

# 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 anfífilas.

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                   | 3.0                 |
| 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 | Estatal |
|-------------------------------------|----------|---------|
| 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 5 salarios mínimos | 39.39%   | 19.04%  |
| Más de 5 salarios mínimos           | 14.03%   | 6.06%   |

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>.

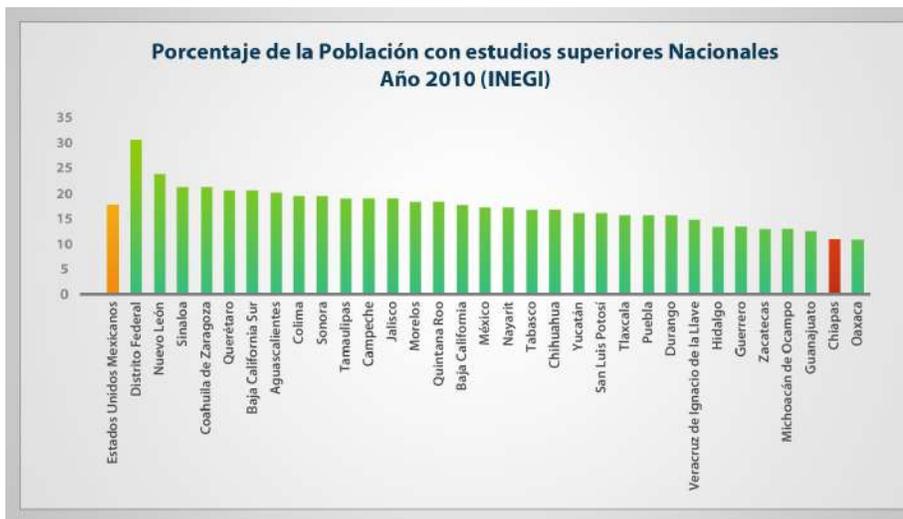


Figura 3.

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%                  |
| Campeche     | 19,767    | 2.4%                   |
| Chiapas      | 59,684    | 1.24%                  |
| Oaxaca       | 51,466    | 1.31%                  |
| Quintana Roo | 20,678    | 1.55%                  |
| Tabasco      | 57,619    | 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                 | <b>2,530,925</b> |
| 2.54%   | 10.54%               | 2.05%                        | 42.61%                              | 6.47%                   | 35.77%                  | <b>100%</b>      |
| Distribución de matrícula región sur-sureste por área |                      |                              |                                     |                         |                         |                  |
| 64,326  | 266,790              | 51,910                       | 1,078,505                           | 163,953                 | 905,441                 | <b>2,530,925</b> |
| 2.54%   | 10.54%               | 2.05%                        | 42.61%                              | 6.47%                   | 35.77%                  | <b>100%</b>      |
| Distribución de matrícula región sur-sureste por área |                      |                              |                                     |                         |                         |                  |
| 64,326  | 266,790              | 51,910                       | 1,078,505                           | 163,953                 | 905,441                 | <b>2,530,925</b> |
| 2.54%   | 10.54%               | 2.05%                        | 42.61%                              | 6.47%                   | 35.77%                  | <b>100%</b>      |

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.

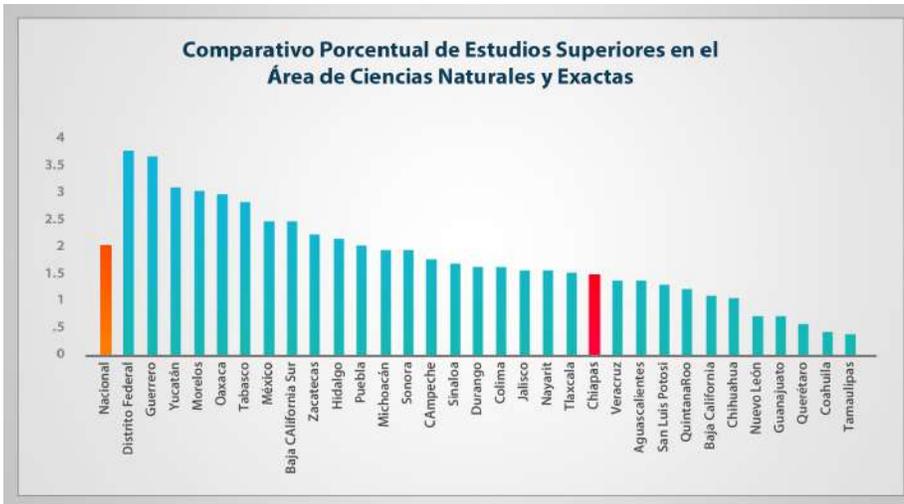


Figura 4.

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.

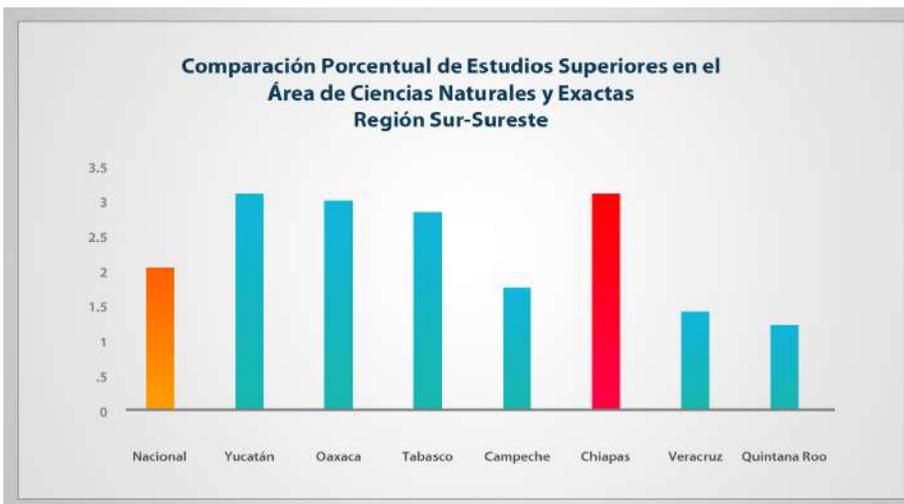


Figura 5.

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.

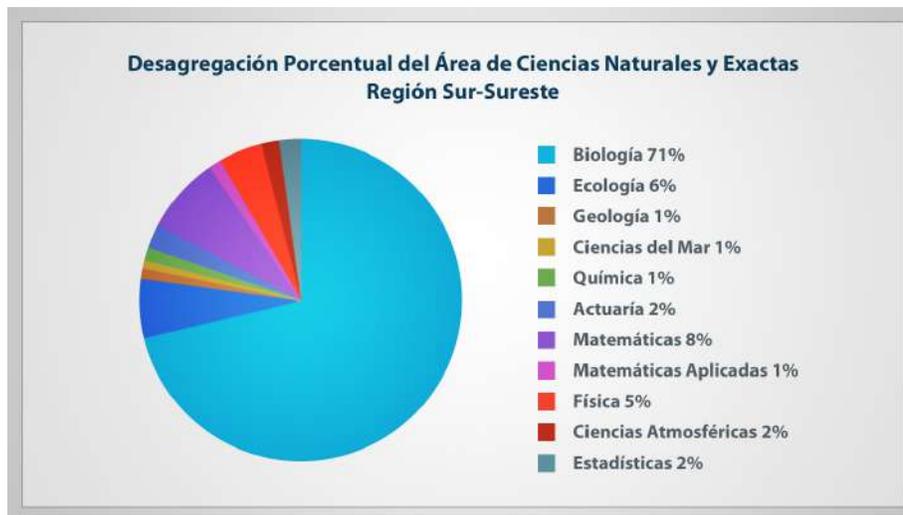


Figura 6.

## 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.

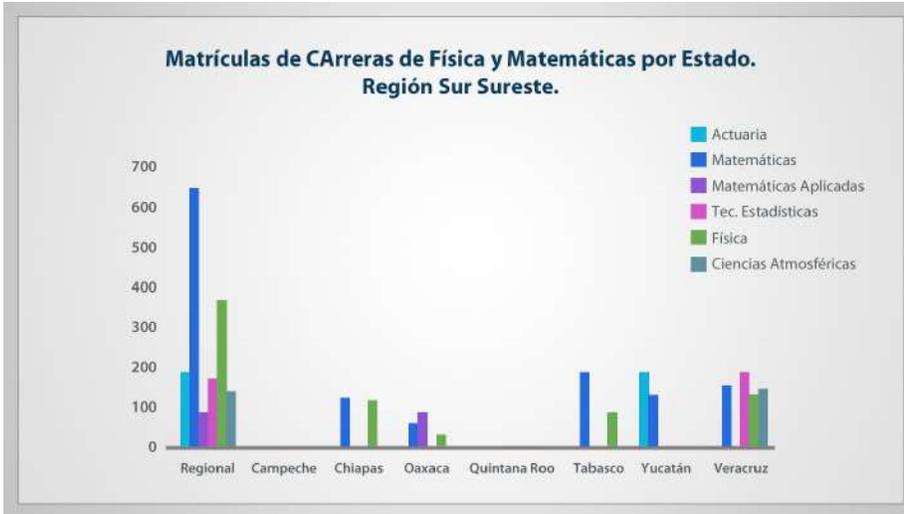


Figura 7.

### 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   |
| 3,072   | 32,080               | 10,198                       | 90,892                              | 48,755                  | 23,228                  | 208,225 |
| 1.48%   | 15.41%               | 4.89%                        | 43.65%                              | 23.41%                  | 11.16%                  | 100%    |
| Distribución de matrícula de posgrado región sur-sureste por área |                      |                              |                                     |                         |                         |         |
| 316   | 1,993                | 1,168                        | 10,000                              | 4,346                   | 2,066                   | 19,889  |
| 1.58%   | 10.02%               | 5.87%                        | 50.27%                              | 21.85%                  | 10.39%                  | 100%    |
| Distribución de matrícula de posgrado en Chiapas por área         |                      |                              |                                     |                         |                         |         |
| 22  | 93                   | 177                          | 1,630                               | 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                   | 15        |
| 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>18</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.