedicaron a resolver los problemas reales de su tiempo, de lo contrario habríamos tenido que esperar mucho más para tener motores eléctricos, rayos X o radios. Es cierto que la “física fundamental” de la actualidad se ocupa de fenómenos exóticos que por sí mismos no representan ninguna utilidad aparente. Sin embargo, su trabajo tiene un enorme impacto en nuestras vidas.

Demostraremos cómo la búsqueda del conocimiento, alimentada por la curiosidad, ha demostrado ser tan efectiva como la búsqueda directa de soluciones a problemas sociales específicos; así, el resultado de

los descubrimientos tuvo como consecuencia las tecnologías de vanguardia que los mismos requerían.

Pero nuestra crítica tiene un fundamento. Tómese como ejemplo al Centro de Investigación para Física de Alta Energía (CERN por sus siglas en inglés): el primer Centro Internacional de Investigación para Física de Alta Energía; financiado por 20 países miembros; con 2,500 empleados de tiempo completo, recibe la visita de cerca de 10,000 científicos de 113 países diferentes. Entre los logros de este Centro se encuentran:

- Hallazgo de las corrientes neutrales de la Teoría Electrodébil
- Uso de neutrinos para confirmar la hipótesis del quark
- Descubrimiento de los bosones W y Z
- Conteo del número de especies de neutrinos
- Creación de los primeros antiátomos y
- ¡Haber descubierto el largamente buscado Boson de Higgs el año pasado!

Es probable que ninguno de estos triunfos contribuya en lo absoluto a la salud o riqueza humana ¿Entonces es ciencia inútil? No totalmente inútil, si se piensa en la transferencia de tecnología.

El CERN es un semillero de tecnologías innovadoras que incluyen aceleradores, criogenia, detectores, electrónica, tecnologías de la información, magnetos, ciencia de materiales y superconductores, entre otros. Con el otorgamiento de licencias o con proyectos conjuntos, el CERN proporciona estos recursos para propósitos científicos o comerciales. A continuación se muestran algunos ejemplos de esta diversificación tecnológica del CERN:

- 1965 la World Wide Web (WWW) ¡Creada por físicos para el mundo!
- 2004 GEANT-4: Software de simulación del CERN para física, ciencia espacial, medicina y radiología.
- 2003 DxRay, una compañía derivada, que desarrolla escáneres digitales avanzados de rayos X basados en tecnología del CERN.
- 2012 "Gracias a los científicos que trabajan en aceleración de partículas en el CERN, el Aeropuerto Internacional de Ginebra es el orgulloso propietario del sistema de energía solar más grande de Suiza" (Forbes).

Por lo anterior, el propósito primario del CERN es descubrir los secretos de la naturaleza y entrenar a la próxima generación de innovadores. Las muchas virtudes en el área de la ciencia básica:

## I. Medicina clínica

- |        |                               |                          |
|--------|-------------------------------|--------------------------|
| • 1894 | los rayos x                   | Tomografía               |
| • 1932 | La antimateria                | Tomografía de positrones |
| • 1950 | Magnetismo nuclear            | Resonancia magnética     |
| • 1912 | Isotopos radiactivos          | Braquiterapia            |
| • 1934 | El Ciclotrón                  | Terapia de protones      |
| • 1957 | El Láser                      | Microcirugía             |
| • 1986 | PCR                           | Medicina forense         |
| • 1928 | La penicilina (por accidente) | Control de enfermedades  |
| • 1953 | La estructura del ADN         | Terapia genética         |

¡Todos estos descubrimientos recibieron un premio Nobel!

## II. Ciencia básica y Tecnologías de la Información

- |        |                                      |  |
|--------|--------------------------------------|--|
| • 1888 | Ondas de radio                       | Transmisión inalámbrica                |
| • 1947 | Holografía                           | Tarjetas de crédito seguras            |
| • 1947 | Transistores                         | Primera revolución de las computadoras |
| • 1951 | Circuitos integrados                 | Segunda revolución de las computadoras |
| • 1966 | Fibra óptica                         | Transmisión rápida de datos            |
| • 1976 | Criptografía PK                      | Transmisión segura de datos            |
| • 1988 | Magnetorresistencia gigante          | Lectura de discos                      |
| • 1986 | Superconductores de alta temperatura | Almacenamiento de energía              |
| • 2012 | Manipulación cuántica                | Computadoras cuánticas                 |

¡Todos estos descubrimientos, a excepción de dos, ganaron un premio Nobel!

## III. Más frutos de la ciencia básica

- |        |                      |                               |
|--------|----------------------|-------------------------------|
| • 1839 | Efecto fotovoltaico  | Paneles solares               |
| • 1905 | Efecto fotoeléctrico | Dispositivo de carga acoplada |

- |        |                               |                             |
|--------|-------------------------------|-----------------------------|
| • 1912 | Difracción de rayos X         | Estructura del ADN          |
| • 1916 | Relatividad general           | Posicionamiento global      |
| • 1938 | Fisión nuclear                | Energía nuclear             |
| • 1949 | Datación por carbono          | Investigación climatológica |
| • 1969 | Dispositivo de carga acoplada | Cámaras digitales           |
| • 1985 | Bucky-balls (fullerenos)      |                             |
| • 2004 | Grafeno                       |                             |

¡Todos estos descubrimientos, a excepción de uno, ganaron un premio Nobel!

## El “aplata átomos” que se volvió un gran negocio

Los ciclotrones se crearon por pura investigación: para estudiar los elementos básicos de la materia. Estos y otros aceleradores de partículas contribuyen de manera directa a la generación de riqueza y bienestar humano. Alrededor de 30,000 aceleradores se encuentran actualmente en operación. Muy pocos realizan investigación fundamental. La mayoría se utilizan en la industria y la medicina: implantación de iones, procesamiento de materiales, terapia de protones, producción de isótopos médicos, Irradiación de alimentos e inspección no invasiva.

La pérdida de energía ocasionada por la “radiación del sincrotrón”, fue un problema en los aceleradores de electrones, hoy se ha convertido en una fuente de ingresos de miles de millones de dólares. La luz de los sincrotrones se utiliza en muchas ciencias básicas, la medicina y la industria. Cerca de 70 de estas grandes, caras y sofisticadas fuentes de iluminación se encuentran en operación en unos 20 países. Se vislumbran nuevas y más potentes fuentes de iluminación de cuarta generación.

## Periodo entre la idea y la implementación

- Del efecto GMR a los discos duros de GB de capacidad - 3 años
- Del CCD a la cámara digital - 6 años
- Del transistor al radio de transistores - 7 años

- De las ondas de radio a la telegrafía inalámbrica - 11 años
- De la fisión a la energía nuclear - 19 años
- De la relatividad general al posicionamiento global - 78 años
- Del efecto fotovoltaico a los paneles solares - 115 años

El periodo de latencia puede tener varias causas, entre ellas, la necesidad (los paneles solares); la guerra (energía nuclear); o la tecnología no existente (el GPS necesita satélites y circuitos electrónicos además de relatividad general).

## La chance ne sourit qu'aux esprit bien préparé<sup>1</sup>

La investigación debe realizarse con los ojos bien abiertos. Cinco historias cortas:

- Érase una vez un príncipe que buscaba una aguja en un pajar. En vez de eso encontró a la hija del granjero.
- En 1856 el joven Henry Perkin trataba de sintetizar la quinina, en su lugar descubrió el primer tinte de anilina.
- En 1896 Henri Becquerel se propuso demostrar que el sol emitía rayos X, en su lugar descubrió la radioactividad.
- En 1965 un químico estaba evaluando la efectividad de un medicamento contra la úlcera. En su lugar se topó con el popular edulcorante artificial aspartame.
- En 1996, los químicos de la firma Pfizer realizaban pruebas clínicas de un nuevo medicamento para tratar la angina de pecho y la hipertensión. Las pruebas fracasaron, pero un efecto secundario totalmente inesperado en los pacientes masculinos llevó a Pfizer a comercializar el Viagra para combatir la impotencia masculina.

## Cooperación científica internacional. Un paradigma para la paz entre las naciones

La investigación científica básica es una de las pocas áreas en las que las naciones cooperan entre sí. La ciencia moderna surgió como un esfuerzo multinacional: Copérnico (un polaco), Tycho Brahe (un danés), Kepler (un alemán), Galileo (un italiano) y Newton (un británico) nos mostraron nuestra ubicación en el firmamento. Si bien, eran todos de raza blanca,

<sup>1</sup>“La suerte favorece a la mente preparada”.

cristianos y europeos, hoy en día cualquier individuo puede contribuir a la aventura científica sin importar su nacionalidad, religión, raza o género. Entre las muchas colaboraciones internacionales se encuentran:

- El Espectrómetro Magnético Alfa : 16 países
- La Estación Espacial Internacional: 15 países
- El Colisionador Lineal Internacional : 19 países
- ITER (investigación termonuclear) Estados Unidos y seis países más
- CERN: Científicos de más de 100 países

## Países con contactos formales con el CERN

Arabia Saudita, Argelia, Argentina, Armenia, Australia, Austria, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bélgica, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, China, Colombia, Croacia, Cuba, Chipre, República Checa, Dinamarca, Ecuador, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, España, Estados Unidos, Eslovenia, Eslovaquia, Estonia, Francia, Finlandia, Georgia, Alemania, Ghana, Grecia, Hungría, Islandia, India, Irán, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Jordania, Corea, Letonia, Líbano, Lituania, Macedonia, Madagascar, Malasia, Malta, México, Montenegro, Mozambique, Nueva Zelanda, Holanda, Noruega, Pakistán, Palestina, Perú, Filipinas, Polonia, Portugal, Qatar, Reino Unido, Ruanda, Rumania, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Sri Lanka, Suecia, Suiza, Taiwán, Tailandia, Túnez, Turquía, Ucrania, Uzbekistán, Venezuela, Vietnam.

Cinco (de los muchos) físicos que se destacaron:

- Allan Cormack: Físico nuclear y de partículas, presidente del departamento de física de Tufts, inventor del Tomógrafo, por lo que recibió el Premio Nobel de Medicina.
- Walter Gilbert: Consumado físico teórico que se volvió biólogo molecular, compartió el Premio Nobel de Química, cofundador y primer presidente ejecutivo de Biogen, quien ahora se desempeña como un famoso fotógrafo de arte y filántropo.
- Paul Ginsparg: Físico teórico y experto IT, fundador del archivo libre en línea para física y muchas otras ciencias. Galardonado con el premio MacArthur por “cambiar la manera de hacer física”
- Leon Lederman: Físico experimental, codescubridor del segundo neutrino y del quinto quark, premio Nobel, múltiples

iniciativas STEM, como por ejemplo, la creación de la Illinois Math & Science Academy (Academia de Matemáticas y Ciencias de Illinois)

- Andrei Skharov (Sajarov): Famoso físico teórico soviético. Defensor de los derechos humanos y Premio Nobel de La Paz, logró que su gobierno firmara un tratado de prohibición de pruebas atómicas.

## ¡La tecnología tiene un impacto en la ciencia básica!

- Los motores a vapor se inventaron mucho antes de que se lograra comprender su funcionamiento, forzando a la física a desarrollar la ciencia de la termodinámica.
- La invención en el siglo XIX de la bobina (Ruhmkorff), de la fotografía (Daguerre) y de la bomba de aire de mercurio (Geissler) hizo posible el descubrimiento de algunos de los más importantes descubrimientos del siglo: las ondas de radio, los rayos x, la radioactividad, el electrón, el número atómico, los tubos catódicos.
- La antena usada por Penzias y Wilson para descubrir la radiación de fondo de microondas fue construida por ATT para las primeras comunicaciones por satélite.
- Los satélites de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos detectaron misteriosas emisiones de rayos gama cuando trataban de descubrir pruebas atómicas ilegales por parte de la Unión Soviética.
- Las supercomputadoras hacen posible cálculos en las ciencias puras y las aplicadas que de otra forma serían imposibles de realizar, por ejemplo, el teorema de los cuatro colores.

# ¿Se puede vivir sin Filosofía?

Dr. Alejandro Tomasini Bassols

## Notas del autor (es)

Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad Autónoma de México (UNAM)  
Correo electrónico: altoba52@gmail.com

Para citar este artículo:

Tomasini, A. (2013) ¿Se puede vivir sin filosofía?. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 16-32. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a02



Por sorprendente que le resulte a más de uno, la pregunta que da título a nuestra exposición lejos de ser una pregunta sencilla apunta, como iremos paulatinamente descubriendo, a una problemática sumamente compleja y la respuesta que se pueda proporcionar es todo lo que se quiera menos simple. Nuestro problema inicial, desde luego, consiste en entender la pregunta misma, en despejar al respecto todo malentendido posible, para lo cual lo primero que tenemos que hacer es tratar de desentrañar su sentido, es decir, de hacerlo explícito. Ahora bien, si es del sentido de la pregunta de lo que en primer lugar tenemos que ocuparnos, lo que de inmediato habrá que decir es que no es posible no percatarse de que dicha pregunta tiene no uno sino por lo menos dos sentidos que, obviamente, es menester distinguir: uno, que yo calificaría de “trivial”, y otro, un poco más complejo, al que llamaría ‘serio’ o ‘profundo’. Antes de responder a nuestra pregunta, por lo tanto, tenemos que considerar dichos sentidos y lo haremos en el orden mencionado.

## El sentido trivial

Si tomamos la pregunta ‘¿Se puede vivir sin filosofía?’ como una mera fórmula del lenguaje, como una expresión del español en la forma de interrogación más o menos equivalente a la pregunta ‘¿Es **posible** vivir sin filosofía?’, la respuesta es inmediata, simple y obvia: sí, sí es posible vivir sin filosofía. Esta, sin embargo, no puede ser una respuesta satisfactoria para nosotros puesto que de inmediato nos damos cuenta de que, así considerada la pregunta, esto es, desde un punto de vista puramente formal y modal, la respuesta es la misma para absolutamente cualquier cosa. ¿Es posible vivir sin leche? Sí; ¿es posible vivir sin padres? También. ¿Se puede vivir sin dinero, sin coca-cola, sin carne, sin camisas, sin auto, etc., etc.? A esas y a todas las preguntas como esas, consideradas desde luego distributiva mas no colectivamente, se puede responder que sí, pero la razón salta a la vista: dado que la pregunta es puramente formal y que no estamos inquiriendo sobre su contenido sino que la estamos viendo como mera interrogación acerca de una posibilidad, sabemos a priori que ninguna respuesta posible generará una contradicción y, por lo tanto, que la respuesta en principio podrá ser siempre ‘sí’. Desde luego que, así consideradas, tanto las preguntas como las respuestas son en todos los casos banales, con una posible excepción sobre la cual creo que vale pena llamar la atención.

En un maravilloso cuento intitulado ‘De lo que vive el hombre’, León Tolstoy nos cuenta la historia de unas gemelas cuya joven madre

está a punto de morir justo al momento de su nacimiento, sólo que el ángel encargado de tomar su alma se apiada ante sus ruegos y la deja vivir unos días más de lo que Dios había decidido que ella viviera. Al reportar su negligencia, Dios le ordena al ángel que tome el alma de la joven madre y por su desobediencia lo castiga y lo envía de regreso a la tierra en donde deberá permanecer hasta que aprenda tres lecciones divinas. La madre muere y las recién nacidas son recogidas por unos vecinos que las crían como sus propias hijas y las sacan adelante en la vida. Y una de las moralejas del gran novelista es precisamente que se puede vivir sin padres, pero no se puede vivir sin Dios. Yo soy de la opinión de que Tolstoy tiene toda la razón, sólo que una vez más el sentido de su pensamiento exige un mínimo de clarificación para lo cual tendremos que recuperar, de manera superficial y rápida, algunos pensamientos del gran filósofo austriaco Ludwig Wittgenstein que son relevantes para nuestro tema.

En lo que son su primer conglomerado de notas filosóficas, los "Cuadernos Filosóficos de 1914-16", escritos en las trincheras durante la Primera Guerra Mundial, Wittgenstein se ocupa de una variedad de temas que van desde la esencia de la lógica y del lenguaje hasta la naturaleza última del mundo, temas que paulatinamente lo llevan hacia consideraciones sobre el "yo". Aquí, por razones obvias, pasaremos por alto su impresionante trayecto filosófico y nos concentraremos en algunas de las reflexiones que nos regala. Pregunta Wittgenstein: ¿qué sé yo acerca de mí y del mundo? Sé que hay un mundo objetivo, que se compone de hechos y con el cual yo me topo o con el cual yo me enfrento; sé también que el mundo como una totalidad no me es indiferente sino que, por así decirlo, me importa y me afecta; en otras palabras, yo evalúo y tomo posición frente a lo que sucede en el mundo; sé, asimismo, que este mundo tiene algo de problemático y que ese algo problemático es su sentido y que si bien los hechos que componen el mundo son neutrales, para mí no son así, es decir, adquieren valor **para mí** porque yo los juzgo, los jerarquizo, los acepto o los rechazo. El mundo como un todo, por lo tanto, tiene para mí un sentido, sea el que sea. A ese sentido se le llama 'Dios'.

Regresemos entonces a Tolstoy: es claro que lo que él afirma, a saber, que se puede vivir sin lo que sea menos sin Dios, visto a la luz de las aclaraciones wittgensteinianas resulta casi hasta una trivialidad, puesto que lo que Tolstoy estaría diciendo es pura y llanamente que no hay vida humana sin sentido. Dios, es decir, el sentido de la vida, es como su sombra: por todos lados a donde va la acompaña. El sentido de una vida particular puede ser horrendo, contradictorio, fallido, exitoso, etc., pero siempre se da, porque lo más impensable es precisamente que una

vida humana careciera por completo de sentido. El sentido, como dije, puede ser fallido, contradictorio, negativo, etc., pero de todos modos sigue siendo el sentido de tal o cual vida humana particular. Afirmar que podría haber una vida humana totalmente sin sentido equivaldría a decir que hay alguien que se encuentra en el mundo y que éste no lo afecta, como si fuera una piedra o un río, un mero objeto físico. Eso no es ni siquiera concebible. Ahora bien, si identificamos, como lo hace Wittgenstein, a Dios con el sentido del mundo y de la vida queda claro que la **única** pregunta de la forma '¿Se puede vivir sin ...?', en el sentido de '¿Es posible vivir sin ...?', para la cual la respuesta es 'no' sería la pregunta '¿Se puede vivir sin Dios?'. Para todas las demás, sean las que sean, la respuesta sería un claro "sí". El problema entonces es, como ya apunté, que las preguntas en cuestión resultarían ser enteramente triviales y sin ningún interés cognoscitivo. Pero entonces si lo que vale para la filosofía vale para cualquier otra cosa, la respuesta positiva no tiene ningún valor y quedaría demostrado que lo único que se hizo fue responder a una pregunta trivial. Afirmar que es posible vivir sin filosofía en el mismo sentido en que se puede vivir sin fútbol no nos avanza en nada en nuestros esfuerzos de comprensión y seguimos sin saber si efectivamente se puede vivir sin filosofía.

## El sentido serio

Afortunadamente, hay otro sentido de la pregunta '¿Se puede vivir sin filosofía?', que es el que la vuelve interesante, en relación con el cual la respuesta 'sí' ciertamente ya no se puede ofrecer ni con la misma celeridad ni con la misma seguridad. Podría pensarse que lo que me propongo hacer es remplazar el esquema formal '**Se puede** vivir sin X?' con la pregunta '**Vale la pena** vivir sin X?' y hacer ver que en este caso ya no podemos ofrecer de inmediato un irresponsable 'sí' a todas las preguntas que se puedan plantear. Por ejemplo, ¿vale la pena vivir sin amor, sin afectos, sin disfrutar absolutamente nada, sin tener ningún éxito en nada, sin perspectivas ni ilusiones acerca nada? La respuesta no es obvia, pero muy probablemente por lo menos en algunos casos tenga que ser un rotundo 'no'. Nuestra pregunta, por lo tanto, se habría transmutado y lo que ahora estaríamos preguntando es si vale la pena vivir sin filosofía. Sin embargo, aunque esta línea de pensamiento es interesante y algunas palabras diremos hacia el final del trabajo, lo que yo prima facie deseo es más bien defender la idea de que, más allá de si es o no es deseable vivir sin filosofía, el hecho es que simplemente es **imposible** hacerlo y que la filosofía aparece en nuestras vidas y es requerida por ellas nos guste o no. En otras palabras, me propongo sos-

tener que la filosofía de hecho **no** es dispensable. Veamos, pues, si es factible demostrarlo.

Para empezar a construir nuestro punto de vista, creo que habría que ponernos de acuerdo respecto a algo, a saber, que la repuesta que intentemos dar a nuestra pregunta habrá de ser una función de dos cosas:

- a) de la concepción del ser humano que hagamos nuestra y
- b) de la idea de la filosofía que nos hayamos forjado.

Esto es, creo, evidente. Alguien puede desarrollar una **concepción** del ser humano tal que de acuerdo con ella la filosofía es vista como un producto irrelevante, una pérdida de tiempo, una actividad improductiva, etc. A mí me parece intuitivamente obvio, sin embargo, que un punto de vista como ese por sí solo se elimina, puesto que es declaradamente paradójico: una concepción así es ella misma un producto “filosófico”, pero ¿cómo podría la filosofía servir para rechazar o anular a la filosofía? Este punto de vista, por lo tanto, no es viable. Tenemos que optar por otras estrategias argumentativas. Consideremos, pues, nuestros temas en el orden mencionado.

A) **El ser humano.** Preguntémonos primero: ¿cómo podemos considerarnos a nosotros mismos? Se me ocurre que podemos vernos, en primer término, como seres biológicos. Si nos consideramos exclusivamente como entidades biológicas, esto es, como seres de los cuales da cuenta la biología, es evidente que entonces sí podemos afirmar con confianza que podemos vivir sin filosofía. El problema con esto es que podemos asegurar que no hay nadie que reduzca su concepción de los seres humanos a la de seres meramente biológicos. Alguien que viera en sus semejantes sólo músculos, huesos, tendones, nervios, uñas, instintos, etc., sería algo así como un monstruo. Como respuesta, por lo tanto, la “opción biológica” no nos sirve.

De igual modo, podemos ver en nuestros semejantes y en nosotros mismos no sólo seres biológicos, sino también seres psicológicos, esto es, seres que además de sus características biológicas tienen o disfrutan de lo que podemos llamar ‘estados y procesos mentales’. O sea, todos tenemos una vida psíquica (imágenes, recuerdos, aspiraciones, voliciones, creencias, deseos y demás). Eso es un hecho. Ahora bien desde esta perspectiva, es decir, considerando a los seres humanos únicamente como seres biológicos y psicológicos: ¿podríamos afirmar que se puede vivir sin filosofía? Claro que sí, sólo que una vez

más de hecho nadie tiene una concepción tan limitada de las personas: nadie considera a sus padres o a sus hijos, por ejemplo, como meras máquinas biológicas dotadas de una psique. Contando nada más con la biología y la psicología nos falta todavía mucho para disfrutar de una visión mínimamente aceptable de los seres humanos. De manera que, una vez más, sí podemos afirmar que se puede vivir sin filosofía pero sólo sobre la base de una concepción irrisoria, incompleta, falseada o deformada del ser humano. Necesitamos, por consiguiente, seguir adelante y completar nuestro cuadro para intentar ofrecer a nuestro interrogante una respuesta que resulte **sensata y convincente**.

Avanzando en esta dirección, podemos a las dimensiones biológica y psicológica añadir la dimensión **social** del ser humano. Podría argüirse que las personas no sólo exhiben procesos biológicos y psicológicos sino que **necesariamente** son también seres de carácter gregario, necesitan de otros, tienen que interactuar con los demás. Podríamos expresar la idea de este modo: un ser puramente biológico y mental no es todavía un ser humano. Replanteemos entonces nuestra pregunta: considerados así, esto es, como entes sociales y presuponiendo todo lo que la vida psíquica y lo que la biología entrañan: ¿se puede vivir sin filosofía? Yo creo que, a reserva de matizar la respuesta pero en aras de la argumentación, habría que admitir que quizá sí, *in extremis* sí. No obstante, en el mejor de los casos el precio por hacer suya una concepción de los seres humanos como seres bio-psico-sociales sería excesivamente alto, un precio que prácticamente nadie está dispuesto a pagar. ¿Por qué? Porque se tendría que tener una concepción de los humanos quizá como Neandertales o como hombres de la Edad de Piedra, como nuestros antepasados de las cavernas, como pre-humanos para poder asumirla. Quizá nuestros antepasados, y ello es discutible en grado sumo, eran seres biológicos, estaban dotados de una cierta vida psíquica y vivían en grupos y eso era todo. En ese caso, ellos serían quizá los únicos miembros de nuestra especie de los que podríamos afirmar que no necesitaban filosofía. Pero la pregunta que tenemos ahora que plantear es: ¿se identifica alguien de nosotros, aquí y ahora, con ellos? ¿Podría alguien vivir como el hombre de las cavernas? ¿Reduciría hoy en día alguien su concepción de las personas, ella incluida, a la de meros seres bio-psico-sociales? Yo lo dudo. Ahora bien, lo que con esta duda se pone de relieve es que algo muy importante está faltando en nuestros esbozos de concepción del Hombre y que una visión de los humanos en la que nos limitamos a verlo única y exclusivamente en sus dimensiones biológica, psicológica y social es demasiado pobre comparada con la que actualmente disponemos. El punto importante para nosotros es justamente que es sólo sobre la base de una concepción tan pobre de la vida humana como esta que estamos considerando que

se puede seguir jugando con la idea de que es posible y valdría la pena vivir sin filosofía. Obviamente, algo está faltando. La pregunta es: ¿qué?

B) **La plataforma lingüística.** Las perspectivas de los seres humanos que hemos someramente mencionado nos mantienen en lo que podemos llamar el “mundo natural”. En efecto, ni como seres biológicos, ni como seres psicológicos ni como seres sociales nos distinguimos esencialmente de otros animales, en especial de los póngidos superiores e inclusive de animales de otras especies. Los elefantes, por ejemplo, tienen una formidable memoria (de hecho mejor que la humana); los tigres tienen creencias (acertadas o desacertadas) sobre sus potenciales presas; los hipopótamos pueden tener intensos dolores; las hormigas y las abejas se necesitan entre ellas y cooperan unas con otras en el trabajo, en la recolección de alimentos, en la defensa de sus moradas y así indefinidamente. Pero si ello es así, ¿en dónde entonces está lo específico de lo humano? ¿Dónde y cómo aparece?

Yo creo que la respuesta es evidente de suyo: el hecho es que además de seres biológicos, psicológicos y sociales somos también, esencialmente, en un sentido preciso que ya no se aplica a los animales, seres **lingüísticos**. Es con la plataforma del lenguaje que se abren posibilidades de ser específicas de nosotros. Es cierto que los miembros de múltiples especies animales desarrollan sistemas más o menos precarios de comunicación y se advierten unos a otros sobre peligros, comida, rivales, etc. Sin embargo, estos sistemas rudimentarios de comunicación no son lo suficientemente fuertes como para permitir hablar de “lenguaje”, en el sentido más estricto de la expresión. ¿Cuál es ese sentido? En relación con los intereses que perseguimos en esta ocasión, lo fundamental del lenguaje es que nos abre el espectro del **pensamiento**. No es lo mismo emitir un rugido para llamar la atención sobre una gacela que expresar algo como:

Nunca fuera caballero  
De damas tan bien servido  
Como lo fue Don Quijote  
Cuando de su aldea vino.  
Doncellas cuidaban de él  
Princesas del su roncino

No necesito argumentar, supongo, que algo como un poema está decididamente más allá de toda posibilidad de expresión de cualquier animal. Es, pues, con lo que podríamos llamar el ‘reino del pensamiento’ que nos encontramos en el mundo de lo esencialmente humano, de lo peculiar de los miembros de nuestra especie, del *homo sapiens*

*sapiens*. Ahora bien, dicho reino, es importante enfatizarlo, tiene su fuente o sus raíces en el lenguaje. El concepto de pensamiento, tan importante para nuestros propósitos, es algo complejo y por ello, aunque sea velozmente y de manera un tanto superficial, tendremos que hacer un poquito de lógica filosófica a fin de esclarecerlo y poder así articular nuestra respuesta a la pregunta original.

Quizá lo primero que habría que decir es que, aparte de complejo y de no fácil aprehensión, el concepto de pensamiento es también ambiguo. Lo que quiero decir es que el término 'pensamiento' se usa de dos maneras diferentes, es decir, tiene dos sentidos puesto que apunta a dos cosas diferentes.

A) **Pensamiento cartesiano.** Es un hecho que en el lenguaje coloquial se usa la palabra 'pensamiento' para apuntar a algún proceso que tiene lugar en las cabezas de las personas. En este sentido, el pensamiento es un proceso psíquico o psicológico, algo que de una u otra manera está conectado con el cerebro y sus funciones. Así entendido, el pensamiento es la actividad de la mente. Llamaré a esto, por razones conocidas en las que no vale la pena entrar, 'pensamiento cartesiano'. Éste es, pues, un fenómeno de la subjetividad humana y en este sentido podemos afirmar que cada quien tiene sus pensamientos.

B) **Pensamiento fregeano.** Hay, no obstante, otro sentido de 'pensamiento', que es el que a nosotros aquí realmente incumbe. En este segundo sentido, hablamos del pensamiento para referirnos al contenido semántico de una oración, es decir, es lo que la oración **significa**, su sentido. En este sentido de 'pensamiento' ya no podemos decir que cada quien tiene sus pensamientos, puesto que en este sentido los pensamientos son públicos, son objetivos y los compartimos. Esto no es muy difícil de comprender. Tenemos, por un lado, los signos, como por ejemplo la oración del español 'Estoy en Tapachula', la oración en inglés 'It is raining' o la oración en polaco 'Mieszkam w Meksyku'. Esos son los signos, pero todo mundo entiende que dichos signos traen aparejados sus respectivos sentidos. Los signos son, por así decirlo, los vehículos de los sentidos. Estos sentidos son los pensamientos. Nosotros usamos signos, escritos u orales, para transmitir pensamientos. Los signos en sí mismos no nos interesan, salvo si hacemos semiótica, que no es el caso. En general, lo que nos interesa es lo que mediante ellos podemos **decir**. Eso que podemos decir, lo que los hablantes **transmiten y captan**, lo que pueden **traducir** de un lenguaje a otro son los pensamientos. Los pensamientos no pertenecen a ningún idioma en especial puesto que, como es obvio, podemos expresar exactamente el mismo pensamiento en diversos idiomas. Todos entendemos, supongo, que podemos decir

exactamente lo mismo en español, en francés, en inglés, en ruso, en tzeltal, etc. 'It is raining' dice exactamente lo mismo que lo que los franceses expresan cuando dicen 'il pleut', lo mismo que lo que los polacos dicen cuando afirman 'pada deszcz' y lo mismo que nosotros decimos cuando afirmamos 'está lloviendo'. Eso que todas esas oraciones de diversos idiomas **expresan**, eso que, por así decirlo, tienen en común todas ellas, es el pensamiento en este segundo sentido. Al pensamiento en este sentido lo podemos llamar 'pensamiento fregeano', en honor del gran lógico alemán Gottlob Frege. Así, si en el primer caso, esto es, en el caso del pensamiento cartesiano éste es básicamente un proceso, un fenómeno mental, algo que sucede, que por así decirlo le pasa a alguien, en el segundo sentido, o sea, en el sentido de pensamiento fregeano, lo que tenemos es una entidad abstracta, un objeto que no es ni material ni mental, sino lógico.

Teniendo presentes estas aclaraciones, estamos ya en posición hacer ver por qué la dimensión lingüística del ser humano es simplemente crucial: es con el lenguaje que surge el sentido, con el sentido los pensamientos y con los pensamientos tanto la **representación del mundo** como la **auto-representación**. O sea, es gracias a que disponemos de un lenguaje que tenemos una idea de la realidad y, sobre todo y más relevante para nuestro tema, que podemos tener una idea de nosotros mismos y de nuestra posición o actitud frente al mundo. Es sólo con el lenguaje que aparecen todas esas posibilidades de expresión como lo son el referirse a alguien, el recordar la fecha de tal o cual evento, el formarse ilusiones sobre tales o cuales situaciones, etc. Ahora bien, habría que entender que los pensamientos en general no vienen solos y ciertamente nos interesa tener conglomerados de pensamientos que sean desde luego **congruentes**, pero no únicamente. Por medio de y gracias a nuestros pensamientos (en el sentido fregeano) no sólo describimos la realidad, sino que nos formamos cuadros de ella o, como prefiero llamarlas, **concepciones**; por medio de estas "concepciones" la (por así decirlo) "interpretamos". Naturalmente, lo importante de las concepciones es que nos resulten **convincientes**; queremos hacer nuestra la mejor de las concepciones posibles. Independientemente de esto último, el punto crucial por el momento es que es prácticamente imposible tener un lenguaje, ser un ser lingüístico, y no formarse o conformarse una concepción del mundo así como una concepción de uno mismo. Dicho de otro modo, no podemos ser seres lingüísticos y no formarnos una concepción de la realidad. Por lo tanto, no podemos ser seres lingüísticos y no hacer filosofía. Tan pronto empezamos a hablar de "concepciones" ya estamos hablando de filosofía. Naturalmente, las concepciones que los usuarios del lenguaje se puedan formar tanto del mundo como de ellos mismos varían desde muchos puntos de vista:



pueden ser más o menos simples o complejas, congruentes o absurdas, aburridas o atractivas, simplonas o interesantes, etc. Pero independientemente de esto último, el hecho es que disponemos ya de una respuesta bien cimentada a nuestra pregunta de si es posible vivir sin filosofía. La respuesta es que los seres lingüísticos, como lo somos nosotros, no pueden vivir sin filosofía, entendiendo por 'filosofía' en este caso la formación de concepciones de la realidad y de uno mismo. Intentemos profundizar en esto.

Hemos hablado de "concepciones de la realidad". Necesitamos precisar un poco más dicha expresión. Y lo primero sobre lo que quisiera llamar la atención es el hecho de que hay una conexión importante entre la "filosofía" que uno haga suya o que pueda uno labrarse, por una parte, y la existencia que uno lleve, por la otra, es decir, entre su modo de ver el mundo y su modo de enfrentarlo y vivirlo. En otras palabras, hay un sentido en el que la calidad de la vida de un hablante es una función, entre otras cosas, de la **calidad** de su concepción del mundo y de la vida. En este punto se manifiesta la importancia del pensamiento, en el sentido de Frege, y lo que podríamos llamar sus 'consecuencias prácticas'. Podemos entonces ya despejar un cierto malentendido: es evidente que la filosofía no tiene "consecuencias prácticas" en el sentido en que puede tenerlas el picar piedra o el reparar los frenos de un carro pero, si no nos hemos equivocado en lo que hemos venido sosteniendo, es incuestionable que la filosofía tiene consecuencias prácticas de primera importancia, sólo que de un modo menos visible, pero mucho más general y omniabarcador. En efecto, dependiendo de la concepción que uno tenga tratará a las personas, a los animales, a las plantas, etc., de uno u otro modo y ello tendrá repercusiones en su vida. Estamos, pues, autorizados ya a sostener que es un error total pensar que sólo quien usa martillos y clavos hace algo "práctico". Afirmar algo así es ser víctima de una incomprensión radical. El pensamiento, por abstracto que sea, también es práctico, sólo que de otro modo.

En segundo lugar, es importante entender que cuando estamos hablando de las concepciones que cada quien, por así decirlo, arrastra consigo, no queremos estar dando a entender que dichas concepciones son construcciones teóricas elaboradas conscientemente y particularmente alambicadas. Eso de hecho es verdad de muy poca gente. Cuando hablamos de las concepciones del mundo y de la vida que la gente hace suyas lo que tenemos en mente en general son las concepciones que **implícitamente** tienen, esto es, las que quienes los observamos podemos extraer tanto por lo que ellas mismas **dicen** como por lo que ellas **exhiben** a través de su conducta. Podemos decir de alguien que actúa "de mala fe", aunque la persona en cuestión no vaya pregonando

a derecha e izquierda que actúa de mala fe. Su mala fe es algo que **se muestra**, que los demás pueden detectar y frente a lo cual **reaccionan**.

En resumen, los hablantes en general van por la vida con sus respectivas “filosofías”, a menudo sin darse cuenta de ellas pero dejándose guiar por ellas. Con un resultado así quizá ya podamos empezar a atar cabos.

Es relativamente claro que un criterio fundamental para juzgar concepciones es el carácter más o menos completo de la idea del Hombre que esté en juego. Esto es importante, porque nos hace ver que si alguien hace suya una concepción puramente “naturalista” de las personas, es decir, si se limita a verlas como seres biológicos, psicológicos y sociales, podemos inferir que su concepción será pobre, decepcionante, aburrida y muy probablemente de efectos nefastos o por lo menos negativos. Porque, preguntémonos: ¿qué clase de existencia puede llevar alguien que hace suya una concepción así? ¿Qué ideales de vida están asociados con una concepción como esa? Me parece que ello no es muy difícil de visualizar. Si imaginamos un caso de vida exitosa regida por los valores internos a la concepción naturalista o propios de ella lo que veríamos sería que el sujeto en cuestión podría llegar a ser un atleta (salud biológica), un hombre que llevaría una vida placentera (satisfacciones subjetivas) y socialmente exitosa (triunfo social). A eso se reduciría el “éxito” de alguien que hiciera suya la concepción puramente naturalista del ser humano. Podría parecer mucho y resultarle muy atractivo a más de uno, pero de inmediato salta a la vista que una vida así, inclusive si es totalmente exitosa (lo cual, pienso yo, sería prácticamente imposible por razones que no sería muy difícil proporcionar), sería de todos modos despreciable y hasta odiosa. ¿Por qué? Porque por no haber tomado en cuenta la faceta lingüística del ser humano, la concepción en cuestión sería paupérrima o esquelética, sumamente incompleta, pues el sujeto se habría olvidado de todo aquello que se gesta gracias a la dimensión lingüística de la vida humana y, por lo tanto, habría dejado de lado por lo menos las facetas moral, estética y religiosa de la persona. Para quien hace suya la concepción cruda, esto es, naturalista y cientificista, del ser humano, los horizontes de la vida están marcados por los objetivos propios de la vida biológica, la vida psicológica y la vida social y allí termina el horizonte de la reflexión. Lo problemático de esto es, como dije, en ese paisaje no hacen todavía su aparición ni la vida moral, ni la religiosa, ni la estética ni probablemente muchas otras modalidades de ser de los humanos. En tanto que ideal, por lo tanto, el “naturalista” es sumamente empobrecedor y por lo tanto como modo de vida ciertamente indeseable.

Ahora bien, con el pensamiento y con las concepciones pasa más o menos lo mismo que con el trabajo manual: pueden ser tanto de buena como de pésima calidad. Es obvio que lo deseable es disponer de la mejor concepción posible, pero ¿cómo determinar qué concepción es **mejor**? Yo creo que si bien ciertamente no podemos llegar en este contexto a resultados que exhiban certeza matemática, de todos modos sí disponemos de criterios que, cuando son utilizados, nos permiten jerarquizar concepciones con relativa seguridad. Sería un error pensar que no es racionalmente posible elegir entre una concepción y otra, que todo es un asunto de subjetividad o de arbitrariedad. Sería infantil, por otra parte, pensar que podemos llegar a articular la concepción perfecta. No hay tal cosa. En relación con las concepciones que se puedan desarrollar necesitamos una idea sensata de perfección, no a una meramente fantástica. El filósofo alemán, Friederich Nietzsche, con toda razón, sostenía que la idea de perfección resulta de una comparación. Tiene sentido afirmar que una concepción más perfecta que otra porque explica mejor los hechos, porque está mejor estructurada, porque requiere de menos presuposiciones, etc., pero lo que no tiene sentido decir es que hay una concepción que es insuperable de todos puntos de vista. Una afirmación así no apunta a nada, puesto que está involucrada una idea espuria e inservible de perfección. Ahora bien, esto es justamente lo que sucede con las concepciones de las que hemos venido hablando: todos arrancamos con las más triviales, las más burdas, las más primitivas (en mi opinión, las de corte "naturalista"), pero poco a poco, a base de argumentaciones, razonamientos, especulaciones, conocimientos, experiencias, fracasos, discusiones, etc., las vamos puliendo, afinando, perfeccionando. Y lo importante es que mientras más perfectas sean nuestras concepciones, es decir, mientras menos expuestas estén a objeciones, mejores vidas llevaremos, menos infelices seremos. El perfeccionamiento de nuestro pensamiento, por lo tanto, es un tema que no podemos simplemente ignorar, puesto que es uno de los grandes ejes de nuestra vida. Veamos esto en más detalle.

Cuando abandonamos la concepción primitiva básica, esto es, la naturalista, y nos encaminamos por la senda del refinamiento de nuestra visión de la realidad automáticamente caemos en el campo de la **competencia** intelectual. Aquí es importante no perder de vista la vinculación que se da entre nuestro pensamiento y nuestra vida. Hay que entender que, puesto que estamos en el plano de lo que cada quien hace con su vida, el factor que determina qué tan lejos queremos ir en nuestro proceso de refinamiento intelectual o filosófico es simplemente qué tan útiles nos resultan, lo cual en última instancia significa qué tan satisfechos nos encontremos con nuestras respectivas vidas. Tenemos que admitir que es perfectamente posible vivir con una concepción

primitiva, fragmentaria, incongruente del mundo y no obstante ser feliz. Frente a eso, lo único que puede decir quien lleva una vida dirigida por una concepción más refinada es algo como: una felicidad como esa no me interesa, no me atrae, no me sirve. No quiero ser feliz de ese modo. Pero nada más. En su famoso *Tractatus Logico-Philosophicus*, Wittgenstein lo dijo de este modo: “El mundo del hombre feliz es distinto del mundo del hombre infeliz”.

Parecería claro que si nuestras concepciones de nuestras personas, de los demás, de los animales, de la vida, etc., sistemáticamente nos llevan a conflictos, lo sensato sería modificarlas pero, como dije, en última instancia eso es algo que lo determina cada quien en su propio caso. Tan es importante la filosofía en la vida humana que a menudo la gente prefiere seguir teniendo problemas con el mundo que alterar sus concepciones, esto es, que admitir que sus ideas están mal elaboradas y estructuradas, que su pensamiento es erróneo, que su filosofía es equivocada. Por ejemplo, alguien puede estar satisfecho con su visión naturalista del mundo y de la vida y nunca entender o aceptar que por ser limitada su visión del mundo resulta sumamente conflictiva y por lo tanto que sería conveniente superarla. Así, cuando no es factible hacerle entender al sujeto en cuestión que si su vida es de mala calidad es porque su pensamiento, su concepción del mundo, su filosofía es de mala calidad, la filosofía entendida como una actividad un poco más refinada ya no podrá florecer. En este sentido de ‘filosofía’, esto es, como actividad intelectual permanente de esclarecimiento y sistematización de nuestro pensamiento, hay que reconocer que aunque no se puede vivir sin ella de todos modos sí tiene límites. Sucede en relación con este fenómeno algo similar a lo que acontece con el psicoanálisis: para que alguien recurra a la ayuda del terapeuta tiene primero que reconocer que tiene problemas, que no sabe cómo enfrentarlos y que necesita ayuda. Es muy importante, por lo tanto, que el individuo pueda llegar a sentirse insatisfecho, descontento con su vida pero no por culpa de los demás, sino porque entiende o por lo menos intuye que lo que requiere ser examinado son sus actitudes, sus líneas de conducta, sus valores. Lo que podemos decir entonces es que si ese estado de insatisfacción no se produce, el progreso filosófico se vuelve imposible y, por consiguiente, el personal también. Esto me lleva a otro tema.

Hablamos de progreso intelectual, de desarrollo de nuestras concepciones, pero ¿cómo se perfecciona una idea, una concepción, una “filosofía”? La respuesta es simple: no hay más que un método: mediante la reflexión, para lo cual el intercambio de ideas, la discusión (que no el pleito) es indispensable. Muchas veces estas discusiones

y estas reflexiones se dan a raíz de conflictos que nosotros mismos generamos y que son el gatillo gracias al cual nuestra reflexión se inicia. Supongamos que una persona deja plantada a otra, que cuando se encuentran una le reclama a la otra y que la respuesta que la primera ofrece es algo como “Es que estaba jugando dominó y estaba muy a gusto”. Obviamente, eso no es una respuesta satisfactoria y hasta podría ser una injuria, añadiendo la burla a la ofensa. Pero ¿por qué? ¿Por qué, por lo menos a primera vista, nadie aprobaría semejante conducta? Lo interesante aquí es reparar en el hecho de que al momento de intentar responder a esta pregunta lo que estamos haciendo es filosofía, aunque sea de manera precaria y no técnica. Veríamos entonces que en la raíz de dicha conducta, subyaciéndole, lo que encontramos es un principio ético como “hay que hacer lo que a uno le genera placer”, pero como estamos que fundar la conducta de alguien en dicho principio conduce a problemas, tenemos que inferir que dicho principio, por atractivo que nos parezca, no puede ser aceptado de manera cruda. Tenemos entonces que modificarlo, matizarlo. Podríamos entonces proponer un principio alternativo como “hay que buscar el placer, pero no a costa del malestar de otras personas”. En este proceso transitamos paulatinamente de una concepción casi automática o espontánea, de una filosofía primitiva, a una filosofía un poquito más refinada, quizá más técnica, de una filosofía elemental de la vida a una visión de la vida cada vez más estructurada, ramificada, argumentada. ¿Necesitamos para vivir estar empapados de filosofía técnica, profesional? Claro que no, si bien es obvio que **algún** contacto con ésta será siempre útil y provechoso. Así, por ejemplo, si el ciudadano medio supiera qué es realmente el amor platónico, qué es el mito de la caverna, qué es el imperativo categórico, si comprendiera que hay una gran diferencia entre enunciados de valor o de deber y enunciados de hecho, etc., su concepción del mundo sería mucho más sólida y, por lo tanto, regularía mejor su conducta y, por lo tanto, viviría mejor, no esperando de los demás cosas o reacciones que es lógicamente imposible que se den y ajustando su vida a los hechos del mundo con más éxito. Estaría entonces en la ruta de la sabiduría.

Lo anterior me lleva a decir unas cuantas palabras respecto al valor de la filosofía más allá de su fase meramente primaria o primitiva. El valor de la filosofía se deja sentir cada vez que reflexionamos sobre nuestra existencia y que aspiramos a fraguarnos una concepción correcta que no se derive directamente de consideraciones de orden práctico. El maravilloso mundo de la filosofía se nos aparece tan pronto inquirimos acerca de cómo vivir, de para qué vivir, de qué realmente vale la pena, de qué es hermoso y bueno, de qué es lo que por ningún motivo debemos hacer, de cómo es el mundo considerado como una totali-

dad, de cómo es posible el conocimiento, de qué relación hay entre las matemáticas y el mundo material, etc., etc. Es altamente probable que la inmensa mayoría de los filósofos profesionales gustarían de sostener que la filosofía tiene un valor *per se*, esto es, un valor en sí misma, que por su grandeza intrínseca sus temas por sí mismos la justifican, puesto que son los temas más importantes, los más sublimes, etc. Yo quisiera adoptar aquí una visión menos romántica y más pragmática. Yo creo, en concordancia con lo que he venido sosteniendo y contrariamente a lo que el común de las personas opina, que la filosofía es valiosa precisamente por sus **consecuencias**, esto es, por las aplicaciones prácticas que tiene, por el hecho de que gracias a ella uno logra, de uno u otro modo, moldear su vida, inclusive si la concepción que uno logre labrarse será siempre perfectible. Los temas clásicos y perennes de la filosofía son justamente aquellos cuya consideración requiere **meditación** y es cuando nuestro pensamiento entra en contacto con dichos temas que nosotros mismos le damos una orientación personal a nuestra vida. Nuestra filosofía es el producto de la actividad de nuestra mente cuando ésta se ocupa de temas de interés universal, de temas que por su generalidad y abstracción no pueden ser estudiados científicamente. Nosotros distinguimos más arriba la plataforma naturalista de la plataforma lingüística. Yo diría que sobre los temas que brotan de la segunda la ciencia no tiene nada qué decir. No hay una ciencia del bien y del mal, una ciencia de lo bello y del arte, una ciencia de la divinidad, una ciencia de las entidades abstractas, una ciencia del “yo”, etc., pero precisamente esos temas que la ciencia no estudia son los intelectualmente más atractivos, más excitantes, los que de una u otra forma se vinculan con lo que podríamos llamar el ‘sentido de la vida’. Y esto me lleva a un último punto que quisiera rápidamente considerar.

Quiero rápidamente argumentar que mientras más profundamente entre la filosofía en nuestras vidas más libres somos. La filosofía nos hace libres porque nos permite actuar no por estar sometidos a presiones externas y, por lo tanto, a determinaciones causales, sino gracias a que llegamos a resultados que intelectualmente nos dejan satisfechos y por los que nosotros mismos optamos. Preguntémonos: ¿quién es más **libre**: alguien que se ve forzado a hacer lo que su jefe espera de él, inclusive si se beneficia con su obediencia, o alguien que actúa porque se convenció a sí mismo de que hay que respetar tal o cual principio o porque se convenció de que es absolutamente imposible realizar tal o cual acción, inclusive si con ello se vería beneficiado? La libertad, como todo, tiene un precio, un precio que a mi modo de ver vale la pena pagar. ¿Por qué? Porque al actuar libremente lo que hago es dotar a mi existencia del rostro que yo quiero que tenga y al proceder de esa manera lo que hago es dotar de mi vida con el sen-

tido que yo quiero que tenga. Si alguien actúa movido únicamente por los intereses del momento, por las presiones del contexto, los miedos que le causan otros, sus necesidades y requerimientos, etc., esa persona no actúa nunca libremente y el sentido de su vida será el que otros le hayan configurado. El sentido que le imprime a mi vida la acción moral es precisamente el de la acción libre y es, por lo tanto, el que el sujeto en cuestión realmente quiere. Por mi parte, me reconozco convencido de que la libertad vale el precio que hay que pagar por ella.

Para dejar en claro que nuestras vidas están reguladas o dirigidas por nuestras respectivas concepciones, es decir, que el pensamiento no es inocuo, nos bastará con señalar que las concepciones que los individuos se forjan están conectadas con otras dos nociones cuya importancia no se puede poner en duda, a saber, las ideas de **mentalidad** y de cultura. En efecto, cuando una determinada concepción es más o menos compartida, más o menos reina en una determinada población, de lo que podemos hablar es de una cierta mentalidad. Por eso hablamos, con la vaguedad que el caso exige, de la mentalidad de los mexicanos, cuando lo que queremos hacer es contrastar dicha mentalidad con, por ejemplo, la de los argentinos, la de los franceses, la de los polacos y así sucesivamente, o de la mentalidad de los chiapanecos, cuando lo que queremos es contrastarla con la de los tamaulipecos, los jaliscienses o los capitalinos. Lo que eso quiere decir es que el ciudadano medio de cada uno de esos países o comunidades tiende a formarse ideales diferentes, a perseguir objetivos distintos, a utilizar métodos diferentes para alcanzar sus respectivos fines, etc., que el ciudadano medio de otros lares. Pero es claro que el asunto no termina allí, porque una mentalidad no es algo que crezca como un hongo, algo que no pueda a su vez inscribirse dentro de un marco más general que de alguna manera la explique, eche luz sobre ella. Ese marco general es lo que podríamos llamar su **cultura**. Así, los conceptos de concepción individual del mundo y de la vida, de mentalidad y de cultura son nociones entrelazadas que sirven para explicarse unas a otras y no hay en esto ningún vicio de circularidad.

## Conclusiones

Me parece que estamos ya en posición de ofrecer una respuesta concreta, aunque matizada, a la pregunta que nos sirvió de punto de partida, a saber, '¿se puede vivir sin filosofía?'. En primer lugar, en un sentido básico o espontáneo pero no ilegítimo de 'filosofía', la respuesta es claramente "no". Los seres dotados de un lenguaje y por consiguiente seres pensantes no pueden vivir si una dosis mínima de filosofía. Esto,

claro está, no equivale a sostener que todos tienen que estudiar filosofía, hacer filosofía de manera profesional, consagrarle sus vidas a la filosofía. Decir eso sería sostener algo absurdo. Ahora, entre la filosofía, digamos, "natural" y la filosofía profesional hay una gradación que imperceptiblemente lleva de la primera a la segunda. En este deslizamiento especulativo se van incorporando tecnicismos, tesis, teorías, etc., de manera que lo que en un principio era una concepción más o menos burda del mundo se vuelve poco a poco una compleja teoría de la realidad. Y esto nos lleva a una segunda acepción de la pregunta: ¿se puede vivir sin filosofía en el sentido de si vale la pena vivir con una concepción gruesa, conformarse con una visión burda de la vida, con una idea no elaborada de los seres humanos y más en general de los seres vivos y del universo en su conjunto? Yo pienso que no y creo que hay argumentos implícitos en lo que hemos dicho que avalarían mi posición, pero en todo caso esta otra discusión es algo que habremos de dejar para una ulterior ocasión.



# La palabra y el dibujo: una experiencia con niños de la selva

María Elena Fernández Galán Rodríguez\*

## Notas del autor (es)

Investigadora del Instituto de Estudios Indígenas-UNACH  
bibliotecaiei@hotmail.com

Para citar este artículo:

Fernández, M. (2013) La palabra y el dibujo: una experiencia con niños de la selva. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 33-60. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a03

## Abstract

In places where it is not a need to read and write, it is necessary to help children to accomplished the task to learn. Every group is different so there is a need to know the children's previous knowledge, the parents expectations about education, the community culture and language. This work is adressed to explain the process of adquisition of writing and reading within a group of children belonging to a illiterate community in the Lacandon Jungle. All this practice was stablished in the base of drawing as a tool to start the traces of writing and for motivation and understanding the reading. We consider that drawing is the way children can express emotions, fantasies and their world before they are able to use the signs of letters. On the other hand it exist in Chiapas a long tradition for drawing as a way of communication.

*Keyword:* Drawing, writing and reading, Lancandon jungle, children

## Resumen

Este trabajo está orientado a tratar de explicar el paso de lo oral a lo escrito en comunidades de la selva chiapaneca. En primer término no hay que perder de vista que cada grupo es diferente: los conocimientos previos de los niños, las expectativas de los padres, la cultura comunitaria y considerar el respeto a la lengua hablada en el lugar. Conocer el proceso de adquisición de la lectoescritura con un grupo de niños que pertenecen a una comunidad ágrafa de la Selva Lacandona y cómo el dibujo se logró utilizar como una herramienta para iniciar los trazos de la escritura y también como motivación para leer y entender la lectura. En Chiapas existe una antigua tradición de dibujar para comunicarse, como medio de expresión, por lo que es una práctica común en todos los lugares y tiempos con fines rituales, artísticos o para trasmisión de la memoria colectiva. El dibujo es el punto de partida con el que los niños pueden exteriorizar sus emociones, fantasías y realidades al mundo exterior antes de utilizar signos como las palabras.

*Palabras clave:* Dibujo, lectoescritura, Selva Lacandona, niños

## Introducción

Todos los niños aprenden de manera natural la lengua de sus padres, sin embargo la lectura y la escritura son habilidades que necesitan instrucción, práctica y motivación.

La transmisión de las técnicas de la lectoescritura en Chiapas ha sido orientada a niños hispanohablantes en culturas urbanas y no se ha encontrado una mejor manera de transmitir las a niños hablantes de otras lenguas o que viven en el campo, es decir, inmersos en otras condiciones socioculturales.

Los niños iletrados de algunas comunidades de la selva, enfrentan la problemática de la adquisición de la lectoescritura desde sus comunidades ágrafas, sin presencia de letras. La distancia de los centros urbanos y la falta de escuelas, no constituyen un ambiente propicio para el acceso a la palabra escrita.

Consideramos que, para iniciar el paso de lo oral a lo escrito, cada comunidad es diferente por lo que hay que tomar en cuenta los conocimientos previos de los niños y la cultura comunitaria con sus usos y costumbres. Entre las actividades para iniciar y motivar a los niños a la lectoescritura, se ha tomado el dibujo como paso introductorio para facilitar la técnica de la escritura y el dominio, con gusto, de la lectura y cómo no de la misma escritura.

De antemano advertimos que el posicionamiento de los autores de este trabajo no es a favor ni en contra de los postulados de Rogoff. Por el contrario, el interés se centra en rescatar sus aportes, así como los de otros autores, para una comprensión más integral de la apropiación del conocimiento en la persona.

## Oralidad y escritura

Las dos maneras más empleadas de transmitir un mensaje son la oral y la escrita, que forman parte de dos universos diferentes aunque relacionados, por el objetivo a que se avocan: la comunicación. Todos los grupos humanos fundamentan sus relaciones sociales básicamente en la oralidad. Hoy en día existen muchas comunidades rurales con nada o muy poco contacto con la escritura, en el campo no se siente la necesidad de signos escritos para llevar a cabo la socialización y la

<sup>1</sup>La comunicación humana tiene lugar para informar, expresar, ordenar, reiterar y también para dar a conocer estados de ánimo; es un proceso que implica concordar estos elementos: emisor, receptor, contenido del mensaje, contexto, código compartido y medio o canal (Jakobson, 1984).

<sup>2</sup>Existen representaciones gráficas en hueso desde hace 50,000 años, 15,000 años atrás se desarrolló la destreza técnica. Se empezó con la representación figurativa, pictogramas del significado, pasando luego a códigos o signos abstractos: logogramas para una palabra significativa y posteriormente de los sonidos a códigos de comunicación.

sobrevivencia. Un ejemplo de ello es que solamente 78 de las 3,000 lenguas vivas tienen un sistema de escritura y una literatura.

La comunicación humana consiste en compartir códigos con la persona y con el grupo, para que sea posible entender el mensaje necesitan señales reconocidas por el emisor y el destinatario y la forma común es la comunicación verbal.

La razón para que exista una lengua escrita es transmitir la comunicación a distancia en el tiempo y en el espacio, así como conservar la experiencia, las historias o los documentos importantes. Los factores que influenciaron para hacer posible el desarrollo de la escritura fueron las condiciones socioeconómicas de las sociedades, la capacidad de abstracción y finalmente el conocimiento de la lengua hablada. Las necesidades socioculturales de cada grupo inciden en el uso o no uso de la escritura.

Se han creado dos sistemas fundamentales de escritura: los ideográficos y los fonémicos. Las escrituras ideográficas se caracterizan como sistemas de representación para diferenciar los significados de los conceptos.

En los sistemas alfabéticos, los sistemas de codificación convierten unidades sonoras en unidades gráficas, que partiendo de la discriminación auditiva logran la discriminación visual; las escrituras alfabéticas son sistemas de representación entre ideas significantes. No existen sistemas caligráficos perfectos en los que correspondan el signo gráfico y el sonido, ya que los recursos visuales son limitantes.

Si la escritura se concibe como un código de transcripción, su aprendizaje se considera la adquisición de una técnica. Si la escritura se concibe como un sistema de representación, su aprendizaje se convierte en la apropiación de un nuevo objeto de conocimiento, un aprendizaje conceptual (Ferreiro; 2002: 17).

Emilia Ferreiro llevó a cabo estudios que reconocen una serie de modos de representación que preceden a la representación alfabética del lenguaje. Los niños urbanos trazan dos tipos de figuras, palitos y bolitas, que traducen como números y letras. Es decir, corresponden a la pauta sonora de una emisión y la escritura silábica. Esto significa que los niños tienen la capacidad de inventar construcciones originales con una lógica propia para organizar signos constituidos (Ferreiro; 2002: 18).

La distinción entre la gráfica figurativa y no figurativa, entre dibujar y escribir, es de fundamental importancia. Cuando el niño dibuja se

<sup>3</sup>Las primeras escrituras se hicieron para fines prácticos, contar, emitir leyes, como valor probatorio o para fines religiosos. La invención de la imprenta fue básica para extender el dominio de la escritura. La actividad de lectura es más reciente, con características de acceder al conocimiento o para entretener. El libro se utiliza en la actualidad tanto como soporte de la memoria como para pensar o divertirse.

ubica en el espacio de lo icónico: las formas de los grafismos importan porque reproducen la forma de los objetos. Cuando se escribe, alfabéticamente se está fuera de lo icónico, las formas de los grafismos no reproducen la forma de los objetos, ni su ordenamiento espacial reproduce el contorno de los mismos (Ferreiro; 2002: 19).

La apropiación de la tradición escrita genera una posibilidad de liberarse de la oralidad, de ampliar el horizonte, de enriquecer el mundo y otorgarle dimensión y sentido sobre lo efímero de la palabra oral para darle continuidad a la memoria.

La existencia de una tradición de escritura en un grupo, permite que la adquisición de la lectura y escritura sea, en cierta manera, más natural para los niños. Hay que entender la lengua escrita como un objeto de uso social, es decir, que en el ambiente urbano donde existen escrituras por todas partes, —propaganda, televisión...—, leer se constituye en una segunda naturaleza, no así en el campo, porque el uso de la lectura es prácticamente nulo. Un niño que crece en una comunidad que no otorga importancia a los signos de la escritura tendrá más dificultad para aprender a leer y escribir que los niños que viven rodeados de palabras escritas.

La adquisición del conocimiento empieza desde que nace el niño, quien empieza a percibir el mundo que lo rodea y a poner atención para guardar en su memoria, a través de la percepción, su entorno inmediato.

El mundo de las primeras experiencias infantiles —como saborear, ver, oír, tocar, oler— se desarrolla y es interpretado por los niños antes de expresarse en símbolos como las palabras. La adquisición del lenguaje empieza tempranamente en familia. La concepción del significado de una palabra como unidad no existe aislada como idea sino que está inserta en un entorno social.

Para lograr mejores resultados en el desarrollo de la lectoescritura infantil en comunidades rurales, se necesitaría replantear la enseñanza dentro de los procesos de pensamiento y comunicación de una cultura oral. Los conceptos de los niños desde su perspectiva deben de incluirse para poder intervenir en el proceso de enseñanza aprendizaje; hay que considerar que las prácticas han sido implantadas por adultos alfabetas que no pueden desprenderse de la idea de la escritura, por lo que no siempre son las adecuadas.

En las comunidades ágrafas el nivel de lectura y escritura que se requiere para sobrevivir está limitado, en primer lugar por el poco acceso a la lectura, que solamente comprende pequeños mensajes escritos, como las etiquetas de las medicinas y de los pocos productos industriales que llegan al lugar. La escritura, por otro lado, es utilizada básicamente para llenar formularios y solicitudes. La pregunta es cómo introducir la lectoescritura en ambientes rurales no solamente como técnica de transcripción sino como apropiación de un objeto social, cómo explicar que los palitos y las bolitas tienen un significado para letras o para números de manera que los niños lleguen a apropiarse plenamente de la escritura y a interiorizarla.

## El dibujo

Dibujar representa un medio de expresión natural humano, se considera una actividad que puede expresar y representar experiencias, emociones y vivencias. El dibujo se puede realizar con intenciones solamente artísticas o con fines propiamente comunicativos de información. En todas las tradiciones culturales se ha tomado esta actividad para diversas funciones: rituales, artísticas, de entretenimiento y de educación.

Trazar líneas constituye una de las actividades más espontáneas del hombre; un recurso mediante el cual se exterioriza una realidad propia, una interpretación del mundo interior o exterior en el que se vive. Desde la prehistoria, en que el hombre empieza a dibujar en superficies donde permanecieron sus huellas, crearon testimonios invaluables de su ambiente y actividades, mismos que, de otra manera, no pudiéramos tener evidencia.

El dibujo implica la tarea de organizar las líneas, su continuidad y distribución para mostrar la variación de las formas que representan, la manera de entender las relaciones espaciales; los elementos del lenguaje la línea, la forma, el color y el volumen, junto con sus combinaciones o no dentro de una superficie.

El dibujo es un lenguaje gráfico por medio del cual el niño logra dar a entender su manera de percibir y sentir la realidad circundante con los elementos que llaman su atención. La adquisición de esta técnica proporciona la habilidad manual de manejar las herramientas de la escritura: el uso del lápiz sobre una superficie de papel flexibiliza la mano y el brazo para trazar y lograr líneas y círculos; así mismo, fomenta actividades que permiten al niño desarrollar su propia imaginación y sensibilidad.

<sup>4</sup>Niños muy pequeños que no saben hablar se comunican a través del dibujo, un ejemplo es el de un niño de año y medio que dibujó una línea de abajo hacia arriba, haciendo al mismo tiempo el sonido “sssss”, y un punto encima de la línea diciendo “¡pum!”, el niño hacía referencia a un cohete que sube y explota.

<sup>5</sup>María Clemente propone la práctica del dibujo para enseñar a escribir, lo considera un sistema de representación mediante el cual los niños pueden, a su manera, decir lo que quieren a través de imágenes, además de posibilitar el paso de la representación pictográfica a la escritura ideográfica, lo que les abre el camino para llegar a los signos abstractos (Clemente, 2008: 98).

Barthes (citado por De Alba, 2010: 43) opina que el dibujo es un mensaje codificado que tiene connotaciones de acuerdo con el tiempo y el espacio del dibujante. La acción de dibujar es una operación de codificación porque al dibujar se separa el significante del significado; el dibujo no reproduce todo del objeto y, contrariamente a la realidad de una fotografía, puede cambiar el interior del objeto. El dibujo exige un aprendizaje, es más connotación que denotación, es una proyección del sujeto.

El dibujo comunicativo es una imagen fija, un registro distinto del discurso oral, una expresión gráfica que comunica un mensaje, va más allá de lo que se puede describir con palabras, puede representar una parte de una realidad o emociones e intenciones impregnadas de una manera personal de ver el mundo.

## El dibujo comunicativo en comunidades indígenas

Entre las comunidades indígenas de Chiapas hay grupos que recurren a dibujos comunicativos para transmitir una idea ritual o informativa y también para guardar la memoria. Existen algunas publicaciones sobre la importancia del dibujo entre los grupos contemporáneos, como los lacandones, los tzotziles de San Andrés, los tzeltales de Cancuc y las mujeres artesanas de Los Altos de Chiapas.

En la Selva Lacandona, Tozzer (1982: 85) en 1905 encontró cerámicas rituales con figuras representativas en los vasos destinados para ofrendar el pozol, las calabazas o la bebida baltsé; estas clases de recipientes estaban decorados por medio de incisiones, las señas mejor identificadas están relacionadas con la figura del hombre que muestra los huesos y la columna vertebral. Otro motivo recurrente es la figura de una estrella. Los lacandones en ese momento no recordaron o no quisieron explicar el significado de los dibujos. Años antes, Theobert Maler (1901-1903) había descrito y dibujado los petroglifos que se encuentran en las rocas del risco de Pethá: una serpiente de dos cabezas, manos y personajes humanos. Estos dibujos se atribuían al dios que allí habitaba. La ropa de los lacandones que conoció Tozzer tenía pintada sobre el blanco tejido puntos y círculos rotos, que signifi-

McQuown, Norman E. (1978), en un artículo menciona la manera de percibir visualmente el mundo según la cultura, mostrando imágenes que para un grupo son claramente algo diferente que para otros; muestra fotografías en tres pueblos donde viven indígenas y ladinos de Pinola (Villa Las Rosas), San Bartolomé (Venustiano Carranza) y Ocosingo, representan las figuras de hombre a caballo, mujer de pelo corto, violín, libros, muñeca, entre otros objetos, con el fin de diferenciar el lenguaje y la manera de percibir el mundo. En muchas de las respuestas encontró que están muy presentes los miedos a la imagen, por lo que preferían no identificar las imágenes por el miedo a la brujería.

caban la lluvia y el cielo. El domo de los cielos y lo negro de la nube negra de lluvia eran ofrendados a Mensabak "Hacedor de la lluvia"; también incluían chivos en sus vestimentas. Asimismo, se pintaban el cuerpo para ceremonias rituales.

Entre los objetos rituales lacandones hay quemadores de incienso, que consisten en una escultura de cerámica con un rostro sobre la boca del incensario y en los lados están pintados y marcados los nombres de los dioses U'kābah, que indican el sexo a quienes se dedica el copal: masculino, rayas verticales rojas y negras; femenino, rayas cruzadas, como en el tejido. Tozzer no les adjudicó algún significado jeroglífico, y los lacandones le informaron que el primer dibujo antiguo fue pintado por un dios.

Años más tarde, en 1964, Roberto Bruce observó cómo los lacandones recurren a algo parecido a glifos para escribir en sus vasijas ceremoniales los nombres de sus dioses, en Najá encontró representaciones gráficas en los incensarios, diseños que correspondían, como ya lo había notado Tozzer, a los nombres de los dioses a quienes se dedicaba (Bruce, 1964: 137). Dos tipos de glifos diferentes representan el sexo de los dioses: los dioses-hombres aparecen con rayas alternadas de rojo y negro; las mujeres-diosas se presentan con rayas cruzadas formando un tejido.

Todavía en 2012 los incensarios conservan las mismas características, no obstante que la mayor parte de los lacandones se ha convertido al protestantismo y abandonado su vida ritual antigua, continúan fabricando los incensarios con rayas verticales o cruzadas y sus respectivos colores. Algunos de los dibujos lacandones, por otro lado, representan la letra de sus cantos, los cuales se refieren a su mundo selvático: animales, hombres, mujeres, vegetación y hogares.

En Los Altos de Chiapas, Piero Gorza llevó a cabo un estudio con niños tzotziles de San Andrés Larráinzar para interpretar el dibujo como fuente de información que denota los cambios en los procesos de percepción y comunicación visual al interior de culturas que transitan entre la oralidad y la escritura. El dibujo representa el espejo de su identidad e interpreta los espacios de la tradición. La lectura sobre los dibujos de niños de San Andrés realizados en dos diferentes épocas, reconoció que los primeros de 1985 representaban al pueblo de la manera como lo veían y también como les gustaría que fuera San Andrés, el pueblo deseado. Después, en la visita de Gorza en 1995, diez años más tarde, la descripción gráfica de los niños muestra diferencias y coincidencias en la primer representación del territorio de la co-



unidad el dibujo explicaba el espacio y la presencia de animales y personas, en la versión del territorio de 1985 se añadió la escritura como elemento, en buena parte debido a la influencia de la escuela (Gorza, 1998).

Las mujeres indígenas de Chiapas y Guatemala comparten códigos a través de sus textiles. Cada dibujo representa una palabra: semilla, pájaro, red, estrella, caminante, Santa Cruz, corona, payaso, mariposa, la Tierra, pata de perro, serpiente, flor, serpiente, mono, alacrán, pescado, arco, espina, calabaza, santo, árbol, etc. Estos dibujos no son solamente adornos, cada bordado significa una petición de lluvia, buen presagio para la vida y salud, entre otros.

En los textiles indígenas el dibujo del universo está tejido con claridad, línea por línea, con su propia visión; el conjunto constituye una variedad de diseños que identifican a la comunidad de la tejedora. Todas las mujeres indígenas conservan una fuerte tradición del uso del dibujo a través de sus tejidos y su vestimenta; hay un simbolismo que se puede entender, es decir, leerse, entre comunidades, lo que representa un lenguaje textil para comunicarse entre grupos a través de la indumentaria tanto de hombres como de mujeres. Por ejemplo, la cosmovisión del mundo está bordada como un rombo; el dibujo que identifica a la comunidad Magdalenas es un buitre (Morris, 2009).

Marta Turok menciona la importancia que las mujeres dan a sus palabras bordadas en los huipiles: "Cuando yo me muera, mujer, me enterrarás con mi huipil de fiesta y así llevaremos las palabras, nuestra palabra, a través de las hijas de los verdaderos hombres" (Turok; 1987: 32). "Como la Virgen le enseñó a nuestras mujeres cómo labrar diseños, cómo escribir sobre tela, ellas llevarán la palabra, nuestra palabra, a los hijos de los Batzvinik, los verdaderos hombres" (Turok; 1987: 18).

Por otro lado, en Cancuc Pedro Pitarch observó la importancia de la escritura en relación con la enfermedad y la muerte. Para los cancuqueros contemporáneos lo que produce la muerte se debe a los textos religiosos de los evangélicos, estos textos se han introducido a través de la oralidad a un cuerpo para enfermarlo. La enfermedad es por tanto resultado de palabras dichas, el propósito de la curación es borrar las palabras, las oraciones sirven para desalojar la enfermedad. Uno de los cantos terapéuticos más poderosos es el del jaguar, porque la piel del jaguar está escrita, está dibujada *stz'ibalchoj*, se le dice "su escritura del tigre"; la enfermedad es la fuerza de la palabra escrita que está sobre la piel de los jaguares. De acuerdo con Pitarch (2005: 528) Los espíritus poderosos saben escribir, pintan sobre hue-

sos, los nahuales de la Casa de los Rayos se caracterizan por escribir en grandes libros (Ver Figura No. 1).



Figura No. 1 Dibujo de caracol.

## Del dibujo a la escritura

Cualquier signo, si lleva la intención de comunicar a otros, se convierte en preescritura. Las marcas entendidas de manera convencional son elementos que se identifican culturalmente. Cuando estos signos se organizan, se convierten en sistemas gráficos para recordar y en algunos casos para representar el lenguaje oral. La lectura es la interpretación de esta manifestación. Escribir es igual que representar sonidos o ideas con signos trazados, en diversos diseños y pinturas.

La palabra en lengua zoque para escribir es la misma que dibujar: hoypa. En muchas de las lenguas mayas significa también lo mismo escribir que dibujar. Por mencionar algunos ejemplos en lenguas mayas: en chol, escribir: ts'ijban; escritura: ts'ijb; dibujo, ts'ijbal, en tzeltal de Copanagustla: zibal, escritura; tsibabil, pintado.

La existencia de grafiti en asentamientos prehispánicos es otra evidencia de la escritura que realizaban los mayas aún no iniciados en la escritura (Coe y Kerr, 1998).

Se conoce muy bien la manera cómo los grupos mayas escribieron en glifos y sobre piedra y papel, registraron su historia, ritos, religión y genealogías, muchos de estos documentos desaparecieron por obra del tiempo y muchos otros por destrucción en la conquista española. Sin embargo, algunas de estas grafías sobrevivieron hasta la actualidad en monumentos de piedra, jade, hueso, cerámica, y en papel amate, por los que conocemos buena parte de la religión, astronomía y cosmovisión de los antiguos.

En Chiapas no sobrevivieron los códices porque, como dice Dolores Aramoni (1993), prácticamente todos los códices que se escribieron en Chiapas fueron destruidos durante la colonia. El obispo Núñez de la Vega en el siglo XVII, se encargó de desaparecer los vestigios de la tradición de escritura prehispánica. Antes de la colonia existió una estrecha relación entre la religión y el poder de la escritura y la enseñanza-aprendizaje, que se daba entre las clases altas como parte del control del conocimiento. Las clases privilegiadas escribían y podían leer los códices, ellos eran los sabios de los pueblos que habían logrado conservar la sabiduría de los antiguos a través de la escritura, cuadernillos escritos en su idioma, repertorios y calendarios hechos con figuras pintadas, explicadas con caracteres abreviados, cifras enigmáticas y dibujos sobre nombres de lugares, animales y astros (Aramoni, 1993).

Existen dos cartas escritas por el obispo Núñez de la Vega que hablan de los libros o códices encontrados en Chiapas, los cuales contenían pinturas con figuras de animales, la lengua indígena en que estaban escritos, las referencias a la información que contenían sobre lugares sagrados como cuevas, montañas, fechas calendáricas rituales citados por Carmen León y Mario Ruz en Constituciones Diocesanas:

Libros de adivinación, Carta al Marqués de Vélez:

He sacado y recogido más de 30 libros donde en que la superstición de los indios estaba puesta por arte y reduje a los maestros principales a que me entregasen dichos libros con otros papeles en que estaban escritas en su idioma las invocaciones a con que llaman al Demonio ... De unos a otros se enseñaba y comunicaba a los que entendían eran capaces de aprender este arte ... Va también incluso un cuaderno donde están pintadas las figuras de algunos animales de sapos monos y culebras que daban por naguales a los niños... (León y Ruz, 1988, 210).

Carta de Núñez de la Vega a Fray Juan de Malpartida:

Instrumentos escritos en idioma índico que guardan los indios con gran sigilo cuatro libros de Tepanaguaste (Copanaguastla)

<sup>7</sup>Los mayas antiguos contemplaban no uno sino diversos dioses relacionados con la pintura y la escritura, algunos de sus nombres son: Itzamná, Pawahon, Hunahpú; dios mono, dios zorro y dios zope (Coe y Kerr, 1988).

<sup>8</sup>En las Constituciones Diocesanas se dice que los informantes indígenas eran maestros de superstición que tradujeron cuadernillos, historias, escritos, calendarios, repertorios para adivinaciones en 1693, 30 libros con otros papeles se encontraron, luego suben a 200 calendarios de supersticiones o libros de adivinación indígenas de escritura y pictográficos. (León y Ruz, 1988: 130).

y alguno de ellos en idioma que solo el demonio le entiende y los indios que aprenden y con algunas cláusulas en lengua hebrea – en que por modo de canto explicaban y daban noticia a que parajes y sitios de cuevas, montes, cerros etcétera había de ir a ejecutar sus supersticiones... y tienen un cuadernillo donde, como en el calendario de la Iglesia, están escritos sus nombres y sus efigies las tenían grabadas en diferentes piedras y encerradas en unas tinajas grandes hechas y metidas en una cueva de donde los saqué e hice quemar en Huehuetlán con un auto público y general de fe... (León y Ruz, 1988: 237).

Los últimos escribas de la lengua maya murieron en la batalla de Tayasal. Estos itzaes escribieron jeroglíficos hasta el año 1697 cuando fue conquistada la ciudad (Coe y Kerr, 1998: 220). Los maestros cantores de Yucatán, guardianes de la tradición, todavía escribieron en 1782 el Chilam Balam, donde incluyeron glifos calendáricos de diferentes clases.

## Comunidades indígenas y acceso a la palabra escrita

Se han escrito excelentes trabajos sobre la historia de la alfabetización de los indígenas en Chiapas, sin embargo se hará referencia solamente a algunas de las ordenanzas sobre educación de la colonia, así también a una propuesta pedagógica chiapaneca del siglo XIX y algunos comentarios sobre experiencias educativas del siglo XX.

Cuando los primeros religiosos llegaron con los españoles intentaron enseñar las letras latinas a los indígenas con la intención de convertirlos al cristianismo. Asimismo existieron varias ordenanzas reales para fundar escuelas, introducir maestros y fomentar la lengua castellana en comunidades indígenas.

Para instruir a los indígenas en la Capitanía General de Guatemala se promulgaron varias órdenes, principalmente las elaboradas por el visitador Lara Mogrovejo, en 1647, quien expone los motivos para que se instalen escuelas donde los naturales aprendan la lengua castellana; de esta manera evitaría que intérpretes los engañasen, y sobre todo para aprender la doctrina cristiana.

Ordenanzas que hizo el licenciado Antonio de Lara Mogrovejo, oidor de la Audiencia de Guatemala, para el gobierno de las pro-

vincias de Zapotitlan, Soconusco y Verapaz, año de 1647 ....que aprendan la doctrina cristiana en español.....y porque es muy conveniente que los yndios sepan la lengua castellana como se manda en muchas células reales asi por las conveniencias que de ello se sigue en lo espiritual y lo temporal como por escucharles de los daños que parecen de no saver ocasionandoles de ygnorarla las mayores miserias y vejaciones que se pueden ponderar. (Carrasco, 1982: 191).

Algunos evangelizadores no estaban de acuerdo con la enseñanza a los indios porque temían que la adquisición de la palabra escrita los llevaría de nuevo a la idolatría. Los religiosos comprendieron la importancia que tenía la lectura de los libros calendáricos en el aprendizaje del arte divinador y por ende en su perpetuación, por lo cual consideraron el peligro inherente a la alfabetización "Tiene gravísimo inconveniente el que los indios aprendan a leer y escribir generalmente en escuelas públicas si no precisamente aquellos que son necesarios para cantores de la Iglesia..." (Carrasco, 1982: 196).

No obstante las consideraciones en contra del peligro de la alfabetización, el gobierno español promovió la idea de fundar escuelas para que los indígenas aprendieran castellano tanto niños como niñas, para lo cual se instruyó a los doctrineros en esta tarea y se les concedió a los maestros el pago de sus servicios por la comunidad donde enseñaban.

En el pueblo de San Francisco Panathel, en noviembre de 1643 se dan estas ordenanzas: dando fe, Gaspar de Armas:

Con una dando argumentos por los que se debe hablar castellano: porque tienen ventajas en comercios y tratos, porque siendo común el idioma crecerán los resultados de sus caudales y haciendas y también se evitara inconveniencias en la administración de justicia, por la ignorancia de la lengua y se evitara pagar interpretes y las siguientes produciendo loables efectos de amistad y benevolencia... Porque por falta de entendimiento quedan libres los malos y son castigados inocentes dado que ha habido interpretes mal intencionados y que por falta de entender la lengua no se enteran de las leyes que los favorecen y los españoles los tratan peor que esclavos... (Carrasco, 1982: 270).

Desde el siglo XIX la inquietud de los gobiernos independientes fue la asimilación de los indígenas a la cultura nacional dentro de la

<sup>9</sup>“Que instalen escuelas para enseñar castellano a muchachos y muchachas y los doctrineros en su convento en los pueblos aunque este prohibido estar mas de tres días si es para enseñar se levanta la prohibición y que no pague tributo y que la comunidad le pague. Que no puedan ser cabeza de calpul si no hablan para cobrar el tributo...” (Carrasco, 1982).

política incorporativa. Dentro de los pocos que, en el siglo XIX tomaron en cuenta la educación de los indios, está el fraile chiapaneco Víctor María Flores, quien en 1841 escribe su “Método doméstico para enseñar y aprender seguramente a leer y escribir en 66 lecciones experimentado con indígenas ignorantísimos aun de la lengua castellana”.

A principios del siglo XX, en 1902, el gobierno propone la creación de escuelas regionales de indígenas. La construcción de la primera de ellas comenzó en la cabecera del partido de Chamula. En 1912 de nuevo se proponen abrir más escuelas en comunidades rurales y se solicitan donativos para las mismas y para adultos analfabetos.

Sería largo enumerar los diferentes intentos de los gobiernos federal y estatal para establecer escuelas en espacios rurales en Chiapas después de la revolución y cuáles de estos dejaron huella en la población indígena. En este espacio haremos referencia a la presencia del gobierno a través del Instituto Nacional Indigenista y de instituciones como el Instituto Lingüístico de Verano.

Entre las experiencias de alfabetización se encuentra la del Instituto Nacional Indigenista, a través de los promotores culturales del Centro Coordinador Tzeltal-Tzotzil (1951). Sobre los maestros promotores y la educación bilingüe se han escrito varios trabajos notorios y su influencia recae hasta la fecha en la alfabetización de los indígenas.

Una situación predominante hasta hoy en día es la dificultad de aprender de los grupos tzeltales y tzotziles que llegan a leer sin entender la lectura. El Instituto Lingüístico de Verano escribió un informe sobre la situación de la alfabetización tzeltal en 1973. El estudio consistió en investigar los niveles de lectoescritura usando los parámetros para la comprensión de formas dialectales. Trabajaron con variantes tzeltales de Oxchuc, Chanal, Tenejapa, Ocosingo, Chilón, Bachajón, Altamirano y en todos los casos la lengua castellana. Dentro de los resultados mencionan cuántos de los entrevistados tenían libros en español o en tzeltal. La mayor parte de los que leían en español no entendían el contenido. Probablemente algunos de los tzeltales contaban con una Biblia traducida al tzeltal. Los presbiterianos cuidaron desde los años 40 que los indígenas aprendieran a leer en la escuela dominical con el acceso a la lectura de la Biblia.

Aguirre Beltrán (citado por De la Fuente, 1964) afirma que, en la situación intercultural en que se mueven las comunidades indígenas, la educación formal debe de ser innovadora, adaptarse a la cultura de

<sup>10</sup>Método fácil de enseñar a leer y escribir que dispuso Fray Matías de Córdova en 1824 “reformas utilísimas por el arte de pintar la palabra, de hacer visible el pensamiento... ya que los niños se hallan abrumados con el peso insoportable de comenzar a ejercer sus funciones intelectuales por lo más difícil que puede adquirir el hombre ante el terrible portón del alfabeto, la enseñanza solo procura llenar la memoria dejando la conciencia y el pensamiento vacíos” (Guillén, 1931: 43).

la comunidad, conocer la realidad de cada espacio para que no exista discontinuidad entre la educación informal aprendida en casa con la educación formal, por lo que la escuela significa para el niño indígena una renovación cultural, los niños están obligados a aprender dos culturas, ritmos de trabajo, calendario de trabajo, distribución de trabajo. Bruce pone de relieve tres puntos sobre la alfabetización de los indígenas que son comunes a todos los grupos: el primero es la dificultad de comprender el concepto de escritura fonémica, el segundo la falta de motivación, el tercero la falta de libros escritos en su manera de hablar el español o la falta de conocimiento del español estándar. A los lacandones les resultaba más fácil entender la escritura ideográfica y casi ninguno de ellos consideraba que escribir les fuera de alguna utilidad, algunos empezaron a entender la importancia de escribir y leer, como Bor lacandón que se interesaba en saber leer el contenido de las medicinas o poder escribir una lista para comprar mercancías. Asimismo, Chan Kin joven quiso poder recordar por siempre las canciones de su padre, poco a poco las estaba olvidando y eso motivó para aprender a escribir. Antonio, lacandón de Najá, tenía una cartilla del ILV que un misionero le había regalado hacía tiempo con la que aprendió a dibujar su nombre en lacandón y algunas palabras más, pero nunca captó el principio de la relación con el signo caligráfico (Bruce, 1976: 10-12).

Bruce empezó por enseñarles a leer y escribir en el español usado por los lacandones, un dialecto alejado del estándar de los libros. Estos lacandones mostraron problemas para comprender el concepto de escritura relacionada con los sonidos, en el proceso lectoescritor podían memorizar, reconocían y reproducían algunas letras y palabras breves, pero no hacían la relación entre el símbolo escrito y los sonidos que se representan, esto no lo podían superar, la separación de las palabras les parecía imposible.

El maestro José Weber, a lo largo de su vida como pedagogo en la Costa y en Los Altos de Chiapas, en 1970 reconoció las dificultades que pudieran tener los indígenas para ser alfabetizados y adaptó su famoso método puente para aplicarlo en las lenguas indígenas, en el Memorándum sobre la alfabetización de indígenas adultos. El método puente plantea la necesidad de fundamentarse en los sonidos de la lengua.

Planteaba Weber como fase inicial preparatoria la de aprender a interpretar dibujos y luego a conocer los símbolos; también escribió un librito titulado Leyendo dibujos. El método para enseñar a leer y escribir, haciendo diferentes tipos de asociaciones: acústica, visual,

táctil e intelectual, partiendo de la experiencia sensible mediante dibujos sobre los sonidos. El fundamento de su teoría del dibujo consiste en que orienta, distribuye, ayuda a la fantasía, calcula, expone, enseña, explica, simboliza, ordena, ilustra, estimula, sugiere, proyecta, simplifica, descompone partes de un todo.

Los rasgos elementales del método puente consisten en seguir estos pasos: 1.Sensibilizar a los niños fonéticamente en su lengua, analizar con los niños el lenguaje oral y no el escrito, éste es un producto arbitrario; 2.Descomponer las oraciones en elementos constitutivos: palabras-fonemas, y descartar la simultaneidad en la introducción de las letras; 3.Transformar los elementos auditivos en elementos visuales como recordatorios, establecer puentes naturales entre fonemas y letras; 4.Simplificar los recordatorios, acercar al niño de una manera orgánica a las letras; 5.Juntar las letras; 6.Mecanizar la lectura, ya que la alfabetización, entre otras ventajas, dice Weber, “contribuirá poderosamente a disminuir las tensiones entre los aborígenes y los ladinos por encauzar automáticamente un mayor entendimiento entre la gente hispanohablante y la monolingüe” (Weber, 1972: 7).

La primera fase es lograr que los iletrados interpreten dibujos y entiendan símbolos, “su mente, después de muchos años de inercia, será preparada paso a paso para ser más receptiva, más despierta y más inquieta en cuanto al aprendizaje” (Weber, 1972: 6).

A partir de imágenes y dibujos sugerentes se ayuda a descubrir las maravillas naturales del medio ambiente y relacionarlas con las correspondientes voces, las representaciones auditivas.

El método puente inventa formas gráficas que recuerdan o sugieren de alguna manera elementos fónicos que contactan el fonema y la letra: por ejemplo, víbora: “ssss”; búho, “uuuu”, y la imagen de sus cuerpos sugieren el signo (Nivón, 1994: 345).

## Comunidades tzeltales de la Selva Lacandona

La comunidad Chum Cerro La Laguna está ubicada en la orilla de la Reserva de la Biósfera Montes Azules, poblada por grupos procedentes de Los Altos desde hace cerca de 35 años.



La importancia de la Reserva de la Biósfera Montes Azules reside en ser una de las pocas regiones de México donde se conserva el bosque húmedo tropical de mayor diversidad florística del país. Está constituida por ecosistemas diversos de selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia, selva baja de pino encino y vegetación acuática. Se declaró Reserva en 1978, esto significa que los asentamientos humanos existentes se declararon irregulares, con frecuentes desalojos de las comunidades.

En la selva alta crecen especies como caoba, ramón, zapote prieto, jobo y cochimbo, entre muchas otras variedades de árboles. En cuanto a los animales que existen en la región destacan jaguares, pumas, tapires, murciélagos, loros, cocodrilos, monos, entre las especies a reseñar.

La reserva está dividida en tres zonas de diferente grado de protección y tránsito humano. En el núcleo de la reserva no se permite entrar a ninguna persona.

En la zona de uso restrictivo se permite la investigación y el ecoturismo. Aquí habita el grupo étnico lacandón que vive de la agricultura de autoconsumo sin destruir el entorno, y ahora del ecoturismo. Dentro de la zona de aprovechamiento sustentable se ubican comunidades tzeltales y choles.

En esta región se encuentra la Laguna Miramar, considerada la reserva de agua más pura de todo el país. Además se cuenta con una red hidráulica de ríos importantes como el Lacantún, el Jataté y el Lacanjá.

## Migración y colonización

Los indígenas tzeltales de Chum Cerro migraron a la selva desde finales de los años 60 debido a la pobreza de sus terrenos en Los Altos de Chiapas y sobre todo a la falta de agua. La intensa colonización de la selva empezó en 1954, y ya en 1990 había más de 200 asentamientos humanos.

En una visita pastoral a la región de Miramar, Pablo Iribarren menciona la organización de varias comunidades y los problemas que enfrentaban algunas de ellas, por ejemplo, las 18 familias de Chum Cerro en 1988.

<sup>11</sup>“...para redondear el acceso, se han agregado dos páginas: en ellas los niños aborígenes aprenderán pasivamente la escritura ambiental. Los pocos vocablos en castellano que aparecen en el Acceso para ejemplificar podrán ser sustituidos o explicados fácilmente por los educadores. El disco fonético en la 4ª de forros, permitirá al maestro bilingüe ubicar correctamente el tesoro fonético de su lengua” (Weber 1972: 11-12).

Los primeros habitantes de Chum Cerro solicitaron al gobierno establecerse en el rancho Santa Isabel, perteneciente a Jaime Bulnes, cerca de Río Azul; la Secretaría Agraria se los cedió porque el dueño no había pagado impuestos desde hacía 25 años. Algunas de estas primeras familias no pudieron soportar la cantidad de moscos y se retiraron del lugar.

En 1970 la Secretaría Agraria cedió provisionalmente el terreno a siete familias de Ocosingo, Sitalá y Sabanilla. En este tiempo tenían un permiso provisional sobre las tierras solicitadas al gobierno para estar en el lugar, sin embargo la resolución de la reserva de la biósfera quedó con otros 26 poblados sin propiedad legal. Su necesidad principal era contar con un radio para avisar a la avioneta cuando estaban enfermos (Iribarren, 1988: 3).

Los habitantes de Chum Cerro La Laguna están amenazados constantemente con ser desalojados, como se ha llevado a cabo con otras comunidades de la selva, ya que no han logrado conseguir el reconocimiento de sus tierras. Los poblados han sido persuadidos por diferentes medios de abandonar la zona de la reserva: los delegados del gobierno llegaron y los reunieron en la iglesia para pedirles que se fueran del lugar, en esa reunión cayó muy cerca un gran rayo que hizo brincar al licenciado y la gente empezó a aplaudir gritando "Viva el Santo Rayo, otro tiro, otro tiro" (Ver figura no. 2.)



Figura 2. Niñas jugando

## Actividades agropecuarias

La Reserva de la Biósfera de Montes Azules les impone una serie de condiciones para sembrar y exige buscar maneras que no perjudiquen el entorno.

En el espacio de tolerancia, donde se asientan las comunidades, se permite la agricultura y la ganadería bajo ciertas reglas. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) les obliga a reducir sus espacios para ganadería y siembra, y a sembrar cultivos que no perjudiquen la conservación de la selva. Las tierras se dividen según el color: negras y cafés para el cultivo del maíz y las coloradas para la ganadería y la madera.

Los habitantes de Chum Cerro son agricultores, viven del cultivo del maíz y frijol. También han sembrado caña de azúcar, café, cacao y cítricos. La tierra de igual manera es buena para el arroz y la piña. Trabajan colectivamente en cuanto a la crianza de animales, y la agricultura de manera familiar.

A partir de 1988 las parcelas familiares pasaron a ser colectivas. Asimismo se tuvo que tumbar más bosque para hacer milpa y alimentar la lucha armada. En 1994 subieron los precios del café y se empezaron a sembrar cafetos, este hecho coincidió con la baja en el azúcar, por lo cual abandonaron el cultivo de caña de azúcar. Ahora están cultivando vainilla.

Obtienen gran producción de miel pero no la pueden comercializar fácilmente por falta de carretera, así se ven obligados a venderla a intermediarios que la recogen en el lugar pero luego no les pagan ni a tiempo ni lo establecido. En cuanto a la cría de animales poseen caballos, vacas, y gallinas. Para su alimentación recurren también a la recolección, a la caza y a la pesca.

## Vías de acceso

En esta parte de la selva cercana a Montes Azules, no hay caminos, hay solamente veredas para trasladarse. La situación de vivir en los límites de la reserva impide que se construyan carreteras que comuniquen a las comunidades con el resto del estado. La ciudad más cercana es Comitán, los tzeltales de Chum Cerro tienen que caminar por una vereda,

tomar un camión en Nueva Esperanza que va por terracería, lo que en conjunto hace un tiempo de 10 horas de camino en época de secas. Para llegar a Ocosingo se caminan dos horas hasta Miramar para viajar por la laguna en lancha hasta San Quintín o Zapata, y desde allí toman un autobús a Ocosingo, con un trayecto de 12 horas. Para poder comercializar tienen que acudir a intermediarios con los que evitar el largo camino a Comitán u Ocosingo.

Por algún tiempo contaron con una pista de aterrizaje que les permitía sacar a los enfermos de gravedad, sin embargo ya no se hacen los vuelos debido a que la última avioneta se estrelló en abril de 2010 y no hay otros pilotos que se animen a llegar desde entonces. Por esta pista arribaban el obispo y el Programa oportunidades. Para dar un valor al dinero, ponemos como ejemplo que para el 2011 un mensajero a caballo al transitar 6 kilómetros de terracería les cobraba 20 pesos.

En 2011, la Comisión Federal de Electricidad convenció a las comunidades de Chum Cerro y Benito Juárez de hacer una terracería para llevarles la electricidad. Todos los adultos se pusieron a trabajar en el camino, menos los zapatistas, y llegaron a pasar vehículos, sin embargo en la época de lluvias el camino se hizo de nuevo intransitable.

## Organización comunitaria

Las decisiones comunitarias se acuerdan en asambleas donde también participan las mujeres. Los *á teletic* son el grupo de principales formado por presidentes, catequistas, ayudantes, comisariado y el enfermero. También tienen autoridad los tuneles (diáconos). Los *á teletic* "no son de los que mandan sino los mandados por la comunidad".

La primera organización importante fue apoyada por la Iglesia en 1975, la *Quiptic ta cubesel* era compartida por varias comunidades de la selva, más tarde, en 1976, surgió *Lucha Campesina*, y entre estos dos grupos formaron la Unión de Uniones en 1980. Comenzaron tensiones en la década de los ochenta en varias comunidades de la selva porque surgió un grupo religioso no católico llamado "del hermano Galván", también los nombraban "del institucional", "ya que eran aliados del gobierno. Por este motivo la organización *Quiptic* perdió algunos miembros" (Iribarren, 1988: 5).

A través de estas organizaciones los *tzeltales* de la selva estuvieron solicitando la legalización de sus tierras, a lo que el gobierno

se negó alegando que estaban en la Reserva de la Biósfera que hasta la fecha tiene límites indefinidos. Lo anterior dio como resultado que en 1984 se unieran al movimiento del EZLN que promovió el reclutamiento, y desde 1988 recibieron entrenamiento militar.

En 2003 dos tercios de la comunidad dejaron de luchar alegando que no les gustaban los entrenamientos, pero también sintiendo la prohibición de los zapatistas de no migrar a Estados Unidos. Desde 2003 dejan de ser zapatistas la mitad de las familias de Chum Cerro, la otra mitad continúa.

Las familias que permanecen zapatistas no reciben apoyos del gobierno, como Oportunidades o el Programa de Conservación para el Desarrollo Sustentable. Las madres de familia no zapatistas reciben un dinero de Oportunidades por cada hijo que va a la escuela.

La mayoría de los niños de Chum Cerro, nacidos entre 1994 y 2003, no cuentan con actas de nacimiento. Los censos del año 2000 y del año 2010 no pudieron llevarse a cabo por oposición de los grupos zapatistas.

Como lugares comunitarios tienen un espacio amplio para la iglesia con sus imágenes de Santo Tomás, la Virgen de Guadalupe y Cristo. Las casas son de madera con techo de palma o lámina, algunas están pintadas de colores, algunas otras también tienen dibujos. Hay fogones para cocinar con leña. Duermen en petates o en hamacas.

Todos los habitantes de Chum Cerro son católicos, celebran principalmente las fiestas de Todos Santos, Santa Cruz, Guadalupe; los tuneles presiden las ceremonias con las oraciones en tzeltal. Las fiestas religiosas para petición de lluvia y las bodas son muy alegres, todas se celebran empezando por peregrinaciones con banderas, música y cohetes, de un lado a otro de la comunidad. Fuera de la iglesia celebran pequeños bailes en donde participan desde los niños hasta los viejitos.

Aún cuando las mujeres participan en las asambleas, todavía siguen conservando la tradición, hablan muy poco español, visten sus ropas tradicionales y solamente salen de la comunidad por cuestiones de salud.

En cuanto a servicios, cuentan con electricidad por medio de placas solares. Asimismo tienen un sistema de agua potable y letrinas que fueron instalados por una fundación extranjera. A veces pueden escuchar los programas radiofónicos de Guatemala. Ven películas a través de videos.

## Educación

En el último censo de 1990, Chum Cerro La Laguna presenta una población total de 113 personas: 54 hombres, 59 mujeres; de los cuales 51 eran alfabetizados, 41 analfabetos (mayores de 5 años).

Los niños de Chum Cerro viven en una comunidad completamente oral: las prácticas públicas, como las decisiones y los acuerdos que se toman en asambleas; las prácticas privadas comerciales; la transmisión de saberes para sobrevivir, son todos también orales. En la Selva recurren a la escritura solamente para solicitudes gubernamentales, aun así a los adultos se les dificulta muchísimo llenar un cuestionario.

Dentro de las condiciones de estas comunidades aisladas no hay espacios públicos donde se puedan ver letras, no cuentan con folletos, ni con Biblias (todos son católicos), los únicos que leen son el catequista y el que conserva los papeles comunitarios para solicitar el reconocimiento de la propiedad comunal. Actualmente, no hay escuela en Chum Cerro.

Antes de 1994 existió una escuela oficial. A raíz de pertenecer al movimiento neozapatista, expulsaron a los maestros. Por este motivo existe una generación de personas, entre 1994 y 2003, que no aprendieron a leer ni escribir, aun cuando algunos poblados zapatistas iniciaron su propio sistema de educación, no fue el caso de Chum Cerro.

Algunos de los padres de los niños de la selva fueron a la escuela y saben leer y escribir.

No obstante, practican muy poco sus conocimientos de lecto-escritura puesto que principalmente son agricultores o recolectores. Las madres son monolingües.

En el último censo que se llevó a cabo en Chum Cerro, en 1990, habían niños de 6 a 14 años que asistían a la escuela: 22 niños, y 6 que no asistían; 29 personas eran monolingües y 59 bilingües (mayores de 5 años); la población ejidal contaba con 38 personas, 6 de ellas con primaria incompleta, 2 completa, y 6 más con estudios secundarios.

En Chum Cerro, todavía en 2011 había 22 niños de 8 a 18 años que no sabían leer ni escribir. Además, la mitad de los niños y algunos padres no tienen actas de nacimiento para conseguir que Conafe o INEA intervengan en la educación oficial del lugar.

Las familias neozapatistas de Chum Cerro tienen un maestro que ocupa una parte de su tiempo en ello debido a sus múltiples actividades. Solamente un padre de familia envió a dos de sus hijos a la escuela de Nuevo Sabanilla, localidad hablante de chol, que queda a una hora caminando desde la comunidad (Ver Figura No. 3).



Figura 3. Dibujo de un jaguar.

## Talleres de lectoescritura

Se iniciaron en la lectoescritura 22 niños de Chum Cerro, (2010-2012) de entre 8 y 15 años. Estos niños y niñas hablan muy poco español, están acostumbrados a la vida al aire libre, a hacer pequeñas tareas para la comunidad; las niñas cuidan a sus hermanitos, los niños recolectan madera. Casi ninguno de ellos ha salido de Chum Cerro. Las niñas visten su vestido tradicional, menos una cuyos padres están interesados en que sus hijos aprendan más y enviaron a dos varones de la familia a estudiar a Nuevo Sabanilla. Los padres de las familias zapatistas no permitieron que sus hijos acudieran a tomar el taller de lectoescritura, sin embargo niños y niñas, zapatistas o no, son amigos y juegan juntos frecuentemente.

El voluntario más interesado en la educación de los niños de la comunidad, Alfonso Pinto, cursó hasta el segundo año de bachillerato, quien cedió un espacio para la realización de los talleres. También

aceptó ser el instructor y desde febrero 2010 reunió a los niños cada día. La ventaja de un instructor de la comunidad es que conoce bien a su grupo, sus gustos, y que no siendo maestro obligado a presentar avances ante la SEP puede darse la libertad de enseñar a su manera, de exigir a cada uno según su edad y capacidad.

Para la realización de los talleres, además de Alfonso Pinto, se contó con varios voluntarios que ayudaron a la animación mediante lecciones de dibujo, juegos, lectura de cuentos, recortes, modelado, enseñanza de las letras y de los números, etcétera.

En Chum Cerro los niños no habían tenido nunca ni papel ni lápices, por lo que los talleres de lectoescritura privilegiaron la práctica del dibujo, la que inició un experto en pintura y escultura. Se les permitió hacer dibujos libres, nada que estuviera copiado de la realidad, como se les pide en las escuelas. Los niños mostraron una creatividad sorprendente en sus pinturas abstractas.

Uno de los voluntarios los enseñó a recortar figuras de revistas y relatar historias sobre lo que veían para acostumarlos a ver la imagen en papel. Los niños dibujaron libremente, al mismo tiempo escribían algunas palabras relacionadas con sus trazos. Dibujaron sus casas, su medio ambiente, flores, animales...dibujaron también personas, particularmente mujeres con sus vestidos tradicionales muy coloridos. Ocuparon muchos colores y, a diferencia de otros niños, no repararon en utilizar toda la extensión de la hoja de papel.

Con ayuda del instructor se les pidió a los niños primero narrar y luego tratar de escribir cuentos para saber qué tanto habían avanzado en la escritura. Al mismo tiempo se les leyeron cuentos en tzeltal y en español, y se les pidió que dibujaran lo que estaban escuchando para conocer si habían comprendido las historias. Con cada uno de estos trabajos se publicaron libritos ilustrados para repartirlos entre los niños.

Cuando pudieron relatar y escribir un poco sus cuentos, hablaron de su vida cotidiana, la siembra del maíz, la importancia de comer, los animales de la casa: gato, gallina, pato, perro, borrego, vaca, la cacería, la pesca, las cuevas, los árboles, el río, la montaña, los animales silvestres: como el conejo, siempre con hambre y listo para invadir la milpa; el tigre y su poder, el venado, el tepezcuinte, la paloma, el zopilote, el gavilán, el coyote, el jabalí, el tejón, entre los principales. Muchos de estos cuentos son una interpretación de los niños sobre lo real maravilloso.



Además de las prácticas de lectura, se contó con varios voluntarios que les enseñaron a sumar y a restar, uno de ellos, estudiante de biología, les enseñó a contar con juegos y materiales del lugar, piedras, semillas e inclusive modelando en barro figuras. El verano de 2012 contamos con el apoyo de dos académicas de la Universidad Complutense de Madrid, quienes estuvieron un mes en la comunidad e hicieron una evaluación del grupo.

Desde el principio se organizó una pequeña biblioteca con cuentos en español para diferentes edades y algunos escritos en tzeltal, diccionarios en español y en tzeltal, materiales sobre la naturaleza y el medio ambiente, historia, geografía, lecturas sobre los mayas y otros; todos los libros bien ilustrados. (Ver Figura No. 4).

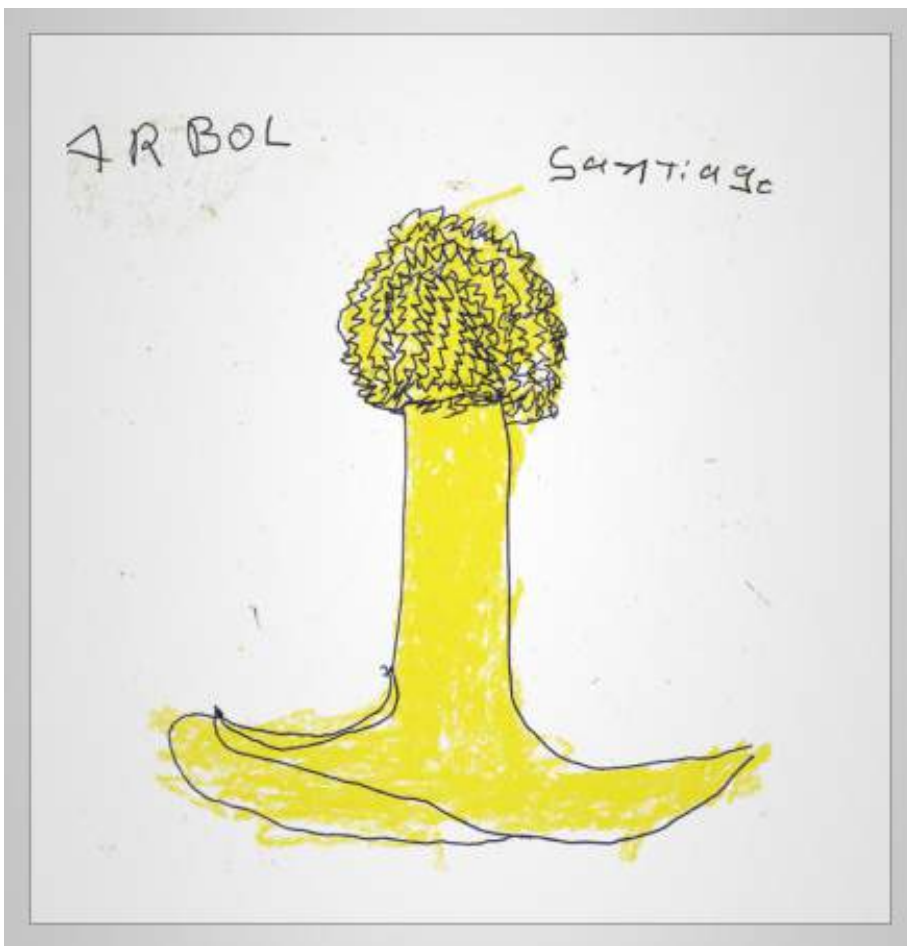


Figura 4. dibujo de un árbol.

## Conclusiones

La problemática de adquirir técnicas de lectoescritura para niños

de culturas orales requiere, para ser efectiva, tener en cuenta el conocimiento del grupo y las particularidades de cada comunidad. Consideramos que en espacios rurales en el que los niños y los maestros pertenecen a culturas diferentes, el proceso de transmisión de la lectoescritura es más complejo.

Entre los obstáculos que se presentan para aprender a leer y escribir y para motivar a la lectura en comunidades orales, están la falta de espacios adecuados, ausencia de materiales didácticos y la falta de motivación de las familias por pertenecer a una cultura oral donde la escritura no es un elemento básico para sobrevivir.

Los niños de Chum Cerro, antes de poder apropiarse de la escritura tienen que empezar por aprender cómo ver una imagen, a realizar dibujos y se topan con la dificultad de identificar los sonidos de la lengua a través de los trazos de las letras y más tarde juntar las letras de manera que formen una palabra; lo más grave es que los niños tzeltales están obligados a aprender a leer y escribir principalmente en español, ya que existen muy pocos textos en su lengua materna y pocos maestros y técnicas para transmitir la escritura en tzeltal.

El dibujo, con los niños de Chum Cerro, constituyó la herramienta más apropiada para dar el paso de la oralidad a la escritura, además a través de la imagen se llegó a una mejor comunicación con niños tzeltales, aún con libros escritos en español. Por medio de las líneas se llegó a la abstracción de los signos caligráficos. Los niños de Chum Cerro lograron en primer término comunicarse con dibujos, sin la intervención de la lengua comunitaria ni de la lengua escolar. Los niños expresaron su mundo libremente, sus preocupaciones, gustos y mundo circundante. Estos 22 niños de diferentes edades, y diferentes niveles de conocimientos lograron aprender los rudimentos de la lectura y la escritura mientras están a la espera de que en algún momento cuenten con una escuela y un maestro regular.

## Referencias bibliográficas

- Aramoni Calderón, D.** (1993). *Leer y escribir un privilegio*. En Cuarto Foro de Arqueología de Chiapas (pp.205-209). Comitán: ICHC.
- Bruce, R.** (1976). *Textos y dibujos lacandones de Najá*. México: INAH.
- (1968). *Gramática del lacandón*. México: INAH.
- Carrasco, P.** (1982). *Sobre los indios de Guatemala*. Guatemala: José de Pineda Ibarra.
- Clemente Linuesa, M.** (2008). *Enseñar a leer: bases teóricas y propuestas prácticas*. Madrid: Pirámide.
- Coe, Michael D. y Kerr, J.** (1998). *The art of the Maya scribe*. Nueva York: Harry Abrams.
- De Alba González, M.** (2010). *La imagen como método en la construcción de significados sociales*. Iztapalapa, revista de ciencias sociales y humanidades, 3(1), 86-99.
- De la Fuente, J.** (1964). *Educación, antropología y desarrollo de la comunidad*. México: INI.
- Fernández Galán Rodríguez, M.** (2005). *De la palabra al papel: el tsotsil hablado y escrito*. Anuario de Estudios Indígenas IEI UNACH, 10, 489-520.
- (2010). *Palabras de niños de la selva Chum Cerro La Laguna, municipio de Ocosingo, Chiapas*. San Cristóbal de Las Casas: IEI-Unach.
- (2011). *Cuentos de la lluvia*. San Cristóbal de Las Casas: IEI-Unach.
- Ferreiro, E.** (2002). *Alfabetización: teoría y práctica*. México: Siglo XXI.
- Flores, V.** *Método doméstico para enseñar y aprender seguramente a leer i escribir en sesenta i seis lecciones experimentado con indigenas ignorantisimos aun de la lengua castellana*. Comprende el conocimiento de maiusculas y de la numeración. Tuxtla Gutiérrez: Congreso del Estado de Chiapas. (Edición facsímil 1997).
- Gorza, P.** (1998). "El dibujo, la voz y la tierra. Anuario de Estudios Indígenas IEI UNACH, 7, 25-38.
- Guillén, F.** (1931). *Un fraile prócer y una fábula poema; estudios acerca de Fray Matías de Córdoba*. Tuxtla Gutiérrez: Gobierno del Estado.
- INEGI, Chiapas** (1995). *Datos por ejido y comunidad agraria XI Censo de población y vivienda, 1990. VII Censo agropecuario, 1991*. Aguascalientes: INEGI.
- Iribarren, P.** (abril 10 de 1988) *Visita pastoral a la zona de Miramar*.

- Jakobson, R.** (1984). *Ensayos de lingüística general*. Barcelona: Ariel,
- León Cázares, M. y Ruz, M.** (eds.). (1988). *Constituciones diocesanas del obispado de Chiapa hechas y ordenadas por su señoría ilustrísima, el Señor Maestro Don Fray Francisco Núñez de la Vega, de la orden de predicadores obispo de Ciudad Real de Chiapa y Soconusco*. México: IIF-CEM-UNAM.
- McQuown, N.** (1978). *Indian and ladino bilingualism: sociocultural contrast in Chiapas, México*. Estudios de Cultura Maya, 10, 253-272.
- Morris W.** (2006). *Diseño de iconografía Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez: Coneculta.
- Nivón Bolán, A.** (1994). *Por el sonido a la palabra escrita: la obra pedagógica de José Weber Biesinger (1901-1982)*. Anuario 1993 Instituto Chiapaneco de Cultura, 342-372.
- Ong, W.** (1987). *Oralidad y escritura: tecnologías de la palabra*. México: FCE.
- Pitarch Ramón, P.** (2005). *El lenguaje de la muerte (en un texto médico tzeltal)*. En Antropología de la eternidad (pp. 519-531). México: Sociedad Española de Estudios Mayas y Centro de Estudios Mayas-UNAM.
- Tedlock, D.** (2010). *2000 years of Mayan literature: Berkeley*. University of California.
- Tozzer, A.** (1982). *Mayas y lacandones: un estudio comparativo*. México: INI.
- Turok, M.** (1987). *Del textil textual al texto textil /alegoría sobre un huipil ceremonial*. México indígena, 18, 30-32.
- Vázquez Sánchez, M. y Ramos, M.** (1992). *Reserva de la Biósfera Montes Azules: Selva Lacandona: investigación para su conservación*. San Cristóbal de Las Casas: CIES y UC Mexus.
- Weber, Biesinger, J.** (1971). *Memorándum sobre la alfabetización de indígenas adultos con el método "puente"*. San Cristóbal de Las Casas: El autor.
- (1972). *Acceso al ABC con el método "puente"*. San Cristóbal de Las Casas: El autor.

# La Acuicultura y sus efectos en el medio ambiente

Mario Ovando Solís

## Notas del autor (es)

Doctorante en Desarrollo Sustentable por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Ciudad Universitaria, Libramiento Norte Poniente,  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel (961) 60 290 63  
Correo electrónico: movandosol@hotmail.com

Para citar este artículo:

Ovando, M. (2013) La acuicultura y sus efectos en el medio ambiente. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 61-80. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a04

## Abstract

The document argues that aquaculture production systems in the world are part of the economic and social development of fishing communities involved in the exploitation of this resource, meaning a major source and secured in food production in the coming years, resulting in direct employment generation and poverty reduction, however, beyond these contributions produce negative environmental impacts should be studied to identify and establish mitigation proposals that meet the environmental laws and regulations in order to ensure sustainability, in this context the demand for institutional participation activity and various interest groups, but especially the obligation of farmers to responsibly assume these commitments and include environmental management in production processes.

**Key words:** *sustainable aquaculture, management, environment.*

## Resumen

El documento plantea que los sistemas de producción acuícola en el mundo forman parte del desarrollo económico y social de las comunidades pesqueras dedicadas a la explotación de este recurso, significando una fuente muy importante y asegurada en la producción alimentaria para los próximos años, se traduce en generación de empleos directos y la disminución de la pobreza. No obstante, más allá de estas contribuciones, producen impactos ambientales negativos que deben ser estudiados para su identificación y establecer propuestas de mitigación acordes a las leyes y normas ambientales con el objeto de garantizar su sostenibilidad, en este contexto la actividad demanda la participación institucional y de diversos grupos de interés, pero sobre todo la obligación de los acuicultores para asumir de manera responsable estos compromisos e incluir la gestión ambiental en los procesos de producción.

**Palabras clave:** *acuicultura sostenible, gestión, medio ambiente.*

## Introducción

A escala mundial, la acuicultura se ha incrementado en las últimas tres décadas, esto ha significado un crecimiento económico y social para los sectores dedicados a esta actividad, contribuyendo de forma importante en la generación de empleos y en la producción de alimentos para consumo humano, ricos en proteínas de alta calidad. A nivel mundial juega un importante papel enfocando sus objetivos en los esfuerzos por erradicar el hambre, proveyendo de alimentos y en general mejorando la salud y calidad de vida de las personas.

En este sentido y con el fin de fomentar la pesca y la acuicultura sostenible a largo plazo, en 1995 la conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), aprobó el Código de Conducta para la Pesca y Acuicultura Responsable, estableciendo las bases para los principios y normas internacionales de comportamiento para unas prácticas responsables, destinadas a garantizar la conservación, ordenación y desarrollo eficaz de los recursos acuáticos vivos, con respeto por el ecosistema y la biodiversidad, reconociendo la importancia nutricional, económica, social, ambiental y cultural.

El presente artículo tiene como objetivo describir el enorme potencial que tiene para el desarrollo económico y social las prácticas de acuicultura, los principales efectos e impactos que ocurren en el medio ambiente con motivo a la implementación de esta actividad, así como la forma en que los sistemas de gestión ambiental abordan esta problemática proponiendo alternativas para su minimización, a través de la toma de decisiones y acciones orientadas al logro del desarrollo sostenible para estos sistemas de producción, ante la disyuntiva de conocer cuáles son los efectos ambientales que se generan y de qué manera los sistemas de gestión ambiental plantean esta problemática con el afán de resolverlos, en el presente documento se retoman las aportaciones hechas por diversos investigadores sobre el tema, con el objeto de presentar una idea general de las formas de actuación.

## La acuicultura en el mundo

La producción acuícola mundial continúa creciendo en el nuevo milenio, ha adquirido dimensiones no imaginadas, evolucionando en el rubro de la innovación tecnológica y el desarrollo, se ha adaptado de

forma excelente para satisfacer las necesidades de alimento que demanda la población, ésta alcanzó un nivel máximo sin precedentes en 2011 de 63.6 millones de toneladas (Fig. 1). Otro elemento muy importante de citar, es el registro documentado de unas 600 especies acuáticas cultivadas en todo el mundo con diversos sistemas e instalaciones, con diferentes grados de utilización de insumos y complejidad tecnológica, utilizando agua dulce, salobre y marina, contribuyendo notablemente a la producción de pesca de captura establecidos mediante sistemas de cultivos, particularmente en aguas continentales (FAO, 2012).



Figura 1: Producción de la acuicultura en el mundo (FAO 2012)

La variación de la producción mundial de la acuicultura entre los años 2007 a 2011 se establece en el orden de los 13.7 millones de toneladas de productos pesqueros, este valor equivale a un aumento continuado de 27.5% para este periodo de tiempo.

Mientras que en el continente americano la acuicultura ha dejado de crecer en los últimos años al pasar de 600,942 toneladas reportadas en 2004, para el 2010 los registros corresponden a 543,428 toneladas producidas, existiendo una diferencia en números absolutos de -57,514 toneladas; esto representa una disminución respecto a 2004 del -9.6%. (FAO, 2012)

Chile, con su extenso litoral y excelentes condiciones sanitarias, ambientales y mano de obra, entró con éxito y relativamente temprano, al florecimiento de la acuicultura moderna, el espectacular crecimiento del salmón fue sin duda el responsable de la tasa de crecimiento



mostrada en el sector hasta fines del siglo XX, ubicándose dentro de los 10 países con mayor producción acuícola en el mundo (Parada, 2010; p. 144) y primero en el continente americano (Fig. 2), con una producción acuícola para el 2010 de 701,062 toneladas esto equivale al 27.2 % del total de productos pesqueros producidos en América; México se encuentra ocupando la sexta posición con registros del orden de las 126,240 toneladas con el 4.9 % del total de la producción acuícola de América, siendo el camarón el recurso que más se explota, producto de los sistemas de cultivo.

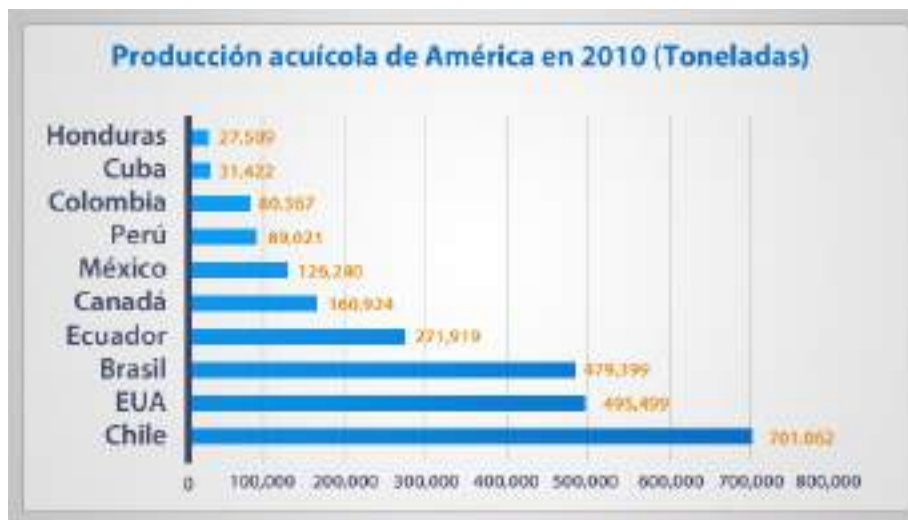


Figura 2: Los diez principales productores acuícolas de América en 2010 (FAO 2012)

## Panorama de la acuicultura en México

En México la producción acuícola comercial ha ido en aumento lo que ha hecho de esta práctica una actividad con un gran potencial de desarrollo, que proporciona beneficios de tipo social y económico, traducidos en fuentes alternativas para la producción de alimentos, ésta se realiza mediante la aplicación de técnicas y conocimientos enfocados al cultivo de diversas especies acuáticas de animales y vegetales.

El potencial de la pesca y la acuicultura es enorme; México cuenta con 11,592 km de costa, de los cuales 73% corresponden al Litoral del Océano Pacífico y 27% comprende al Golfo de México, Mar Caribe e Islas, posee 12,500 km<sup>2</sup> de lagunas costeras y esteros disponiendo de 6,500 km<sup>2</sup> de aguas interiores, tales como lagos, lagunas, represas y ríos (SAGARPA, 2011), el cual lo convierte en una región de gran importan-

cia para continuar fomentando e impulsando su desarrollo. Entre las ventajas competitivas se encuentran el clima adecuado en gran parte de su territorio para el cultivo de muchas especies comerciales, la cercanía con el principal mercado mundial de productos pesqueros (EUA) y las especies nativas con excelentes características para la acuicultura, entre ellos el camarón blanco y el camarón azul (Martínez et al., 2009).

Tal y como se observa en el *Cuadro 1*, el camarón es de las especies marinas con mayor producción en las prácticas de acuicultura.

Especie	Producción Acuicola (Toneladas)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Camarón	111,787	130,201	133,282	104,512	109,815
Atún	2,882	2,923	2,762	2,008	3,689
Mojarra	73,589	71,818	73,373	76,986	71,135
Ostión	46,491	42,148	38,974	47,511	43,757
Carpa	21,798	24,157	22,520	24,231	18,528
Trucha	4,345	4,517	6,065	6,919	8,480
Sagui	2,801	3,041	3,145	3,384	2,929
Chenal	1,481	2,338	1,876	1,806	1,226
Langostino	46	24	21	26	18
Lobina	1,234	1,221	1,379	1,354	1,044

*Cuadro 1: Participación de la acuicultura en México, toneladas de peso vivo por especie (Gráfica elaborada a partir de datos tomados del "Anuario estadístico de acuicultura y pesca"). SAGARPA, 2007-2011. México*

La especie cultivada que más predomina es el camarón, su posicionamiento en cuanto al valor económico que adquiere en el mercado internacional es relevante, por años ha sido uno de los productos pesqueros con mayor valor comercial, seguidos por la producción de mojarra pertenecientes a la familia *cichlidae*. Sin embargo, el comportamiento que ha tenido la producción acuícola entre los años 2007 y 2011 ha sido de forma asimétrica, estableciéndose los valores máximos de producción de la acuicultura marina y continental reportados en 2009 con 285,019 toneladas y una disminución ocurrida en 2011 de 262,853 toneladas.

## El cultivo del camarón en México

En México, la explotación del camarón azul comienza en los años treinta, cuando se detectan importantes poblaciones en las aguas protegidas del pacífico, desde entonces hasta los cincuenta predominó como una actividad extractiva, principalmente por parte de la iniciativa privada y extranjera. En el Golfo de México no fue sino hasta 1947 cuando se iniciaron las pesquerías en Ciudad del Carmen, Campeche, veinte años después surge el programa de investigación para el cultivo del camarón auspiciados por diversos organismos e instituciones públicas y privadas; su primer logro fue el cultivo intensivo de camarón azul en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Sonora en Puerto Peñasco (Bortolini y García, 2004).

Por la factibilidad económica que representó el cultivo del camarón, en Estados más al sur de México, como Oaxaca “Estero estancado” y en Chiapas “Los Capulines” la camaronicultura tuvo sus inicios a partir de 1980 con la construcción de estaciones piloto utilizando estanques sembrados con postlarvas provenientes del medio silvestre, estos proyectos fueron promovidos por la Secretaría de Pesca Federal, el cual aportaron una serie de información y conocimientos que posteriormente fueron aplicados al cultivo primero de forma semi intensiva en los denominados encierros de camarón y posteriormente mediante la acuicultura intensiva a través de la construcción de granjas camaroneras operando bajo condiciones controladas y utilizando densidades de siembra altas.

## Cultivo de especies dulce acuícolas

Por los volúmenes de producción, hoy día las especies de peces de agua dulce más importantes para la acuicultura están representados por la “mojarra” tilapia y las “carpas”, la *Ciclicultura* en México se inició con la introducción de un cíclido africano del género *Tilapia*, con tres especies: *Sarotherodon aureus*, *Sarotherodon mossambicus* y *Tilapia zilli*, los cuales fueron importados el 10 de julio de 1964 desde Auburn, Alabama, Estados Unidos y colocados en los estanques de la Estación Ciclicola de Temazcal, Oaxaca, México. Mientras que el desarrollo de la *Cirpinicultura* se inició con la introducción de la carpa escamuda *Ciprinus carpio communis* en 1872, después se introdujo la carpa dorada *Carassius auratus*, pero la popularización se inició con la carpa Israel, *Cyprinus carpio specularis* con un programa nacional de

distribución que realizó el Banco Nacional de Crédito Ejidal en 1956 conocido como Programa de Piscicultura Rural (Rosas, 1982).

Aunque estas dos especies de peces (mojarra tilapia y carpas) fueron introducidas, actualmente se encuentran presente en casi todos los cuerpos de agua, se les considera organismos únicos para el cultivo por su fácil manejo y adaptación, toleran amplios rangos de temperatura y bajos niveles de oxígeno, aceptan con facilidad el suministro de alimentos balanceados, poseen un alto factor de conversión alimenticia, con ciclos de producción cortos y en la actualidad son estas las dos especies que soportan las principales pesquerías de aguas continentales (*Cuadro 1*).

En este contexto, el desarrollo de la acuicultura tiene una amplia perspectiva, pero para lograr avances significativos es necesario establecer paralelamente a los trabajos técnicos, la capacitación de los acuicultores sobre cría y siembra, artes de captura, vigilancia y manejo de los sistemas, control de calidad, etc., lo que les permitirá criar, sembrar, mantener y aprovechar adecuadamente los recursos que ellos mismos produzcan en las aguas interiores y en las costeras (Cifuentes et al., 1999). Desde este punto de vista la acuicultura se plantea como una alternativa para la producción alimentaria, pero resulta evidente además que la actividad ocasiona en mayor o menor grado impactos directos sobre los ecosistemas afectando extensas áreas cercanas a los cultivos y a las poblaciones naturales que viven en esa región. A partir de estos efectos las causas de los problemas ecológicos pueden ser múltiples (Rivero et al., 2003), el mal manejo de un recurso debido a su aprovechamiento incontrolado e irracional, la sobreexplotación, la existencia de condiciones desfavorables en el tipo de desarrollo e incluso la falta de una cultura ambiental.

## La problemática ambiental

En la década de 1970 las empresas aun no consideraban la variable ambiental en los procesos de producción (FUNIBER, 2010), los daños ocasionados al medio no eran tomados en cuenta y en consecuencia era evidente que el desarrollo se limitó por años a un crecimiento en lo económico y social, pero no reflejado en el ámbito ambiental, esta despreocupación de las empresas por los impactos que su actividad venían generando en el entorno, ha evidenciado el grado de consumo de los recursos naturales de tal forma que los niveles de

contaminación producidos han causado un impacto ambiental al planeta tierra con las repercusiones que hoy conocemos. Sin embargo, estas prácticas han ido cambiando, desde hace más de una década la sociedad se ha organizado y ha creado mayor conciencia por el cuidado al medio ambiente, en forma tal que los gobiernos de los países del mundo continúan promoviendo iniciativas de ley para establecer normas jurídicas que permitan el ordenamiento acuícola y pesquero.

En las diversas maneras de interacciones que ocurren entre las empresas y el medio ambiente se encuentran presentes los procesos de producción, distribución y comercialización, para llevarlos a cabo se requieren de materias primas, energía y agua, este último considerado como un recurso natural limitado y un bien escaso, durante estos procesos de producción se generan una serie de residuos contaminantes; es entonces cuando se establece este vínculo dependiente entre los sistemas de producción y la generación de residuos. En este contexto el desarrollo debe encontrar un equilibrio para atender objetivos interrelacionados, como cambiar las pautas de producción y de consumo, reducir la pobreza y moderar el crecimiento económico y de la productividad, de conformidad con los recursos naturales disponibles y con su capacidad de regeneración y de reposición (Nicolás, 2010).

Las diferentes modalidades en las prácticas de la acuicultura se han diversificado con el tiempo, las técnicas y estrategias de producción así como la variedad de organismos cultivados van en aumento, algunos operando a una escala pequeña cuyo objetivo es principalmente el autoconsumo, hasta la construcción de enormes estanques con sistemas de producción intensivos en las modalidades de comerciales continentales y marítimos; todos ellos son prácticas comunes con procesos que han provocado impactos asociados a aspectos ambientales negativos.

En el documento de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011) "Desarrollo de la acuicultura, enfoque ecosistémico a la acuicultura", establece que el enfoque ecosistémico de la acuicultura como estrategia, debe ser el medio para lograr o alcanzar un nivel superior de políticas que refleje los objetivos y acuerdos relevantes de desarrollo a nivel nacional, regional e internacional, encausados hacia la sostenibilidad, la equidad y la capacidad de recuperación de los sistemas socio-ecológicos interconectados.

Las acciones emprendidas para el desarrollo sostenible de la acuicultura fundamenta sus bases en líneas de acción que van más

allá de la producción de alimentos, del desarrollo económico para la superación de la pobreza y la seguridad alimentaria, los protocolos de aplicación para las buenas prácticas de manejo se han ido consolidando de tal forma que el medio ambiente, la sociedad y la economía han sido definidas como base para el desarrollo sostenible de esta actividad, con esta visión de futuro trabajan muchos productores del sector aunado a las demandas de grupos de interés, consumidores y organizaciones ambientalistas. Bajo esta perspectiva es como los códigos de conducta y mejores prácticas en la acuicultura pueden abordar una serie de cuestiones y preocupaciones (UICN, 2010), que tienden a centrarse en la reducción del impacto ambiental, la productividad, la calidad del producto, la salud y bienestar animal, la seguridad alimentaria y los aspectos económicos y más recientemente su posicionamiento sobre la sostenibilidad en general.

## Degradación medioambiental por prácticas acuícolas

El crecimiento exponencial de la acuicultura ha provocado serias preocupaciones entre los gobiernos, grupos de ambientalistas y la sociedad misma por los posibles daños que estuviera generando sobre el medio, al ser considerada como una actividad en proceso de expansión hay que tener cautela en cómo y dónde se realiza ya que puede afectar a la calidad de las aguas y afectar negativamente a los ecosistemas, tanto en los ríos como en el mar (Bordehore, 2005) las cuales son fuertemente alteradas por los desechos de las granjas.

Las actividades acuícolas atentan contra la biodiversidad cuya conservación es motivo de preocupación a nivel mundial ya que su pérdida disminuirá drásticamente la calidad de vida de la humanidad. El hombre ha provocado la disminución de la biodiversidad en organismos marinos y dulceacuícolas por diferentes causas especialmente ligadas a la acuicultura, la posibilidad de mejorar peces cultivados mediante la hibridación, ha sido considerada por algunos acuicultores como la solución para los problemas de bajo rendimiento, sin embargo, no siempre ha dado resultados positivos; si estos híbridos alcanzan el medio ambiente natural podrían intercambiar genes con esta especie paterna y acarrear consecuencias difíciles de predecir. (Pérez, 1996)

En el caso de la introducción de especies exóticas, casi toda la acuicultura moderna se basa en un número relativamente pequeño de

especies que se han diseminado por todo el mundo: entre los peces la carpa (*Cyprinus carpio*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), algunas especies de tilapias, especialmente *Oreochromis niloticus*, y *O. aureus*; de los moluscos, la ostra japonesa, *Crassostrea gigas* y la ostra americana, *C. virginica* y los crustáceos *Macrobrachium rosenbergi* y varias especies de camarones marinos del género *Penaeus* (Pérez, 1994)

La actividad por sí misma representa un impacto negativo en los cuerpos de agua receptores, particularmente en donde la producción sea mayor a 10 toneladas por año (Velasco et al., 2012), en este sentido se buscan las formas de reducirlos a través de la promulgación de leyes y normas ambientales que regulen la actividad del sector vía la gestión sostenible y de manera voluntaria, mediante la aplicación de herramientas básicas de gestión ambiental y de buenas prácticas de acuicultura y medio ambiente.

Si bien es cierto que desde el punto de vista de la economía de los productores y de las herramientas tecnológicas disponibles en el mercado, es complicado reducir las descargas de aguas residuales enriquecidas por materia orgánica con altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, producto del alimento no ingerido y por las heces de los organismos que se cultivan. Esto deriva en el enriquecimiento de nutrientes, pudiendo afectar extensas zonas cercanas a los cultivos y a la biodiversidad que habita los cuerpos de agua receptores (lagunas, ríos, esteros y marismas). Resulta evidente, que el impacto medioambiental va a depender en gran medida de la especie, el método de cultivo, la densidad del stock, el tipo de alimentación y las condiciones hidrográficas (Borja, 2002).

Los problemas de eutrofización inician cuando el hombre contamina lagos y ríos con exceso de nutrientes que generan la aceleración del proceso y ocasiona el crecimiento acelerado de algas, la muerte de peces y demás flora y fauna acuática, generando condiciones anaeróbicas. El proceso resulta de la utilización de fosfatos y nitratos como fertilizantes en los cultivos agrícolas, de la materia orgánica de la basura, de los detergentes hechos a base de fosfatos, que son arrastrados o arrojados a los ríos y lagos (Oceanógrafos Sin Fronteras).

El estado trófico de los lagos es un concepto fundamental en la ordenación de los mismos, significa la relación entre el estado de nutrientes de un lago y el crecimiento de la materia orgánica, es el proceso de cambio de un estado trófico a otro nivel superior por adición de nutrientes. La agricultura es uno de los factores principales de eutrofización de las aguas superficiales (Ongley, 1997), no obstante

lo anterior, en estanques para el cultivo de peces y crustáceos el uso de fertilizantes químicos ricos en P, C, N y K se ha generalizado en las últimas décadas, el objetivo es incrementar la productividad natural de las aguas de estos sistemas acuícolas a través de la producción del fitoplancton considerado éste como el primer eslabón de la cadena alimenticia en el medio acuático (alimento vivo para los organismos que se cultivan), resultando obvio que las descargas de aguas servidas a los cuerpos de agua receptores enriquecidos de nutrientes con estas características pueden llegar a ser consecuencia de procesos de eutrofización en ríos, lagos, lagunas costeras y marismas.

Otro de los impactos ocasionados por la acuicultura que se pueden citar son los compuestos químicos utilizados para el tratamiento de algunas enfermedades de tipo virales y bacterianas que afectan a los cultivos también difíciles de predecir, las experiencias indican que puede ocurrir que los compuestos entren a la cadena trófica (Espinoza y Almada, 2012), con una posible bioacumulación en eslabones superiores o que quizá causen daño a largo plazo, por tratarse de un impacto acumulativo.

Con relación al uso de herbicidas con glifosato como ingrediente activo, estos son potencialmente causantes de daños toxicológicos y ambientales, en los sistemas acuáticos pueden provocar retardo en el crecimiento de organismos como algas y peces, cambios histopatológicos, alteraciones de parámetros enzimáticos, disminución de la actividad sexual y cambios bioquímicos. En el organismo humano puede causar toxicidad en células placentarias y del hígado, actuar como un disruptor endocrino, generar afecciones respiratorias, gastrointestinales, dermatológicas y neurológicas, así como la fragmentación del material genético. (Salazar y Aldana, 2011).

Se advierte además, que a consecuencia de la sobrexplotación de los recursos y cambios de uso del suelo, pueden presentarse modificaciones de los hábitats en los lugares donde los acuicultores eliminan los manglares para establecer piscinas para la cría de especies de importancia económica (Uribe et al., 2009), particularmente en los casos del cultivo y engorda de camarón en zonas costeras y en similares condiciones durante la construcción de parques acuícolas ubicados en aguas continentales.

Mientras que los factores que inciden en la calidad del producto cultivado y en la sostenibilidad de la actividad son la buena calidad de las aguas entendida como suficiente para realizar la actividad, evitando lugares contaminados y la buena renovación de las aguas; la



corriente en la zona debe ser suficiente para evitar que las acumulaciones de productos de desecho (heces y restos de comida) generen desoxigenación (Borja, 2002).

Finalmente, la mayoría de estos impactos potenciales sobre el medio se pueden gestionar y minimizar mediante el conocimiento de los distintos procesos, a través de una gestión responsable y una correcta localización de las granjas acuícolas (UICN, 2007).

## Gestión ambiental

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la gestión ambiental en la acuicultura tiene implicaciones que van más allá de la adopción de compromisos para la mejora continua, el cumplimiento de las leyes y normas ambientales, la planeación, la adopción de estrategias para ahorrar al máximo el consumo de recursos relacionados con la disminución de los costos de producción y replanteados a través de la definición de políticas ambientales, cobra enorme importancia la ejecución de forma organizada y sistemática todas estas acciones midiendo y evaluando el grado de cumplimiento del sistema de gestión y en el mejor de los casos realizando ajustes para la mejora de los resultados; estas políticas ambientales establecen sus principios en la prevención y la minimización.

Para llevar a cabo esta forma ideal de organización entre los sectores que participan en la gestión ambiental se encuentran: administraciones públicas, sectores productivos público y privado, asociaciones de diversos tipos, universidades y centros de investigación y la población en general, por lo que la responsabilidad es compartida, con participación de la comunidad en diferentes momentos, formas y niveles (Granero y Ferrando, 2007).

Desde este punto de vista es conveniente la implementación de los sistemas de gestión ambiental como instrumentos de prevención y reducción de la contaminación. Resulta importante además, que en todos los procesos productivos que se utilizan recursos naturales y energía y estos a su vez se transforman en productos y residuos deban de gestionarse de forma correcta a través de prácticas de minimización, valoración y deposición, de esta manera, la existencia de directrices sobre la gestión sostenible son herramientas esenciales para los gestores políticos y técnicos de las administraciones, productores

de acuicultura y otros usuarios. (UICN, 2007). A partir de estas consideraciones los sistemas de gestión ambiental vienen siendo implementados en muchos sectores de la industria con el objetivo de ayudar a las organizaciones a cumplir con los requerimientos legales que minimicen los impactos sobre el medio ambiente, a reducir desechos y ganar una ventaja en el mercado (Gavine et al., 2007).

Además de estas exigencias, otra de las formas de conseguir que una empresa sea respetuosa con el medio ambiente es la concientización de sus integrantes de tal forma que exista responsabilidad por la protección y hacia la conservación del medio, esto conlleva al uso de tecnología limpias que permitan la minimización del uso de recursos naturales, la disminución en la producción de residuos, la asignación de costos económicos que representa la protección ambiental y la implementación de sistemas de gestión y auditorías ambientales.

## Acuicultura sostenible

El concepto de sostenibilidad desde su introducción como tema de análisis, ha sufrido diversas interpretaciones con un común denominador, todas ellas se contextualizan dentro del marco del desarrollo, cuya condición principal es el de asegurar en el tiempo y para futuras generaciones los recursos, que estos se encuentren disponibles siempre a pesar de los aprovechamientos que el ser humano realiza para obtener de ellos los medios de subsistir y crecer en desarrollo, esto implica el uso de herramientas tecnológicas y la educación como formas de actuación consciente y ordenada.

Es a partir de la concepción del término desarrollo sostenible, cuando surge una serie de interpretaciones de carácter científico, fundamentando estos principios en la sostenibilidad ecológica, social, política y económica, pero con límites establecidos y con exigencias mínimas que implican que el desarrollo duradero en ningún momento debería de poner en riesgo los sistemas naturales, que mantienen todas las formas de vida sobre la Tierra; el cuidado y la explotación de los recursos agua, suelo, atmosfera y organismos vivos son partes elementales de nuestro entorno, por ello es urgente que en el corto plazo el desarrollo tecnológico sea una parte esencial para satisfacer nuestras necesidades como individuos, procurando evitar que la alteración de estos recursos naturales a causa de la explotación y del desarrollo, disminuya en forma la capacidad de sustentación del

planeta tierra. Tomando en cuenta estos paradigmas, la acuicultura está determinada por un conjunto de regulaciones provenientes del derecho ambiental, en este sentido, a esta actividad económica le es aplicable tanto la normativa general ambiental, como su normativa específica, desarrollada en pos de una acuicultura sostenible. (Bermúdez, 2007).

Con este enfoque, la sostenibilidad parte en razón de tres dimensiones relacionadas con procesos: un sistema ecológico, como base fundamental de la vida en el planeta, el sistema económico, que considera la producción de bienes y servicios materiales y el sistema social que permita la participación activa de la sociedad y las instituciones, estableciendo como estrategias para alcanzar el desarrollo sostenible un plan de acciones integral y como soporte legal la firma de acuerdos y tratados regionales e internacionales. Con base en los mecanismos de gestión ambiental y en las políticas de aprovechamiento de los recursos naturales, una aproximación de acuicultura sostenible es el enfoque hacia el equilibrio de estos tres componentes del desarrollo sostenible: no puede existir desarrollo económico y social si no hacemos un uso responsable de nuestros recursos.

En la figura 3 se observa estratégicamente cómo interactúan las tres dimensiones del desarrollo para hacer sostenible la actividad acuícola.



Figura 3: Elementos de la acuicultura sostenible. (White, et al., 2004). Obtenido a partir de *At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution a Sea Web Aquaculture Clearinghouse*.

Un aspecto importante a considerar es el riesgo que el desarrollo sostenible se convierta en un simple elemento más de marketing e imagen (García et al., 2011), siendo necesario trabajar conjuntamente para que la filosofía de desarrollo no se quede en una moda y pueda hacerse realidad, implementándose de una manera adecuada y efectiva.

En el marco del desarrollo, la planeación social resulta ser como una aspiración conciliando los principios y sistemas ecológicos, es una necesaria simbiosis antropogénica sobre ecosistemas naturales, inherentes a los variados sistemas políticos, económicos, sociales y culturales, sobre los principios individuales. Si bien la idea de origen fue la de aplicar los conceptos y recursos de las tecnologías limpias, emisión cero y los estudios de impacto ambiental e incentivar la investigación científica de forma concreta (Pardo et al., 2006), lo es también el estudio y la investigación dirigido a identificar y definir herramientas de gestión acuícolas, estructuradas estas herramientas con base al uso de indicadores de sostenibilidad. En este sentido, el conocimiento y la adopción de estos indicadores por parte de los agentes del sector acuícola, permitirá avanzar, no solo en la mayor sostenibilidad de la actividad productiva, sino también en una mejora de la concientización de los gestores de la actividad y, de la sociedad, acerca de la necesidad de incidir en una gestión cada día más sostenible de nuestros mares y ríos, y de los recursos que nos brindan (García et al., 2011). Para alcanzar un modelo de desarrollo sostenible se deben contemplar todas las variables y dimensiones ambientales, sociales y económicas, al mismo tiempo identificar las estrategias y herramientas que faciliten una integración efectiva y reactiva que involucren al conjunto de la sociedad (FOESA, 2012).

La importancia de la sostenibilidad de la acuicultura es crucial en el sector si la industria no va por el camino correcto, por lo tanto es esencial continuar buscando los medios para hacer de las prácticas de producción acuícola más sostenibles, eficientes y rentables mejorando, por ejemplo las capacidades humanas, el uso de los recursos y la gestión ambiental (SustainAqua, 2009).

## Conclusiones finales

Hoy día la acuicultura se le considera como una fuente muy importante en la producción de alimentos comparada solo con la agricul-

tura y ganadería, sin embargo, la construcción de grandes parques acuícolas que demandan para su funcionamiento en la fase de producción el uso de enormes cantidades de agua, pueden llegar a tener implicaciones reales e impactar los cuerpos receptores (ríos, lagos, presas, lagunas costeras y marismas) y afectar a los organismos que ahí viven por las elevadas cargas de contaminantes vertidas ricas en fósforo, potasio y nitrógeno y en consecuencia entrar en un proceso de eutrofización.

En un mundo globalizado y en expansión la acuicultura demanda hoy día la optimización de los procesos de producción, que permitan mejorar estos sistemas a través del uso de técnicas para gestionar de forma adecuada los recursos naturales que utiliza, no obstante, para que esta acuicultura sea sostenible las dimensiones ecológicas, económicas y sociales deben de asignárseles un valor de importancia que sean equivalentes entre sí y que permita formas de actuación interdependientes, sin alejarse de sus objetivos una de la otra; ello representa mantener el equilibrio y la tendencia hacia indicadores de sostenibilidad fuertes.

Desde este punto de vista, la implementación de los sistemas de gestión ambiental por parte de estos sectores productivos puede decirse que deben de ser prácticas más comunes, toda vez que son considerados como verdaderos instrumentos para prevenir y reducir la contaminación, en estos sistemas se encuentran implícitos la aplicación de los principios de prevención ante la urgente necesidad de hacer sostenible la actividad acuícola, esto podría lograrse incorporando variables ambientales en las políticas de gestión, haciendo posible identificar las exigencias legales y normativas, permitiendo la toma de decisiones, pero sobre todo constituye un elemento muy importante: la plena conciencia por el cuidado y respeto al medio ambiente de las partes involucradas.

## Bibliografía

- Bermúdez, S. J.** (2007). *Política y regulación ambiental de la acuicultura Chilena*. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile: 307–333.
- Bordehore, C.** (2005). *Problemas ambientales, problemas humanos*. Capítulo: Sociología Ambiental. Grupo Editorial Universitario. Universidad de Alicante, España.
- Borja, Á.** (2002). *Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad*. Boletín Instituto Español de Oceanografía ISSN: 0074-0195: 41-49.
- Bortolini, R. J. L. y T. García.** (2004). *La Camaronicultura en México*. Revista Ciencias. Tomado de [http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=612%3AAla-camaronicultura-en-mexico&catid=77&Itemid=48](http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=612%3AAla-camaronicultura-en-mexico&catid=77&Itemid=48). Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.
- Cifuentes, L. J. L., Torres G, M. P., Frías, M. M.** (1999). *El Océano y sus Recursos, Acuicultura*. Vol. XI. Fondo de Cultura Económica, México.
- Espinoza, P. A y B. Almada.** (2012). *La acuicultura y su impacto al medio ambiente. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo*. [http://www.ciad.mx/archivos/revista-dr/RES\\_ESP2/RES\\_Especial\\_2\\_10\\_Bermudez.pdf](http://www.ciad.mx/archivos/revista-dr/RES_ESP2/RES_Especial_2_10_Bermudez.pdf). Fecha de consulta: 24 de abril de 2013.
- Fundación Observatorio Español de Acuicultura.** (2012). *Valoración de la sostenibilidad de la acuicultura en España*. FOESA, Madrid, España.
- Fundación Universitaria Iberoamericana.** (2010). *Gestión ambiental de la empresa*. FUNIBER, Campus Virtual.
- García, D. C., J. Remiro, J. Ojeda, F. Simard y S. Simoes.** (2011). *Aproximación a la sostenibilidad acuícola del Mediterráneo mediante el uso de indicadores*. Revista AquaTIC, nº 35. En: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=260>, Fecha de consulta: 30 de abril de 2013.
- Gavine, F.M., D. S. Rennis y D. Windmill.** (2007). *Implementing Environmental Management Systems in the Finfish Aquaculture Industry*. Water and Environment Journal 10 (5),341-347.
- Granero, C. J. y M. Ferrando.** (2007). *Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según la Norma ISO 14001:2004*. Fundación COFEMENTAL, Madrid, España.
- Martínez, C. L. R., M. Porchas y C. Jacinto.** (2009). *Camaronicultura mexicana y mundial: ¿Actividad sustentable o industria contaminante?* Revista internacional de contaminación ambiental, 25(3), 181-196.
- Rosas, M. M.** (1982). *Biología acuática y piscicultura en México*. Secretaría de Educación Pública. Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología.

**Nicolás, A. S.** (2010). *Pobreza, medio ambiente y desarrollo sostenible*. Nómada Revista crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad Carlos III, Madrid, España, 1-10.

**Oceanógrafos Sin Fronteras.** *Eutrofización*. [http://www.oceanografossinfronteras.org/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=71&id=295&Itemid=502](http://www.oceanografossinfronteras.org/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=71&id=295&Itemid=502). Fecha de consulta: 17 de Septiembre de 2013.

**Ongley, E. D.** (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos (Estudio FAO riego y drenaje-55)*. FAO Departamento de Desarrollo Sostenible. URL <http://www.fao.org/docrep/W2598S/W2598S00.htm>. Fecha de consulta: 12 de Septiembre de 2013.

**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (1995). *Código de conducta para la pesca responsable*. FAO Roma, Italia.

**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (2011). *Desarrollo de la acuicultura, enfoque ecosistémico a la acuicultura*. Orientaciones técnicas para la pesca responsable. FAO, No. 5.

**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012*. Departamento de Pesca y Acuicultura. En <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>

**Parada, G.** (2010). *Tendencias de la acuicultura mundial y las necesidades de innovación de la acuicultura Chilena*. Chile, 144 p.

**Pardo, S., E. Soriano, H. Suárez.** (2006). *Tratamiento de efluentes: una vía para la acuicultura responsable*. Revista MVZ Córdoba, 20-29.

**Pérez, J. E.** (1994). *Introducción y transferencia de especies acuáticas*. Acta Científica Venezolana, 45; 1-7.

**Pérez, J. E.** (1996). *La acuicultura y la conservación de la biodiversidad*. Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América. Vol. 21, Núm. 3, 1-9.

**Rivero, C., I. M. Jiménez, L. Valdivia y O. Rivero.** (2003). *Ecología Medio Ambiente y Salud*. Revista MCiego en: [http://bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol9\\_01\\_03/revisiones/r2\\_v9\\_0103.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol9_01_03/revisiones/r2_v9_0103.htm). Fecha de consulta: 16 de abril de 2013.

**Salazar, L. N. J. y Aldana, M. M. L.** (2011). *Herbicida glifosato: Usos, toxicidad y regulación*. Revista de Ciencias Biológicas y de Salud. Universidad de Sonora. Volumen XIII, No. 2, 23-28.

**Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).** (2007-2012). *Anuario estadístico de acuicultura y pesca*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SAGARPA. México.

**SustainAqua.** (2009). *Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture*. SustainAqua handbook – A handbook for sustainable aquaculture.

**Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.** (2007). *Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea*. Interacciones entre la Acuicultura y el Medio Ambiente. UICN. Gland, Suiza y Málaga, España.

**Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.** (2010). *Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea 3*. Acuicultura: Prácticas Responsables y Certificación. UICN. Gland, Suiza y Málaga, España.

**Uribe, P. J., Urrego, G. y Ligia, E.** (2009). *Gestión ambiental de los ecosistemas de manglar*. Aproximación al caso Colombiano. *Revista Gestión y Ambiente*, Vol. 12, 57-71.

**Velasco, A. P. I., Calvario, M. O., Pulido, F. G., Acevedo, S. O., Castro, R. J. y Román, G. A. D.** (2012). *Problemática Ambiental de la Actividad Piscícola en el Estado de Hidalgo, México*. *Revista Académica. Ingeniería*, Vol. 16 Núm. 3, Universidad Autónoma de Yucatán, México, 165-174.

**White, K., O'Neill B., and Tzankova, Z.** (2004). *At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution. A Sea Web Aquaculture Clearinghouse*. Obtenido de [http://www.seaweb.org/resources/documents/reports\\_crossroads.pdf](http://www.seaweb.org/resources/documents/reports_crossroads.pdf). Fecha de consulta: 8 de abril de 2013.



# EL ROCK TSOTSIL: ESTEREOTIPOS SOBRE OTRO MODO DE HACER MÚSICA

Luis Fernando Bolaños Gordillo

## Notas del autor (es)

Chiapa de Corzo, Chiapas (1970). Doctor en Ciencias Sociales y Humanísticas por el Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica (CESMECA) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; profesor e investigador de Tiempo Completo de la Licenciatura en Comunicación Intercultural de la Universidad Intercultural de Chiapas y líder del Cuerpo Académico Lenguas y Discursos Culturales en la Frontera Sur. Trabaja temas sobre identidades colectivas, tribus urbanas y cultura de masas.

Para citar este artículo:

Bolaños, L. (2013) El rock tsotsil: estereotipos sobre otro modo de hacer música. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 81-93. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a05

## Abstract

Tsotsil rock has been almost more than one decade of presence in the Chiapas musical scene; groups such as Sak tzevul, Vayijel, Lumaltok, among others, realize in his language native to the realities perceived in various fields. However, there have been adjectives from different areas such as "indigenous rock", "ethnic rock", "etnorock", to qualify and stereotype an occidentalista about creating shapes made from a culture in particular perspective that has empowered its identity, language, and worldview through this musical genere.

*Keyword:* Rock, ethnic identity, cultural industries, autonomy

## Resumen

El rock tsotsil lleva prácticamente más de una década de presencia en la escena musical chiapaneca; grupos como Sak Tzevul, Vayijel, Lumaltok, entre otros, dan cuenta en su idioma originario de las realidades que perciben en diversos ámbitos. Sin embargo, no han faltado adjetivos desde diversos ámbitos como "rock indígena", "rock étnico", "etnorock", para calificar y estereotipar desde una visión occidentalista sobre formas de creación hechas desde una cultura en particular, que ha empoderado su identidad, idioma y cosmovisión a través de este género musical.

*Palabras claves:* Rock, identidad étnica, industrias culturales, autonomía

## El rock tsotsil: Esteretipos sobre otro modo de hacer música

*Aquí la tentación del narcisismo es tanto más fascinante en la medida en que parece expresar la ley común: hacer como los demás para ser uno mismo.*

Marc Augé (Los no lugares)

La delimitación de objetos de estudios no está exenta de la construcción unilateral y romántica de lo novedoso, de lo extraordinario, de lo que rebasa la cotidianidad, en síntesis, de lo exótico. En ese encuadre metodológico el observador, aún sin vincular la estructura del territorio simbólico, las historias de vida y las identidades colectivas, traza una serie de ejes de análisis arbitrarios que generan que el o los sujetos observados aparezcan ante quienes leen los trabajos académicos como personajes “únicos”, “extraordinarios”, “interesantes” y con cualidades construidas desde la otredad que brindan una serie de sorpresas al mundo occidental.

Es como si el acto de pensarse a sí mismos pudiera aplicarse de igual forma en el acto de pensar a los demás, como si se tratase de dotar a la experiencia real -que incluso pasa desapercibida ante la búsqueda de tanta exquisitez- de un halo místico en el cual el o los sujetos observados se revelan como entidades que protagonizan actos espectaculares no esperados y que resultan, por así decirlo, “curiosos” ante la rigurosidad de la mirada metodológica de quien investiga.

El rock hecho en Zinacantán<sup>2</sup> no escapa a esta elaboración permanente de la construcción de lo “extraordinario” y ha sido definido -como si el objeto de la investigación social fuera ese- como “rock étnico”, “rock indígena” o “rock folklórico”, como si se tratara de insinuar que el rock es patrimonio exclusivo del mundo occidental y que estos jóvenes están instalados en un integracionismo musical que enarbola la bandera étnica tanto para compartir su identidad a través de las canciones como para transformarla con la influencia de las industrias culturales. Si a esas vamos entonces los estudiosos y expertos en el tema en cuestión por qué no definen a Pink Floyd como “rock progresivo étnico inglés”, al Tri como “rock chilango clásico” o los Tex Tex como magníficos exponentes del “etnrock otomíe posmodernista”.

<sup>2</sup> Se ubica en la región Altos Tsotsil-Tseltal y colinda al este con San Cristóbal de Las Casas, al noreste y al norte con Chamula, al oeste con Ixtapa, al suroeste con Chiapa de Corzo y al sur con Acala y San Lucas. El nombre del municipio en la propio idioma es “Sots’leb” (Lugar de Murciélagos).

“De entrada, no estoy de acuerdo de llamarle rock indígena, ya que todas las manifestaciones culturales ya sea en términos de música, pintura y danza, de ninguna manera deben de llevar una etiqueta porque son expresiones y manifestaciones de gente que asume el sentido de lo que generan”, sostuvo Omar López Espinosa, antropólogo que dirige la Unidad Multidisciplinaria de la Universidad Intercultural de Chiapas, en el municipio de Oxchuc.

En este sentido, el problema de la definición del rock indígena es de fronteras culturales y la otredad científica en su afán de describir y explicar al objeto de estudio bajo toneladas de premisas teóricas y arbitrariedades metodológicas, aunadas a su particular percepción del rock como patrimonio occidental, soslayan que están ante un modo distinto de hacer música, con su propio estilo, su propia musicalización, su propia afinación (cuando se emplean instrumentos tradicionales) e incluso sus propios públicos y espacios.

Lejos de estas percepciones, existe en el abordaje metodológico en el análisis sobre las agrupaciones rockeras de los municipios de Zinacantán y Chamula, una marcada frontera cultural que propicia que los ejes de análisis partan de las visiones occidentalistas que se tiene del rock y que la principal etiqueta a analizar para posteriormente convertirla en estereotipo, aunque ese no sea el propósito sino el resultado de tal manera de enfocar los trabajos, sea la indígena, donde se vuelve un acto “prodigioso” que un joven tsotsil tome la guitarra eléctrica y comparta sus canciones en su idioma originario. “Si el que toca es Aerosmith o Van Halen entonces sí es rock y si toca un zinacanteco es rock indígena. Estas etiquetas son totalmente racistas”, afirmó Omar López Espinosa.

En esta sociedad agraria nos sorprende y llama la atención que exista un grupo de tzotziles que se hayan organizado y luchado por defender y difundir un estilo musical al que le denominan rock-fónico, que es una composición en su mayoría de música tradicional que deviene de la música indígena mezclada con el rock y la música clásica, sin alteración en la letra y ritmos tradicionales; lo tradicional se apropia de nuevos instrumentos y denota una composición contemporánea con tintes e influencia extranjeras, de lo que deriva una nueva música tradicional, como dice Damián Martínez: “se comparte el espíritu de la tierra zinacanteca por medio de tres metáforas musicales poniendo de manifiesto dos distintas emociones como lo alegórico y lo melancólico, sin perder el sentido espiritual de origen”.<sup>3</sup>

<sup>3</sup>[http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_12/ponencias/0052-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_12/ponencias/0052-F.pdf)

El hecho de que “sorprenda” y “llame la atención” el que estos jóvenes toquen rock con influencia de música extranjera, refleja el afán de reconstruirlos como protagonistas de una nueva manera de ser que no encaja con lo que los investigadores normalmente esperan de ellos. ¿Es tan exótico ante los ojos de quienes investigan que un joven oriundo de Zinacantán requintee haciendo uso de un distorsionador? Si el joven en cuestión fuese de la Ciudad de México, Tuxtla Gutiérrez o de San Cristóbal de Las Casas, el hecho no sería digno de convertirlo en objeto de estudio, pero como lo hace un zinacanteco pareciera que eso le da el toque “folklórico” para darlo a conocer a la comunidad académica como algo único e irreplicable, ya que las manos que hacen un requinto son de un tsotsil.

Pareciera que quien o quienes analizan estos hechos sorprendentes se asumen como portavoces de una comunidad académica que se sorprende ante actos no propios de la concepción que se tiene de los que incursionan en territorios simbólicos catalogados como no propios. Si un mestizo o un extranjero, por el contrario, experimentaran con música de la que ellos denominan arbitrariamente como indígena, tal vez eso no sería un objeto de estudio sino un acto de experimentación propio de la evolución musical del intérprete. ¿Por qué no simplemente llamarle rock y punto? ¿Acaso las etiquetas garantizan publicaciones indexadas?

“Pareciera que nos hemos convertido en conejillo de indias por tocar en nuestro idioma originario”, sostuvo Julián Hernández, guitarrista del grupo Lumaltok al ser entrevistado en la cabina de radio de la Universidad Intercultural de Chiapas. Agregó que cargan con un estereotipo que genera que mucha gente vaya a verlos por curiosidad y no por el concepto musical que tienen. “Al cantar en tsotsil alguna persona que lo escuche dice ¡wow! ¿qué lengua es?” y esto bajo su punto de vista es parcial porque se valora más el sentido étnico que el interpretativo.

Según Ulises Fierro, hace 30 años hubiera sido impensable la existencia de un grupo indígena de rock que cantara en su propia lengua. Es más, pese a tocar con instrumentos eléctricos, no hubo una ruptura con su comunidad, pues la juventud ya se identifica con ellos.<sup>4</sup>

“El rock es cultura y siempre ha pegado en todas partes del mundo hasta en el mundo indígena gracias a lo que estamos haciendo, y claro que no se puede denominar o etiquetar como rock indígena, ya que es un género universal, aunque gracias a esa etiqueta muchos se

<sup>4</sup><http://www.jornada.unam.mx/2008/01/06/index.php?section=espectaculos&article=a07n1e sp>

están acercando hacia ese género y permite que nos conozcan más”, afirmó Moisés Pérez Pérez, baterista del grupo Lumaltok.

En la investigación social, el sujeto que observa en teoría no debe ser ajeno al contexto y en el caso del análisis que se hace del rock producido en Zinacantán y en menor medida en el municipio de Chamula, éste se centra en buena medida en enfoques integracionistas, donde el término que prevalece es el de fusión. Pareciera como si el otro estereotipado como exótico se define con base en un etnocentrismo analítico musical que se adueña del análisis del rock y marca de paso una frontera cultural donde se tiene la percepción de que estos jóvenes estuvieran “explorando” territorios simbólicos ajenos.

Aun cuando los integrantes del grupo han tenido oportunidad de integrarse al mundo occidental, ha permanecido en ellos el espíritu antiquísimo de su cultura. En este sentido, los roqueros se convierten en re-creadores de prácticas culturales al codificar y decodificar el mensaje ancestral de sonidos y sus significados en ritos y mitos que sustentan la configuración y transmisión de los saberes a las nuevas generaciones. Podemos decir que en el arte musical se compendia su historia cultural, y a su vez, ésta nutre su proceso formativo. Los legados denotan un camino diferente para estimular el interés de los niños y jóvenes siguiendo la lógica de su propia cultura que puede ser aplicado a otros aspectos de la educación.<sup>5</sup>

Es evidente la percepción de que hay un mundo distinto -“moderno”- al cual estos jóvenes han tenido la “oportunidad” (el término es muy claro en la cita anterior) de “integrarse al mundo occidental”. Esta dicotomía occidental/indígena que es citada, reproducida, legitimada y aceptada como tal, propicia que la incursión de estos jóvenes en el rock sea como un cuento de hadas en el cual viven en una burbuja mágica ancestral donde toman una guitarra, bajo y batería y cantan al mundo entero sobre su cultura ante la mirada sorprendida del investigador social o del periodista que pretende también tener vela en este entierro etnocentrista y de paso ponerle un toque rebelde, pero no me refiero a RBD sino a la asociación que se hace con el Ejército Zapatista de Liberación Nacional.

De esta forma, Bill Haley, John Lennon, Ozzy Osbourne, Billy Joel, entre muchos otros, tienen ya émulos indígenas que con talento han generado una nueva variante de este ritmo: El Rock Indígena. Oriundo de esta zona en la que aún se siente la influencia del Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN), Damián Martínez,

<sup>5</sup>[http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_12/ponencias/0052-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_12/ponencias/0052-F.pdf)

músico de corazón, ha impulsado, junto con otros grupos, el Rock Indígena. Ello fue patente el mes pasado en Zinacantán, donde por un momento los indígenas olvidaron añejos pleitos ideológicos y por la posesión del agua.<sup>6</sup>

Es evidente que se soslaya en este tipo de análisis las historias de vida, las motivaciones individuales –o grupales- de tocar rock, de las rupturas generacionales, las viscisitudes que encuentran en el camino (incluidos los estereotipos provenientes de la investigación y la academia), la presencia de su cosmovisión en el momento de componer, la influencia de los medios de comunicación y las industrias culturales, la influencia de otras agrupaciones rockeras de diversos contextos, la presencia que van cimentando en otros lugares del país, la construcción de su sentido autonómico, su sentido de resistencia, la posición que toman ante diversas instituciones como la familia, la escuela, las iglesias o las autoridades tradicionales, su participación en movimientos sociales, su percepción sobre los usos y costumbres, etc. Incluso los mismos grupos perciben a estos dos mundos en sus espacios de expresión.

El rock indígena es una fusión del llamado “rock folclórico”, pues una fusión entre los ritmos propios de cada ritmo tradicional y adaptaciones con la música contemporánea,<sup>7</sup>

La investigación y la academia han puesto su granito de arena para que estos jóvenes se asuman como representantes del rock indígena (una etiqueta al fin y al cabo que se viene repitiendo desde hace diez años) y como resultado de una fusión y experimentación con diversos ritmos y sonidos, atrayendo así también el toque “intercultural” a los análisis. Así, el mundo posible desde el análisis del observador se centra en el integracionismo musical; y desde la mirada de estos jóvenes en la reconstrucción y revitalización permanente de su cultura, aunque esto parece que sigue pasando desapercibido.

Los integrantes de Yibel J’metik Banamil (Raíces de la Madre Tierra) tienen la idea de fusionar. Valeriano García, vocalista y guitarra, dijo: “Queremos ver la posibilidad de hacer nueva música, siempre y cuando la raíz de nuestra cultura sea la que le dé sentido. Deseamos explorar qué posibilidades tiene la música tradicional para ofrecer un sonido nuevo. La música alegra el alma, el espíritu, porque cada nota penetra en el corazón, hasta de las personas más duras. Nos hace reflexionar sobre la vida, la cual hay que disfrutarla a través del amor, y sobre la muerte. Si se tiene amor se comparte con los demás, es como el agua y la tierra.”<sup>8</sup>

<sup>6</sup><http://chiapas.turista.com.mx/article188.html>

<sup>7</sup>[http://leietnorockchis.blogspot.mx/2011\\_11\\_01\\_archive.html](http://leietnorockchis.blogspot.mx/2011_11_01_archive.html)

<sup>8</sup><http://www.jornada.unam.mx/2010/05/05/espectaculos/a09n1esp>

Pareciera que esa civilización negada de la que insistía Bonfil Batalla (1987) intenta ser explicada desde la construcción de un esencialismo que narra la relación entre un integracionismo musical que describe la apropiación de instrumentos considerados como occidentales para hablar desde la cultura “autóctona” con procesos de transformación cultural.

El rock indígena como tal se deriva de varias fusiones musicales, entre la música occidental y otros géneros, como el blues y el reggae. Al surgir este modo de expresión musical se retoman instrumentos tradicionales e ideas propias de la cultura como la lengua oral. El rock indígena, es como una mezcla de lo que es la música occidental con lo tradicional, es una fusión que nosotros expresamos, digamos un poco en nuestra propia cultura como es Zinacantán y San Juan Chamula ya convirtiéndolo a música como occidental, tienen influencias de rock occidental, Nirvana o algo así (...), señaló Alfredo de la Torre, guitarrista de Yi'bel Jme'tik Banamil. Como bien menciona, Eduardo Gómez Gómez, catedrático bilingüe de la Universidad Intercultural de Chiapas (UNICH), “Sin duda alguna, el lenguaje musical es universal, la mezcla de sonidos e instrumentos llevan consigo un mensaje de resistencia y expresión según sea el género, además de un rescate cultural. El rock indígena es una corriente a partir de una resistencia por mantener, por conservar las lenguas y las culturas indígenas [...], claro de sus cambios que va teniendo y a la vez de las expresiones que ellos mencionan o dicen en las letras de sus canciones.”<sup>9</sup>

En estos procesos no solamente se describe, se hacen categorías arbitrarias, se buscan explicaciones desde el re-descubrimiento de lo “étnico” en el rock, donde se insiste hasta la médula que estos músicos “adaptan” canciones y ritmos que no son los suyos y que se presentan en vivo a la usanza indígena.

Sak Tzevul crea la letra de sus canciones, las adapta y traduce al tzotzil. En los conciertos los integrantes se presentan con la ropa típica zinacanteca (sombrero de paja con cintas multicolores, camisa y calzón de manta, una especie de capa multicolor y huaraches al estilo azteca); asimismo, preparan el escenario con la representación de un ritual maya en el que usan pitos, tambores, sonajas y caracoles.<sup>10</sup>

Los análisis presentan a sujetos divididos entre la modernidad y el encapsulamiento cultural, entre la identidad rockera y la iden-

<sup>9</sup><http://kuxaelan.blogspot.mx/2011/05/vivencias-y-experiencias-en-el-rock.html>

<sup>10</sup>[http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_12/ponencias/0052-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_12/ponencias/0052-F.pdf)



tividad étnica, entre el empoderamiento y la subalternidad, entre la condición humana y una fantasía denominada como “esencia étnico rockera”. Bonfil Batalla (1987:11) sostiene que los pueblos del México profundo crean y recrean continuamente su cultura, la ajustan a las presiones cambiantes, refuerzan sus ámbitos propios y privados, hacen suyos elementos culturales ajenos para ponerlos a su servicio, reiteran cíclicamente los actos colectivos que son una manera de expresar y renovar su identidad propia.

“No hay nada diferente, tocar rock no te quita lo tsotsil, no te quita lo original que eres y esto lo traes tatuado en el corazón, no lo puedes sacar”, sostuvo Juan Javier Pérez Pérez, baterista de Yibel J’metik Banamil. Para él su música es un modo de reivindicar su cultura y no un cliché impuesto desde otros contextos. “La modernidad te aplasta si no reaccionas y nuestra música es un modo de decir aquí estamos y lo hacemos apegados a nuestra lengua y elementos culturales”, enfatizó.

En efecto, una buena parte de las canciones de este grupo están compuestas íntegra o parcialmente en éste idioma junto con el español. Además de estos idiomas se han incluido en sus composiciones letras en otras lenguas indígenas como el tzeltal o el tojolabal. Precisamente, Sak Tzevul nace también como un proyecto para llevar al ámbito de la música rockera, las lenguas nativas que no habían tenido acceso, hasta ese momento, a este tipo de manifestación musical. En este sentido, Sak Tzevul es una banda pionera en el reconocimiento del valor de las lenguas nativas no sólo de México, como vehículo de expresión artística moderna. Sak Tzevul fue creado en 1996 por Enrique Martínez, Otto Anzures y Damián Martínez, este último es el compositor de la mayoría de los temas que interpretan. Desde su fundación Sak Tzevul ha ido en ascenso, cada vez mejor conocido dentro del ámbito musical dentro y fuera del Estado.<sup>11</sup>

Para Sergio Omar Pérez, bajista de Lumaltok, la música que toca representa otra etapa de la historia del rock chiapaneco, da un nuevo sentido tanto a quienes tocan en idioma tsotsil, a las instituciones que divulgan este tipo de eventos, a otros grupos que tocan en castellano que tienen ante sí a otra forma de hacer música y a los públicos que asisten a sus conciertos. “Somos músicos que damos a conocer cosas de nuestra cultura y no inditos que juegan a ser roqueros. Nuestra raíz es la propia cultura”, puntualizó.

La música y el rock son las expresiones culturales desde donde queremos mirar las diversas realidades sociales. Son un discurso

<sup>11</sup><http://macuala.blogspot.mx/2009/10/sak-tzevul-xchulel-balamil.html>

que en las últimas dos décadas en Chiapas en general y en San Cristóbal de Las Casas en particular ha ido construyendo posiciones que se quieren críticas para hacer conscientes asimetrías e injusticias sociales o la irresponsabilidad ambiental. Desde allí, desde los hacedores de la música, desde quienes la crean e interpretan, hay un discurso que pretende dimensionar la exclusión del mundo indígena, la “destrucción de la madre tierra” o verbalizar el “ecocidio”. Se enfatiza en pro del pacifismo y en contra de procesos de militarización. Así, tenemos una especie de revival étnico desde el rock, un género que, aunque resignificado localmente, es uno de los grandes hitos de la cultura de masas, de la industria cultural y de la globalización de buena parte del siglo XX y del nuevo milenio. Porque hablar de los indígenas no es una cuestión de moda, hay más fondo, mira: pese a que varias identidades culturales de México se hayan fusionado con Occidente, continúan vivas muchas tradiciones que ejercemos y manifestamos a diario, tienen un origen ancestral, el modo de ser mexicano nos viene de aquella nuestra Primera raíz, y es indígena.<sup>12</sup>

No se está reconociendo una vinculación histórica en esta manera de hacer rock, ¿cómo comenzó el rock zinacanteco, qué muestra de sus raíces, de su historia, de sus tensiones, contradicciones, complejidades, transformaciones, escenarios, de sus continuidades y hasta de las acusaciones de músicos tradicionales sobre que venden su cultura? No basta decir, se “adaptan” a la música rock occidental, se visten con trajes típicos, ponen incienso en el escenario, y cosas de ese tipo. ¿Qué se dice de su participación en la promoción de un sentido de resistencia y, por el contrario, por qué se insiste en su desindianización por el simple hecho de tocar un género que no es originario de su municipio?

Para los integrantes de Yibel Jme'tik Banamil, el rock y la música tradicional indígena no sólo se complementan en cuanto a lo musical sino que pueden ser integradas en lo cultural como expresión contemporánea de la juventud indígena. En este rumbo, algo se está transformando en las culturas de estos pueblos originarios y lo sobresaliente es que son los jóvenes quienes encabezan estas transformaciones y ante esto los otros los siguen y así van surgiendo más agrupaciones, reafirmando el gusto por la música.<sup>13</sup>

Sobre estas transformaciones, el escritor Javier Molina, apuntó en La Jornada:

Los jóvenes de San Juan Chamula abrieron el concierto. Interpretaron música tradicional, o bien, “otro tipo de rock”, como la llaman ellos. “A partir de ella hacemos recreaciones, utilizando

<sup>12</sup><http://www.proceso.com.mx/?p=273579>

<sup>13</sup><http://kuxaelan.blogspot.mx/2011/06/rock-tsotsil.html>

los mismos instrumentos; lo que cambia es el ritmo, el tiempo, la forma; cambia todo." Es la antigua semilla que ahora se renueva, de acuerdo con los tiempos actuales.<sup>14</sup>

Otro tipo de rock es una afirmación que describe a cabalidad las preferencias musicales de estos jóvenes que compiten en calidad tanto en interpretación como en contenidos, con otras agrupaciones chiapanecas y nacionales. Y haciendo un apunte extra al respecto, las agrupaciones rockeras de Zinacantán y de Chamula, no tocan covers y la mayor parte de las bandas de Tuxtla Gutiérrez si lo hacen.

La música y el rock son las expresiones culturales desde donde queremos mirar las diversas realidades sociales. Son un discurso que en las últimas dos décadas en Chiapas en general y en San Cristóbal de Las Casas en particular ha ido construyendo posiciones que se quieren críticas para hacer conscientes asimetrías e injusticias sociales o la irresponsabilidad ambiental. Desde allí, desde los hacedores de la música, desde quienes la crean e interpretan, hay un discurso que pretende dimensionar la exclusión del mundo indígena, la "destrucción de la madre tierra" o verbalizar el "ecocidio". Se enfatiza en pro del pacifismo y en contra de procesos de militarización. Así, tenemos una especie de revival étnico desde el rock, un género que, aunque resignificado localmente, es uno de los grandes hitos de la cultura de masas, de la industria cultural y de la globalización de buena parte del siglo XX y del nuevo milenio (Ascensio y López, 2012:707).

"Creo que tendría que ser vista como una nueva forma de expresión musical sin ninguna etiqueta. Que se hable en tsotsil o tseltal no implica que las cosas tengan que llevar por sí mismas ese sello. Son músicos que están respondiendo a su interés de creación y a través de la música recrean su mundo cotidiano. Es evidente que tienen diversas influencias musicales pero ya le están dando un toque diferente", enfatizó Omar López Espinosa.

La importancia de la libertad de expresión y la manifestación cultural de los pueblos indígenas y no indígenas ante una sociedad globalizada, es fomentar y contribuir en la preservación y difusión de los valores ancestrales, ya sea: lengua, rezos, cuentos, mitos, leyendas expresadas a través del lenguaje musical. Tal como lo hace la propuesta de Yí'bel Jme'tik Banamil.<sup>15</sup>

Esta manera de hacer rock está revitalizando la cultura tsotsil, está fortaleciendo el idioma originario, está promoviendo un sentido

<sup>14</sup><http://www.jornada.unam.mx/2010/05/05/espectaculos/a09n1esp>

<sup>15</sup><http://kuxaelan.blogspot.mx/2011/05/vivencias-y-experiencias-en-el-rock.html>

de autonomía, tiene un sentido contestatario, difunde un pensamiento ecológico, está fortaleciendo sus espacios de expresión gracias a su vínculo con la comunicación alternativa, narra diversas historias de vida, fomenta el interés de otros jóvenes por dedicarse a la música, entre muchos aspectos más que hacen que las etiquetas se queden cortas.

No obstante la importancia social del rock como música de masas, en México todavía representa un tema en el que aún tiene que discutirse y analizarse el entorno cultural donde se desenvuelve. En general, no existe un interés real por visibilizar la música más importante de las juventudes del mundo, por eso siempre se deben encontrar las posibilidades de incentivar la apertura de su discusión (Zebadúa, 2011:13).

## Consideraciones finales

El tratamiento que se da en ciertos análisis al rock que se hace en Zinacantán marca fronteras culturales entre el investigador y los sujetos de estudio; hace falta un sentido humanista en el abordaje metodológico en el tema y dejar de lado los estereotipos que se han venido gestando desde el surgimiento de esta forma peculiar de hacer rock.

Estos estereotipos propician que estos jóvenes sean percibidos como “conejiillos de indias” que están dando una “sorpresa” al mundo académico tocando rock, olvidándose de cultivar sus milpas, cuidar sus huertos o sus viveros: los han convertido en personas endoculturizadas que hacen cosas que no son propias de su cultura.

Si el rock tiene un carácter universal, entonces ¿para qué estereotiparlos? Los adjetivos sobran y su uso no explica prácticamente nada; lo importante bajo mi punto de vista académico y musical, es que ellos hablan de cosas propias de su cultura y las desarrollan bajo su peculiar estilo. Salud por el rock hecho por los tsotsiles para todo aquel que los quiera escuchar sin prejuicios.

## Referencias bibliográficas

**Ascensio Cedillo, Efraín y De la Cruz López Moya, Martín** (2012) *Música, jóvenes y alteridad: rock indígena en el sur de México*. Contemporanea | comunicação e cultura - v.10 – n.03 – set-dez. – p. 705-724 | ISSN: 18099386.

**Augé, Marc** (2008). *Los no lugares. Espacios del anonimato. Una antropología de la sobremodernidad*. Gedisa. México.

**Bonfil Batalla, Guillermo** (1987). *México Profundo*. Random House Mondadori. México.

Clemente Corzo, Julia y Pérez Pechá, María Esther (2009). Sak Tzevul: de los sonidos ancestrales al rock fónico. Educación musical en Zinacantán, Chiapas. Ponencia. X Congreso Nacional de Investigación Educativa. Recuperada de: [http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_12/ponencias/0052-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_12/ponencias/0052-F.pdf)

<http://chiapas.turista.com.mx/article188.html>

[http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_12/ponencias/0052-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_12/ponencias/0052-F.pdf)

<http://www.jornada.unam.mx/2008/01/06/index.php?section=espectaculos&article=a07n1esp>

<http://www.jornada.unam.mx/2010/05/05/espectaculos/a09n1esp>

<http://kuxaelan.blogspot.mx/2011/05/vivencias-y-experiencias-en-el-rock.html>

[http://leietnorockchis.blogspot.mx/2011\\_11\\_01\\_archive.html](http://leietnorockchis.blogspot.mx/2011_11_01_archive.html)

<http://macuala.blogspot.mx/2009/10/sak-tzevul-xchulel-balamil.html>

<http://www.proceso.com.mx/?p=273579>

**Zebadúa, Juan Pablo** (2011). *El rock de fin de siglo: 22 años de análisis de las identidades y el cambio en la música del rock*. Acys Alevin. México.

# Sensores de fibra óptica y sus aplicaciones en el medio ambiente

Juan Antonio Villanueva Hernández  
Rubén Alejandro Vázquez Sánchez  
Carlos Manuel García Lara

## Nota de los autores

Escuela de Ingeniería Ambiental, UNICACH. Libramiento Norte Poniente 1150, Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel y Fax (961) 61 70 440 ext. 4270. Correo electrónico antonio.villanueva@unicach.mx

Para citar este artículo:

García, C., Vázquez, R. y Villanueva, J. (2013) Sensores de fibra óptica y sus aplicaciones en el medio ambiente. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 94-115. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a06

## Abstrac

This research provides an analysis on optical fiber sensors and their application in the environment, taking into account the quality of water, soil and air them which are areas with a greater interest in the field of study, because they are part of environment in which life develops. A body of water, air or soil with high contents of pollutants are places unfit for the life and development of the species. When it comes to measuring one or more physical parameters of the water or air, or to detect and quantify a substance, it is necessary to use some kind of sensor to provide us with reliable data in order to implement solutions to mitigate the risks that exist. Sensor types most commonly used for this purpose are mechanical, electrochemical, and, for some parameters already in place, are optical sensors. In the society in which we live, it is becoming more necessary to develop analytical small devices that are inexpensive, portable, reliable, selective, easy to use and require few microliters of sample to determine a particular parameter.

**Key words:** environment, physical parameters, optical sensors.

## Resumen

En esta investigación se hace un análisis sobre sensores de fibra óptica y su aplicación en el medio ambiente, teniendo en cuenta la calidad del agua, suelo y aire, áreas con un mayor interés del campo de estudio, debido a que forman parte del entorno en que la vida se desarrolla. Un cuerpo de agua, aire o suelo con altos contenidos de contaminantes son lugares no aptos para la vida y desarrollo de las especies. Cuando se trata de medir uno o varios parámetros físicos del agua o aire, o de detectar alguna sustancia y cuantificarla, es necesario utilizar algún tipo de sensor que nos proporcione datos confiables para poder aplicar soluciones que mitiguen los riesgos que existen. Los tipos de sensores que más se utilizan para estos fines son mecánicos, electroquímicos, así como, para algunos parámetros ya en aplicación, sensores ópticos. En la sociedad en la que vivimos, cada vez se hace más necesario el desarrollo de pequeños dispositivos de análisis que sean de bajo costo, portátiles, fiables, selectivos, de fácil manejo y que requieran de pocos microlitros de muestra para determinar un parámetro concreto.

**Palabras claves:** medio ambiente, parámetros físicos, sensores ópticos.

## Introducción

La contaminación es definida por Henry y Heinke (1999: 235-237) como *“un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, el agua o el suelo que puede afectar de manera adversa la salud, la supervivencia o las actividades de los humanos o de otros organismos vivos”*, es consecuencia de la inadecuada utilización de los recursos en la producción de bienes y servicios y de la forma de vida consumista y vilipendiosa de nuestras culturas (Bustos y Chacón: 2009, 164-181.).

Algunos de los principales contaminantes atmosféricos que se conocen son: Óxidos de Nitrógeno (NOX), Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono o Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>), el Ozono, el Plomo (Pb), el Mercurio (Hg) y los Hidrocarburos (HC). Estos contaminantes pueden ser primarios o secundarios, los primarios se originan directamente de las fuentes y los secundarios son los que se forman en la atmósfera por combinación de los primarios con componentes atmosféricos normales (García y Martínez: 1978, 70-75). Existen diversos agentes contaminadores de agua, en la mayoría de los casos afectan directamente la salud del ser humano y sus consecuencias pueden ser muy severas:

### Agentes Patógenos

Son aquellos que ocasionan enfermedades. En general son bacterias, virus, protozoarios y gusanos que entran al agua, provenientes del drenaje doméstico y de los desechos animales. En la mayoría de los países subdesarrollados, son la principal causa de enfermedades y defunciones, entre ellas, las de muchos niños menores de cinco años. Un indicador de la calidad del agua para beber o nadar es el número de bacterias coliformes presentes en una muestra de 100 mililitros de agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una cuenta de 0 colonias de dichas bacterias por 100 mililitros de agua para beber y para nadar un máximo de 200 colonias por 100 mililitros de agua. Las fuentes de estos agentes pueden ser el excremento, tanto humano como animal (Tyler: 1994, 27-39).

### Desechos que requieren oxígeno

Estos son los desechos que pueden ser descompuestos por las bacterias aeróbicas, que, a su vez, utilizan oxígeno para biodegradar los desechos. Poblaciones muy grandes de bacterias soportadas por estos desechos



pueden agotar el gas oxígeno que se encuentra disuelto en el agua. Sin este oxígeno, mueren los peces y otras formas de vida que la consumen. Las fuentes de contaminación pueden ser las aguas negras, los escurrimientos agrícolas, el procesamiento de animales y la fabricación del papel (Tyler: 1994).

## **Sustancias químicas inorgánicas solubles en agua**

Dichas sustancias se refieren a ácidos, sales y compuestos de metales tóxicos (como el mercurio y el plomo). Niveles altos de estos sólidos disueltos pueden hacer al agua no potable, dañar a los peces y demás vida acuática, e incluso afectar la vida agrícola y acelerar la corrosión del equipo que usa agua. Las fuentes principales son las industrias.

## **Nutrientes vegetales inorgánicos**

Estos nutrientes son los nitratos y fosfatos solubles en agua, que pueden ocasionar el crecimiento exagerado de algas y demás plantas acuáticas, que mueren y se descomponen, lo que tiene como resultado el agotamiento del oxígeno que se encuentra en el agua y la muerte de peces y otros seres vivos que dependen de ella. Los niveles excesivos de nitratos en el agua potable pueden reducir la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre y ocasionar la muerte de bebés, especialmente menores de tres meses (Tyler: 1994).

## **Sustancias químicas orgánicas**

Las sustancias químicas orgánicas que pueden contaminar el agua son el petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, solventes y detergentes, entre muchos otros productos químicos hidrosolubles y no hidrosolubles que amenazan la salud humana y dañan a la vida acuática (Tyler: 1994).

## **Sedimentos o materia suspendida**

Estos se refieren a partículas insolubles en el suelo y otros materiales sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos que llegan a quedar suspendidos en el agua. Esta materia enturbia el agua, reduce la aptitud de algunos organismos para encontrar alimento, reduce la fotosíntesis hecha por plantas acuáticas, altera las redes alimenticias acuáticas y es un transportador de plaguicidas, bacterias y otras sustancias nocivas. El sedimento del fondo destruye los terrenos o sitios de alimentación de peces, obstruye y rellena a los lagos, estanques, bahías y canales acuáticos. La fuente principal es la erosión terrestre (Tyler: 1994).

## Sustancias radioactivas

Las sustancias radioactivas son isótopos hidrosolubles capaces de ser amplificados biológicamente a concentraciones más altas conforme pasan a través de las cadenas alimenticias. Esta radiación puede causar efectos congénitos y cáncer, entre otras enfermedades. Las fuentes principales de estas sustancias son la minería, las plantas generadoras de energía y las plantas de producción de armamento (Tyler: 1994).

Se considera que 58.4% de las aguas superficiales está contaminado, siendo escasas las zonas del país que presentan una buena calidad de agua (Alcocer: 1998, 127-129). Asimismo, se calcula que entre 75 y 90% de los residuos peligrosos (sustancias tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables o infecciosas) es manejado sin los mecanismos de control ambiental adecuados, lo que genera graves procesos de contaminación en zonas agrícolas, industriales y urbanas (Díaz, et al: 1998, 104-115). En este escenario es importante considerar que alcanzar un tipo de desarrollo viable tanto en términos ecológicos como económicos no depende únicamente de la puesta en marcha de nueva tecnología y de medidas de regulación sobre el uso de los recursos.

La sostenibilidad implica en sí misma generar nuevas formas de vida en sociedad, es decir, nuevas normas, valores y virtudes que permitan construir una relación sociedad-ambiente distinta. Se vuelve indispensable, entonces, conocer de qué forma y bajo qué circunstancias los valores ambientales se difunden dentro de una sociedad (Durand: 2004, 511-530). La importancia de la calidad medioambiental es un hecho incuestionable en la actualidad sobre todo en la relación sociedad-ambiente, y por ello es necesaria una rápida medición de la posible contaminación para mantener un control del medio ambiente. Aquí es donde juegan un importante papel los biosensores. El término biosensor se aplica a un sistema analítico que acopla un elemento biológico sensible asociado a un sistema de transducción, el cual permite detectar y medir de manera rápida, proporcional, precisa y sensible la señal producida por la interacción del elemento biológico y la sustancia de interés (Castro-Ortíz, et al: 2007, 35-45).

Los biodetectores ambientales, de acuerdo con el tipo de técnica empleada, pueden ser clasificados en bioensayos y biosensores. Los bioensayos fueron la primera herramienta biológica en ser aplicada al campo ambiental. Básicamente constituyen procedimientos que emplean diversos materiales vivos para estimar la toxicidad potencial de una sustancia o de una matriz contaminada. Un bioensayo se define genéricamente como un experimento enfocado a investigar el papel

de alguna sustancia en un contexto biológico, ecológico o evolutivo, empleando organismos o sistemas vivos (Mozaz, et al: 2005, 291-297). Mientras que el término biosensor se aplica a un sistema analítico que acopla un elemento biológico sensible asociado a un sistema de transducción, el cual permite detectar y medir de manera rápida, proporcional, precisa y sensible la señal producida por la interacción del elemento biológico y la sustancia de interés (Castro-Ortíz, et al: 2007).

En los últimos 10 años los biosensores han sido integrados a los programas de control de contaminantes, implementándolos en sistemas de seguridad ambiental en dos formas:

1. Métodos de seguimiento capaces de predecir el posible peligro de efectos biológicos, como toxicidad, pudiendo medir una gran cantidad de contaminantes en cortos períodos de tiempo.
2. Métodos de cribado (screening) que sirven para detectar la presencia de algún compuesto contaminante.

Los sensores representan alternativas a los instrumentos de análisis convencionales. El arreglo de un sensor de fibra óptica basado en el método sol-gel tiene dos características muy importantes:

1. El análisis en el sitio y en tiempo real. Lo cual se traduce en un resultado de mayor confiabilidad, ya que evitamos que la sustancia pierda sus características de origen, debido al traslado de esta. La detección temprana nos permite tomar medidas de prevención y mitigación.
2. El sol-gel es un material inerte, es decir presenta resistencias a medios muy hostiles que muchos sensores basados en polímeros no tienen (Valcárcel y Luque de Castro: 1994, 32-55).

## Definición de fibra óptica

Una fibra óptica es un medio físico dieléctrico que transporta información en forma de luz, o sea, en ondas electromagnéticas guiadas paralelas al eje de la fibra. Se compone de un núcleo en donde se efectúa la propagación de la luz, una cubierta óptica o revestimiento necesaria para que se lleve a cabo el mecanismo de propagación y uno o más recubrimientos de protección mecánica (figura 1) (Vázquez: 2011, 163-188).

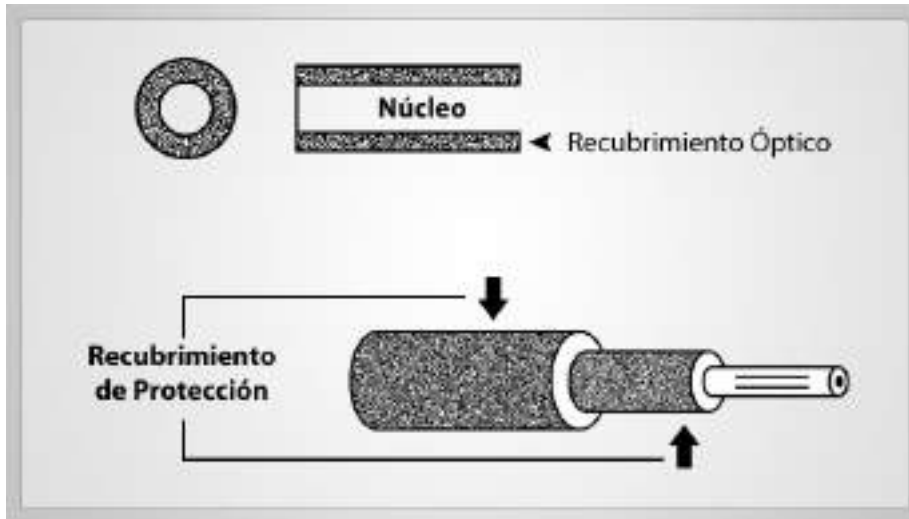


Figura 1. Representación de una fibra óptica (Vázquez, 2011).

Las fibras son hechas de vidrio, consistiendo en silicio o un silicato ( $\text{SiO}_2$ ). El núcleo debe tener un índice de refracción mayor que el revestimiento, para que exista la propiedad de reflexión interna total. Los óxidos de dopados tales como  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  son adicionados al silicio para obtener la diferencia entre los índices de refracción (Vázquez: 2011).

Los sensores de fibra óptica son más conocidos dentro de la comunidad científica como óptodos, mencionado por primera vez por investigadores alemanes Optiz y Lübbers haciendo referencia a un sistema óptico de medida de  $\text{CO}_2$  (Wolfbeis y Bernhard: 2006, 95-111). Algunas propiedades características de los óptodos (Marazuela: 1997, 103-109) en el medio ambiente son:

- *No requieren señal de referencia.* A diferencia de los electrodos potenciométricos y amperométricos que miden diferencias absolutas de potencial, los óptodos no necesitan una señal de referencia.
- *Posibilidad de construir sensores remotos.* La utilización de fibras ópticas de baja pérdida como guías de luz, posibilita la medida a grandes distancias, facilitando el acceso del sensor a los lugares de medida. Las grandes profundidades en lagos o medios expuestos a interferencias electromagnéticas o radiación ionizante, al contrario que en sensores eléctricos convencionales, no constituyen un problema para estos sistemas, ya que la distancia entre el terminal

sensible y el transductor puede adaptarse a las condiciones de medida sin que ello suponga pérdida de información.

- *Medición multiparamétrica.* Debido al gran ancho de banda de las fibras ópticas, es posible transmitir mucha más información que los cables eléctricos. Esto es, las señales ópticas que se originan por la presencia de diferentes analitos en la muestra pueden diferir unas de otras en longitud de onda, fase, modulación de intensidad o polarización, por lo tanto se puede hacer un multiplexado de estas señales para que se pueda tener un sensor multiparamétrico.
- *Terminales sensibles fácilmente intercambiables.* El análisis multiparamétrico puede llevarse a cabo también por intercambio de terminales sensibles específicos, cuyos indicadores basados en el mismo principio de medida permitan la utilización de un solo dispositivo instrumental. Esta ventaja de los sensores químicos de fibra óptica es particularmente útil en Química Clínica, ya que facilita la esterilización de los terminales y posibilita la utilización de sensores desechables (Bustamante: 2001, 55-59).

## Propagación

A las ondas luminosas se les referencia por su longitud de onda, que está relacionada con la frecuencia mediante la expresión  $\lambda = c/f$ , donde  $\lambda$  es la longitud de onda,  $c$  la velocidad de la luz y  $f$  es la frecuencia.

Como la luz es una forma de onda electromagnética, sus propiedades han de ser descritas a partir de las ecuaciones de Maxwell. El método riguroso de cálculo de la intensidad y la fase de una onda luminosa implica, entonces, utilizar dichas ecuaciones. Ahora bien, debido a que la longitud de ondas de las ondas electromagnéticas que se propagan (infrarrojo y visible) es muy pequeña, el estudio de la propagación en el interior de la fibra puede efectuarse con el modelo simplificado de rayos luminosos y leyes de la óptica geométrica (López-Higuera: 2002, 89-98).

De esta forma, el estudio de la llegada de la onda o rayo luminoso a la superficie de separación entre dos medios con diferente índice de refracción, se puede realizar de dos formas:

- A. Como una onda óptica, donde deberá resolverse la ecuación de onda, la cual impone las condiciones de contorno.

- B. Como un rayo luminoso, mediante la ley de Snell y la reflexión total (Wolfbeis y Bernhard, 2006).

## Aspectos generales de la fibra óptica

Con el desarrollo de la fibra óptica a finales de los años 60, se consiguieron sistemas prácticos de comunicaciones ópticas. Pronto estas tecnologías desarrolladas para las comunicaciones ópticas, se unieron a las tecnologías de detección óptica, permitiendo la introducción de las fibras ópticas como elementos de guías de onda para los sensores ópticos, y desde entonces han mostrado un progreso continuado y se han desarrollado enormemente (López-Higuera: 2002). La aplicación de fibras ópticas tanto para transportar la señal como para operar como elemento activo del sensor (transductor) hace posible que los sistemas ópticos puedan miniaturizarse (lo que los hace compactos y portátiles aptos para su uso en campo), aumentar su sensibilidad y utilizar fuentes de radiación más potentes e idóneas. La avanzada tecnología de bajo coste disponible es crucial para el éxito de los sistemas de sensores ópticos, que pueden aprovecharse de la tecnología de fibra y los métodos de fabricación de dispositivos producidos para telecomunicaciones (Alois: 2001, 203-209).

El principal esfuerzo de los investigadores se ha realizado en producir un conjunto de técnicas basadas en fibra óptica que puedan usarse para una amplia variedad de propósitos, proporcionando una buena base para una tecnología de medida efectiva que pueda complementar los métodos convencionales. Esta es la clave del éxito de los sensores de fibra óptica: la toma de medidas en situaciones difíciles para ambientes específicos, donde el uso de los sensores convencionales no es posible.

## Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Las principales ventajas que la tecnología de fibra óptica pone al alcance de los investigadores para su uso en sensores incluyen:

- Fibras de telecomunicaciones baratas.
- Fuentes infrarrojas disponibles: LED's, diodos láser. Posibilidad de usar fibras láser.
- Amplio rango de láseres que se pueden acoplar a fibras de forma razonablemente efectiva.

- Amplio rango de detectores: dispositivos p-i-n, fotodiodos de avalancha, etc.
- Disponibilidad de nuevos sistemas ópticos u ópticos integrados (Grattan:1997, 109-119).

Sin embargo, existe una serie de problemas tecnológicos que hacen que la situación ideal no sea aplicable tan fácilmente:

- Las fibras de telecomunicaciones son a menudo inapropiadas para su aplicación como sensores: necesitan diámetros/aperturas numéricas mayores, las fibras exóticas son caras por su producción en pequeñas tiradas, las fibras con mayores diámetros son caras y poco flexibles.
- Las pérdidas por curvatura de la fibra afectan a sensores basados en medidas de intensidad.
- Las fuentes láser son a menudo difíciles de acoplar con las fibras ópticas: muchos diodos láser o LEDs tienen ángulos de emisión anchos y numerosos láseres proporcionan una potencia limitada en las bandas útiles.
- Muchas fuentes láser en el visible medio o el infrarrojo son grandes, caras e inadecuadas para el uso y acoplamiento con fibras.
- Las fibras de telecomunicaciones tienen un rango de temperatura limitado: típicamente el límite superior está en 100-150°C mientras que muchas aplicaciones requieren temperaturas mayores de 200°C.
- Los métodos de acoplamiento mecánicos en sensores extrínsecos pueden ser complejos o no fiables, especialmente con cambios medioambientales.
- Las fibras dopadas son caras y limitadas en dopantes disponibles, que están regidos por las necesidades en telecomunicaciones (Er, Nd).
- Las fibras láser, prometedoras como fuentes, son caras y son principalmente infrarrojas o rojas, o se requiere un equipo complejo de doblado de frecuencia.

- Necesidad de montaje a mano de los sensores: alto coste asociado a muchos de ellos.
- Es necesario un adiestramiento para el personal para familiarizarse con las nuevas técnicas (Grattan:1997).

Como resultado de todo esto, a la hora de desarrollar los sensores es necesario alcanzar una serie de compromisos prácticos en especificaciones, materiales, respuesta, tamaño del sensor y robustez, etc. Esto puede fijarse para llegar a definir lo que debe ser un sensor de fibra ideal. Las especificaciones ideales sólo serán practicables para unas ciertas aplicaciones, sin embargo merece la pena, para el caso particular de sensores de fibra óptica diseñados para explorar el medioambiente, intentar conseguir estos ideales aunque sólo algunos puedan adoptarse (Grattan:1997). Por todo ello, para aprovecharse al máximo de las ventajas disminuyendo al mínimo los inconvenientes un sensor debería:

- Operar en el infrarrojo o rojo para aprovechar la simpleza y el bajo coste de fuentes y detectores.
- Operar de forma intrínseca para evitar acopladores y no estar basados en medidas de intensidad para evitar pérdidas por acoplamiento o curvatura.
- No mostrar problemas con los niveles de potencia: suficientes fotones para una detección con bajo ruido.
- Usar fibra de telecomunicaciones y minimizar la necesidad y el número de acopladores.
- Operar en un rango de temperaturas  $T < 150^{\circ}\text{C}$ .
- Ser insensible a cualquier otro parámetro en la medida de lo posible.
- Ser barato y fácil de fabricar automáticamente.

El potencial de los sensores de fibra óptica es significativo. Se ha visto que a medida que el coste de los componentes claves disminuye y el número de componentes más baratos se amplía, el potencial para un mayor mercado y calidad de los componentes aumenta (Herrera: 2005, 141-153).



## Tipos de fibra óptica

Dependiendo del tipo de propagación de la señal luminosa en el interior de la fibra, éstas se clasifican en los siguientes grupos:

1. Multimodo
2. Monomodo

En una fibra monomodo, la luz puede tomar un único camino a través del núcleo, que mide alrededor de 10 micras de diámetro. Las fibras multimodo tienen núcleos entre 50 y 1000 micras. Las fibras monomodo son más eficaces a largas distancias, pero el pequeño diámetro del núcleo requiere un alto grado de precisión en la fabricación, empalme y terminación de la fibra (Krohn: 1988, 53-77).

La fibra óptica también se clasifica en función del índice de refracción, siendo de dos tipos:

- a. Salto de índice
- b. Índice gradual

En las fibras de índice gradual, el índice de refracción es inferior en las proximidades del revestimiento que en el eje de la fibra. Las ondas luminosas se propagan ligeramente más lentas en las proximidades del eje del núcleo que cerca del revestimiento.

Atendiendo al material de la fibra, éstas pueden clasificarse:

- a. Fibras de vidrio
- b. Fibras de material plástico

Estas últimas se utilizan para comunicaciones a muy cortas distancias. Suelen emplearse para interconexión de equipos situados en un mismo edificio, conexión de equipos digitales de audio y en pequeñas redes de ordenadores.

Dentro de las dos primeras clasificaciones generales (tipo de propagación e índice de refracción), tenemos tres tipos básicos de fibra óptica:

- a. Fibra multimodo de salto de índice
- b. Fibra multimodo de índice gradual
- c. Fibra monomodo

Generalmente se utilizan las fibras multimodo en la primera y segunda ventanas, y monomodo en la segunda y tercera ventanas (Krohn: 1988).

## Fibra multimodo de salto de índice

El guiado de la señal luminosa está causado por la reflexión total en la superficie de separación entre el núcleo y el revestimiento. El índice de refracción presenta un perfil definido por la expresión siguiente:

$n = n(1 + \Delta)$  (siendo el  $\Delta$  incremento del índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento)

En este tipo de fibra la apertura numérica, NA, puede aproximarse a la expresión:  $NA = \sqrt{2\Delta}$ . Valores típicos de NA se encuentran entre 0,2 y 0,5.

Las señales incidentes con un ángulo cuyo seno sea inferior a la apertura numérica provocan la aparición de multitud de modos (o dicho de forma más intuitiva de multitud de rayos y ángulos de reflexión) propagándose por el interior de la fibra (Figuras 2 y 3). Esta es la razón del término multimodo para describir el tipo de fibra.

El núcleo de este tipo de fibras tiene un diámetro entre 50 a 1000  $\mu\text{m}$ . Este núcleo tan grande implica que se propaguen varios modos. Los diferentes caminos dan lugar a la dispersión modal, o sea, el ensanchamiento temporal de la luz cuando viaja a través de la fibra. La dispersión es un mecanismo que limita el ancho de banda o la cantidad de información que la fibra es capaz de transportar.

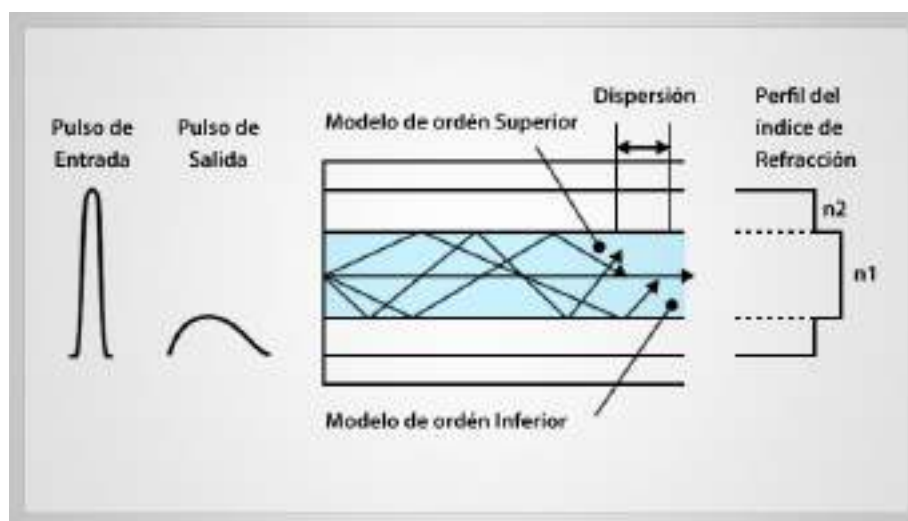


Figura 2. Fibra multimodo (Krohn: 1988).

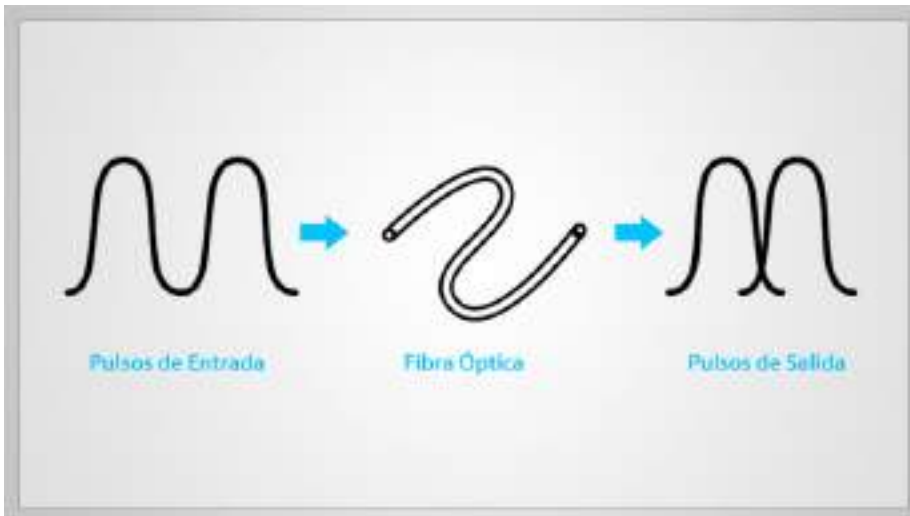


Figura 3. Dispersión (Krohn: 1988).

Estas fibras pueden clasificarse a su vez en función de su composición:

1. Vidrio/Vidrio: cubierta y núcleo de vidrio.
2. Plástico/Vidrio: cubierta de plástico y núcleo de vidrio.
3. Plástico/Plástico: cubierta y núcleo de plástico.

Este tipo de fibras son las más utilizadas en enlaces de distancias cortas, hasta 1 km. y su aplicación más importante está en las redes locales.

### Fibra multimodo de índice gradual

En este caso el cambio de índice de refracción en el interior de la fibra es gradual, lo que provoca una propagación ondulada del rayo de luz (figura 4).

Las fibras de índice gradual comprometen la eficiencia en el acople para tener mayor ancho de banda. Se hace esto dando al núcleo un índice de refracción no uniforme en todo su perfil.

La variación del índice de refracción en el perfil de la fibra da lugar a que la luz se propague según una trayectoria curva, en lugar de a tramos rectos como en las fibras de salto de índice. El mayor recorrido del rayo se compensa por la mayor velocidad de propagación ( $V=c/n$ ) en la región exterior del núcleo.

En estas fibras el ángulo de aceptación depende de la distancia al eje del núcleo, siendo máximo en el centro y cero en la frontera con

el revestimiento. Sin embargo, la apertura numérica (NA) de las fibras de índice gradual se define de la misma forma que en las de salto de índice:

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

La **NA** tiene un valor típico de 0,2 para estas fibras.

La mayoría de las fibras de índice gradual tienen un núcleo con diámetro de entre 50  $\mu\text{m}$  y un revestimiento con 125  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Estas fibras provocan menos modos de propagación que las de salto de índice, reduciéndose la dispersión, y con ello un aumento del ancho de banda. Estas fibras son empleadas hasta distancias de 10 km.

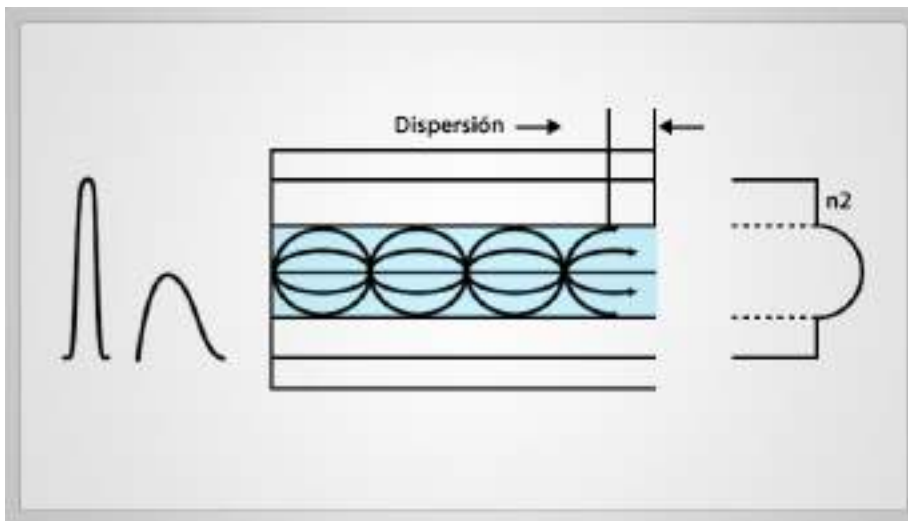


Figura 4. Fibra multimodo de índice gradual (Krohn: 1988).

## Fibras monomodo

Cuando se requieren anchos de banda muy grandes se usan fibras monomodo. Estas fibras, en su construcción más simple, son iguales a las multimodo de salto de índice, solo que el diámetro del núcleo es muy pequeño (5-12  $\mu\text{m}$ ), pudiéndose propagar un sólo modo.

La dispersión modal es muy baja, alrededor de solo decenas de picosegundos (10–12 segundos) por kilómetro, con lo que los anchos de banda son excepcionales y las pérdidas bajas, siendo adecuadas para largas distancias o comunicaciones de alta velocidad (Krohn: 1988).

Es el caso conceptualmente más simple, ya que se trata de una fibra de salto de índice pero de un diámetro del núcleo tan pequeño

(inferior a 10 micras) que solo permite la propagación de un modo, el fundamental (Figura 5).

Este tipo de fibra es el que permite obtener mayores prestaciones y se usa en enlaces de gran distancia. Estas fibras presentan no obstante, algunas desventajas como la mayor dificultad para inyectar la señal luminosa a la fibra (apertura numérica típica de 0.1 @ ángulo de incidencia de  $12^\circ$ ), mayor sensibilidad a errores mecánicos, malos tratos, empalmes defectuosos, etc. La dificultad de inyección de señal se soluciona utilizando fuentes de luz láser (Krohn: 1988).

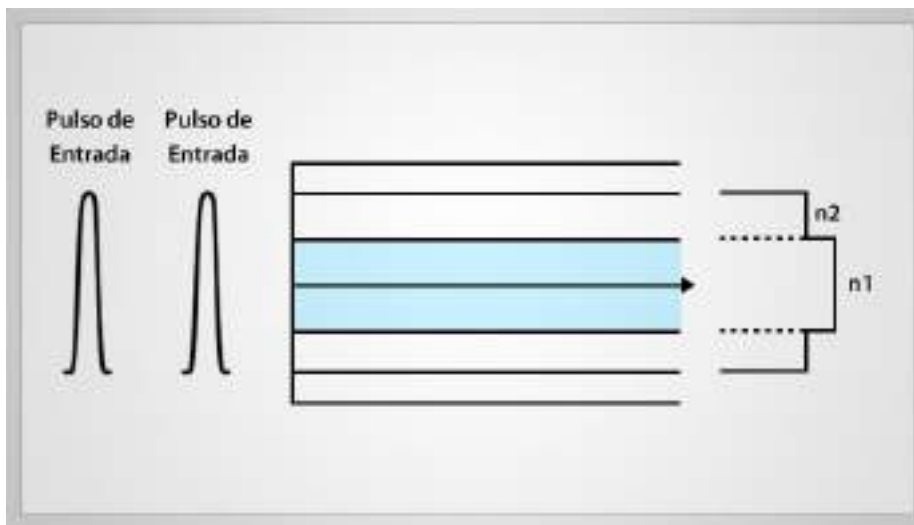


Figura 5. Fibra monomodo (Krohn: 1988).

## Sensores de fibra óptica para el monitoreo de parámetros medioambientales

Las aplicaciones de los sensores de fibra óptica corresponde a las tareas de monitorización ambiental, el control de procesos industriales, la biomedicina. Se han desarrollado ya con éxito sensores ópticos para la monitorización de oxígeno molecular, dióxido de carbono, pH, hierro, sulfuro de Hidrógeno, alcoholes, humedad, temperatura, detergentes, aceites, pesticidas, glucosa, acetil colina y colesterol, además de la unión de los sensores ópticos con moléculas biológicas (enzimas, anticuerpos, ADN) se construyen los biosensores, los cuales son empleados en diferentes áreas como diagnósticos médicos, aplicaciones biológicas (detección de bacterias), monitoreo del agua y aire (Espinoza, et al: 2007, 797-859).

La clara demanda que existe de métodos de exploración que operen in-situ y de forma continua conlleva que las potenciales aplicaciones medioambientales de los sensores en general y de sensores de fibra óptica en particular sean:

- Análisis medioambiental como medidas puntuales.
- Monitorización continua del objetivo.
- Sistemas de alarma precoz.
- Sistemas de control medioambiental.
- Sistemas de protección medioambiental.

Se pueden clasificar las aplicaciones de detección medioambiental de acuerdo con el área que se va monitorizar: sensores domésticos, monitorizaciones industriales dentro de edificios, sensores al aire libre y en el espacio, sensores marinos o de pureza de agua (López-Higuera: 2002).

La estrategia apropiada para la monitorización medioambiental es fuertemente dependiente del analito a detectar, el medio que contiene la sustancia de interés, la accesibilidad del área a analizar, la peligrosidad de los entornos circundantes, la calidad deseada de la información obtenida, y de la legislación vigente. Cada paso desde la identificación de un problema de contaminación hasta la limpieza y la potencial monitorización posterior requieren diferentes tipos de técnicas de análisis que ponen de manifiesto los potenciales campos de aplicación de sensores en la monitorización medioambiental.

Cuando se identifica una zona contaminada, es esencial una caracterización extensiva del lugar, incluyendo la naturaleza y nivel de la contaminación. Son necesarias técnicas de análisis y herramientas de diagnóstico para identificar contaminantes esperados y desconocidos. El análisis de los datos obtenidos nos dará las especificaciones de los contaminantes (Herrera: 2005).

Estas medidas requieren normalmente la toma de numerosas muestras discretas, que se analizarán de forma discontinua para conocer la presencia o ausencia de contaminantes.

La demanda de explorar el campo y de tener dispositivos portátiles acentúa el uso de métodos en laboratorio miniaturizados aplicables en campo, así como sensores capaces de proporcionar el análisis in-situ. Esta última característica es una ventaja de gran valor cuando se considera la determinación de compuestos orgánicos volátiles, especialmente en fase acuosa, ya que el análisis in-situ sin procedimientos

de toma de muestras hace que los errores debidos a la evaporación del analito o cambios en las condiciones del medio puedan minimizarse.

Una monitorización constante de los contaminantes es crítica para continuamente adaptar dicho proceso así como para disminuir los costes mediante la minimización de esfuerzos de corrección si se alcanza el nivel de limpieza deseado (Herrera: 2005).

Dependiendo de las medidas legislativas, puede ser obligatorio un tratamiento o una monitorización posterior. En ese caso, sensores *in-situ* que actúen como dispositivos de umbrales de alarma serían altamente efectivos en tiempo y coste comparados con el análisis clásico de laboratorio. La robustez, fiabilidad y el ser inertes a influencias electromagnéticas hace a los sensores de fibra óptica candidatos ideales para esas tareas. Otra área de interés para sistemas de análisis que operan de manera continua es la observación a largo plazo de parámetros medioambientales, como la contaminación del agua causada por considerables cantidades de fertilizantes agrícolas, herbicidas y pesticidas o por la entrada de aguas residuales industriales (Herrera: 2005).

Se demandan sensores para determinar parámetros como oxígeno, pH, dióxido de carbono, amoníaco, nitratos, PAH, etc., puesto que dispositivos de monitorización facilitan el control de la calidad del agua y la regulación de los umbrales de alerta medioambientales en caso de accidente. Los lugares de aplicación para dichos sistemas son estaciones de monitorización continua en ríos, estuarios y aguas costeras superficiales. Debido a su versatilidad y flexibilidad los sensores de fibra óptica representan una alternativa atractiva a las medidas electroquímicas establecidas (Herrera: 2005).

## Óptodos aplicados al análisis de aguas

Entre 1984 y 1986, la EPA (Environmental Protection Agency, agencia de protección del medio ambiente estadounidense) publicó una serie de informes en los que se incluía la valoración y mejora de la calidad del agua con objeto de proteger la salud pública y el ecosistema. Los puntos más destacados en estos informes fueron el endurecimiento de las medidas adoptadas por cada Estado sobre la calidad de las aguas y la creación de una organización encargada de vigilar el cumplimiento estricto de las normas establecidas por la EPA (Bustamante: 2001).

En 1994, en el seno del IV Programa Marco de I+D de la Unión Europea, en el subprograma de Medio Ambiente, se establecieron dos objetivos prioritarios: (a) identificar y evaluar los efectos de la actividad

humana sobre el ecosistema y (b) contribuir al desarrollo tecnológico necesario para la observación, monitorización e investigación del medioambiente, incluyendo las metodologías y tecnologías para la vigilancia, prevención y gestión de los riesgos naturales. En este último punto, la unión europea hace especial hincapié en el desarrollo de sensores en todas aquellas aplicaciones donde los sistemas convencionales de medida están limitados por sensibilidad, selectividad, precisión, fiabilidad y/o coste, así como en procesos industriales que contemplen una producción menos contaminante. En la actualidad y hasta el año 2002, está en vigor el V Programa Marco (1999) en el que se vuelve a remarcar la necesidad de un control de la contaminación de los recursos hídricos a través de la analítica de las aguas y los sistemas de vigilancia de fuentes contaminantes puntuales o accidentales (Bustamante: 2001).

Tradicionalmente, el control de la calidad del agua se ha llevado a cabo mediante las imprescindibles tomas de muestra y su posterior traslado a los laboratorios de análisis, donde gracias a las actuales técnicas analíticas, tales como la espectroscopía de absorción atómica (AAS), la cromatografía de gases (GC), la cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) y la espectrometría de masas (MS), se detectan y cuantifican todo tipo de sustancias contaminantes.

Los principales analitos a monitorizar en el agua son: pH, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, contaminantes orgánicos, metales pesados y radiactivos.

La monitorización a distancia de contaminantes en aguas subterráneas es un campo donde el empleo de fibra óptica ofrece grandes ventajas, como es la de poder dirigir la fibra hacia el punto de interés aunque sea a grandes profundidades. El primer sensor luminiscente de pH fue desarrollado por Saari *et al.* (1982), la fase reactiva del sensor, fluoresceinamida, atrapada en un polímero de acrilamida, se inmoviliza covalentemente en el extremo de una fibra óptica. Las principales ventajas de este óptodo son corto tiempo de respuesta al no tener membrana y amplio intervalo de trabajo (pH 2-9) al tener el indicador dos constantes de acidez sucesivas. Su principal inconveniente es su pobre precisión (Pérez: 2001, 130-140).

Siempre que la concentración de una sustancia en las aguas esté legislada, se hace necesaria la optimización de un método de medida, que suele aparecer junto con los límites permitidos de la concentración de esa especie. Generalmente, los métodos de laboratorio permiten medir un número muy elevado de analitos con un coste inferior al que supondría utilizar sensores de fibra óptica, los cuales habitualmente están desarrollados para la medida de un único parámetro.



Para que un sensor de fibra óptica pueda reemplazar a los tradicionales métodos de medida, es necesario que los óptodos introduzcan mejoras en diversos parámetros analíticos, como la sensibilidad, selectividad, precisión y tiempo de respuesta. Además, deben ser competitivos en cuanto a costes de mercado con los métodos ya implantados, lo cual se suele lograr cuando se fabrican óptodos multiparamétricos.

## Conclusiones

El estudio del desarrollo de sensores de fibra óptica es de gran importancia debido a que el uso de estos sensores es de forma continua e in situ para el monitoreo de las concentraciones de diferentes analitos a nivel medioambiental. Empleando la fibra óptica en conjunto con algún medio utilizado como dopante, abre un nuevo campo de investigación en la cual el uso de métodos químicos para el análisis de algunos parámetros físicos medioambientales provocan contaminantes al medio haciendo mayor referencia a los análisis de agua y suelos. El uso de estas sustancias químicas en ocasiones son nocivas y agresivas a los ecosistemas, de ahí la importancia de utilizar un sensor de fibra óptica que proporcione datos confiables para poder aplicar soluciones que mitiguen los riesgos que existan.

## Bibliografía

**Alcocer Durand, J.** (1998). *Contaminación de aguas continentales. Destrucción del hábitat*. Coordinado por G. Toledo Cortina y M. Leal Páez. México: UNAM-PUMA. Pp. 127-129.

**Alois T.** (2001). *Modern sensors handbook*. S.f., edited by Pavel Ripka. Pp. 203-209.

**Bustamante Álvarez N.** (2001). *Sensores de temperatura pH y detergentes para control medioambiental con un prototipo que utiliza fibra óptica y luminiscencia con resolución de fase*. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid. Pp. 55-59.

**Bustos Flores, C. y Chacón Parra, G. B.** (2009). *El desarrollo sostenible y la agenda 21*. Telos, Universidad Rafael Beloso Chacín, Vol. 11, Num.2, Venezuela, pp. 164-181.

**Castro-Ortiz.** (2007). *Estado del arte y perspectivas del uso de biosensores ambientales en México*. Rev. Int. Contam. Ambient. 23 (1) 35-45.

**Díaz Barriga, F., G. Pedraza, R. Reyes, L. Carrizales y L. Yáñez.** (1998). *Contaminación por residuos peligrosos. Destrucción del hábitat*. Coordinado por G. Toledo Cortina y M. Leal Páez. México: UNAM-PUMA. Pp. 104-115.

**Durand P. V. Y Durand S.** (2004). *Valores y actitudes sobre la contaminación ambiental en México*. Reflexiones en torno al posmaterialismo, Revista Mexicana de Sociología, UNAM, 63(3): 511-530.

**Espinoza Bosch, A. J. Ruíz Sánchez, F. Sanchez Rojas and C. Bosch Ojeda.** (2007). *Recent Development in Optical Fiber Biosensors*. Sensors, 7, pp. 797-859.

**García, C. y Martínez, M.** (1978). *Técnicas de Seguridad e Higiene Industrial*. Editorial Mapfre, S.A. España. Pp. 70-75.

**Grattan K.T.V.** (1997). *Principles of optical fiber sensing for water industry applications*, Measurement 20(2), 109-119.

**Henry, G. y Heinke, W.** (1999). *Ingeniería Ambiental*. Prentice Hall, México, pp. 235-237.

**Herrera Díaz N.** (2005). *Desarrollo de sensores de fibra óptica para el control in situ de parámetros físicos del medio acuático*. Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid. Pp. 141-153.

**Krohn D.A.** (1988). *Fiber Optics Sensor, Fundamentals and applications Instruments*. Society of America. Capítulo 2. Pp. 53-77

**López-Higuera J.M.** (2002). *Handbook of optical fibre sensing technology*. John Wiley & Sons LTD. Pp. 89-98.

**Marazuela L. M. D.** (1997). *Diseño, caracterización y aplicación analítica de (bio)sensores de fibra óptica para la determinación de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y metabolitos de interés clínico*. Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid. Pp. 103-109.

**Mozaz R.S., López de Alda J.M., Marco M.P. y Barceló D.** (2005). *Biosensors for environmental monitoring: a global perspective*. *Talanta* 65, 291-297.

**Pérez C.** (2001). *Sensores ópticos*. Universidad de Valencia. Pp.130-140.

**Tyler Miller Jr. G.** (1994). *Ecología y Medio Ambiente: Introducción a la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y la conciencia de conservación del planeta Tierra*. Edición Grupo Editorial Iberoamérica. México. Pp. 27-39.

**Valcárcel M., and Luque de Castro M.D.** (1994). *Flow through (bio) chemical sensors*. In Elsevier Science B. V. Capítulo I. Pp. 32-55.

**Vázquez R.A.** (2011). *Sensores químicos y de parámetros físicos basados en fibra óptica*. Colección Jaguar. UNICACH. Pp. 163-188.

**Wolfbeis S. and Bernhard M. W.** (2006). *Fiber optic chemical sensors and biosensors. A view back, in optical chemical sensors*, Springer, Chap. 2. Pp. 95-111.

# Documentos Académicos



# Desarrollo de la Física y la Matemática en Chiapas, contexto, retos y perspectivas

Dr. Sendic Estrada Jiménez

## Nota del autor

Centro de Estudios en Física y Matemáticas Básicas y Aplicadas, UNACH  
Ciudad Universitaria  
Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco  
Tuxtla Gutiérrez Chiapas, C.P. 29050  
e-mail: [sestrada@unach.mx](mailto:sestrada@unach.mx)

Para citar este artículo:

Estrada, S. (2013) Desarrollo de la Física y la Matemática en Chiapas, contexto, retos y perspectivas. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3) 117-135. Recuperado de [http://www.espacioimasd.unach.mx/suplemento/espacioimasd\\_vol2\\_no3\\_espanol.pdf](http://www.espacioimasd.unach.mx/suplemento/espacioimasd_vol2_no3_espanol.pdf)

## Abstrac

It is presented an outline of the state of art on physics and mathematics as basic research fields with possible technological applications as well as a review of the socio-economic and educational scenario of Chiapas in the national context. Finally, it is showed the research developed at CEFyMAP-UNACH, and their influence of the development of Chiapas by the formation of high-level professionals.

## Resumen

Se presenta un bosquejo del estado del arte de la física y las matemáticas como campos de investigación científica con su posible aplicación tecnológica, así como una revisión del panorama socioeconómico y educativo de Chiapas en contexto con el nacional, para finalmente mostrar las líneas de investigación que se desarrollan al interior del CEFyMAP, y cómo éstas, mediante la generación del razonamiento crítico y la formación de profesionales de alto nivel, pueden incidir en el desarrollo del estado.

## I. Estado del arte, una mirada rápida

Tanto la física como las matemáticas han sido impulsoras de la mayoría de los desarrollos tecnológicos que actualmente gozamos. El desarrollo conceptual y experimental de estas ciencias en el último siglo ha tenido un avance sin precedentes que se hace patente en grandes descubrimientos que nos confrontan con la naturaleza y nos ayudan a entender y manejar las leyes que la rigen. Sin embargo, para que exista el desarrollo tecnológico es necesaria una base, que es la investigación científica y su aplicación<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Muchas veces se utiliza el concepto de ciencia básica y ciencia aplicada, sin embargo evitaremos esta separación pues el desarrollo científico produce conocimiento y este siempre sirve para algo, en primer lugar para hacer más ciencia, aplicaciones. (Veáse Ruy Pérez Tamayo, Ciencia básica y ciencia aplicada en Salud Pública Mex 2001; 43: 368-372.) además de otras.

En el último siglo se han encontrado aplicaciones de la matemática pura que tiene un fuerte impacto en nuestra vida cotidiana, tal es el caso de la teoría de números y la criptografía, que es esencial para las comunicaciones, así como las ecuaciones diferenciales y los sistemas dinámicos, que permiten el desarrollo de las matemáticas financieras, por poner algunos ejemplos. Aunque la motivación para el desarrollo de la matemática, al igual que cualquier ciencia, no es buscando una aplicación práctica, por su construcción lógica se erige como la espina dorsal en la sistematización de las leyes de la naturaleza que se estudian en otros campos de la ciencia, tales como la física. Es decir, cualquiera de las áreas de la matemática puede tener aplicación práctica o tecnológica en algún momento, por lo cual de todas las ramas de la ciencia no se puede desdeñar ninguna de ellas.

Uno de los mecanismos para el desarrollo tecnológico a partir de la investigación científica se produce claramente en la física, en la cual el estudio de la naturaleza lleva a descubrir la existencia de fenómenos que parecerían ser nuevos debido a que no se han observado, de esta manera el desarrollo conceptual que sigue al proceso de investigación, predice eventos que deben ser confirmados experimentalmente y como consecuencia, se plantean proyectos para la realización de estos experimentos, los cuales, muchas veces, generan la creación de nueva tecnología que es útil para toda la sociedad al transferirse a algunas aplicaciones de orden práctico. De igual manera el desarrollo de experimentos para entender el funcionamiento de algunos sistemas han llevado a encontrar fenómenos que al momento no tienen una explicación teórica, motivando el desarrollo de la física teórica, lo que genera nuevos conceptos, la utilización de nuevas herramientas matemáticas e incluso el crear nuevos paradigmas.

Como ejemplos de los últimos desarrollos dentro de la física teórica y experimental podemos mencionar la Teoría de Cuerdas, que es un intento de unificar las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza que, aunque aún no tiene predicciones que se hayan comprobado experimentalmente, ha generado un gran avance en el desarrollo de la física teórica y actualmente métodos que se utilizan para explicar otros fenómenos en sistemas de materia condensada. La gravedad cuántica de lazos, mezcla la mecánica cuántica con la teoría general de la relatividad en un intento de *cuantizar* la fuerza de gravedad, en este sentido es una teoría alterna a la teoría de cuerdas para la cuantización de la gravedad, sin embargo la última palabra la tendrá el experimento. En el estudio a gran escala del universo está la Cosmología que confronta sus predicciones teóricas con los datos astronómicos y busca explica-

ciones a observaciones, uno de los temas actuales en esta área es la explicación de las llamadas *materia y energía oscura*.

En cuanto a la parte experimental podemos mencionar el descubrimiento en 2012 de una partícula que parece ser el llamado bosón de Higgs<sup>2</sup>, el cual fue predicho en los años sesenta como parte fundamental en el entendimiento de la generación de la masa de las partículas. Por otro lado, para entender el universo existen algunos fenómenos que se observan en el cosmos y que no se entiende bien su origen, por ello se construyen observatorios para la obtención de datos e inferir respuestas, por ejemplo el origen de los rayos cósmicos ultraenergéticos que se estudia en el observatorio Pierre Auger en Argentina<sup>3</sup>, o para entender el origen de los destellos de rayos gama actualmente se construye el observatorio HAWC en las faldas del volcán Sierra Negra en el estado de Puebla.

Hemos mencionado algunas de las grandes ramas teóricas y experimentales que atañen al estudio de lo muy pequeño y lo muy grande, no podemos dejar de mencionar que los avances en la física van desde el diseño y descubrimiento de nuevos materiales, a la comprobación de nuevos estados de la materia, como es el condensado de Bose-Einstein, realizado en laboratorio en 1995<sup>4</sup> y que ahora incluso se puede realizar con fotones<sup>5</sup>; el descubrimiento del grafeno<sup>6</sup>, los aislantes y superconductores topológicos<sup>7</sup> entre muchos otros, de los cuales vale la pena mencionar el efecto Hall Cuántico fraccionario descubierto experimentalmente en 1982<sup>8</sup> cuyo parámetro de cuan-

---

<sup>2</sup>CERN, The Higgs boson: one year on, en <http://home.web.cern.ch/about/updates/2013/07/higgs-boson-one-year>

<sup>3</sup> Véase <http://visitantes.auger.org.ar/index.php/los-rayos-cosmicos.html>

<sup>4</sup> Keith Burnett, Mark Edwards, and Charles W. Clark, The Theory of Bose-Einstein Condensation of Dilute Gases, *Physics Today*, Volumen 52, Número, 12, página 37 1999

<sup>5</sup> R. Mark Wilson, Experiments reveal a Bose-Einstein condensate of photons *Physics Today*, Volumen 64, Número 2, página 10, 2011

<sup>6</sup> Mikhail I. Katsnelson (2007), Graphene: carbon in two dimensions. *Materials Today*, Volumen 10, Número 12, pag.20

<sup>7</sup> Moore, Joel E. (2010), The birth of topological insulators, *Nature*, Volumen 10, Número 474, pag 194.

<sup>8</sup> Pedro Gonzalez Mozuelos, El efecto Hall cuántico fraccionario, *Avance y Perspectiva CINVESTAV*, Volumen 18, página 29, 1999.



tización se utiliza actualmente para calibrar la resistencia lo cual es indispensable para el correcto funcionamiento de cualquier dispositivo electrónico. Además de la ahora conocida como materia condensada blanda que estudia el continuo entre tres materiales básicos que son los coloides los polímeros y las moléculas anfifílicas.

De la misma manera las matemáticas se han desarrollado mucho a lo largo del último siglo, desde las líneas de investigación planteadas en 1900 por David Hilbert hasta sus fundamentos lógicos por la demostración de los teoremas de incompletitud, formulados por Kurt Gödel en 1931.

En el primer congreso internacional de matemáticas realizado en París en 1900 Hilbert planteó 23 problemas que han sido un constante desafío para los matemáticos, estos problemas plantearon la cuestión de la compatibilidad de los axiomas de la aritmética; la teoría de funciones de Poincaré; la teoría de los espacios abstractos; la topología y la teoría de espacios lineales; la teoría de las probabilidades y la teoría de integrales de Lebesgue, entre otros, que constituyen los principales avances del siglo pasado y hasta la actualidad.

Dentro de los últimos grandes avances que se han hecho en matemática se encuentra la resolución del último teorema de Fermat, el cual fue demostrado en 1995, tras 330 años tratando de demostrarlo, por Andrew Wiles<sup>9</sup>, generando una nueva área de la matemática, la modularidad. Otro gran logro fue la demostración de la llamada conjetura de Poncaré, hecha por Grigori Perelmán en 1993<sup>10</sup> y aunque es un problema en el marco de la topología, fue resuelto con métodos de geometría diferencial. El problema de los cuatro colores, que fue demostrado en 1976 por Kenneth Appel y Wolfrang Haken, tardó 124 años en resolverse mediante el uso de computadoras; actualmente se estudian algunos problemas adicionales como son la conjetura de Goldbach y la hipótesis de Riemann<sup>11</sup>. Sin embargo, cada día surgen nuevos problemas que requieren el desarrollo de la matemática y la relación entre sus ramas.

---

<sup>9</sup> Véase por ejemplo Carlos Prieto, El ultimo Teorema de Fermat, ¿Cómo ves?, UNAM, 2-18, página 16-19, mayo de 2000.

<sup>10</sup> Véase Juan Antonio Pérez, A un siglo de la conjetura de Poincaré, Ciencia, Volumen 57, número 2, AMC, 2006.

<sup>11</sup> Carlos Prieto, ¿Es difícil divulgar matemáticas?, Ciencia, Volumen 61, número 1, página 80, 2010.

Todo esto suena muy bien, sin embargo debemos detenernos a analizar un poco la situación real de nuestro contexto y hacer un breve análisis de la situación de Chiapas, así como las potencialidades que tiene para el desarrollo de la física y la matemática, para finalmente describir qué se hace con respecto al desarrollo de la ciencia en el estado a través del Centro de Estudios en Física y Matemáticas Básicas y Aplicadas (CEFyMAP) de la UNACH.

## II. Contexto socioeconómico

La población nacional de acuerdo al INEGI es de 112, 336 538; la del estado de Chiapas es de 4,796 580 representando aproximadamente el 4.3% del nacional, de esta manera, Chiapas ocupa el 7o lugar de estados más poblados del país. La población en el estado está distribuida por edades y género como se muestra en la gráfica pirámide poblacional, la edad media es de 22 años y la proporción de hombres mujeres es de 96.3. Por cada 100 personas en edad productiva hay 66 en dependencia, es decir menores de 15 años y mayores de 66. la densidad poblacional es de 65.4. En el estado existen 122 municipios de los cuales los más poblados son: Tuxtla Gutiérrez con una población de 553,374 habitantes; Tapachula con una población de 320,451 y Ocosingo con una población de 198,877<sup>12</sup>.

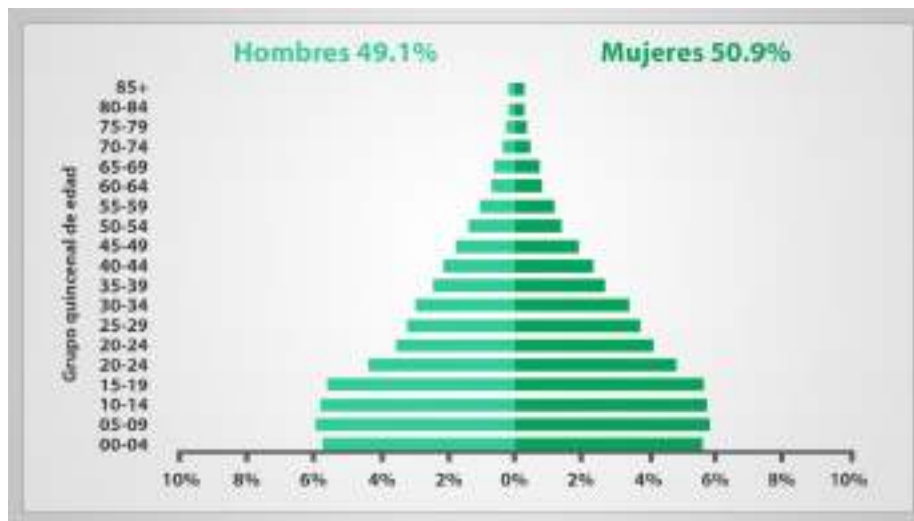


Figura 1.

<sup>12</sup> Panorama Sociodemográfico de Chiapas, INEGI, 2011.

La tasa de crecimiento del estado en la última década es de aproximadamente el 2%, pues la población creció de 3, 920, 892 a 4, 796, 580. Este crecimiento coloca a Chiapas en el 9o lugar de crecimiento poblacional del país. Sin embargo, esta tasa de crecimiento no es la misma para todos los municipios. En la tabla siguiente mostramos los 5 municipios con mayor población y su tasa de crecimiento anual

Lugar de población	Municipio	Tasa de crecimiento
1o	Tuxtla Gutiérrez	2.4
2o	Tapachula	1.6
3o	Ocosingo	1.0
4o	San Cristóbal de las Casas	3.3
5o	Comitán de Domínguez	2.9

Cuadro 1.

Los cuatro municipios de mayor población concentran 26.2% de la población estatal, es decir, más de una cuarta parte de los residentes en la entidad.

## Situación económica

En Chiapas el 51.3% de la población vive en localidades de menos de 2500 habitantes, indicando que la mayoría de la población es rural. En el censo de población 2010 del INEGI, aunque se reporta un 97.67% de la población económicamente activa ocupada (PEAO), el 45.78% percibe hasta un salario mínimo, el 24.07% recibe más de uno y hasta 2 salarios mínimos, el 19.04% percibe más de dos y hasta 5 salarios mínimos y sólo el 6.06% percibe más de 5 salarios mínimos al mes<sup>13</sup>.

En la tabla siguiente podemos observar el comparativo porcentual respecto a la media nacional.

<sup>13</sup> Análisis de los resultados definitivos del censo de población y vivienda 2010, CEIEG, Gobierno del Estado, Chiapas 2011.

PEAO	Nacional	Estatad
Hasta 1 salario mínimo	16.52%	45.78%
Más de 1 y hasta 2 salarios mínimos	22.14%	24.07%
Más de 2 y hasta 3 salarios mínimos	39.39%	19.04%
Más de 3 salarios mínimos	14.03%	4.06%

Cuadro 2.

De esta manera se tiene que, en lo que respecta a la PEAO que percibe hasta 1 salario mínimo, Chiapas ocupa el primer lugar a nivel nacional, el 11o lugar de la PEAO que percibe más de 1 y hasta 2 salarios mínimos, y el 32o lugar en la PEAO que percibe más de 2 salarios mínimos. Esta PEAO en el nivel estatal está distribuida de acuerdo a las actividades que realiza, siendo el 42.76% concentrada en el sector primario, el 13.51% en el sector secundario y el 42.90 en el sector terciario. Ocupando de esta manera el primer lugar de la PEAO ocupada en el sector primario y el lugar 32 en la PEAO ocupada en los sectores secundarios y terciarios.

La migración medida como valor neto que es la diferencia entre el número de inmigrantes y emigrantes en el año 2010 en Chiapas tuvo un saldo negativo de 55,287<sup>14</sup>.

## Contexto municipal

La capital del estado cuenta con una población de 553,374 habitantes de los cuales hay 91 hombres por cada 100 mujeres, la edad promedio es de 26 años. Por cada 100 personas en edad productiva, es decir de 15 a 64 años, hay 46 en edad de dependencia, es decir menores de 15 y mayores de 64<sup>15</sup>. Cuenta con una densidad poblacional de 1652.4 habitantes por kilómetro cuadrado. Tuxtla Gutiérrez cuenta con 115 localidades de las cuales las de mayor población son: Tuxtla Gutiérrez con 537,102; Copoya con 8160 y El jobo con 4,632.

<sup>14</sup> Ibid

<sup>15</sup> Panorama sociodemográfico de Chiapas, INEGI 2011.

La población económicamente activa conforma un 57% del total, de los cuales el 74.1% de los hombres y el 41.9% de las mujeres se encuentra en este grupo. Así mismo el 97.1% de la población económicamente activa, se encuentra ocupada, distribuida de acuerdo a la gráfica siguiente.



Figura 2.

La población económicamente activa (PEA) no ocupada, agrupa a un 2.9% de la población en el municipio, lo cual es mayor que la PEA desocupada en el estado, la cual corresponde a un 2.3%.

### III. Panorama Educativo

En Chiapas de cada 100 personas de 15 años y más, 10 tienen algún grado aprobado en educación superior, sin embargo, según datos del INEGI alrededor del 16.5% de la población del estado no cuenta con instrucción alguna. La tasa de alfabetización en el rango de edad de 15 a 24 años es de 93.8% y para 25 años o más es de 76%. Para ver con mayor detalle el contexto en educación superior en el estado, debemos hacer un análisis comparativo de la región y del país.

En la gráfica siguiente podemos ver un comparativo nacional en términos porcentuales de la población con estudios superiores, donde la media nacional es de 17.82%, mientras que en Chiapas es de 10.82%, ocupando el lugar número 31, seguido únicamente por Oaxaca. En esta

gráfica se refiere como estudios superiores a la población de 24 años o más, con grado a partir de técnico superior<sup>16</sup>.



Figura 3.

Chiapas colinda con los estados de Oaxaca, Tabasco, Veracruz y se considera dentro de la región sur sureste que abarca los estados Oaxaca, Veracruz, Tabasco Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Chiapas.

Según los datos estadísticos de la ANUIES, la matrícula nacional de nivel superior es de 2,530,925 estudiantes, de los cuales 59,684 pertenecen al estado de Chiapas, ocupando en términos absolutos el lugar 15 a nivel nacional de estudiantes matriculados en este nivel. Sin embargo debemos considerar que Chiapas es el 7o estado con más población en el país.

Haciendo un análisis comparativo de estados seleccionados de la región sur sureste podemos comparar la matrícula a nivel superior de manera absoluta y porcentualmente de acuerdo a la población total por estado donde vemos que Chiapas ocupa el último lugar en cobertura respecto a la población por estado en la región sur-sureste del país.

<sup>16</sup> Fuente: INEGI, censo de población y vivienda 2010. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

<sup>17</sup> ANUIES Anuario estadístico 2012.

	Matrícula	Porcentaje poblacional
Nacional	2,530,925	2.25%
Campche	19,767	2.4%
Chiapas	59,684	1.24%
Oaxaca	31,466	1.31%
Quintana Roo	20,678	1.53%
Tabasco	37,819	2.57%
Veracruz	141,417	1.85%
Yucatán	46,893	2.39%

Cuadro 3.

### Distribución de la educación superior

En la tabla siguiente observamos la distribución por área de la matrícula de nivel superior del país, el 2% de la matrícula a nivel nacional está en el área de ciencias naturales y exactas y este comportamiento se reproduce a nivel regional con algunas variaciones. Sin embargo a nivel estado el área de menor cobertura son la ciencias naturales y exactas.

Distribución de matrícula nacional por área						
Ciencias agropecuarias	Ciencias de la salud	Ciencias naturales y exactas	Ciencias sociales y administrativas	Educación y humanidades	Ingeniería y tecnología	TOTAL
64,326	266,790	51,910	1,078,505	163,953	905,441	2,530,925
2.54%	10.54%	2.05%	42.61%	6.47%	35.77%	100%

Distribución de matrícula región sur-sureste por área						
Ciencias agropecuarias	Ciencias de la salud	Ciencias naturales y exactas	Ciencias sociales y administrativas	Educación y humanidades	Ingeniería y tecnología	TOTAL
64,326	266,790	51,910	1,078,505	163,953	905,441	2,530,925
2.54%	10.54%	2.05%	42.61%	6.47%	35.77%	100%

Distribución de matrícula región sur-sureste por área						
Ciencias agropecuarias	Ciencias de la salud	Ciencias naturales y exactas	Ciencias sociales y administrativas	Educación y humanidades	Ingeniería y tecnología	TOTAL
64,326	266,790	51,910	1,078,505	163,953	905,441	2,530,925
2.54%	10.54%	2.05%	42.61%	6.47%	35.77%	100%

Cuadro 4.

## Panorama de las Ciencias Naturales y Exactas

En la gráfica siguiente podemos ver un comparativo nacional de la matrícula a nivel superior en el área de ciencias naturales y exactas, donde Chiapas se encuentra en el lugar número 21. La matrícula a nivel nacional en esta área es de 51,910 de los cuales Chiapas cuenta con 917 al 2011. cabe mencionar que el conjunto de carreras que engloba esta área va desde biología, ciencias del mar, hasta física y matemáticas.

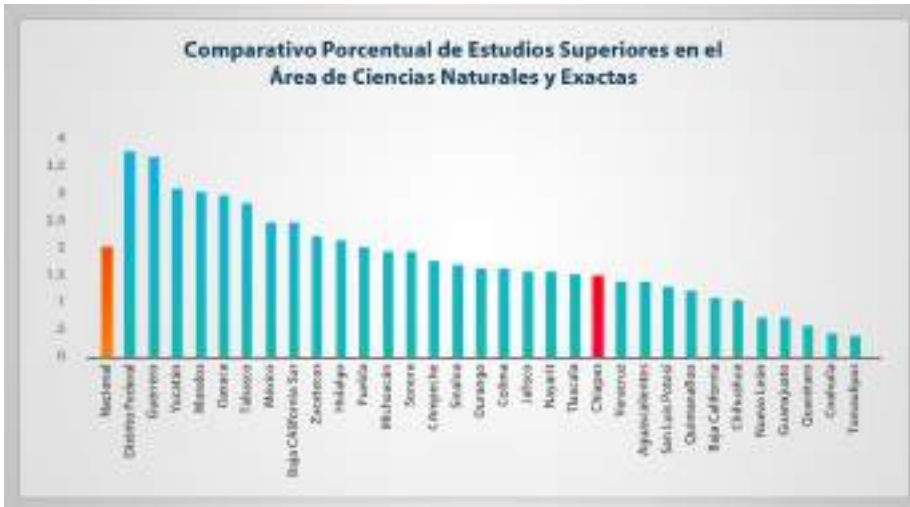


Figura 4.

Haciendo este mismo ejercicio a nivel regional, considerando la región sur-sureste encontramos que de la matrícula total por estado, en Chiapas el porcentaje dedicado a las ciencias naturales y exactas ocupa el 5o lugar con 1.53% de la matrícula total.

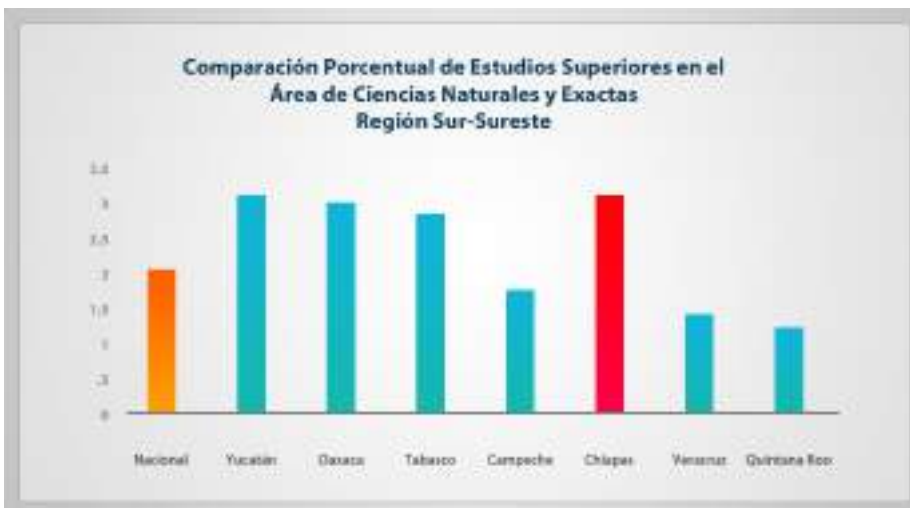


Figura 5.



Desagregando el área de ciencias naturales y exactas en las diferentes disciplinas que son ofertadas a nivel licenciatura en la región sur sureste, podemos observar que el mayor porcentaje es dedicado a la biología y sólo el 20% del total corresponde a la matrícula de licenciaturas relacionadas directamente con la física y la matemática, como de muestra en la siguiente gráfica.



Figura 6.

## Panorama de la Física y la Matemática en la región.

La oferta educativa a nivel licenciatura en áreas de la física y las matemáticas abarcan diferentes licenciaturas en la región sur surestes, en particular tenemos que en el estado con mayor matrícula en estas ramas es Veracruz con una matrícula de 595 alumnos distribuidos en 4 licenciaturas, después Yucatán con una matrícula de 315 alumnos en dos licenciaturas, seguido de Tabasco con una matrícula de 277 alumnos, Oaxaca con una matrícula de 172 alumnos en tres carreras y finalmente Chiapas con una matrícula de 243<sup>18</sup> alumnos distribuidos en las carreras de física y matemáticas de la UNACH.

En la gráfica siguiente se muestra la matrícula por carrera por estado de la región sur sureste.

<sup>18</sup> Datos tomados del anuario del ANUIES, sin embargo no es la cantidad correcta registrada en 2011, la cual era alrededor de 150 alumnos en total.



Figura 7.

### Oferta educativa regional a nivel posgrado

A nivel nacional la matrícula de posgrado es de 208,225 distribuidos en las diferentes áreas del conocimiento, donde alrededor del 5% de ésta pertenece al área de ciencias naturales y exactas. En la tabla siguiente mostramos el comparativo de la matrícula total nacional, regional y estatal y su distribución.

Distribución de matrícula de posgrado nacional por área						
Ciencias agropecuarias	Ciencias de la salud	Ciencias naturales y exactas	Ciencias sociales y administrativas	Educación y humanidades	Ingeniería y tecnología	TOTAL
5,072	32,860	10,198	90,892	48,751	23,228	208,225
1.48%	15.41%	4.9%	43.65%	23.41%	11.16%	100%

Distribución de matrícula de posgrado región sur-sureste por área						
Ciencias agropecuarias	Ciencias de la salud	Ciencias naturales y exactas	Ciencias sociales y administrativas	Educación y humanidades	Ingeniería y tecnología	TOTAL
316	1,993	1,168	10,000	4,346	2,066	19,889
1.56%	10.02%	5.87%	50.27%	21.83%	10.39%	100%

Distribución de matrícula de posgrado en Chiapas por área						
Ciencias agropecuarias	Ciencias de la salud	Ciencias naturales y exactas	Ciencias sociales y administrativas	Educación y humanidades	Ingeniería y tecnología	TOTAL
22	93	177	1,631	1,185	243	3,350
0.65%	2.78%	5.28%	48.66%	35.37%	7.25%	100%

Cuadro 5.

En Chiapas los posgrados que integran el área de ciencias naturales y exactas con su respectiva matrícula son:

Disciplina	Programas	Matrícula
BIOLOGÍA	Maestría en ciencias biológicas	13
BIOQUÍMICA	Maestría en bioquímica clínica	12
CIENCIAS QUÍMICAS	Maestría en enseñanza de las ciencias en química	20
	Maestría en química	16
ECOLOGÍA	Doctorado en ecología y desarrollo sustentable	39
	Maestría en desarrollo sustentable	18
	Maestría en recursos naturales y desarrollo rural	46
MATEMÁTICAS	Maestría en matemáticas educativas	11

Cuadro 6.

## IV. ¿Qué se hace en el CEFyMAP?

En el CEFyMAP que alberga la Licenciatura en Física y la Licenciatura en Matemáticas, cuenta con una planta docente altamente calificada conformada por 16 profesores de tiempo completo, todos con doctorado, ocho en física y ocho en matemáticas. Esta planta docente se dedica además a la investigación, lo que permite que el 60% de ella cuente con la distinción de pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En este Centro se da formación a profesionistas en física y en matemáticas altamente capacitados, con una conciencia crítica para que puedan incidir en su entorno. De esta manera el CEFyMAP contribuye al desarrollo de la investigación científica en el estado, la cual es una prioridad y es también un compromiso social para los investigadores que estudian estas áreas del conocimiento. Actualmente en el CEFyMAP se desarrollan diversas líneas de investigación en ambas áreas que son<sup>19</sup>:

**Física Teórica:** los trabajos que se realizan en esta área incluyen desde el estudio de teorías cuánticas de campos (en espacio plano y curvo) en el marco del formalismo “línea de mundo,” modelos más allá del modelo estándar, así como el papel del espacio-tiempo no-conmutativo, fenómenos de materia condensada como el líquido de Fermi, el efecto Hall

<sup>19</sup> Estas descripciones se tomaron de los planes de estudio de la Maestría en Ciencias Físicas y la Maestría en Ciencias Matemáticas propuestas para impartirse en CEFyMAP las cuales se ofertarán en breve.

cuántico, entre otros, hasta la conexión entre la mecánica estadística y la teoría cuántica de campos, así como el estudio de dinámica browniana y membranas fluidas relevantes para la Biofísica.

**Astrofísica y altas energías:** se realizan investigaciones relacionadas con la detección, análisis y mecanismos físicos de producción y propagación de los rayos gama, provenientes de algún lugar fuera de nuestro planeta, los investigadores del CEFyMAP colaboran en el observatorio HAWC que se está construyendo en las faldas del volcán Sierra Negra en el estado Puebla, cuyas actividades científicas comenzaron en agosto de este año (2013).

**Sistemas complejos:** se realizan investigaciones relacionadas con la estructura de los sistemas y las interacciones entre sus elementos, internos y externos, que dan lugar a diferentes propiedades dinámicas emergentes (multiestabilidad, autoorganización, ciclos límites, etc.); que en principio no es posible deducir de las propiedades de los elementos aislados que forman el sistema.

**Óptica no lineal:** Se estudian procesos no lineales en la propagación de señales a través de fibras ópticas con diferentes tipos de dopaje, así como amplificadores y láseres con fibras ópticas.

**Variedades abelianas: variedades de Prym.** En esta rama de la geometría algebraica se encarga del análisis de espacios topológicos que tienen cierta estructura adicional: localmente son parecidos a un espacio real o complejo. De entre estos espacios, llamados variedades complejas, algunas tienen una representación como solución de sistemas de ecuaciones polinomiales en algún espacio más grande y se llaman variedades abelianas. Recientemente se les han encontrado aplicaciones en el campo de la Física y para ello es necesario describirlas como variedades de Prym-Tyurin: variedades que viven dentro de otra y tienen ciertas propiedades buenas en este contexto. Se sabe que toda variedad abeliana (con ciertas condiciones técnicas) es una variedad de Prym-Tyurin, pero interesa una construcción concreta y óptima de este fenómeno, además de ejemplos de lo mismo.

**Teoría de continuos y sus hiperespacios,** es una rama de la Topología General donde se estudian las propiedades de los espacios métricos y/o espacios de Hausdorff, compactos y conexos, así como del estudio de modelos de hiperespacios y sus propiedades.

**Espacios homogéneos**, forma parte de la Topología algebraica y se investiga si los grupos de homotopía de un espacio homogéneo, esto es, un espacio topológico el cual tiene estructura de variedad diferenciable y es difeomorfo a un cociente de grupos de Lie  $G/K$ , donde  $G$  y  $K$  son grupos de Lie compactos, semi-simples y simplemente conexos, son suficientes para clasificar dichos espacios.

**Ciclos algebraicos**. Los ciclos algebraicos son una versión algebraica de las clases de homología, de la topología algebraica. Se define aquí la equivalencia racional, la homológica y la algebraica. Los cocientes entre los respectivos subgrupos del grupo de Chow son los de interés en el área.

**Teoría de ecuaciones diferenciales aleatorias**, se desarrollan métodos numéricos y analíticos para el estudio de las soluciones de ecuaciones diferenciales que tienen en sus coeficientes, sus condiciones iniciales, condiciones de frontera o términos fuente, procesos estocásticos de segundo orden.

**Procesos estocásticos y econometría**, la investigación se enfoca en el desarrollo de modelos de riesgos crediticios de portafolio, de factores y reducidos. De igual manera, se trabaja en aplicaciones de procesos no homogéneos semi-Markovianos a tiempo discreto y continuo, en modelos bayesianos de teoría de juegos aplicados a ciencias políticas, economía y finanzas, así como en la modelación y pronósticos de indicadores económicos por cointegración.

**Teoría del control estocástico** se estudia una gran variedad de modelos, que incluyen las cadenas de Markov, procesos de saltos, ecuaciones diferenciales estocásticas (EDEs), EDEs con saltos, usando criterios de optimalidad relacionados con costos promedios y ergódicos.

## Conclusión

Podemos ver que en el estado de Chiapas, a través del CEFyMAP se desarrollan líneas de investigación actuales y que representan conocimiento de frontera, esto se realiza actualmente en ambas licenciaturas incidiendo en los temas de tesis de los egresados y esto se ampliará a nivel posgrado, conforme al plan de desarrollo del Centro. De esta manera, por un lado se coloca Chiapas a través del CEFyMAP como un punto potencial para ser punta de lanza en el desarrollo de la física y las matemáticas en la región y en el país, y por otro lado responde a la clara necesidad de la formación de profesionales que se dediquen a la investigación científica en estas áreas.

## Agradecimientos

A todos los integrantes de las academias de física y de matemáticas del CEFyMAP.

## Bibliografía

**ANUIES.** Anuario estadístico 2012.

**CEFyMAP** (2013). *Plan de estudios de la Maestría en Ciencias Físicas.*

**CEFyMAP** (2013). Plan de estudios de la Maestría en Ciencias Matemáticas.

**CEIEG.** *Análisis de los resultados definitivos del censo de población y vivienda 2010.* Gobierno del Estado, Chiapas 2011.

**CERN.** *The Higgs boson: one year on*, en <http://home.web.cern.ch/about/updates/2013/07/higgs-boson-one-year>

**González Mozuelos, Pedro** (1999). *El efecto Hall cuantico fraccionario, Avance y Perspectiva CINVESTAV.* Volumen 18, página 29.

**INEGI** (2011). *Panorama Sociodemográfico de Chiapas.*

**INEGI.** *Censo de población y vivienda 2010.* Visto en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

**Katsnelson** Mikhail I. (2007). *Graphene: carbon in two dimensions.* Materials Today, Volumen 10, Número 12, pag.20.

**Keith** Burnett, Mark Edwards, and Charles W. Clark (1999) *The Theory of Bose–Einstein Condensation of Dilute Gases.* Physics Today, Volumen 52, Número, 12, pág. 37.

**Moore**, Joel E. (2010), The birth of topological insulators, Nature, Volumen 10, Número 474, pág. 194.

**Pérez**, Juan Antonio (2006). *A un siglo de la conjetura de Poincaré.* Ciencia, Volumen 57, número 2, AMC, 2006.

**Prieto**, Carlos (2000). *El ultimo Teorema de Fermat. ¿Cómo ves?*, UNAM, 2-18, página 16-19, mayo de 2000.

**Prieto**, Carlos (2010). *¿Es difícil divulgar matemáticas?* Ciencia, Volumen 61, número 1, página 80.

**R. Mark** Wilson (2011). Experiments reveal a Bose–Einstein condensate of photons Physics Today, Volumen 64, Número 2, pág. 10.

# UNACH | Heráldica Universitaria

Descripción y significado del Escudo y Lema de la Universidad Autónoma de Chiapas

Luis Morán Villatoro

Para citar este artículo:

Morán, L. (2013) UNACH|Heráldica Universitaria. Descripción y significado del Escudo y Lema de la Universidad Autónoma de Chiapas. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3) 136-144. Recuperado de [http://www.espacioimasd.unach.mx/suplemento/espacioimasd\\_vol2\\_no3\\_espanol.pdf](http://www.espacioimasd.unach.mx/suplemento/espacioimasd_vol2_no3_espanol.pdf)



## Introducción

¿Somos una comunidad universitaria con identidad propia?; ¿Reconocemos nuestra identidad?; ¿Qué significado tiene el ideario para la universidad?. Más que responder a estas cuestiones casi siempre complejas, se invita a la reflexión y al análisis, ejercicios ineludibles ante el transcurrir de los primeros 39 años de la UNACH; para sentar un precedente histórico hacia el 2075, año en que será una universidad centenaria, y momento en el que los universitarios del futuro se asomarán al pasado a través de la “cápsula del tiempo” que les dirá: ¿quiénes fuimos? y ¿que hicimos?; el ser y el saber universitarios de hoy, como referente del mañana.

Por otra parte, la civilización maya con una historia de aproximadamente 3.000 años, nos sigue enriqueciendo con su legado científico y cultural de orden mundial, que, contrariamente a una creencia muy generalizada, la civilización maya nunca “desapareció”. Por lo menos, no por completo, pues sus descendientes aún viven en la región de Mesoamérica.



Figura 1. Detalle del mural sobre la cultura Maya. SEKTA

En este sentido, restos arqueológicos importantes incluyen las estelas (los mayas las llamaban Tetún, o “tres piedras”), que describen a los gobernantes junto a textos logográficos que describen

sus genealogías, victorias militares, y otros logros [2]. Esto último, íntimamente relacionado con lo que miles de años después se diera en llamar heráldica, arte-ciencia de la que hoy nos ocupamos brevemente, sin más pretensión que la de promover y fortalecer la vinculación de la comunidad con su escudo, elemento emblemático de la identidad universitaria.

## Se crea la Universidad Autónoma de Chiapas.

El Dr. Manuel Velasco Suárez, durante la celebración del Sesquicentenario de la Mexicanidad Chiapaneca, concretizó las ilusiones de los jóvenes como gobernador; el 24 de septiembre de 1974, emitió los decretos 97 y 98, en los cuales se aprueba la formación de la Junta de Gobierno y se promulga la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Chiapas. Ambas disposiciones se publicaron en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, el 23 de octubre de 1974; queda así constituida la UNACH [1].

Este contexto nos refiere al ideario -a las ideas fundamentales de algo- que en su conjunto, se asocian al concepto de identidad, que acepta la filosofía como “toda cosa es igual a ella misma”; lo cual puede representarse mediante el uso de ideogramas o “imágenes que significan una idea”. Entonces construimos una ideografía, o “representación de ideas”, que la ideología recoge como “el estudio de las ideas para fundamentar el saber humano”; según Pareto: “conjunto de normas dirigidas a la acción”. Cerramos de esta manera un círculo virtuoso que va del origen al quehacer [3]. Así, el emblema adquiere significado fundamental y fundacional, remonta al origen y hace referencia al quehacer -adquiere su justa dimensión-.

En estas páginas, se dan a conocer los antecedentes del escudo de la Universidad, como fechas, autoría y pormenores, se aproxima al lector a la *heráldica universitaria*; se describe el escudo de la Universidad y sus elementos, y se explican sus significados.

## Aproximación a la Heráldica

Es difícil determinar con exactitud cuándo nace la Heráldica en el sentido en que la definía el Marqués de Avilés, en su “*Ciencia Heroyca*”, publicada allá por 1725:

“El Blasón es el Arte, que con términos, y voces propias de él enseña en la inteligencia del Escudo de Armas, la de los esmaltes, figuras, y ornamentos, el orden de componerles con reglas, y preceptos ciertos, al modo que le tienen todas las demás Facultades, y Ciencias”.

Es decir: la ciencia que nos ayuda a entender y a componer adecuadamente los escudos de armas; o el código de reglas que permite representar y o describir correctamente los escudos de armas.

Algunos conceptos relacionados con la heráldica son:

Heráldico, ca. (De heraldo). 1. adj. Perteneciente o relativo a los blasones o a la heráldica. 2. f. Arte del blasón.

Blasón. (Del fr. blason). 1. m. Arte de explicar y describir los escudos de armas de cada linaje, ciudad o persona. 2. m. Cada figura, señal o pieza de las que se ponen en un escudo.

Escudo. (Armas). Campo, superficie o espacio de distintas formas en que se pintan los blasones [4].



Figura 2. Escudo colegio heráldico.

## La Heráldica Universitaria: España

Una de las ramas en las que se clasifica la heráldica es la *heráldica cívica* o *heráldica civil*. De ésta formarían parte la heráldica nacional, la

provincial, la municipal y la de otras entidades de carácter territorial, como las Comunidades Autónomas en España, los *Länder* en Alemania, o los Cantones suizos. Igualmente formarían parte de esta rama de la heráldica la correspondiente a los entes e instituciones públicas dependientes de los anteriores.

De aquí se deriva, la *heráldica universitaria*, siendo España una autoridad en la materia, dado que los símbolos o emblemas que vienen utilizando las instituciones y las universidades cada vez cobran mayor relevancia como objetos de estudio, tanto en las universidades públicas como en las privadas. Tal relevancia ha llegado al punto en que algunas universidades ofertan programas modulares para formar Expertos, Especialistas o Masters en Heráldica y Genealogía, bajo un riguroso y metódico conocimiento del ordenamiento jurídico español en materia nobiliaria y de los orígenes y evolución histórica de la nobleza. Igualmente, se estudia la Genealogía y las posibilidades que ofrece en la actualidad; desde las técnicas para la confección de un árbol genealógico destinado a aclarar las filiaciones y parentescos de individuos, linajes o grupos humanos más amplios, hasta la delimitación de los orígenes sociales de personajes y estirpes, las estructuras internas de los linajes, los mecanismos de ascenso y perpetuación, el análisis de las mentalidades inherentes a cada grupo social, etc. [4].

## Antecedentes del escudo de la UNACH

En julio de 1975, siendo director de la Escuela, hoy Facultad de Ingeniería Civil el Ing. Carlos Serrato Alvarado, bosquejó el escudo de la Universidad. Antes se había organizado un concurso para tal fin, mismo que se declaró desierto. Así, tomando en cuenta la apremiante necesidad que se tenía del escudo, el Ing. Serrato Alvarado di-señó el escudo [1].

Aunque se había emitido una convocatoria para que la UNACH tuviera un lema, en la XII Sesión de Consejo celebrada el 11 de septiembre de 1976, en el Campus I, se acordó que el lema "Por la Conciencia de la Necesidad" enviado por Fernando Orduña Calcáneo fuera el ganador, aunque se consideró que estaba incompleto; por lo que el Consejo decidió agregar las palabras "de servir"; quedando finalmente como "*Por la Conciencia de la Necesidad de Servir*", consistiendo en una forma dialéctica de la libertad, como explicó su autor en una entrevista en 1986.



Figura 3. Busto del Ing. Carlos Serrato Alvarado.

Originalmente, a las iniciales de la Universidad Autónoma de Chiapas también se le agregó la letra "N", formando la sigla -UNACH-, para diferenciarla de otras Universidades. Como entonces no se tenía el lema, se dejó el espacio requerido, colocando en su lugar las palabras "Ciencia, Arte y Tecnología"; las cuales se aprecian en el diseño original del escudo de la UNACH.



Figura 4. Escudo Original de 1976

Finalmente, el escudo fue presentado ante el H. Consejo Universitario, y aprobado en su reunión ordinaria número 8, celebrada en Tapachula, Chiapas; el 6 de febrero de 1976 [1].

## UNACH, Heráldica Universitaria

Descripción y significados del escudo de la Universidad Autónoma de Chiapas, UNACH.



Figura 5. Escudo de la UNACH

*En sitio de honor;* se encuentra la sigla “UNACH” enmarcada en una placa, en alusión a la Universidad Autónoma de Chiapas. Ver Imagen actual del escudo de la UNACH.

*Forma del escudo;* consiste en un escudo redondeado en su base, formado por la letra “U” mayúscula, primera letra de la palabra universidad, y que forma el campo del escudo.

*Esmaltes o colores;* en la práctica actual, tanto el campo, como las figuras del escudo de la UNACH, se presentan en un solo color,

siendo este, el sable o negro; o el oro, que es uno de los metales aceptados por la heráldica.

*Elementos internos;* como figura principal, hacia el ombligo del escudo, se representa al estado de Chiapas y su relación geográfica con el istmo y los estados vecinos; marcando así el alcance de la Universidad.

*Divisa o lema;* rodeando la figura del estado de Chiapas, se encuentra el lema “Por la Conciencia de la Necesidad de Servir”; forma dialéctica de la libertad.

*Elementos externos;* como soportes, dos águilas erguidas y de perfil sostienen al escudo: una a la diestra y otra siniestrada respecto del campo del escudo; mismas que representan a México y a Chiapas. Enfatizan como el pueblo chiapaneco por propia voluntad decidió adoptar su mexicanidad.

*Leyenda;* el escudo es enmarcado por la leyenda “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS”.

## Acotación

Conforme a “Crónica de la Universidad Autónoma de Chiapas”, de Agustín López Cuevas; no ha existido otro escudo en el devenir de la Universidad, que el aquí presentado; el cual ha cumplido 37 años a partir de su aprobación por el H. Consejo Universitario. Por lo tanto, es pertinente normar el uso y aplicaciones del escudo, su convivencia con otros emblemas y logotipos, así como proteger su contenido, proporciones y colores, respaldado por el marco normativo de la Universidad.

## Fuentes consultadas

1. **López Cuevas Agustín**, *Crónica de la Universidad Autónoma de Chiapas*, UNACH; 1998.
2. [http://es.wikipedia.org/wiki/Cultura\\_maya](http://es.wikipedia.org/wiki/Cultura_maya), recuperado el 17 de abril de 2010.
3. *Diccionario Enciclopédico Ilustrado*, OCEANO – Barcelona; 1993.
4. **Ignacio Gavira Tomás** *Introducción a la Heráldica*. Académico correspondiente de la Real Academia Matritense de Heráldica y Genealogía; recuperado el 17 de abril de 2010.
5. *Diccionario de la Lengua Española* - Vigésima segunda edición. Recuperado de internet el 16 de abril de 2010.