

**4<sup>to</sup>**

**TCJ**



**Campeche 2016**





Cuarto Taller de  
Ciencia para Jóvenes  
Campeche 2016

Libro de trabajo y  
Antología

Compilador: Dr. Yuri Jorge Peña Ramírez

Campeche, Campeche. Julio de 2016





# Índice

Comité Organizador	6
Instituciones Participantes	7
Programa del Taller	8 y 212
Talleristas	9
Maestros	12
Monitores	14
Material de los cursos	15
Astrofísica	16
Química	30
Geografía	42
Ingeniería Genética	49
Matemáticas y Electrónica	71
Ecología y Evolución	106
Biocatálisis	108
La Ciencia de los Estereotipos	127
Tiburones y Rayas	151
Abejas Meliponas	180
Mejoramiento Genético	189
Murciélagos y los sonidos de la naturaleza	195
Notas	203



# Comité organizador

## El Colegio de la Frontera Sur

**Dr. Mario González Espinoza.** Director General

**Dra. Griselda Escalona Segura.** Directora de la Unidad Campeche

**M en C. Luvia Padilla Rebolledo.** Difusión y Vinculación

**CP. Jorge Estrada López.** Administrador de la Unidad Campeche

**M en D. Karla María Manzanilla Castillo.** Asistente de la Dirección

**M en GE Yamile del Carmen Castillo Novelo.** Asistente de Posgrado

**Dr. Yuri Jorge J. Peña Ramírez.** Coordinador General del Taller

## Fundación Pablo García

**Lic. Jorge Esquivel Ruiz** Director General

**LAE Carlos Alberto Castillo Ruiz.** Director Administrativo

## Fundación Avanza Campeche

**CP. Rafael Arturo Castilla Azar.** Presidente del Consejo Directivo

**Lic. Jonathan Abinadi Méndez Pérez.** Coordinador General

**CP. Francisco Castilla Goyta.** Presidente del Comité de Becas

# Instituciones participantes



# Programa del Taller.

Horario	Domingo 24	Horario	Lunes 25	Martes 26	Miércoles 27	Jueves 28	Viernes 29	Sábado 30
		07:00			Despertarse			Despertarse
		07:45			Transporte al Ecosur			
		08:30			Desayuno en Ecosur			
 <p>4<sup>to</sup> TCJ CAMPECHE 2016</p>		09:00	<b>Curso 1</b> Astrofísica Geografía Química Ingeniería Genética					09:00 Desayuno en el Hotel
		11:30			Almuerzo			11:00 Evaluación del TCJ
		12:00	<b>Curso 2</b> Ecología y Evolución Biotatálisis Matemáticas y electrónica Astrofísica					12:00 Clausura
		14:30			Comida			14:00 Regreso a casa / Aduana de salida
	14:30 Bienvenida de los asistentes / Aduana de ingreso	14:30			Transporte al Consejo Coordinador Empresarial			
	15:00	15:15	<b>Curso 3</b> Ciencia de los estereotipos Abejas Meliponas Tiburones y rayas Mejoramiento genético	<b>Curso 4</b> Ciencia de los estereotipos Abejas Meliponas Tiburones y rayas Mejoramiento genético	Becas PG, Becas Avanza, IPN, Tec Mty, Encuentro Generaciones pasadas TCJ	Tarde Cultural	<b>Curso 5</b> Ciencia de los estereotipos Abejas Meliponas Tiburones y rayas Mejoramiento genético	
	16:00 Inauguración				Conferencia Magistral			
	17:30 Sesión Rompe Hielos				Transporte al hotel		Relatoria del Taller	
		18:15	<b>Curso 6</b> Murciélagos y los sonidos de la naturaleza	<b>Curso 6</b> Murciélagos y los sonidos de la naturaleza				
	20:00 Cena en el Hotel				Cena en el hotel		¡Cena y fiesta de despedida!	
	23:00		<b>Se apaga la luz</b>					



# Talleristas

Marian Chac Sosa

[marianguadalupe10@hotmail.com](mailto:marianguadalupe10@hotmail.com)

Ana María Haas Chablé

[anne.mariahc123@gmail.com](mailto:anne.mariahc123@gmail.com)

Niurka Lorelei Santiago Dzul

[heylorelei@outlook.com](mailto:heylorelei@outlook.com)

Rocío Michelle Hernández Martínez

[ro.michelle99@gmail.com](mailto:ro.michelle99@gmail.com)

Cecilia Gabriela León Cocom

[cecy\\_leon.8@hotmail.com](mailto:cecy_leon.8@hotmail.com)

José Luis Nieto Priego

[jnietopriego@gmail.com](mailto:jnietopriego@gmail.com)

Itzayana Ocampo Rosas

[itzaocampo27@hotmail.com](mailto:itzaocampo27@hotmail.com)

Pedro Felipe del Jesús Canto Vela

[felipe-vela10@hotmail.com](mailto:felipe-vela10@hotmail.com)

Dayane Guadalupe Haas Haas

[DayaneLibraa@hotmail.com](mailto:DayaneLibraa@hotmail.com)

Jose Alberto May Chan

[maychanjose@icloud.com](mailto:maychanjose@icloud.com)

Paola de Jesús Silva Quen

[susan4\\_99@hotmail.com](mailto:susan4_99@hotmail.com)

Tonantzin Vázquez Sosa

[tonantzin-vz@hotmail.es](mailto:tonantzin-vz@hotmail.es)

Shirlen Amairany Zetina Galindo

[amairany\\_z15@hotmail.com](mailto:amairany_z15@hotmail.com)

Daniel Enrique Acosta García

[daniel\\_acga@comunidad.unam.mx](mailto:daniel_acga@comunidad.unam.mx)

Daphne Castillo Osorio

[daphyco99@gmail.com](mailto:daphyco99@gmail.com)

Diego Emilio Domínguez Tableros

[diegoemiliotableros@gmail.com](mailto:diegoemiliotableros@gmail.com)

Susana García Anguiano

[susana\\_garcia0@ucol.mx](mailto:susana_garcia0@ucol.mx)



Juan Pablo González Zubieta	juanpablo-gz@hotmail.com
Ana María Becerra Lucio	anamariabecerralucio8@gmail.com
Paola Carlos Martínez	al049541@uacam.mx
Andrea Cortés Ortega	aandii_luu@hotmail.com
Alma Rosa Cuevas Romero	almarosa.arcr@gmail.com
Briseida Nataly de la Rosa Martínez	briseida241957@hotmail.com
Jessica García Ávila	jessica.garcia2705@gmail.com
Sofía Alejandra García Cabrera	garcia.cabrera.sofia@gmail.com
Amairany Martinez Garcia	AMY_LEYMY99@hotmail.com
Alonso Morales Servín	alonsomoralescgu@hotmail.com
Felipe de Jesús Naal Naal	thephoenixoflove@gmail.com
María Azucena Peredo Aguilar	susi.peredo@hotmail.es
Sergio Rubén Saravia Cáceres	al052002@uacam.mx
Estefanía Vásquez Martínez	fanymartinez.85@outlook.es
Joseline Suhail Alejo Guerra	joselinealejo@gmail.com
Ezequiel Bravo Gómez	ezequielb98@outlook.com
José Gabriel Canul Dzib	gabriel.canul29@gmail.com
Dania Cruz Zamudio	danicruzam@hotmail.com
Emmanuel de la Luz Ehuan Noh	emehuan@gmail.com



Julio Cesar Ek Chim

julioek208@gmail.com

Jorge Guadalupe García Espinosa

jorches\_123@outlook.com

Mildred Tamara Izquierdo López

puple\_buble@hotmail.com

Juan Antonio Moo Zapata

zmaj-98@outlook.com

Carlos Francisco Navarrete Ortiz

fran13364@gmail.com

Hanna Manzanilla Acosta

bksalon@hotmail.com





# Maestros

Astronomía	<b>Abraham Luna Castellanos</b>	INAOE	aluna@inaoep.mx
Geografía	<b>Claudia Monzón Alvarado</b>	ECOSUR	cmonzon@ecosur.mx
Química	<b>Gabriela Mancilla Montelongo</b>	COLPOS	gmancilla@colpos.mx
Ingeniería Genética	<b>Aída Martínez Hernández</b>	COLPOS	aidamh@colpos.mx
	<b>Joel Lara Reyna</b>		jlara@colpos.mx
	<b>Elmi Cen Cen</b>		elmi@colpos.mx
Matemáticas y electrónica	<b>Daniel Mocencahua Mora</b>	BUAP	daniel.mocencahua@correo.buap.mx
Ecología y Evolución	<b>Ramón Rojas González</b>	INAPESCA	ramón.rojas@inapesca.sagarpa.gob.mx
Biocatálisis	<b>Yuri Jorge Peña Ramírez</b>	ECOSUR	ypena@ecosur.mx
La Ciencia de los Estereotipos	<b>Mirna Vallejo</b>	ECOSUR	mvallejo@ecosur.mx
	<b>Martha Uc</b>		muc@ecosur.edu.mx
	<b>Lourdes Hernández</b>		lhernandez@ecosur.edu.mx
Abejas Meliponas	<b>Lucio Pat</b>	ECOSUR	lpat@ecosur.mx
	<b>Pablo Hernández</b>		phernand@ecosur.mx

	<b>Violeta</b>	<b>Palacios</b>		Palaciosgomez_jl@hotmail.com
Tiburones y rayas	<b>Edson</b>	<b>Flores</b>	ECOSUR	edflores@ecosur.mx
	<b>Francisco Javier</b>	<b>López Razgado</b>		
	<b>Gisela</b>	<b>Aguayo Dionet</b>		
	<b>Francisco</b>	<b>Serrano Florez</b>		
Mejoramiento Genético	<b>Natalia</b>	<b>Labrin</b>	ECOSUR	nlabrin@ecosur.mx
	<b>Ángel</b>	<b>Becerra Lucio</b>		abecerra@ecosur.mx
	<b>Alejandra</b>	<b>Becerra Lucio</b>		albecerra@ecosur.mx
Murciélagos	<b>Jorge</b>	<b>Vargas Contreras</b>	UAC	jalbino64@hotmail.com
	<b>Griselda</b>	<b>Escalona Segura</b>	ECOSUR	gescalon@ecosur.mx



# Monitores

Elías Pérez eliasperezcanto@hotmail.com 981 1166677  
Canto

Génesis Cu Mex victoriacumex@gmail.com 981 1571034  
Victoria



# Material de los Cursos

Nota: Algunos de los materiales a continuación son reproducidos con un estricto fin de apoyo al conocimiento del TCJCampeche, sus fuentes originales son citadas como corresponde.





# Astrofísica

Instructor: Dr. Abraham Luna Castellanos

email: [aluna@inaoep.mx](mailto:aluna@inaoep.mx)

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

## Ondas del Cosmos

Abraham Luna Castellanos

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica Calle Luis Enrique  
Erro No.1

Santa María Tonantzintla, Puebla  
C.P. 72840

Tel. (222) 2663100 Ext. 2315

Fax. (222) 242231

e-mail: [aluna@inaoep.mx](mailto:aluna@inaoep.mx)

**Equipado con sus cinco sentidos, el hombre explora el universo que lo rodea y llama a esa aventura: CIENCIA**  
**Edwind P. Hubble**

Literalmente, la ciencia se hace con los cinco sentidos o extensiones tecnológicas de ellos; las experiencias, que son el inicio de nuestro conocimiento empírico, las adquirimos a través de ellos. Luego, observando y experimentando, por ejemplo en el laboratorio donde reproducimos y controlamos las variables hasta que, en algunos casos, llega la revolución, la genialidad, el nuevo paradigma, es decir, la nueva forma de ver o describir el fenómeno. Ésta es la base del desarrollo científico.

En este documento se expone brevemente el contenido de algunos temas que requieren de reflexión por parte del lector, pues aunque cotidianamente percibimos varios de estos fenómenos, no los asociamos con la física fundamental.



Este conocimiento nos permitirá comprender mejor que hace un astrónomo profesional y como obtiene información del cosmos.

### **¿Cuántos sentidos tenemos?**

Un médico diría que cinco, alguien dirá que seis -contando uno más entre los atributos del sexo femenino-, pero fisiológicamente se reconocerán sólo cinco, los asociados a las sensaciones que tenemos a través de los ojos, la nariz, la lengua, la piel y los oídos.

La tecnología podría medirse en términos de la cantidad y calidad de extensión que inventa el ser humano para cada uno de nuestros sentidos, así, para la vista hemos inventado los anteojos, los telescopios, visores nocturnos, cámaras que nos permiten ver sin estar presentes, etcétera. Para el oído hemos inventado audífonos y micrófonos, reproductores de música portátil, teléfonos, entre otros. Para el tacto hemos inventado robots que hacen las cosas que podrían lastimarnos y que pueden estar sin problema en lugares difíciles para el ser humano. De igual manera, para el olfato y gusto hemos desarrollado olores y sabores artificiales. Sin embargo, estos dos sentidos han sido poco impulsados tecnológicamente debido a nuestro limitado conocimiento de ellos.

¿Por qué un astrónomo famoso, como lo fue Edwin Hubble, habla de hacer ciencia con los cinco sentidos? ¿La astronomía ocupa los cinco sentidos en su quehacer cotidiano? ¿A qué sabe o huele una estrella? De la respuesta a esta pregunta podríamos empezar a descartar dos sentidos que al parecer no son útiles en las labores de un astrónomo. ¿Los tres restantes son cotidianamente útiles? Seguro que ahora la conclusión inmediata para todos es que sólo la vista es el sentido que cotidianamente usará el astrónomo. Alguien podría dudar y asegurar que el tacto nos sirve también, pues al menos a la Luna hemos llegado, además en la Tierra hay material que seguramente llegó hasta aquí después de un largo viaje interplanetario el cual podemos recogerlo con nuestras propias manos.

Una duda más reservada, o quizás erróneamente la más común, sería que el oído también le sirve al astrónomo en su quehacer diario. Desafortunadamente esto es un gran error. Para quienes creen que el astrónomo oye algo que proviene del espacio exterior, debemos recordarles que el sonido es una onda longitudinal que se mueve a través de un medio elástico. ¿Qué medio elástico hay entre las estrellas? Ninguno, entre las estrellas prácticamente hay vacío, en promedio unos pocos miles de partículas por centímetro cúbico, insuficiente para ser el medio elástico por donde se transmitiera el sonido hasta los oídos del astrónomo. Queda entonces sólo la vista, la luz que llega y vemos de las estrellas, la onda electromagnética que viaja incluso en el vacío y más rápido que ninguna otra cosa, otra vez una onda.

**¿Qué es una onda?**







**Figura 2. Fotografía instantánea y esquema de una onda longitudinal**

El caso del sonido es el más sencillo para experimentar y recordar las cualidades de las ondas: intensidad, tono y timbre. Estas a su vez están relacionadas con parámetros físicos y conceptos prácticos. Así, la intensidad del sonido es conocida como volumen, Cuando gritamos y susurramos una letra, por ejemplo la A , la diferencia es el volumen o intensidad y el parámetro físico asociado es la potencia de la onda sonora. El tono nos permite distinguir lo grave de lo agudo, por ejemplo, entre las letras I y O, la I como chilla un ratón, es un sonido agudo y el otro, la O, es un sonido grave. El parámetro físico asociado con el tono es la frecuencia de la onda, es decir, la rapidez de los cambios de presión, así para los sonidos agudos la frecuencia es alta, y muchos cambios de presión llegan a nuestro oído en un segundo; para los sonidos graves recibimos menos cambios de presión. Resumiendo, frecuencias altas son sonidos agudos y frecuencias bajas dan sonidos graves.

La última cualidad del sonido mencionada anteriormente fue el timbre, éste nos permite diferenciar entre diferentes instrumentos, no suena igual el violín que el piano. Esta cualidad se debe a que el sonido que emite cada uno de ellos es, en realidad, una mezcla de varias frecuencias cercanas o de múltiplos enteros de ella, pero si permitimos que dominen algunas de éstas, el sonido cambiará ligeramente dándole el sonido característico a cada instrumento. Cuando la mezcla se hace con ondas sonoras de diferente frecuencia e intensidad lo que generamos es ruido. Por el contrario cuando la mezcla se hace con ritmo y armonía el resultado es música. El parámetro físico relacionado con el timbre es la modulación, esta nos permite reconocer la voz de cada integrante de nuestra familia. ¿Confundirías la voz de tu mamá con la de tu papá?

Como ya mencionamos, los temblores también son ondas que pueden medirse y



se caracterizan por estos tres parámetros: la intensidad del sismo, medida en escalas como la de Richter o Mercalli; la frecuencia y la modulación de la vibración, que nos permiten caracterizar el tipo de suelo a través del cual se propagó la vibración.

## ¿ Que es la luz

?

Un rayo de tormenta podría ser el fenómeno natural más conocido por todos en donde se manifiesta la relación carga-luz. Pues cuando una carga se mueve con aceleración ésta emite radiación electromagnética que puede ser luz, si es en el rango de frecuencias adecuado. El cambio que sufre un campo eléctrico genera un cambio en el campo magnético que es perpendicular al eléctrico en el espacio (Ver Figura 3). Además, el cambio en el campo magnético produce un cambio en el campo eléctrico que se suma al inicial. Estos cambios simultáneos no pueden estar localizados y tienden a moverse en dirección perpendicular a los del campo magnético y eléctrico produciendo lo que conocemos como ondas electromagnéticas y que viajan a la velocidad más alta a la que un objeto puede moverse, 299 799.25 km en un segundo [km/s]. Esta velocidad se conoce como la velocidad de la luz y se denota con la letra  $c$ . Cuando la variación de estos campos electromagnéticos es aproximadamente de  $5 \times 10^{14}$  veces por segundo, el fenómeno se conoce como Luz.

Este es el fenómeno indispensable para el quehacer de un astrónomo: las ondas electromagnéticas, en particular la luz. La principal tarea de un astrónomo es medir estos tres parámetros para las ondas electromagnéticas: la intensidad de la luz, su frecuencia y su modulación del haz de luz. ¿Cómo se puede lograr esto? Tenemos varios ejemplos cotidianos que nuestros ojos perciben: la luz del Sol es más intensa que la luz de una vela, los colores los podemos distinguir uno de otro gracias a que tienen diferente frecuencia y, por el fenómeno de refracción de una onda, podemos saber que un haz de luz blanca es en realidad la mezcla de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias, el arco iris es una bella demostración de este hecho.

El periodo de una onda, su longitud de onda y su velocidad, están relacionadas por: Velocidad de la onda = Longitud de la onda / periodo de la onda. Otra relación que tenemos es que el periodo y la frecuencia son inversos, así que, para el caso de las ondas electromagnéticas en el vacío, tenemos una relación muy importante que nos permite relacionar la frecuencia y el periodo:

$$c = \lambda v$$

**Velocidad de la luz = Longitud de onda x Frecuencia de la onda**

Para conocer qué produce una onda electromagnética, recordaremos el caso del sonido, en el cual la onda se genera por un movimiento mecánico lo suficientemente rápido y periódico, que al interactuar con el aire que lo rodea, causa las zonas de mayor y menor presión consecutivamente. Algo muy parecido será un temblor, sólo que aquí el medio será la tierra en lugar del

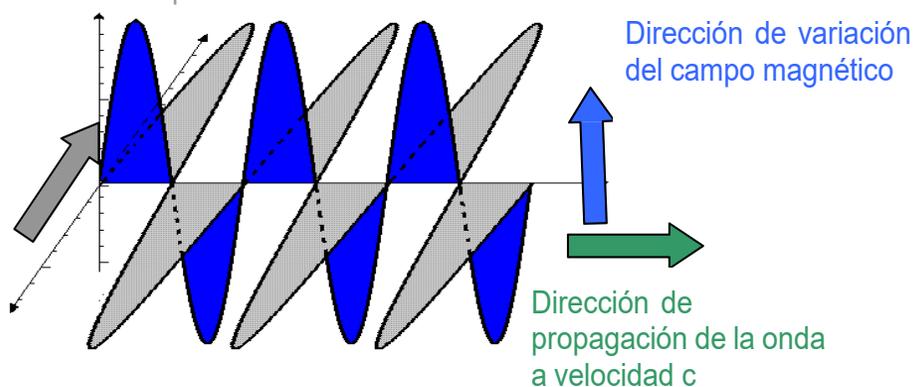
aire. Para el caso de las ondas electromagnéticas hay tres formas de producirlas, y ninguna de las tres necesitan de un medio para su posterior propagación:

- Cambios energéticos a nivel atómico o molecular, que producen transiciones electrónicas y/o transiciones moleculares rotacionales y/o vibracionales.
- Aceleración de cargas eléctricas, como en las estaciones radiodifusoras.

Los casos de emisión sincrotrón y ciclotrón son emisiones producidas por cargas eléctricas en presencia de campos magnéticos, y la llamada bremsstrahlung es emitida por cargas eléctricas en campos eléctricos.

- Cargas eléctricas moviéndose a velocidades comparables a la de la luz, conocida como radiación Cherenkov.

Dirección de variación del campo eléctrico



**Figura 3.** Visualización de una onda electromagnética.

### James Clerk Maxwell



Nació en Edimburgo, Escocia, el 13 de junio de 1831. Tuvo una educación formal muy temprana debido a la prematura muerte de su madre. A los dieciséis años había ingresado a la Universidad de Cambridge, donde mostraba dotes extraordinarios para la Física y Matemáticas. En 1861, ya con un puesto

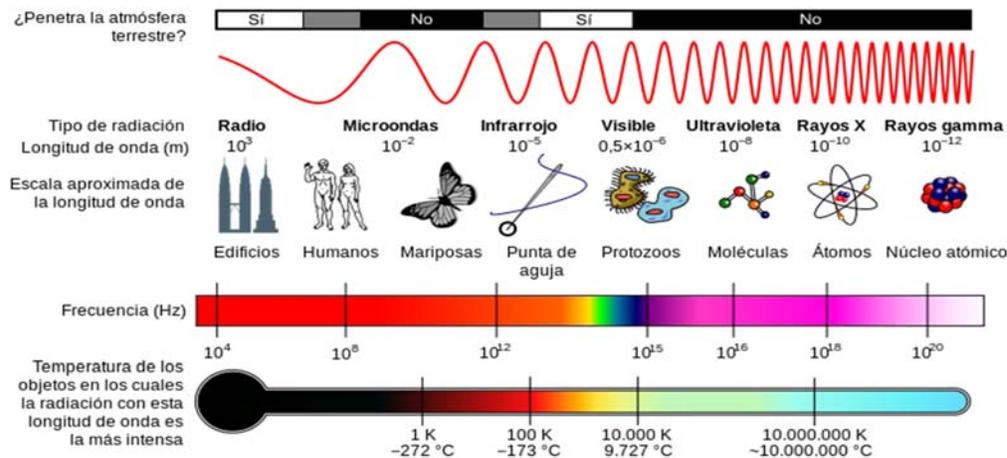
en el prestigioso Trinity Collage de Cambridge, ingresa a la Royal Society. En 1871 fue nombrado director del Laboratorio Cavendish uno de los más reconocidos en el mundo. Sus contribuciones más importantes fueron en la teoría cinética de gases y como inventor de las ecuaciones del campo electromagnético.

Fue un genio sintético, pues a partir del rigor matemático de las leyes ya conocidas de inducción de Faraday, de Gauss y de Ampere, así como de la no existencia de monopolos magnéticos (es decir siempre vienen en pares + y -), él dedujo cuatro ecuaciones que ponían de manifiesto la existencia de las ondas electromagnéticas, 30 años antes de su descubrimiento. Es el padre intelectual de las telecomunicaciones y de la naturaleza electromagnética de la luz. Maxwell murió en Cambridge, de cáncer abdominal a la edad de 48 años. La interpretación de las ecuaciones de Maxwell requiere un conocimiento de matemáticas y física de nivel universitario, aquí las mostramos para justificar el adjetivo "genio sintético".

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{B} &= \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \end{aligned}$$

## Espectro electromagnético

¿Qué pasa cuando el fenómeno descrito anteriormente tiene otras frecuencias en la variación de sus campos diferentes a la de la luz? El fenómeno sigue presente, pero lo llamamos de diferentes maneras, según el intervalo en que cae su frecuencia o longitud de onda. Al conjunto de todas las longitudes de onda o frecuencias lo conocemos como el espectro electromagnético.



Las ondas electromagnéticas, como puedes apreciar en el dibujo anterior, están presentes en muchas de las cosas y aparatos que cotidianamente utilizamos. Los intervalos de frecuencias o longitudes de onda en que hemos dividido este espectro electromagnético son:

**-Radio**, para longitudes de onda desde decenas de metros hasta algunos centímetros. Estas dimensiones son comparables a edificios y utensilios humanos, así, recurriendo a cosas cotidianas, podemos observar que la antena de nuestra radio, o la del auto, es normalmente una varilla delgada conectada a un circuito resonante en la frecuencia que emite alguna radiodifusora. En torno al inventor de la radio, hay una polémica fuerte, pues simultáneamente se dieron varios

experimentos relacionados. Entre otros están los experimentos que hicieron Guglielmo Marconi (1874-1937, premio Nobel de Física en 1909), Nikola Tesla (1856-1943) y Alexander Stepanovich Popov (1859-1906). La región espectral de radio tuvo su mayor evolución durante la 2ª. Guerra Mundial con el uso de radares. Entonces fueron inventadas las hoy comunes antenas parabólicas, en ese momento para mejorar la detección y dirección de aviones, y ahora para la recepción satelital.



**Chécalo** Busca toda la información que puedas acerca de cómo funciona una radio, qué rango de frecuencias recibe, que significa AM y FM. Consulta con algún técnico en electrónica que repare radios. Investiga más de cómo funcionan las antenas y de qué tipos hay. En tu comunidad deben sintonizarse estaciones de radio, las de FM estarán entre 85MHz y 110MHz (85 y 110 millones de ciclos por segundo) y las de AM entre los 5 y 17 KHz (5 y 7 mil ciclos por segundo). Usando la velocidad de las ondas electromagnéticas y la relación entre frecuencia y longitud de onda aprendida en la sección anterior, calcula cuál es la longitud de onda de la emisión de radio.

**-Microondas**, para longitudes de onda desde algunos centímetros hasta fracciones de milímetro, que corresponde en frecuencia desde 1GHz hasta poco más de 300GHz. Las dimensiones de la longitud de onda para este caso, son comparables a insectos. La región espectral de microondas actualmente experimenta su auge tecnológico, desde hornos de microondas, telefonía celular, comunicaciones sin cables, etcétera, y tiene un futuro sorprendente en usos que se volverán cotidianos como radares anticolidión en nuestros autos y mucho más.

**-Infrarrojo**, para longitudes de onda desde fracciones de milímetro hasta fracciones de micras. Para este caso las dimensiones son comparables a bacterias. Su descubridor fue Sir Frederick William Herschel (1738-1822). Como veremos en la siguiente sección, la luz se puede descomponer en sus colores usando un prisma. Él usó esta técnica y rayos solares, colocando un termómetro en la zona donde ya no se ve luz de ningún color cerca del rojo.

Encontró que el termómetro de todos modos se calentaba, como si recibiera luz de algún color invisible. Llamó a estos rayos infrarrojos por estar junto al rojo en la zona donde no hay luz. Usos actuales de la radiación infrarroja son: la visión



nocturna, comunicaciones (control remoto), medicina, industria, etc.

**-Luz**, para longitudes de onda desde fracciones de micra hasta nanómetros. En este caso específico el intervalo de longitudes de onda está muy bien definido pues es el rango visible y va desde los 380 nanómetros (violeta) hasta los 780 nanómetros (rojo). El tema de las propiedades de la luz nos servirá para analizar las propiedades de las ondas electromagnéticas en general y lo veremos en la siguiente sección.

**-Ultravioleta**, para longitudes de onda desde los 380 hasta los 15 nanómetros. Fue descubierta por el físico Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) poco después que la radiación infrarroja, al buscar del lado opuesto del espectro visible, es decir, junto al violeta en la zona que ya no vemos colores en un arco iris. La radiación ultravioleta tiene efectos importantes sobre el ADN que la torna incluso peligrosa si el cuerpo humano es expuesto prolongadamente a la misma. El Sol es un emisor de radiación ultravioleta; sin embargo, ésta no llega hasta la superficie terrestre gracias a que nuestra atmósfera la absorbe. No obstante, la contaminación de la atmósfera con algunos químicos está provocando que cada vez más radiación ultravioleta llegue a la superficie de la Tierra. La importancia de usar anteojos con protección ultravioleta (abreviado anti-UV) y cremas para el cuerpo con filtro o bloqueador solar es debido a este hecho.



---

**Chécalo** investiga en tu centro de salud acerca del tema de la radiación ultravioleta (UV) y sus efectos en la vista y la piel. Escribe una monografía acerca del agujero en la capa de ozono que tiene nuestra atmósfera  
¿Qué es? ¿Cómo se formó? ¿Qué consecuencias tiene sobre los seres vivos?  
¿Quién es Mario  
Motina?

---

**-Rayos X**, para longitudes de onda desde 10 hasta 0.1 nanómetros, correspondiendo a frecuencias en el intervalo de 30 a 3 000 PHz ( $10^{15}$  ciclos por segundo). Fueron descubiertos por Wilhelm Conrad Rontgen (1845-1923, premio Nobel 1901 por el descubrimiento de los rayos X). Son usados en medicina para diagnóstico de fractura de huesos. En la industria y en seguridad se usan para revisión interna de componentes ensamblados o equipaje.





**-Rayos cósmicos**, para longitudes de onda menores a 0.1 nanómetros. Fueron descubiertos por Victor Francis Hess (1883-1964, premio Nobel de Física en 1936 por el descubrimiento de los rayos cósmicos), son partículas muy energéticas, básicamente protones y núcleos de helio, que provienen del espacio exterior producidas por eventos muy energéticos, como en el Sol y en explosiones de estrellas llamadas supernovas, que son la etapa final de la vida de estas estrellas.

---

### ¿Sabías qué?

Las ondas electromagnéticas (entre ellas la Luz) tarda un segundo en ir a la Luna y ocho minutos en recorrer la distancia entre el Sol y la Tierra. Si algún fenómeno ocurre en la superficie del Sol, solo nos percataremos después de ocho minutos. La segunda estrella en cercanía a la Tierra está en la dirección de la constelación del Centauro y su luz viaja durante cuatro años hasta llegar al Sistema Solar. A la luz le tomaría casi cien mil años en atravesar nuestra Galaxia, La Vía Láctea (el conglomerado de miles de millones de estrellas al que pertenece el Sol). Mientras que recorrería la distancia hasta la nebulosa de Andrómeda, la galaxia espiral más cercana, en tres millones de años. Si un hipotético observador en algún planeta alrededor, de alguna de las estrellas de Andrómeda, pudiera observar el Sol, vería su aspecto de hace tres millones de años. Del mismo modo, lo que nosotros observamos al mirar el cielo es el pasado de los objetos celestes.

### ¿Qué usos le dan a todo este conocimiento los astrónomos?

La Astronomía basa sus principales resultados en los datos que colecta mediante sondas espaciales y por medio del análisis de las ondas electromagnéticas que recibimos en la tierra de diferentes frecuencias: radio, microondas, infrarrojo, luz (visible), ultravioleta, rayos X y rayos cósmicos. Las ondas electromagnéticas son variaciones del campo eléctrico y, perpendicularmente a él, del campo magnético. Juntos se mueven, en una dirección perpendicular a ambos, con una rapidez mayor a la que ningún objeto se puede desplazar, aproximadamente 300 000 km/s en el vacío.

### **México contruyó el Gran Telescopio Milimétrico para escudriñar el cosmos**

Para la astronomía, los instrumentos que se usan desde la antigüedad son los ojos. Culturas en Medio Oriente, Europa y Mesoamérica tienen vestigios de un paciente y metódico estudio de los objetos más brillantes, como lo son el Sol, la Luna, algunas pocas estrellas y algunos planetas. México cuenta con una larga historia en Astronomía. Sin embargo, los dos telescopios profesionales de mayor



tamaño con que cuenta actualmente, tienen espejos primarios de 2.1m de diámetro y trabajan en la región del espectro visible e infrarrojo. Uno de estos telescopios está localizado en Cananea, Sonora y es operado por el INAOE, y el otro se encuentra en la Sierra de San Pedro Mártir, en Baja California Norte, y es operado por el Instituto de Astronomía de la UNAM. Aunque ambos telescopios generan datos que permiten a los astrónomos mexicanos estar a la par que muchos astrónomos de otras partes del mundo, ya son limitados por su propio tamaño.

El Gran Telescopio Milimétrico (GTM) es un nuevo instrumento, recientemente inaugurado, que estará optimizado dentro la región espectral de las microondas, es decir, ondas electromagnéticas a frecuencias entre 75 y 300GHz (GHz, quiere decir, miles de millones de variaciones del campo electromagnético por segundo, en longitudes de onda estas serán entre 1mm y 4mm, por lo que también son llamadas ondas milimétricas); es un radiotelescopio con una antena principal, de tipo paraboloide de revolución (sección transversal parabólica) de 50 metros de diámetro. El proyecto GTM ha terminado su etapa de construcción e iniciará la de ajuste de instrumentos. Cada uno de los instrumentos es un prototipo diseñado científicamente para un objetivo específico, son instrumentos para los cuales se han inventado nuevas tecnologías que pronto veremos aplicadas a la industria, la medicina y comunicaciones. El proyecto es una colaboración entre el INAOE en Tonantzintla, México; y la Universidad de Massachusetts Amherst, Estados Unidos. GTM y sus instrumentos en poco tiempo darán a la comunidad astronómica mexicana, e internacional, nueva información del universo.

### **¿Cómo funciona el GTM?**

Como la mayoría de los telescopios, tiene una superficie principal o primaria que colecta las ondas milimétricas, éstas son reflejadas a una superficie secundaria, la cual las enfoca en un punto donde se colocan los detectores que registran y procesan las señales. El funcionamiento básico es el mismo de un radio receptor comercial de frecuencia modulada. Usa una técnica dividida en dos etapas, una a altas frecuencias en la detección inicial y otra etapa de baja frecuencia, esta última la consigue de la diferencia entre la inicial y la generada por un oscilador local a una frecuencia fija cercana a la que se desea sintonizar, finalmente se procesa la diferencia y esto le permite mejor control de los parámetros a medir, pues es relativamente más fácil el procesamiento a bajas frecuencias.

### **¿Qué observará?**

Básicamente verá la componente molecular que hay entre las estrellas de nuestra galaxia y en las galaxias vecinas. Sí, entre las estrellas hay moléculas flotando y vagando entre esas inmensas distancias, la cantidad por centímetro cúbico es muy pequeña, del orden de unas miles por centímetro cúbico, pero en total, grandes cantidades por la inmensidad de espacio, lo que permite que sean



detectadas. Actualmente se han detectado unas 150 especies moleculares y se espera la detección de muchas más como los son los fullerenos (nano-moléculas como el revolucionario C-60) y los hidrocarburos poli-aromáticos (PAH's por sus siglas en ingles). El tema es sensiblemente interesante, pues se han detectado moléculas como  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $NH_3$ , y cadenas hasta de 12 elementos en donde abundan C, O, y H. Se espera detectar moléculas prebióticas y con esto replantear el origen mismo de la vida. Otro tema muy importante que abordará el GTM, serán las galaxias más lejanas en el Universo, que son galaxias muy tempranas y por lo tanto permitirán hacer deducciones sobre su evolución, también estudiará planetas y sus atmósferas, así como cometas en el Sistema Solar, y un tema crucial dentro de la astronomía que es el de como se forman las estrellas, fenómeno el cual inicia en las nubes moleculares.

Debido a la elevación del sitio, el Volcán Sierra Negra a aproximadamente 4600m sobre el nivel del mar, hay poca humedad (vapor de agua), lo que hace que la atmósfera sea más transparente a las ondas milimétricas. Además, por su latitud terrestre cercana al ecuador, GTM podrá observar el centro de la Vía Láctea a una buena elevación, y de esta manera descubrir que sucede en los núcleos de las galaxias. En la región central de las galaxias se sabe que hay agujeros negros supermasivos que deforman la geometría del espacio, esto produce deformaciones y sombras extrañas de los objetos. Actualmente GTM en colaboración con otros radiotelescopios en el mundo están formando juntos el telescopio mas poderoso que permitirá observar por primera vez la sombra del hoyo negro que habita en el centro de la Vía Láctea. Por esta misma razón será un buen aliado para futuros proyectos en colaboración en el hemisferio sur con complejos de radiotelescopios como ALMA (Atacama Large Millimeter-Array, el arreglo de radio-telescopios mas grande del mundo), y el VLT (Very Large Telescope, telescopios ópticos-infrarrojos que trabajaran interconectados). Por otro lado con los telescopios orbitales, que prácticamente no tienen restricciones en su línea de visión, GTM podrá observar parte del hemisferio sur y todo el hemisferio norte, potenciando su utilidad.



Figura 5. Imagen ficticia de la sombra del agujero negro del centro de la Vía Láctea (de la película: Interestelar).

El GTM es un proyecto que inició hace más de 20 años en el que han participado un gran número de personas: astrónomos, técnicos, estudiantes, administradores, etcétera, cuyo esfuerzo se verá reflejado en el impacto científico a nivel mundial con los resultados que aportará este gran instrumento.

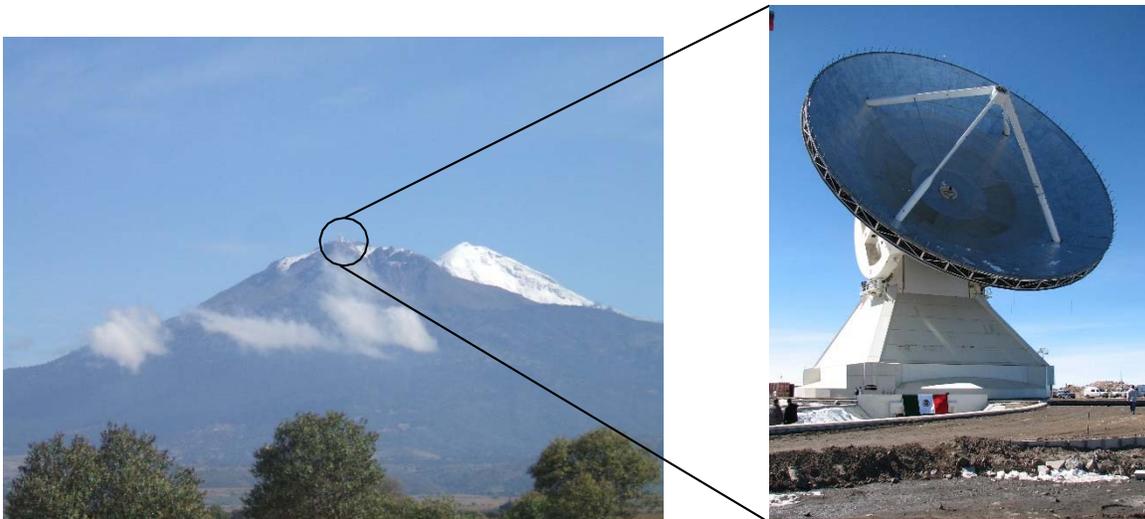


Figura 6. Vista del volcán Sierra Negra (al fondo se visualiza la punta del volcán Pico de Orizaba), a la izquierda se muestra el GTM en forma ampliada.

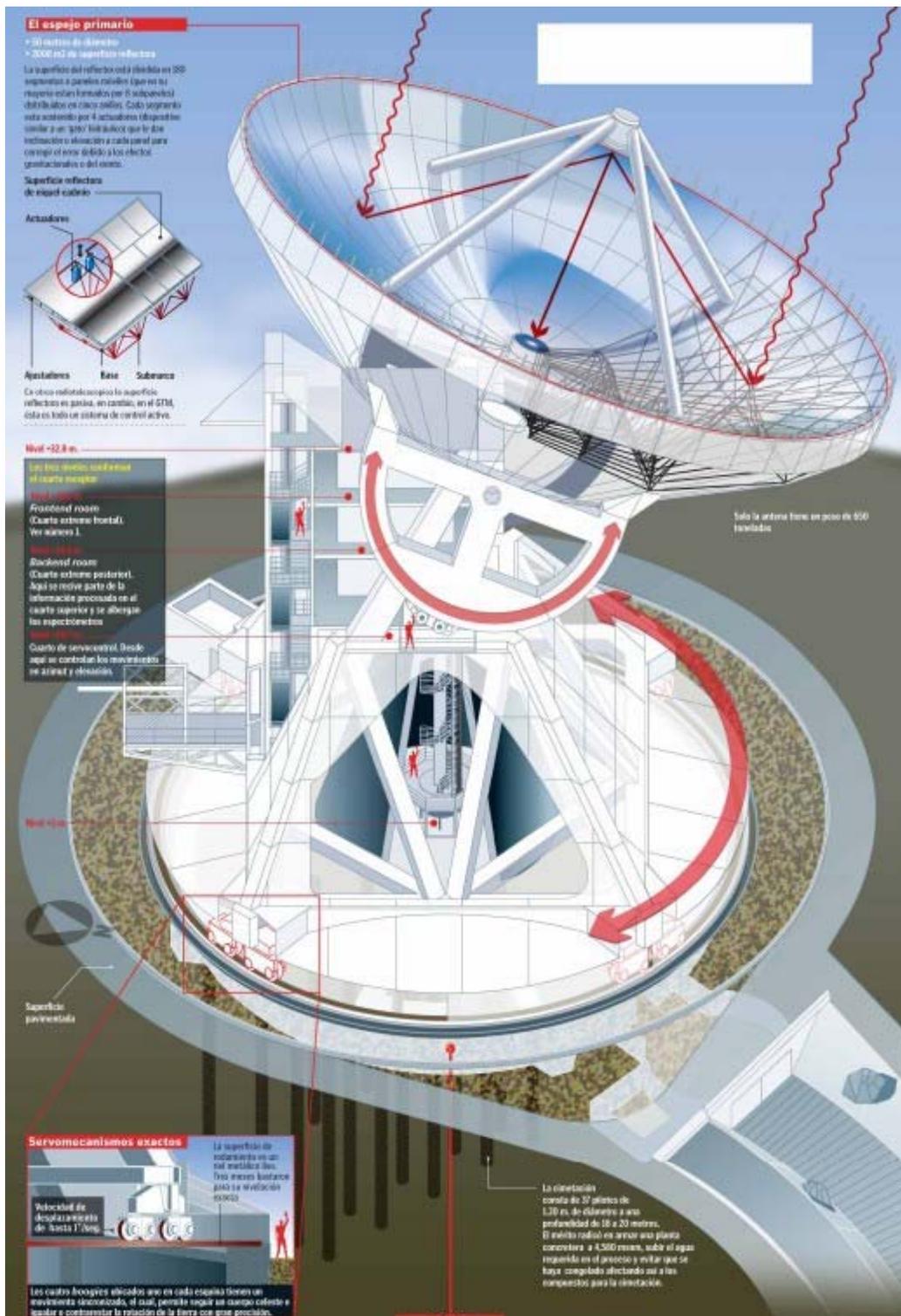


Figura 7. Visualización de algunos detalles y del interior del GTM.



# Geografía

Instructora: Dra Claudia M. Monzón Alvarado

email: [cmonzon@ecosur.mx](mailto:cmonzon@ecosur.mx)

El Colegio de la Frontera Sur



## Aplicaciones de la geografía en nuestro mundo cambiante

Claudia Monzón Alvarado  
Arantxa Zamora Rendon  
Departamento de ciencias de la Sustentabilidad  
Ecosur – Campeche

Nuestro planeta está en constante cambio. Si bien esta es una condición natural de nuestro sistema, los humanos, con nuestras decisiones y acciones sobre el uso de los recursos naturales, contribuimos cada vez más a los cambios que experimenta la tierra. Ejemplos de cambios globales son el cambio de uso del suelo, en donde diariamente se pierden importantes superficies de selvas y bosques. Estos cambios en el paisaje producen alteraciones en las funciones de los ecosistemas -como la retención de suelos, filtración de agua, regulación de gases de efecto invernadero - que resultan a su vez en la interrupción de la provisión de servicios ambientales.

La problemática ambiental que estamos viviendo tiene muchas causas, y ciertamente no puede ser resuelta solamente por el gobierno, la academia o la sociedad civil. Tampoco puede ser resuelta desde la biología o desde la antropología. Requiere necesariamente ser abordada con una lupa que nos permita reconocer que la naturaleza y los seres humanos tenemos una relación estrecha que no puede ser encajonada en diferentes disciplinas o abordada por un solo sector de la población. Bajo esta visión, presentamos la geografía como una rama del conocimiento que ofrece un conjunto de técnicas y maneras de abordar la relación humano-ambiente, que tiene un papel cada vez más importante para comprender de manera integral nuestra relación con el medio ambiente.

### ¿Qué es la geografía?

---

Seguro has aprendido que la geografía es el estudio de los paisajes, pueblos, lugares y ambientes de la tierra. Si bien esto es cierto, queremos compartir contigo una definición de geografía más interesante y retadora.

Muchas personas reducen la geografía a la disciplina que hace mapas con nombres de capitales, ríos o montañas. Si bien es muy importante saber en dónde están las cosas o cómo se llaman, en geografía nos hacemos preguntas más interesantes relacionadas con ¿los por qué de los dónde? Es decir ¿Por qué una ciudad, una selva o una represa se localizan en dónde están? y ¿cómo es que éstos sistemas son afectados por su entorno próximo, así como por fuerzas más distantes como los mercados, las políticas y el clima? Los geógrafos colectamos datos a partir de mapas, imágenes de satélite y trabajo de campo y analizamos esta información geográfica para comprender los cambios en el tiempo y en el espacio.

---

## ...los geógrafos nos hacemos preguntas acerca de ¿los POR QUÉS de los DÓNDEs?

---

Comúnmente cuando alguien habla de geografía, instintivamente pensamos en los mapas. Efectivamente los mapas son una de las herramientas más importantes de la geografía que nos permiten hacer una primera aproximación para entender la importancia de la localización y las relaciones que tienen los elementos en el tiempo y en el espacio.

---

### ¿Qué es un mapa?

---

Los mapas son una herramienta básica de la geografía; son representaciones o modelos que nos permiten visualizar las relaciones espaciales entre elementos de un área de interés. Pueden representar límites políticos, centros poblados, caminos, cobertura del suelo así como elementos de la topografía de un área determinada.

Los globos terráqueos son una de las formas de mapas más precisos dado que la tierra es un esferoide, o más específicamente es un geoide. Casi siempre representamos la tierra como una esfera, pero hay ligeras variaciones, como un achatamiento en los polos que le dan una forma de geoide (Ver Figura 1).

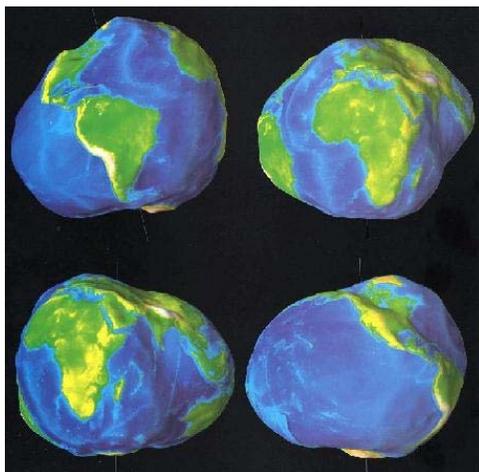


Figura 1. Geoide exagerado

(Fuente: <http://geoide.es/index.html>)

En todo caso, un globo terráqueo representa las dimensiones y formas de los continentes y océanos de una manera más fiel que un mapa impreso. Esto debido a que los mapas planos transforman nuestro planeta - un geoide- en una superficie plana. Por practicidad los mapas son generalmente planos, y para hacer la transformación de geoide a plano existen diferentes proyecciones que "desdoblan" el globo para hacerlo plano. A continuación presentamos algunos ejemplos:

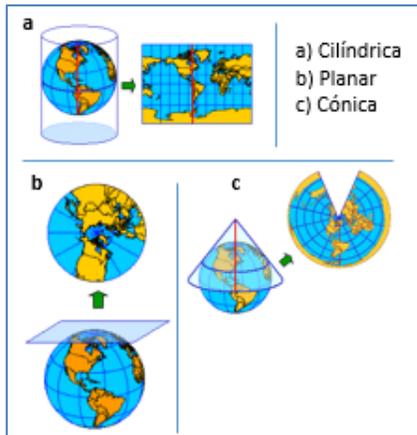


Figura 2. Ejemplos de proyecciones

Existen algunos elementos básicos que todo buen mapa debe tener. Una **leyenda** nos permite comprender los diferentes símbolos que usa el mapa. Sin esto no hay una guía precisa sobre cómo interpretar los colores y formas del mapa. Una **barra de escala** nos permite comprender las equivalencias de las dimensiones de un mapa, por ejemplo que un centímetro equivale a 100 kilómetros. Un buen mapa debe tener una **flecha de norte** que nos presente el rumbo del modelo. Además debe de estar presentado en colores o formas apropiadas para la interpretación del mismo.

Un punto importante de recordar es que los mapas son simplemente modelos, y que muchas veces esas representaciones de la realidad pueden tener errores. Las imprecisiones pueden deberse a la forma como fue elaborado el mapa (método) o por quien hizo el mapa (autor). Por eso es muy importante que identifiquemos la fuente de los mapas para comprender la pertinencia o el contexto del mapa. Así podemos apreciar los mismos con un ojo más crítico.

Además, es importante reconocer que los mapas solamente son uno de los elementos de la geografía. Queremos presentarte una visión más amplia de la geografía para que descubras que la geografía es más que mapas y capitales, nombres de ríos y cerros.

## Aplicaciones de la Geografía

La portada del libro "La Gente y el Ambiente: Enfoques para integrar las encuestas de hogar y comunitarias con el uso de sistemas de información geográfico y sensores remotos" (Figura 3) resume muy bien las aplicaciones de la geografía. En éste libro, Jefferson Fox y sus colegas (2003) ejemplifican como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sensores Remotos (SR) nos permiten estudiar patrones espacio-temporales en el paisaje. Esta información puede ser complementada con entrevistas en diferentes lugares y niveles (desde dependencias federales hasta usuarios de los recursos naturales) para comprender y estudiar la dimensión socio-ambiental del cambio ambiental global.

---

La geografía combina sistemas de información geográfica, sensores remotos, entrevistas y observaciones de campo

---

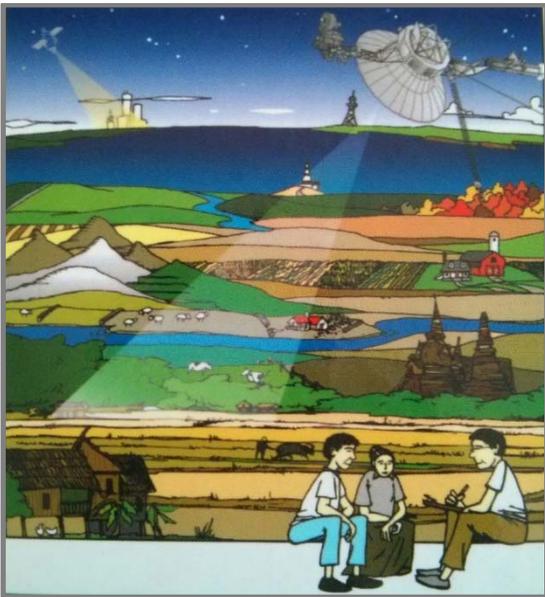


Figura 3. "La Gente y el Ambiente: Enfoques para integrar las encuestas de hogar y comunitarias con el uso de sistemas de información geográfico y sensores remotos" Fuente Fox et al 2003.

La geografía parte de la premisa de que para comprender la relación entre los humanos y la naturaleza es imposible separar las ciencias sociales de las ciencias naturales. Es así como reúne aspectos físicos, humanos y técnicos (Figura 4). A través de la geografía humana estudiamos la dinámica de las culturas, las sociedades y economías, mientras que con la geografía física estudiamos la dinámica de los paisajes físicos y el medio ambiente. La geografía humana tiene muchas aplicaciones compartidas con la antropología, sociología, historia, economía, demografía y psicología. Por ejemplo, existen académicos dedicados a estudiar por qué actuamos de una forma u otra en relación a nuestros hábitos de consumo o las decisiones sobre contaminar un río o deforestar una selva. Todas estas decisiones detonan diversos impactos en el ambiente.

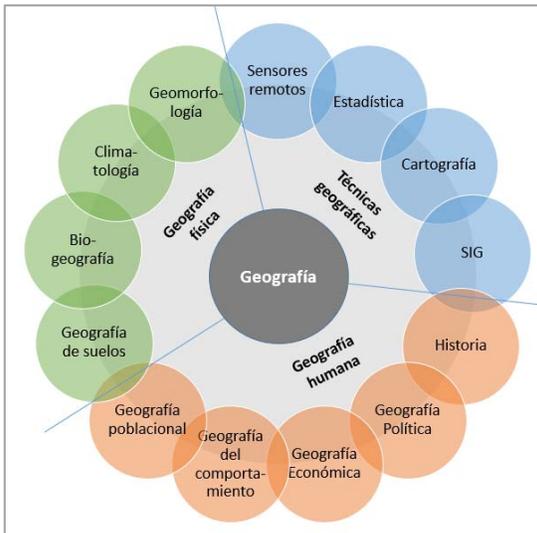


Figura 4. Elementos interdisciplinarios de la geografía.

Por otra parte la geografía física aborda aspectos claves de nuestra relación con el clima, los suelos y la geomorfología. Cómo las distintas condiciones del contexto físico afectan la distribución de especies y las propiedades del suelo. Además la geografía incorpora diversas técnicas como la cartografía, los sistemas de información geográfica, la estadística y los sensores remotos. Estas herramientas y formas de integrar datos permiten analizar los patrones espaciales y temporales de los elementos que conforman los paisajes. A continuación, presentaremos algunas herramientas comúnmente empleadas para comprender los patrones – lo que observamos desde arriba – así como los procesos sociales y ambientales de cada localidad, que dan origen a diferentes paisajes.

## ¿Cómo obtenemos información geográfica?

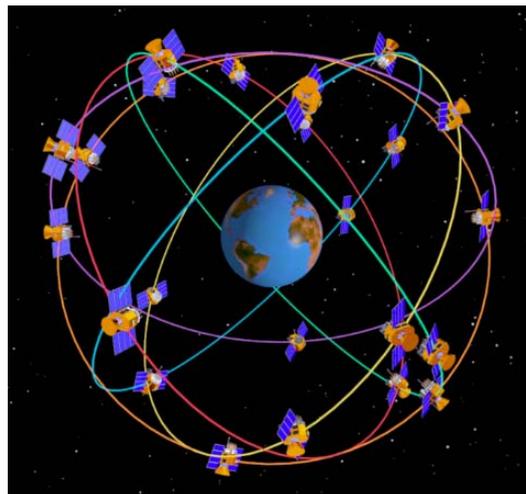
Existen distintas fuentes de información que nos brindan un panorama de nuestro entorno y del planeta. Algunas fuentes son de observación directa mientras que otros son de percepción remota.

### GPS

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema de satélites usado en navegación que permite determinar la posición de un punto determinado las 24 horas del día, en cualquier lugar del globo y en cualquier condición climatológica. El Sistema de Posicionamiento Global consiste en un conjunto de satélites que circundan la Tierra y envía señales de radio a su superficie.

Figura 6. Satélites que emiten señales a la tierra para el geo-posicionamiento.

Un receptor GPS es un aparato electrónico pequeño, utilizado por aquellos que viajan por tierra, mar o aire, que permite recibir las señales de los satélites. Este receptor utiliza las señales de radio para calcular su posición, que es facilitada como un grupo de números y letras que corresponden a un punto sobre un mapa. El uso de un GPS, combinado con un mapa y una brújula, te permite volver a localizar aquel banco de pesca o a marcar la entrada no señalizada de una cueva que hayas descubierto (Letham, 2001).



### Sensores remotos

Son sensores instalados en plataformas aéreas, que nos permiten adquirir y procesar información de la superficie terrestre. Algunos sensores se caracterizan por cubrir grandes áreas mientras que otros nos aportan un alto nivel de detalle o una alta frecuencia temporal. Los sensores climáticos en general abarcan superficies extensas, pero su resolución es baja (2.5 a 5km) comparada con otros sensores que tienen resolución de unos cuantos centímetros. En cualquier caso, estos sensores nos proporcionan otra visión - otro panorama - de la dinámica espacio-temporal del proceso del crecimiento urbano, dinámica de los océanos o cambios de uso de suelo.

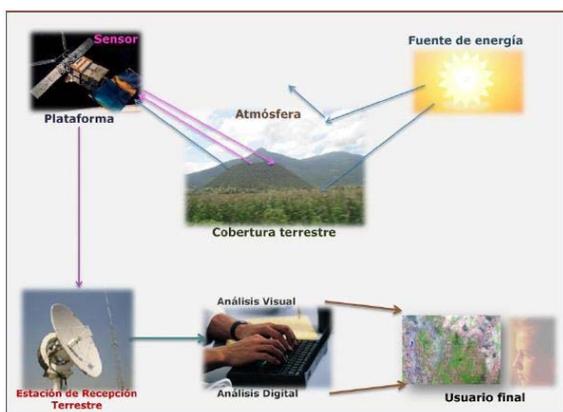


Figura 5. Elementos del proceso de percepción remota (fuente: INEGI)

### Drones

Uno de los sensores remotos que está en boga son los drones. Un drone es un vehículo aéreo no tripulado (VANT por sus siglas en español). Aunque su origen proviene del sector militar, en la actualidad tiene diferentes funciones que son fundamentales dentro de la sociedad, desde propuestas comerciales hasta el rescate de personas. En México los drones ya se utilizan para monitoreo de especies silvestres, estudios del clima, mapeo y exploración de terrenos o vestigios arqueológicos, entre otras aplicaciones (Cárdenas, 2015).

### Mapeo participativo

El mapeo participativo constituye una modalidad de registrar en forma gráfica y participativa, los diferentes componentes de una unidad en estudio. Esta unidad puede ser una parcela agrícola, un ejido, una ciudad o un centro de trabajo. Mediante el mapeo participativo podemos ubicar y describir

en un mapa aquellos elementos de interés – como tipos de vegetación, localización de sitios de interés e incluso programas de gobierno y prácticas de manejo. El mapeo en general permite comprender las relaciones espaciales actuales y puede además ser usado para la reconstrucción de la historia de uso del suelo de un área.

La ventaja del mapeo participativo es que permite documentar las múltiples percepciones de quienes participan en su elaboración. Se pueden elaborar diferentes mapas individuales de cómo cada usuario percibe o toma decisiones sobre su entorno, o bien se pueden hacer mapas colectivos que reflejen consensos sobre las formas de los recursos naturales, sus usos actuales y potenciales. De esta manera se construyen mapas que recogen diferentes visiones y percepciones sobre el estado, distribución y manejo de los recursos naturales. Este nivel de detalle proporciona tanto elementos de los patrones observados en el paisaje como de los procesos (decisiones de manejo) que dan origen a los cambios en el paisaje.

La combinación de métodos - con la aplicación de sensores remotos, sistemas de información geográfica, entrevistas y mapeo participativo -nos permiten estudiar los cambios en el paisaje. Entonces la geografía nos permite comprender la magnitud y localización de estos cambios, sus causas, implicaciones y las recomendaciones de manejo a diferentes niveles, desde lo local a lo global.

## La geografía en nuestro mundo cambiante

---



La naturaleza ha provisto a la humanidad de los recursos naturales necesarios para sobrevivir, pero los humanos no siempre hemos realizado un uso eficiente de los mismos. Con nuestras actividades productivas generamos una gama de residuos que regresan al medio ambiente, produciendo una serie de modificaciones e impactos sobre el mismo. (Reboratti, 2000). En este sentido, el impacto o presión que el hombre ejerce sobre el ambiente depende tanto del tamaño de la población como de la manera en la que se utilizan los recursos naturales y se generan los desechos que se vierten al ambiente (SEMARNAT, 2005).<sup>3</sup>

SEMARNAT (2005) relaciona a la población con el ambiente al menos a través en tres procesos:

- I. El consumo directo de los recursos naturales (como el agua, las plantas y animales, el petróleo y los minerales).
- II. La generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos producto de diferentes actividades y que afecta el estado de los suelos, agua, aire y el de los ecosistemas naturales.
- III. La transformación directa de los ecosistemas para usos diversos como la creación de zonas urbanas, infraestructura turística y sistemas agropecuarios.

El uso de suelo es principalmente el resultado de las decisiones y actividades humanas sobre la tierra. De hecho las actividades humanas que surgen a partir de los múltiples objetivos sociales son la fuente inmediata del cambio de la cobertura de la tierra (Suzanchi *et al.*, 2011).

Las actividades antrópicas son un factor clave en la transformación del paisaje. Algunas son provocadas por prácticas específicas de manejo y otras por las fuerzas sociales, políticas y económicas que controlan los usos de suelo (Medley *et al.*, 1995; Pan *et al.*, 1999 citados por Rosete *et al.*, 2008). Los tipos de perturbación antrópica más frecuentes en el trópico sobre la cobertura vegetal lo representan la agricultura de roza-tumba-quema, la ganadería, los incendios forestales y la extracción de madera (Castillo, 2009).

En este sentido la deforestación es una de las transformaciones más evidentes del paisaje, se estima que de 39 a 50% de la superficie terrestre ha sido modificada por la acción humana (Castillo, 2009), esto debido a la demanda de tierras para satisfacer las necesidades de una creciente población mundial.

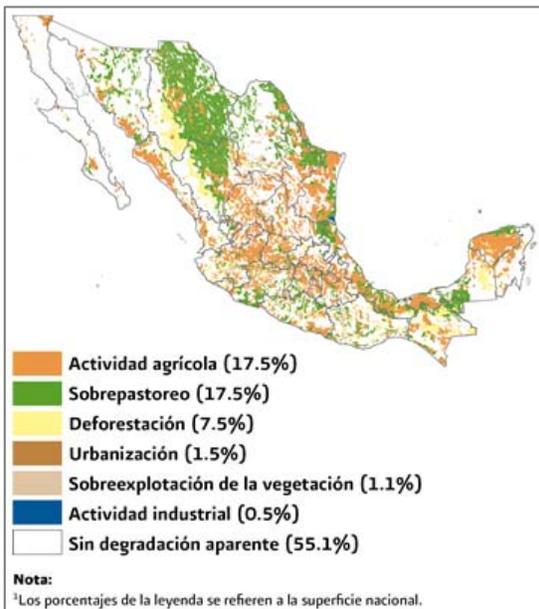


Figura 7. Principales causas de la degradación de suelos en México, 2002. Fuente: Semarnat-CP. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México 2003



La pérdida de la cobertura vegetal original genera impactos a diferentes escalas, a nivel local generalmente disminuye la oferta de bienes y servicios del bosque así como una pérdida de biodiversidad. La degradación de suelos, la pérdida de habilidad de los sistemas biológicos para soportar las necesidades humanas y el incremento en la vulnerabilidad de regiones en situaciones de perturbaciones climáticas, son también repercusiones de su disminución (Castillo, 2009; Seingier *et al.*, 2009).



El cambio climático que se está experimentando hoy en día es muy probable (mayor al 90% de probabilidad) sea a causa de las actividades humanas (UNESCO y UNEP, 2011). En las últimas décadas, la investigación del uso de suelo y cambio de cobertura del hábitat, relacionados con el calentamiento global, ha tomado gran importancia debido a sus interacciones con el clima, procesos ecosistémicos, ciclos biogeoquímicos y biodiversidad. Así mismo, el papel de la actividad antropogénica en los cambios ambientales globales es de alta relevancia (López *et al.*, 2001; Aguilar *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2012).

## Conclusión

Es evidente que nuestro mundo está en constante cambio, vivimos en un planeta dinámico. Hay cambios promovidos por fuerzas ambientales como las erupciones volcánicas, los huracanes o movimientos tectónicos. Existen también cambios promovidos por nosotros los humanos, como todos aquellos asociados a la urbanización y cambio de uso del suelo. Muchos cambios actualmente son una combinación de ambos. Por ejemplo la erosión del suelo es resultado del viento así como la deforestación. La tala de árboles elimina la capacidad de la vegetación de retener suelo con las raíces.

En suma la geografía nos informa acerca de los lugares y las comunidades en las que vivimos y trabajamos haciendo un énfasis en comprender la interconexión entre el humano y su ambiente. Bajo esta lupa podemos analizar las siguientes preguntas:

- **¿Cómo y por qué el mundo está cambiando, global y localmente?**
- **¿Cómo nuestras acciones individuales y las de nuestra sociedad contribuyen a los cambios?**
- **¿Qué opciones existen en la gestión de nuestro mundo para el futuro?**

El aprendizaje de la geografía, ya sea que la hayamos cursado de manera formal o experimentalmente (a través de viajes, trabajo de campo y expediciones), nos ayuda a todos a ser más sociales y ambientalmente sensibles. Los geógrafos reconocemos que hay cambios constantes pero lo interesante es preguntarnos, porqué está cambiando o si debería estar cambiando.

---

**La geografía cuestiona ¿cómo nuestras acciones individuales y las de nuestra sociedad impactan en el medio ambiente?**

---

Además la geografía constantemente cuestiona si existe algo que nosotros como estudiantes, académicos, funcionarios públicos o seres humanos en general deberíamos de estar haciendo en relación a estos cambios. Con esta visión captamos la esencia del pensamiento crítico geográfico – el tratar de comprender los cambios espacio-temporales - pero también nos empodera para ser mejores tomadores de decisiones para impactar positivamente el mundo en que vivimos.





## Referencias

- Aguilera, A. J. 2012. Caracterización estructural y dinámica del paisaje en lagunas arrecifales: estudio de caso Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Maestría en Ecología y Pesquerías. Universidad Veracruzana. Instituto de ciencias y Pesquerías.
- Castillo, Miguel Ángel. 2009. Análisis con imágenes satelitales de los recursos forestales en el trópico húmedo de Chiapas: Un estudio de caso en Marqués de Comillas. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología
- Fox, J. 2003. People and the environment: Approaches for linking household and community surveys to remote sensing and GIS (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Latham, Lawrence. 2001. GPS Fácil; Uso del sistema de posicionamiento global. Barcelona. Editorial Paidotribo.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., Duhau, E., 2001. Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: a case in Morelia city, Mexico. *Landsc. Urban Plann.* 55, 271– 285.
- Reboratti, C. 2000 Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones. Ed. Ariel, Buenos Aires. Cáp. 1.
- Rosete, V. F., Pérez, D. JL., Bocco, G. 2008. Cambio de uso de suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* Núm. 67 pp. 39-58
- Seingier, G., Espejel, I., & Fermán Almada, J. 2009 Jun 29. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación ambiental Ciencia y política pública.* [Online] 1:1
- SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. En [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/pdf/cap1.pdf](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/pdf/cap1.pdf). última consulta: 15 de julio de 2016.
- Suzanchi, K., Ravinder, K., 2011. Land use land cover change in National Capital Region of India: a remote sensing & GIS based two decadal spatial-temporal analyses. *International Conferences: Spatial Thinking and Geographic Information Sciens 2011.* *Procedia Social and Behavioral Sciences.* 212-221.
- Wang, D., Gong, J., Chen. L., Zhang, L., Song. Y., Yue, Y., 2012. Spatio-temporal pattern analysis of land use/cover change trajectories in Xihe watershed. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 14, 12-21.

## Enlaces de interés

<http://ciencias.jornada.com.mx/investigacion/ciencias-de-la-tierra/investigacion/lo-bueno-y-lo-incierto-del-calentamiento-global>

<http://ciencias.jornada.com.mx/>



<http://gisgeography.com/100-earth-remote-sensing-applications-uses/>

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/199/drones-ciencia-al-vuelo>

## Instituciones especialmente dedicadas a la generación de datos geográficos

A continuación presentamos algunos ejemplos de proveedores de mapas e información geográfica en México que podemos consultar de manera gratuita a través de internet.



<http://www.conabio.gob.mx/>



<http://www.inegi.org.mx/>



<http://www.inecc.gob.mx/>



<http://www.gob.mx/semarnat>



<http://www.siap.gob.mx/sistema-ermex/>



<http://www.conanp.gob.mx/>



<http://www.gob.mx/sagarpa>



<http://www.conafor.gob.mx/web/>

Claudia Monzón Alvarado

Soy bióloga y tengo un doctorado en Geografía. Me interesa estudiar cómo los humanos hemos modificado nuestro entorno. Para ello utilizo, entre otros, sistemas de información geográfica (SIG) y sensores remotos (SR), que nos permiten hacer comparaciones de cómo ha cambiado el paisaje de un año a otro. Además de conocer y analizar los patrones que podemos identificar a nivel regional con los SIG y SR me interesa conocer qué es lo que ocurre a nivel local. Para comprender mejor la lógica detrás de las decisiones de las personas que aprovechan los recursos naturales recorro a entrevistas, talleres y mapeo participativo. En éste último se reconstruyen situaciones de interés y se resumen en un mapa construido entre varios participantes. Con estas herramientas se abordan de una manera más profunda e integral las causas de los cambios de uso del suelo. Con una mejor comprensión, podemos proponer mejores "reglas del juego" que nos permiten asegurar la permanencia de los recursos naturales para futuras generaciones. De ésta forma aplico el análisis geográfico para dar respuestas más adecuadas a los problemas que resultan de nuestra interacción con el medio ambiente.



### **Arantxa Zamora Rendon**

Estudí la carrera de biología en la UNAM, en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Mi trabajo se ha centrado en el estudio de la cobertura vegetal mediante sistemas de información geográfica y sensores remotos, esto para comprender las implicaciones que tienen las actividades antropogénicas y en qué grado afectan a los diferentes ecosistemas que se encuentran en nuestro país. Comprender en qué medida nuestras acciones afectan el medio ambiente permite establecer mejores formas de conservación de las especies y ecosistemas presentes en el país. Mi meta como científica es generar información que aporte datos relevantes que influyan en la toma de decisiones para la implementación de estrategias exitosas que ayuden a la conservación, restauración y recuperación de nuestros recursos naturales. Esa riqueza biológica es el patrimonio fundamental de nuestro país, la materia con la que se construyó nuestra cultura y nuestro modo de ser, y nuestro legado más importante para las generaciones futuras.





## TALLER DE CIENCIA PARA JOVENES – CAMPECHE 2016

# La geografía y sus herramientas para ver el mundo con otros ojos

Claudia Monzón Alvarado, Arantxa Zamora Rendon  
Departamento de ciencias de la Sustentabilidad, Ecosur - Campeche

Cuando vas en un avión, o si te subes a un edificio o montaña y logras ver tu espacio desde otra perspectiva, surgen muchas preguntas ¿cierto? Al ver los bordes de la ciudad te preguntarás ¿Qué tan rápido ha crecido la ciudad?, ¿qué tipo de cobertura había antes? ¿Qué beneficios o qué problemas nos ha traído ese cambio? Muchas de esas preguntas son contestadas en geografía.

En este taller aprenderás que la geografía ¡es más que capitales y nombres de ríos..! La geografía nos permite estudiar los cambios que ocurren en el tiempo y en el espacio. Estudiamos como, por ejemplo una ciudad se expande o se contrae, como la selva se deteriora o recupera. El uso de sistemas de información geográfica y sensores remotos ofrece un sinnúmero de aplicaciones para nuestra vida cotidiana así como para el estudio de procesos ecológicos y de manejo de recursos naturales.

Durante este taller estudiaremos como se usa e interpreta la información geográfica así como algunas herramientas y últimas tecnologías que nos permiten vernos desde arriba. Discutiremos acerca de los cambios que los seres humanos hemos provocado en el paisaje así como sobre algunas de sus implicaciones y afectaciones globales, como el cambio climático. Haremos una práctica de campo en la que colectarás datos de GPS y emplearemos un dron para observar nuestro alrededor desde otra perspectiva. Con esta nueva visión de las cosas, consideraremos la ciudad de Campeche como estudio de caso para reflexionar acerca de los retos para promover una ciudad sustentable así como la importancia de tomar conciencia de nuestras acciones para reducir nuestro impacto en el ambiente.



# Química

Instructora: Dra. Gabriela Mancilla Montelongo

email: [gabriela.mancilla@colpos.mx](mailto:gabriela.mancilla@colpos.mx)

Colegio de Posgraduados

Teodoro S Kaufman

Instituto de Química de Rosario, Conicet-UNR

Alejandro J Vila

Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario, Conicet-UNR

# Nueva simbiosis

## entre la química orgánica y la química biológica

*Las novedades provienen de asociar material conocido en forma original. Crear es re-combinar.*

François Jacob

La química orgánica de síntesis tiene por objeto estudiar la preparación de compuestos nuevos en el laboratorio, o bien obtener por vías alternativas moléculas que se encuentran en la naturaleza, llamadas *productos naturales*. En muchos casos, las rutas empleadas en el laboratorio se basan en los mismos procedimientos de síntesis química que se conocen en los seres vivos, pero otras veces utilizan reacciones que no pueden ser llevadas a cabo por una célula y solo son factibles *in vitro*.

En determinadas instancias, se procura sintetizar moléculas que no existen en la naturaleza. Esto, sin embargo, se hace basándose en la estructura de los productos naturales. Así se han diseñado y sintetizado numerosos fármacos. Un ejemplo lo son los anestésicos locales, cuya estructura general se inspiró en la de un producto natural, la cocaína, sustancia aislada de la hoja de coca (*Erythroxylum coca*).

También es posible utilizar las herramientas de la química orgánica para modificar rutas metabólicas presentes en seres vivos. De ese modo, se puede generar una

química novedosa utilizando moléculas biológicas como molde y diseñar nuevas moléculas capaces de promover transformaciones químicas distintas de las que constituyen su función natural.

En este artículo reseñamos enfoques novedosos sobre la utilización del conocimiento biológico para extender las fronteras de la química orgánica, y acerca del empleo de procedimientos de química orgánica para expandir nuestra comprensión de la maquinaria biológica.

### Espacio químico y espacio biológico

Los seres vivos evolucionaron a lo largo de cientos de millones de años, durante los cuales experimentaron una serie de transformaciones químicas esenciales para la vida en medios acuosos y a temperaturas del agua líquida. Esas reacciones tuvieron lugar gracias a la acción de una variedad de macromoléculas (principalmente enzimas, pero

#### ¿DE QUÉ SE TRATA?

¿Qué es la química orgánica de síntesis? ¿Qué son los productos naturales? ¿Qué es la biología sintética? El conocimiento biológico moderno, en particular la biología molecular, ha ampliado el campo de estudio de la química orgánica y, recíprocamente, esta ha llevado a una mayor comprensión del funcionamiento de los seres vivos.

también otras proteínas y ácidos nucleicos), cuya función es lograr y mantener el control de dichas reacciones, por lo que son, de modo directo o indirecto, responsables de la síntesis, el transporte y la degradación de virtualmente cualquier compuesto químico requerido por los organismos para su supervivencia.

Sin embargo, los compuestos químicos pequeños requeridos para la vida de los organismos vivos constituyen una pequeñísima fracción de todas las pequeñas moléculas orgánicas. Estas poseen una masa molecular inferior a 500 daltons, equivalente a la de unos 500 átomos de hidrógeno. Las moléculas biológicas, en cambio, poseen masas que pueden llegar a los millones de daltons.

Estimaciones del llamado *espacio químico* sitúan el número de pequeñas moléculas posibles en más de  $10^{60}$  (el número uno seguido de sesenta ceros), lo que se puede comparar con las gotas de agua de todos los océanos del mundo, que serían unas  $10^{28}$ . Los organismos vivos más simples pueden funcionar con unos pocos cientos de tales moléculas, mientras que los más evolucionados, como los humanos, requieren unos pocos miles de ellas en lo que se conoce como el *espacio químico biológicamente relevante*. De modo similar, el número de ingredientes farmacológicamente activos que conforman el arsenal de medicamentos de la humanidad apenas supera las 4000 entidades químicas independientes.

Tras secuenciar los genomas de numerosos organismos vivos se observó que los más simples pueden dar lugar a unas mil proteínas diferentes, mientras que los más complejos pueden generar por la acción de sus genes un número hasta veinte veces mayor. Pero esas cifras son extraordinariamente pequeñas comparadas con la cantidad de proteínas teóricamente posibles de formar con los veinte aminoácidos comunes, un número estimado en  $10^{390}$ . Si se produjese una sola de cada una de esas moléculas, se tendría una colección de ellas cuya masa total excedería la del universo conocido, cuyo tamaño es  $10^{84}\text{cm}^3$ . Por eso se puede afirmar que las proteínas naturales constituyen un conjunto especialmente distinguido del mundo de las grandes moléculas, el cual ha sido seleccionado por la evolución.

Es sorprendente que tantos procesos complejos puedan llevarse a cabo con un conjunto tan limitado de proteínas. Sin embargo, las características de este selecto grupo están estrechamente relacionadas con aquellas que exhiben las pequeñas moléculas que emplean los sistemas vivientes y con las propiedades de las pequeñas moléculas que la ciencia ha desarrollado como fármacos.

La comprensión de las relaciones entre las proteínas y las pequeñas moléculas con las que interactúan es crucial para develar el funcionamiento de los sistemas biológicos. Asimismo, ella permite encontrar formas inéditas de tratar enfermedades, por el diseño de pequeñas moléculas nuevas o mediante renovados usos de las conocidas.

Sin duda que el campo de posibles descubrimientos es enorme. Hasta el presente, se han tomado menos de quinientas proteínas humanas como objetivo terapéutico, una cantidad minúscula comparada con el total de proteínas del cuerpo, que alcanza el orden de las veinte mil. A pesar de que el número máximo de proteínas pasibles de ser consideradas blancos terapéuticos no se puede establecer hoy, es razonable suponer que sería mucho más grande.

## Química orgánica y biología

Si bien la relación de la química con la biología es antigua, el arsenal de técnicas utilizables para su mutuo desarrollo tuvo un crecimiento exponencial en los últimos tiempos. Ello fue fruto de múltiples conexiones encontradas entre ambas disciplinas, al punto que no es exagerado afirmar que en años recientes la química orgánica cambió nuestra comprensión de los procesos biológicos, y que la biología molecular modificó nuestro entendimiento de los aspectos moleculares de la química de los medicamentos.

Recordemos que en los seres vivos las macromoléculas constituyen la base de los mecanismos de la herencia, por los que se transmite información genética de una generación a la siguiente. Se ha llamado a esta transmisión el dogma central de la biología. Los ácidos nucleicos mantienen y transmiten dicha información: el ADN es su

### ■ BIOLOGÍA MODERNA Y NUEVOS MEDICAMENTOS ■

Los productos naturales pueden producir una amplia variedad de efectos biológicos. Por ello, se los emplea con creciente frecuencia como sondas moleculares para estudiar fenómenos biológicos.

Habitualmente, actúan como inhibidores químicos, por lo que tales estudios permiten identificar las macromoléculas a las que se unen y designarlas como blancos relevantes para el diseño de fármacos.

Entender cómo los productos naturales alteran las funciones celulares normales en el nivel molecular es un paso clave para realizar descubrimientos, no solo de proteínas y de las vías de señalización en las que estas participan, sino también de nuevas entidades químicas de interés.

Estas pequeñas moléculas líderes pueden actuar como molde o fuente de inspiración para el diseño de novedosos agentes terapéuticos, gracias al arsenal de procedimientos, reactivos y transformaciones químicas de la química orgánica sintética moderna, usados a modo de herramientas de planificación y ejecución.

## SONDAS QUÍMICAS INSPIRADAS EN LICANDOS NATURALES Y LA BIOINFORMÁTICA

Se ha demostrado recientemente que el *ácido nicotínico adenina dinucleótido fosfato* (designado por lo común por NAADP) es un segundo mensajero en la señalización mediada por iones calcio ( $Ca^{2+}$ ). Se ignoran la mayoría de las funciones del NAADP, lo mismo que la estructura de su receptor biológico. Para conocer mejor su biología e identificar su receptor, se recurrió a una sonda química capaz de interferir los procesos mediados por el NAADP.

Para ello, se realizó una búsqueda en bases de datos conectadas —capaz de evaluar millones de compuestos de manera rápida y económica— de moléculas que tuviesen tanto forma tridimensional como un patrón de distribución electrostática similar al del NAADP. Como resultado se obtuvo la molécula NED-1g, que demostró inhibir la liberación de iones de calcio mediada por el NAADP en erizos de mar. Además, la NED-1g reveló que el NAADP es el enlace causal clave entre el sensoramiento de glucosa y la liberación de iones calcio en las células pancreáticas beta del ratón. Por otra parte, siendo una molécula fluorescente, la NED-1g permitió localizar los receptores del NAADP, como paso importante en los estudios para develar su estructura.

portador y encargado de mantenerla de generación en generación, y el ARN oficia de intermediario o mensajero en la síntesis de las proteínas, las encargadas de ejecutar las funciones del organismo.

Las pequeñas moléculas orgánicas son las piezas con las que opera el mencionado flujo de información. Actúan bajo la forma de hormonas, neurotransmisores y elementos de señalización intracelular e intercelular. Son pequeñas moléculas los productos naturales de defensa contra infecciones y de ataque por organismos infectantes, es decir, permiten la interrelación entre organismos; e intervienen en la adquisición de conocimiento, la memoria y el funcionamiento de los sentidos, además de constituir la mayoría de los agentes terapéuticos más efectivos.

El empleo de pequeñas moléculas orgánicas bioactivas como *sondas moleculares*, es decir como elementos que nos permiten explorar un determinado estado o proceso, posibilita evaluar el comportamiento de sistemas biológicos complejos. Estas pequeñas moléculas son capaces de provocar perturbaciones cuyo análisis permite desentrañar la constitución misma y el funcionamiento del sistema estudiado.

### Los productos naturales como herramientas químicas de uso biológico

Los productos naturales son sustancias químicas producidas por animales, vegetales y microorganismos. Su interés como fuente de nuevos medicamentos se debe a la inmensa diversidad de la naturaleza y a los amplios antecedentes de su uso para tratar enfermedades humanas desde los comienzos mismos de la medicina. Además, en su estado habitual o modificados químicamente, los productos naturales pueden ser adaptados para actuar en un sinnúmero de situaciones biológicas.

Lo último se debe en buena parte a la interacción entre la química orgánica y la biología, y es el resultado de entender que las pequeñas moléculas en general, y los productos naturales en particular, son instrumentos sencillos capaces de alterar procesos biológicos complejos. Además, los productos naturales constituyen herramientas atractivas para los biólogos celulares, ya que muchos son sintetizados por organismos en respuesta a situaciones de estímulo, y pueden dar lugar a una amplia diversidad de actividades biológicas.

A menudo los químicos aíslan los productos naturales siguiendo la pista de alguna actividad biológica destacada, y sin necesariamente saber cómo ella se genera en el nivel molecular. Se ha observado reiteradamente que, una vez aislados, los productos naturales pueden emplearse como herramientas para desentrañar o mejorar la comprensión del funcionamiento celular, descubrir importantes procesos biológicos y validar tratamientos farmacológicos. Para esto resulta útil su capacidad de interferir funciones biológicas, ya que pueden modificar el normal desarrollo de funciones celulares. Por ejemplo, los antibióticos son moléculas sintéticas o naturales que se utilizan en la terapia clínica para detener el crecimiento bacteriano, por lo general porque interfieren en una ruta metabólica esencial para la vida del microorganismo indeseado mediante la interacción con una macromolécula específica.

El uso de productos naturales bioactivos ofrece varias ventajas para la biología celular, en comparación con los enfoques genéticos tradicionales. Las pequeñas moléculas pueden utilizarse para simular mutaciones letales, o para inhibir funciones de proteínas en momentos específicos del ciclo celular o durante el proceso del desarrollo. Este enfoque químico-genético también provee nuevos instrumentos para investigar las funciones de las proteínas en un marco temporal acotado.

La capacidad de los productos naturales de alterar funciones intracelulares también demostró ser útil como una herramienta de la biología molecular. La primera cuestión de interés para este uso se relaciona con descubrir qué pro-

teína es el blanco relevante de la acción del producto natural. En muchos casos, la actividad de este puede explicarse en términos generales como una interferencia de las funciones de las proteínas, sea por inhibición o sobreactivación de enzimas, o por la disrupción de interacciones entre proteínas. De esta manera se han podido identificar familias enteras de nuevas proteínas, lo cual permitió, además, establecer las vías de señalización de las que estas participan.

Un ejemplo concreto de esta serie de hallazgos, y uno que tuvo grandes consecuencias, fue el descubrimiento del

fenómeno biológico de la *angiogénesis* o proceso de generación de vasos sanguíneos, que actualmente se estudia minuciosamente como una vía para encontrar nuevos agentes anticancerígenos. Los tumores, en efecto, no pueden crecer sin la concomitante formación de nuevos vasos sanguíneos, por lo que se obstaculiza su desarrollo si se impide la generación de estos. Los fármacos creados aplicando este razonamiento ya han demostrado reducir el crecimiento tumoral en animales. El diseño de inhibidores de la generación vascular, que actualmente es una de las más promi-

## DEL PRODUCTO NATURAL AL FÁRMACO

Uno de los más grandes éxitos farmacéuticos del estudio químico de plantas empleadas en la medicina popular, y un ejemplo paradigmático de la interacción entre química y biología que facilitó el avance de ambas disciplinas, es el de los anestésicos locales, el primero de los cuales fue la cocaína, una sustancia aislada de la hoja de coca (*Erythroxylum coca*).

Se sabe actualmente que la acción anestésica demanda la inhibición de los canales de iones en las membranas de las células nerviosas. Para enviar la señal de dolor al cerebro, se requiere la apertura y el cierre de las compuertas de los canales de iones de sodio en los axones de las células nerviosas, formadas por complejas proteínas glicosiladas. Al abrirse un canal en una célula nerviosa en reposo, iones sodio son bombeados al axoplasma, lo que induce la liberación de un neurotransmisor que hará llegar el mensaje de dolor a la próxima célula. Cumplida esa misión, el cierre del canal de sodio inicia el retorno de la célula nerviosa a su estado de reposo.

Para que un anestésico local ejerza su acción, debe ser lo suficientemente lipófilo como para migrar a través de membranas de las células nerviosas, de naturaleza no polar, hasta llegar al ambiente citoplasmático, donde las condiciones fisiológicas permiten la ganancia de protones o *protonación*. En este estado, el anestésico se encuentra cargado positivamente y puede migrar hasta el borde de la compuerta del canal iónico y unirse a las proteínas que lo componen mediante interacciones con grupos lipófilos e hidrófilos, que inactivan su funcionamiento y producen un efecto anestésico. La intensidad y duración de dicho efecto dependen de la fuerza de la interacción y de la resistencia del anestésico a ser metabolizado.

La cocaína tiene todas las características necesarias para la actividad anestésica: un esqueleto carbonado y un grupo fenilo con propiedades lipófilas, a la vez que dos grupos éster y una amina terciaria que constituyen sitios hidrófilos. Las características de la amina garantizan que en condiciones fisiológicas una porción de ella se encontrará protonada.

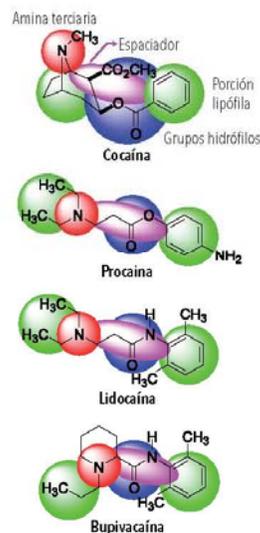
A pesar de su potente actividad, la cocaína tiene otras características que hacen desaconsejable su uso como anestésico. Pero la química orgánica de síntesis actualmente dispone de una variedad de anestésicos locales inspirados en la cocaína y sin esas características negativas.

Un anestésico local potente requiere por lo menos grupos lipófilos e hidrófilos dispuestos de manera particular y una amina terciaria situada a distancia apropiada, capaz de protonarse en condiciones fisiológicas. Los cambios estructurales que alteran sea el carácter lipófilo, el tamaño o la forma molecular afectarán la unión del anestésico al receptor y en consecuencia la velocidad y potencia de su acción.

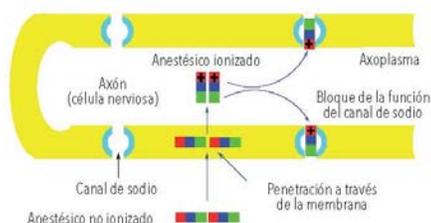
Uno de esos anestésicos locales es la *procaína*, que tiene una importante tendencia a protonarse, lo que hace que se encuentre más protonada fuera del axón y le resulte muy difícil atravesar la membrana axonal, por lo que el inicio de su acción es más lento que el de su congénere la *bupivacaína*, la cual se encuentra escasamente protonada en condiciones fisiológicas y por ello puede traspasar más fácilmente la membrana del axón.

Compuestos con funciones éster ( $O = C-O$ ), como la *procaína*, se descomponen con relativa facilidad, por lo que su acción resulta más fugaz que anestésicos amídicos ( $O = C-N$ ), como *lidocaína* y *bupivacaína*, más estables y de más lenta metabolización.

Relaciones estructurales entre cocaína y anestésicos locales de uso farmacéutico.



Mecanismo de acción de los anestésicos locales.



sorias vías de búsqueda de agentes anticancerígenos, fue posible gracias al descubrimiento de diversos productos naturales que demostraron tener esa acción.

En sentido contrario, la falta de irrigación sanguínea es una característica de las enfermedades vasculares periféricas y coronarias. La búsqueda de factores estimulantes del crecimiento vascular es, en consecuencia, un camino promisorio para encontrar sustancias capaces de incrementar el flujo sanguíneo en lugares tan críticos como las arterias coronarias. Pruebas realizadas en animales han revelado casos de dramática mejoría, por lo que es esperable que en las próximas décadas se encuentren compuestos eficaces para tratar a seres humanos.

En el caso del diseño de nuevos fármacos, los productos naturales pueden ser empleados para develar no solo la aptitud de los blancos terapéuticos sino, también, para comprobar la bondad del enfoque químico-medicinal. Comprender el fenómeno en el nivel molecular ayuda a los químicos que trabajan en farmacología a discernir las relaciones apropiadas entre la estructura molecular de la sonda, la actividad biológica observada y el blanco terapéutico atacado.

Un ejemplo de esta actividad ha sido el diseño de *inhibidores del proteasoma*. Este es un complejo proteico que degrada proteínas; sus inhibidores son compuestos que bloquean su acción y actualmente constituyen una de las más promisorias vías de búsqueda de agentes anticancerígenos. Está resultando posible tomar esa vía gracias al hallazgo de diversos productos naturales que demostraron tener esa acción.

Ahora que la secuencia del genoma humano se encuentra disponible, esta estrategia de producir perturbaciones para estudiar respuestas promete llevar a éxitos similares en uno de los desafíos más fascinantes para los biólogos celulares modernos: la comprensión de las funciones proteicas como parte de complejas redes intracelulares.

## De la química orgánica de síntesis a la biología sintética

Se llama *biología sintética* a la disciplina que estudia la síntesis o creación de sistemas biológicos con propiedades que no se encuentran en la naturaleza. Esos sistemas biológicos pueden ser desde macromoléculas hasta microorganismos. Es una rama novedosa de la biología, que se nutre de la química orgánica, la bioquímica y la biología molecular. Su avance promete, entre otras cosas, la producción masiva de biocombustibles a partir de fuentes renovables, la detección de toxinas en el ambiente o la liberación de las cantidades exactas de insulina requeridas por el organismo de un diabético. La biología sintética se basa en la idea de que es posible dotar a un organismo

de funciones, del mismo modo que los ingenieros ensamblan componentes electrónicos para dar al producto funciones de computadora. Así, podrían crearse bacterias programadas para producir en gran escala moléculas que sirvan de biocombustibles, o compuestos de interés farmacológico, cuya síntesis química (en vez de biológica) demandaría costos enormes en insumos químicos y horas de trabajo.

Un ejemplo de estos avances es la producción económica del producto natural artemisinina, aislado de una especie de ajeno natural de Asia (*Artemisia annua*). Su interés reside en que mata al parásito (*Plasmodium falciparum*) causante de la malaria, enfermedad responsable de un millón anual de muertes. Su eficacia como fármaco permitió curar a centenares de miles de enfermos. La principal barrera para su uso masivo es su elevado costo si se lo obtiene de la planta o por síntesis química, situación agravada por la concentración de la malaria en países pobres. Utilizando biología sintética se espera reducir significativamente ese costo de producción. En los últimos tiempos se logró hacerlo con cepas de la levadura *Pichia pastoris* y de la bacteria *Escherichia coli*, modificadas genéticamente para que produzcan grandes cantidades de ácido artemisinico, un precursor químico de artemisinina. La posibilidad de aislar el fármaco de esa manera en vez de extraerlo de una planta reduciría hasta diez veces el costo del tratamiento.

## Proteínas a medida

La ingeniería de proteínas tuvo un gran crecimiento en la década de 1990. Utilizando herramientas de la biología molecular, la química orgánica y la biología estructural, los bioquímicos se plantearon desafíos de grandes consecuencias para la industria basada en biotecnología. Entre esos desafíos estuvo cambiar la actividad específica de enzimas, mejorar su desempeño o aumentar su estabilidad.

La segunda etapa de este reto consistió en aprovechar los mecanismos de la evolución para mejorar los sistemas naturales o rediseñarlos con el objeto de hacerlos cumplir otras funciones. Esto llevó a la llamada *evolución dirigida* o *evolución in vitro*, por la que se mutan secuencias de ADN y se pone en marcha un proceso de selección que emula la evolución natural, pero sigue reglas establecidas discrecionalmente en el laboratorio.

La evolución dirigida se ha utilizado para modificar el curso de transformaciones naturales, o para hacerlas más eficientes. No hace mucho se logró crear una enzima capaz de promover una reacción química que no realiza ninguna enzima en la naturaleza, lo cual permite acelerar cientos o miles de veces las reacciones, en comparación con los métodos tradicionales de síntesis orgánica.

## La química orgánica de síntesis como auxiliar de la biología

El uso de productos naturales como sondas moleculares es ventajoso por la facilidad de empleo de esas pequeñas moléculas, pero depende críticamente de poder disponer de una de ellas con características apropiadas. Para ello, la química orgánica de síntesis puede diseñar sondas a medida.

Las transformaciones bioquímicas que usan los sistemas biológicos para sintetizar productos naturales continúan siendo fuente de inspiración para quienes trabajan en síntesis artificial. Aun así, en el laboratorio pocas veces siguen cabalmente los caminos de la naturaleza. Algunas síntesis químicas modernas, incluso, desplegaron enfoques y métodos radicalmente nuevos, que contribuyeron a expandir el horizonte del conocimiento.

Otra cuestión relevante para programar la síntesis de pequeñas moléculas, particularmente las que no exhiben alta complejidad, es develar cuáles de sus características resultan más influyentes en la definición de su actividad biológica. En esta materia, la química orgánica sintética ha encontrado nuevos caminos, que le permiten interactuar más afinadamente con la biología. Lo ha hecho con la ayuda de dos de sus más poderosas herramientas: su arsenal de reactivos y el repertorio de transformaciones químicas probadas. Entre esos nuevos caminos están la síntesis de moléculas orientada a la diversidad y la generación de bibliotecas de compuestos similares a los productos naturales.

## Conclusiones y perspectivas

Los avances del conocimiento acaecidos durante la última década en la gran área biomédica fueron tan extraordinarios, y sucedieron a un ritmo tan acelerado, que apoyarse en ellos para formular predicciones sobre futuros hallazgos resulta en extremo riesgoso. Sin embargo, pueden señalarse ciertas grandes cuestiones que requie-

ren respuestas, y hasta es posible avizorar algunos caminos que conducirían a encontrarlas.

Las investigaciones realizadas y las numerosas en curso permiten acumular a paso redoblado una vasta cantidad de información sobre los efectos de pequeñas moléculas en los seres vivos. En esos descubrimientos, los productos naturales son los actores centrales de la química para comprender la sinfonía biológica.

Es razonable esperar que todos esos resultados puedan ser analizados sistemáticamente por parte de la creciente comunidad bioinformática, para producir en las próximas décadas avances significativos tanto en nuestra comprensión de la química biológica como en nuestra capacidad de descubrir nuevos blancos terapéuticos y promisorios agentes farmacológicos.

La ciencia todavía está muy lejos de disponer de un método general que pueda indicar rápida e inequívocamente el procedimiento más relevante para encarar el estudio de un sistema biológico complejo.

Pero puede anticiparse que la estrecha colaboración entre químicos orgánicos y biólogos permitirá enfrentar el persistente desafío de entender y eventualmente manipular la química de la vida. En ese sentido, uno de los mayores retos será comprender mejor la naturaleza de la fracción del espacio químico utilizado por los seres vivos, y qué áreas que hoy están fuera de esa fracción podrían también emplearse para influir sobre el funcionamiento de dichos seres.

En manos de los químicos orgánicos, las herramientas de la biología permitirán generar nuevas moléculas, capaces de continuar respondiendo imaginativamente a los interrogantes biológicos. Es muy probable que a medida que estos desafíos sean abordados, se puedan develar nuevos secretos acerca del origen de la vida y de los detalles del inicio de su evolución. Además, el progreso que se alcance como fruto de la interacción entre ambas disciplinas redundará en más eficientes planteos en la ruta al descubrimiento de fármacos, en beneficio de nuestra calidad de vida. 

La cita del epígrafe es de François Jacob, 'Evolution and tinkering', Science, 196, 4295: 1161-1166, junio de 1977.

### LECTURAS SUGERIDAS

- BEGLEY TG (ed.), 2008, *Wiley Encyclopedia of Chemical Biology*, Wiley, Nueva York.
- KEINAN F & SCHECHTER I (eds.), 2002, *Chemistry for the 21st Century*, Wiley, Nueva York.
- LARIJANI B, WOSCHOLSKI R & ROSSER CA (eds.), 2006, *Chemical Biology: Applications and Techniques*, Wiley, Nueva York.
- REINHARDT C, 2001, *Chemical Sciences in the 20th Century. Bridging boundaries*, Wiley, Nueva York.
- SCHREIBER SL, KAPOORTH M & WESS G (eds.), 2007, *Chemical Biology: From Small Molecules to Systems Biology and Drug Design*, Wiley, Nueva York.



#### Teodoro S Kaufman

Doctor en química, Universidad Nacional de Rosario.  
Profesor titular, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR.  
Investigador principal del Conicet.  
[kauftman@quir-conicet.gov.ar](mailto:kauftman@quir-conicet.gov.ar)



#### Alejandro J Vila

Doctor en química, UNR.  
Profesor asociado, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR.  
Investigador principal del Conicet.  
[vila@ibr.gov.ar](mailto:vila@ibr.gov.ar)



# Ingeniería Genética

Instructoras:

Dra. Aída Martínez Hernández

email: [aidamh@colpos.mx](mailto:aidamh@colpos.mx)

M en C. Elmi Cen Cen

email: [elmi@colpos.mx](mailto:elmi@colpos.mx)

Colegio de Posgraduados Campus Campeche



POR UN USO RESPONSABLE  
DE LOS  
ORGANISMOS GENÉTICAMENTE  
MODIFICADOS

COMITÉ DE BIOTECNOLOGÍA  
COORDINADOR  
FRANCISCO GONZALO BOLÍVAR ZAPATA

ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS





## II. BIOTECNOLOGÍA, GENES, PROTEÍNAS Y ORGANISMOS TRANSGÉNICOS. ORÍGENES Y JUSTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL USO DE LOS ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Los humanos hemos utilizado a otros seres vivos para satisfacer nuestra necesidad de alimento, salud y vivienda, y en este proceso hemos dañado y abusado del planeta y de su biodiversidad. Además, muchos de los recursos naturales se agotan, la productividad agropecuaria es insuficiente y el explosivo crecimiento de la población mundial impone, año tras año, la necesidad de más alimentos y más medicamentos. De ahí la relevancia que tiene, y tendrá a futuro, el desarrollo de la biotecnología conjuntamente con otras tecnologías, como parte de una respuesta responsable a esta problemática.

La biotecnología es una multidisciplina cuyo sustento es el conocimiento generado en diversas disciplinas que permite el estudio integral, la modificación y la utilización de los seres vivos del planeta —microorganismos, plantas y animales— (ver figura II.1). A partir de lo anterior, la biotecnología busca hacer uso responsable y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva para facilitar la solución de problemas importantes en

materias de salud, producción agropecuaria e industrial y remediación al daño del medio ambiente.

En el anexo 3 se muestra un listado cronológico de los ejemplos más importantes del uso de los seres vivos mediante procesos biotecnológicos, con el fin de satisfacer nuestras necesidades de alimentación y salud. En ese anexo se incluyen también algunos de los acontecimientos científicos relevantes relacionados con la célula viva y la biotecnología (Watson et al. 1996, Bolívar et al. 2002, 2003 y 2007, Hayden 2011, Bio 2011).

- En 1953, James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura de doble hélice del ADN que es la molécula biológica en la cual reside la información genética en todos los seres vivos. El ADN es una doble hélice formada por dos polímeros antiparalelos y complementarios (ver figura II.2). Cada uno de estos dos polímeros o hélices está a su vez integrado por la unión de millones de monómeros que son como las cuentas (monómeros) de un collar (polímero). Hay sólo cuatro

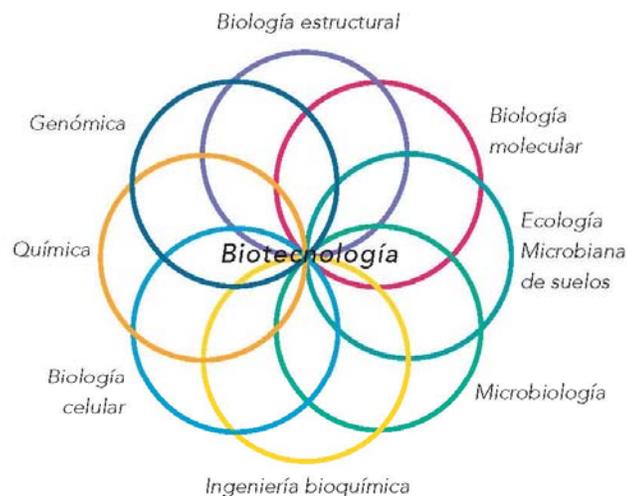


Figura II.1. La biotecnología es una actividad multidisciplinaria, ya que está sustentada en diversas disciplinas

tipos de monómeros o letras genéticas en el ADN de todos los seres vivos, los cuales son llamados nucleótidos y éstos se encuentran localizados a  $3.4 \text{ \AA}$  del siguiente monómero en el polímero que forma cada una de las dos hélices (un  $\text{Å}$  es la diezmillonésima parte de un metro). Además, en todo tipo de ADN, a un nucleótido con la base Adenina (A) le corresponde siempre, en el nucleótido de la hebra o hélice complementaria, uno con la base Timina (T) y a todo nucleótido con la base Guanina (G) corresponde un nucleótido con la base Citosina (C) en la hebra complementaria. Éstas son reglas universales para todos los ADN en

todos los seres vivos. La diferencia fundamental entre todos los ADN es la secuencia de estos cuatro tipos de nucleótidos con sus bases, A, T, G y C en cada letra de cada molécula de ADN, en las cuales hay varios millones de nucleótidos, de la misma manera en que sólo existen 27 letras en el alfabeto para formar todas las palabras, y es la secuencia diferente de estas letras en las palabras lo que da un significado distinto para cada una de ellas. La estructura de doble hélice permite su duplicación (replicación) y gracias a ello la transferencia de material genético replicado a las células hijas.

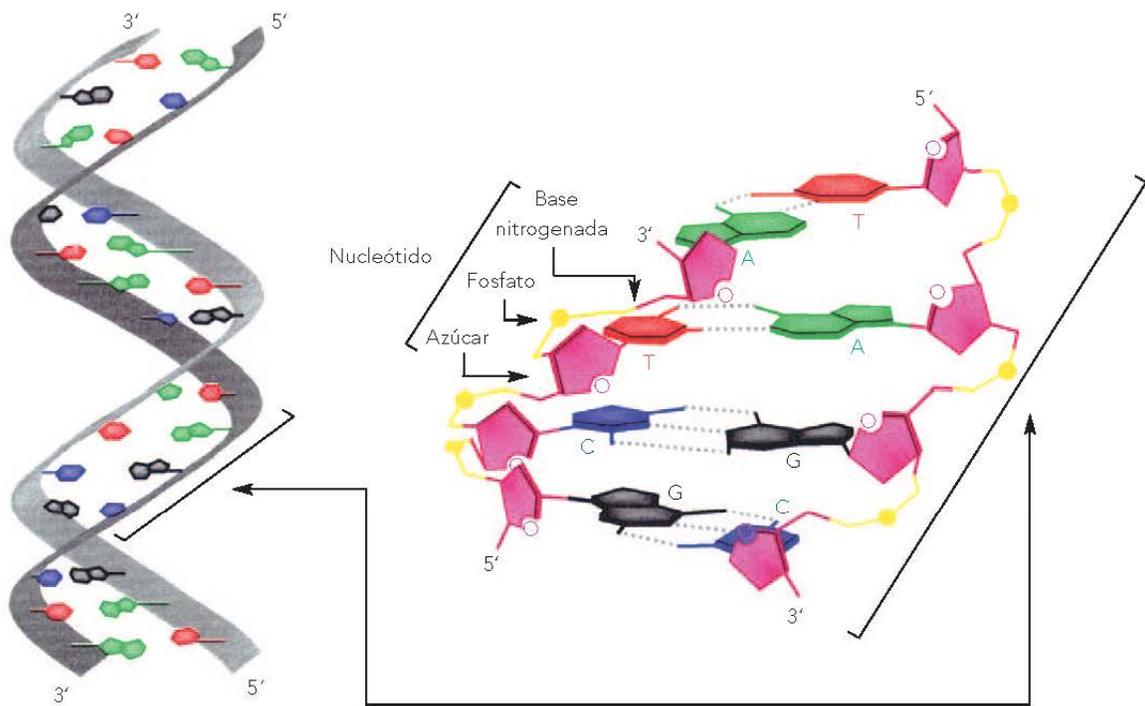


Figura II.2. Estructura del ADN integrado por dos hélices complementarias.

da una de estas dos hélices o hebras están integradas por cuatro tipos de nucleótidos (A,G,C,T). Cada nucleótido está formado por una azúcar soxirribosa (en morado), un grupo fosfato (en amarillo) y una base púrica (G [en negro] o A [en verde]) o pirimídica (C [en azul] o T [en rojo]).

Su estructura de doble hélice que es la misma en todos los seres vivos, permite su replicación.

El ADN forma parte de los cromosomas que son estructuras que se localizan en el núcleo de las células y los genes son segmentos de las moléculas de ADN que forman parte de los cromosomas (ver figuras II.3 y II.4). La mayoría de ellos codifican para una proteína específica de ese gene y el resto de los genes codifican para moléculas de ácido ribonucleico (ARN) que no se

traducen, es decir, que su información no se convierte en proteínas (ver figuras II.5, II.6 y II.7).

La célula copia o transcribe la información de los genes en moléculas de ARN. Tal y como puede verse en la figura II.5, el fenómeno de la transcripción del ADN se lleva a cabo por la enzima ARN polimerasa, la cual separa las dos hebras del ADN y usando una de éstas como

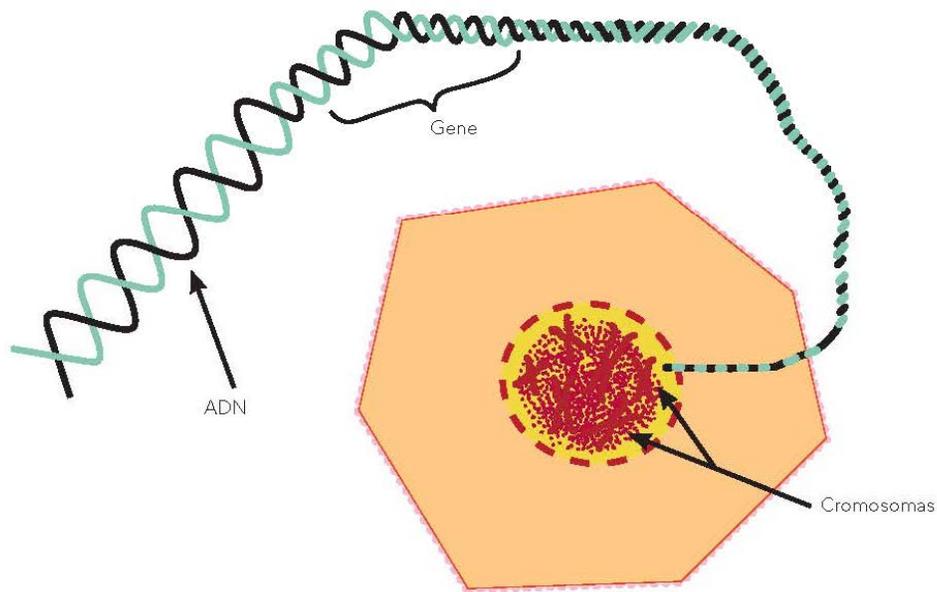


Figura II.3. Composición y organización de los genes en los cromosomas. Los cromosomas son estructuras celulares que se encuentran localizados en el núcleo de la célula y están formados por proteínas y ADN, y los genes son segmentos específicos de esta cinta genética llamada ADN. Cada especie de organismo vivo tiene un número específico y diferente de cromosomas con relación a los demás seres vivos.

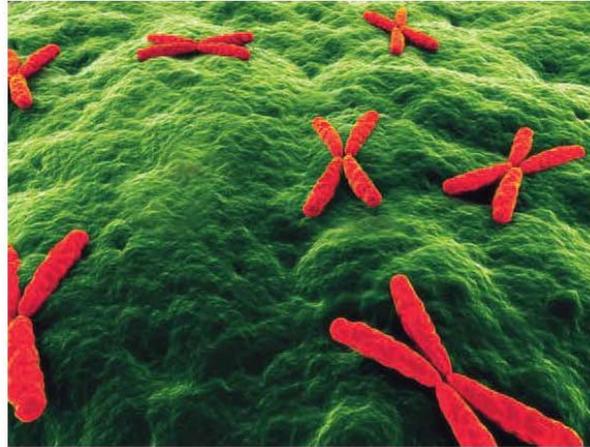


Figura II.4. Cromosomas en el proceso de replicación.

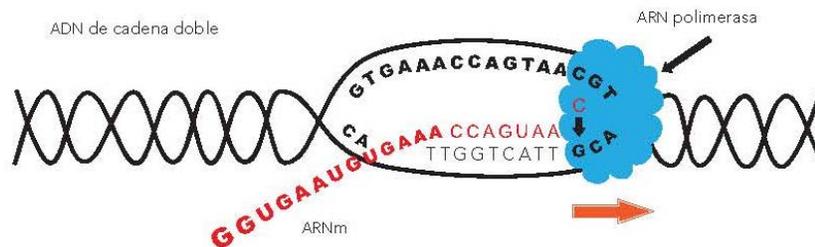


Figura II.5. El fenómeno de la transcripción del ADN permite la síntesis del ARN a partir de los genes.

molde se sintetizan las moléculas de ARN mensajero que en la figura se muestra como una cinta roja. Así se copian en ARN regiones específicas del ADN que incluyen los genes. Las moléculas de ARN son polímeros lineales de centenas de cuatro diferentes nucleótidos: A,G,

C y U, en donde la diferencia primaria con el ADN es que el uracilo (U) es utilizado en lugar de la timina (T) que se usa durante la síntesis del ADN. Las moléculas de ARN mensajero que llevan la información de los genes son las intermediarias en la síntesis de las proteínas.

**Aminoácidos**

Alanina	Ala	A
Arginina	Arg	R
Asparagina	Asn	N
Ac. aspártico	Asp	C
Cisteína	Cys	D
Fenilalanina	Phe	F
Glicina	Gly	G
Ac. glutámico	Gln	Q
Glutamina	Glu	E
Histidina	His	H
Isoleucina	Ile	I

Leucina	Leu	L
Lisina	Lys	K
Metionina	Met	M
Prolina	Pro	P
Serina	Ser	S
Tirosina	Tyr	Y
Treonina	Thr	T
Triptófano	Trp	W
Valina	Val	V
Terminación de la traducción	fin	

**Nucleótidos**

Guanina	G
Adenina	A
Timina	T
Citosina	C

**NUCLEÓTIDO EN SEGUNDA POSICIÓN**

		G	A	T	C		
NUCLEÓTIDO EN PRIMERA POSICIÓN	G	GGG } GGA } GGT } GGC } Gly	GAG } GAA } GAT } GAC } Glu Asp	GTG } GTA } GTT } GTC } Val	GCG } GCA } GCT } GCC } Ala	G A T C	
	A	AGG } AGA } AGT } AGC } Arg Ser	AAG } AAA } AAT } AAC } Lys Asn	ATG } ATA } ATT } ATC } Met Ile	ACG } ACA } ACT } ACC } Thr	G A T C	
	T	TGG } TGA } TGT } TGC } Trp fin Cys	TAG } TAA } TAT } TAC } fin Tyr	TTG } TTA } TTT } TTC } Leu Phe	TCG } TCA } TCT } TCC } Ser	G A T C	
	C	CGG } CGA } CGT } CGC } Arg	CAG } CAA } CAT } CAC } Gln His	CTG } CTA } CTT } CTC } Leu	CCG } CCA } CCT } CCC } Pro	G A T C	
		NUCLEÓTIDO EN TERCERA POSICIÓN					

Figura II.6. El código genético es universal.



Su información es utilizada en los ribosomas para traducirse en proteínas (ver figura II.7).

Todos los seres vivos utilizamos el mismo código genético para convertir y traducir o leer la información codificada en ácidos nucleicos (ADN y ARN) en las secuencias de aminoácidos que constituyen las proteínas (ver figura II.6). El código genético es universal, es decir, es el mismo en todos los seres vivos y se utiliza de la misma forma en todas las células. Este código permite a la célula traducir en proteínas la información genética almacenada en los genes mediante la lectura en bloques de tres nucleótidos (tripletes o codones) de la información genética presente en el ARN mensajero. Las proteínas son polímeros o largos collares biológicos de centenas de aminoácidos en las cuales cada aminoácido (o cuenta del collar) es un monómero (ver figura II.7). Son 20 diferentes aminoácidos con los que cuenta la célula para integrar las más de cien mil proteínas del cuerpo humano. Se puede hacer una analogía entre las letras del alfabeto, que serían los aminoácidos, y las palabras que serían las proteínas; el orden de las letras es responsable del significado de las palabras, de la misma manera que el orden de los aminoácidos en la proteína es responsable de su significado o función biológica.

Cada uno de los 20 diferentes aminoácidos está codificado por un triplete o codón de tres nucleótidos a nivel del ARN mensajero. El ARN mensajero es pues, una molécula con información formada por una secuen-

cia de nucleótidos. Esta información es traducida o convertida en proteínas al ser leídos estos nucleótidos, de tres en tres, por los ribosomas tal y como se muestra en la figura II. 7.

En un código genético de cuatro letras (A,G,C,T) organizado en tripletes, existen 64 diferentes codones y la figura II.6 muestra estas 64 combinaciones. Puede observarse que existen aminoácidos codificados por seis diferentes tripletes como leucina (Leu) y aminoácidos como triptofano (Trp) que sólo está codificado por un triplete (TGG). Existe un codón ATG que codifica para la metionina que es el aminoácido con el que inician la mayor parte de las proteínas. Existen también tres codones TGA, TAA, TAG, que son tripletes que al leerse en los ribosomas son responsables de que finalice el proceso de traducción; esto es, se termina en este tipo de triplete la síntesis de una molécula de proteína y ésta se libera de los ribosomas (ver figura II.7).

Como se ha señalado, las proteínas son polímeros de 20 diferentes aminoácidos y son las herramientas biológicas moleculares que utiliza la célula viva para llevar a cabo la mayoría de sus funciones. Ejemplos de proteínas son la insulina, el colágeno y la tripsina, que son moléculas biológicas que llevan a cabo funciones específicas muy importantes en nuestro cuerpo.

Como puede verse en la figura II.7, la síntesis de las proteínas ocurre a nivel de los ribosomas. El ARN mensajero, que en la figura se muestra como una cinta

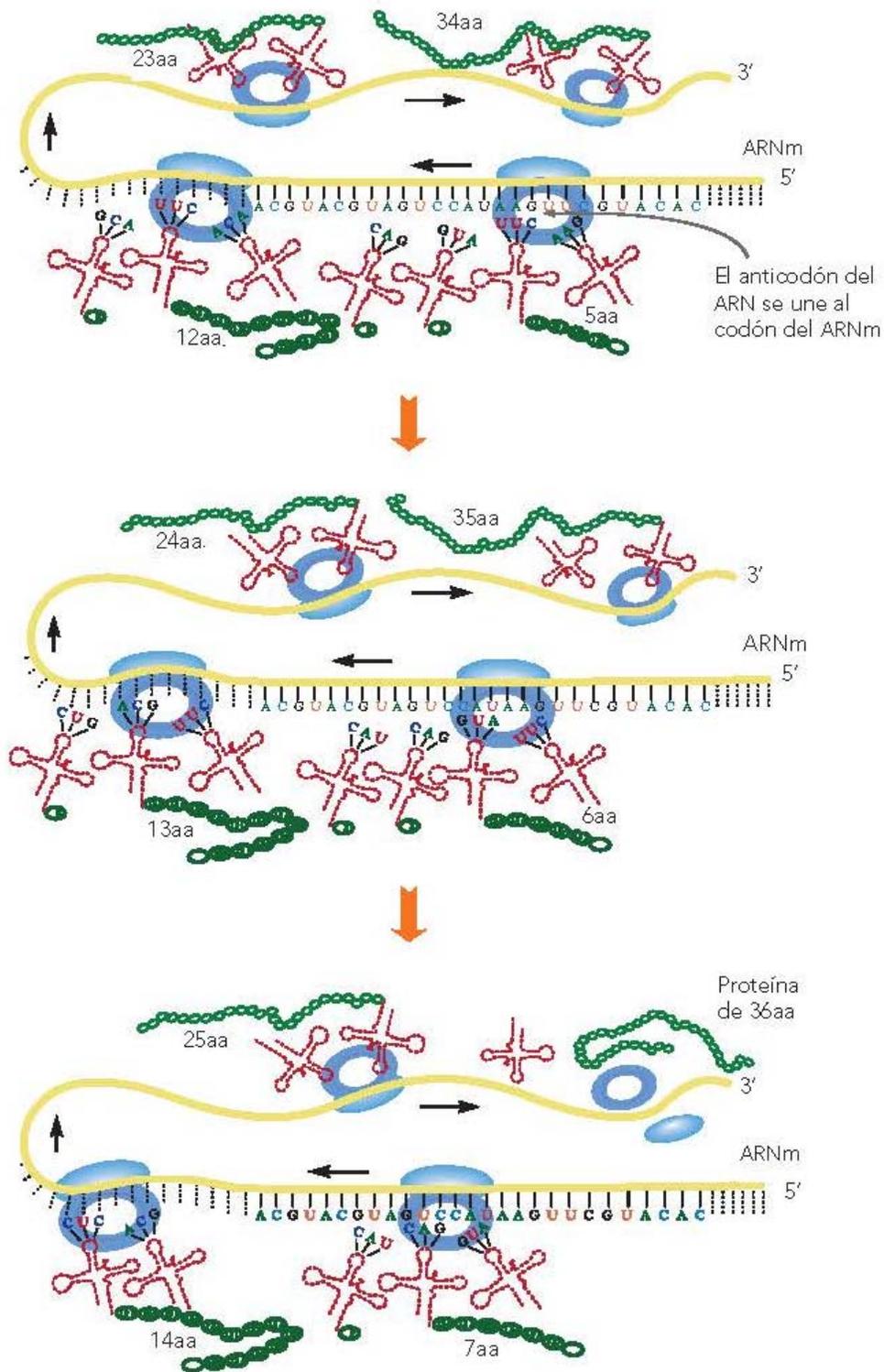


Figura II.7. Síntesis de proteínas: el ARN mensajero y su traducción en los ribosomas permite la síntesis de estos polímeros biológicos que son las proteínas.



amarilla, es el intermediario de la síntesis de proteínas (que se muestran como collares con cuentas verdes). El ARN mensajero al ser copia del ADN, lleva la información de los genes a los ribosomas, donde es traducida en proteínas. Las cadenas de aminoácidos o proteínas, son sintetizadas cuando los ribosomas (estructuras azules) se mueven leyendo, como una cabeza lectora de cintas, sobre las moléculas de ARN mensajero. Una sola molécula de ARN mensajero normalmente es utilizada para sintetizar varias moléculas de la misma proteína, al leerse simultáneamente por varios ribosomas, como los cuatro que se muestran en la figura y sintetizan cuatro cadenas de la misma proteína en este ejemplo.

Durante el proceso de lectura del ARN mensajero por los ribosomas, los codones del mensajero se asocian con los anticodones complementarios de los ARN de transferencia (estructuras rojas) que se encuentran "cargados" con los aminoácidos respectivos de acuerdo con el código genético (ver figura II.6). Inmediatamente después, ocurre un fenómeno de transferencia del aminoácido nuevo que llega y que así es incorporado a la cadena de proteína naciente, compuesta por varios aminoácidos previamente unidos entre sí. En la primera sección (superior) de la figura II.7, se muestra a los cuatro ribosomas en los cuales ya se ha iniciado la síntesis de las proteínas y se han formado cuatro pequeñas proteínas con 5, 12, 23 y 34 residuos de aminoácidos (aa) cada una, que se ven como cuentas ver-

des de los collares. En la segunda sección de la figura se muestra cómo ha ocurrido el crecimiento de los collares de aminoácidos en las proteínas; en todas ellas el tamaño del collar ha crecido en un aminoácido adicional (6, 13, 24 y 35aa). Finalmente, en la tercera sección de la figura, el proceso de crecimiento de la cadena ha permitido la incorporación de un aminoácido adicional en todas las cadenas de proteínas nacientes (7, 14, 25, 36aa). De esta manera se lleva a cabo la elongación o crecimiento de los polímeros o collares biológicos y con ello la síntesis de proteínas completas (en este ejemplo 36 aminoácidos), la cual se libera del ribosoma al terminarse la lectura del mensajero, tal y como se muestra en la última sección de la figura, liberándose también el ribosoma que participó en la lectura del ARN mensajero.

Los humanos somos organismos compuestos por varios trillones de células (pluricelulares) y tenemos alrededor de 21,000 genes en nuestros 23 pares de cromosomas en cada una de nuestras células. Tenemos alrededor de cien mil proteínas diferentes codificadas por estos genes para llevar a cabo la mayoría de nuestras funciones biológicas. Las bacterias, organismos compuestos por una sola célula (unicelulares) tienen un solo cromosoma con alrededor de 4,000 genes que codifican para 4,000 proteínas con las que viven y funcionan estos organismos (Avery et al. 1944, Watson y Crick 1953, Watson et al. 1988 y 1996, Bolívar 2007, Hayden 2011).



• En 1973, y debido a la aparición de las técnicas de la ingeniería genética, llamadas también de ADN recombinante (ADNr), la biotecnología alcanza una nueva dimensión. Gracias a estas metodologías, es posible aislar genes específicos de un organismo, amplificarlos e introducirlos (transferirlos) a otro, y generar así los organismos transgénicos u organismos genéticamente modificados (OGM).

En la figura II.8 se muestra un esquema general para la construcción de las plantas y animales transgénicos. El primer paso (A) es aislar o sintetizar químicamente el gene de cualquier origen —transgén— (excepto de la célula receptora), que se va a utilizar para construir el OGM. En la figura el ADN que lleva este transgene se muestra en color rojo. A través de diferentes procedimientos, como la

electroporación, la transformación o la biobalística, el fragmento de ADN heterólogo o transgene de cualquier origen, es introducido (B) a la célula receptora atravesando la membrana de la célula (C), y luego, la membrana del núcleo de la célula. Mediante este proceso, el transgene, ya en el interior del núcleo de la célula receptora (D) puede ser reconocido por la maquinaria celular para incorporarlo como parte de su material genético. Este proceso (E) ocurre mediante la recombinación genética entre el transgene y el ADN de un cromosoma de la célula receptora. Así, se incorpora el transgene como un nuevo segmento del ADN cromosomal, indistinguible del material genético de la célula. Posteriormente, mediante el proceso de multiplicación celular (F) que da origen a las

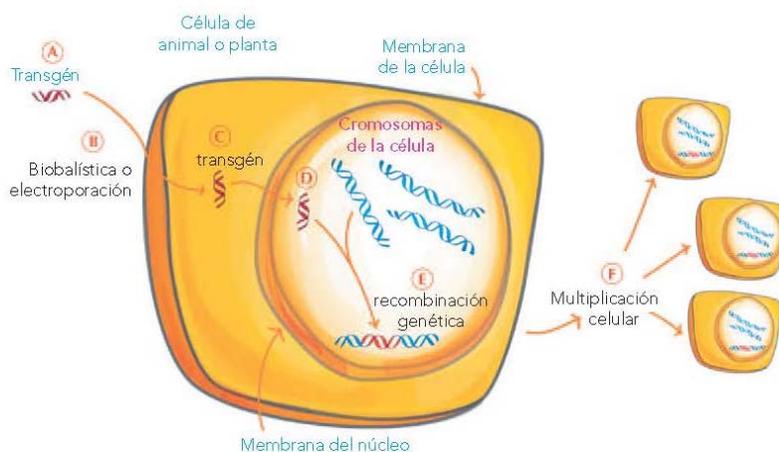


Figura II.8. Esquema general para la construcción de células de animales y de plantas transgénicas.

células hijas idénticas a la célula receptora original, se estabiliza y se transmite la presencia del transgene en la descendencia de la célula original. A partir de las células hijas se puede luego generar el organismo completo.

En la figura II.9 se muestra el procedimiento mayormente utilizado para crear bacterias transgénicas. En este caso, se utiliza un vector o plásmido —que es una molécula pequeña de ADN— para unirle o incorporarle

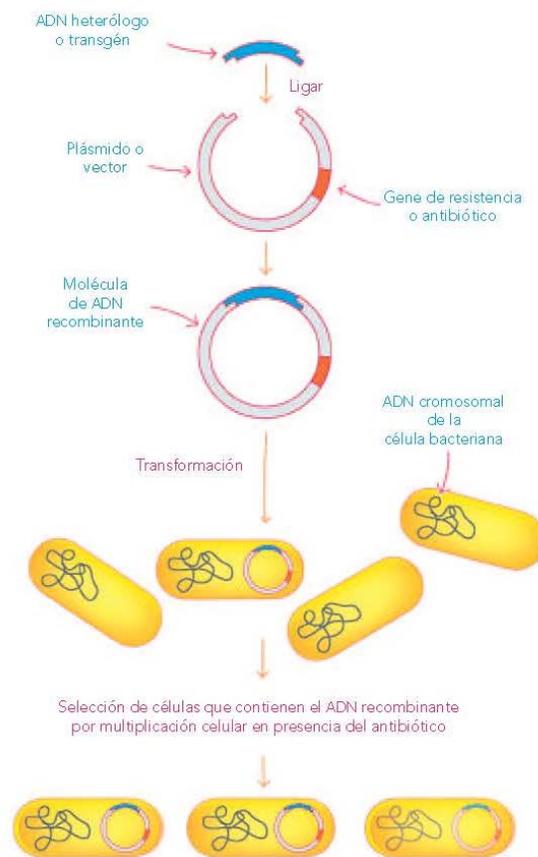


Figura II.9. Esquema general utilizado para construir bacterias transgénicas.



un fragmento de ADN de cualquier origen (transgén o ADN heterólogo) y formar así una molécula de ADN recombinante que lleva el transgene como parte de ella. El plásmido contiene también un gene que confiere resistencia a un antibiótico. Esta molécula de ADN recombinante —que lleva ADN del plásmido y ADN del transgene— puede ser luego incorporada a la célula receptora mediante el fenómeno de transformación. Posteriormente, las células que llevan esta molécula se seleccionan y crecen en presencia del antibiótico, gracias al gene de resistencia presente en el plásmido, dando lugar a un conjunto de células hijas donde todas ellas llevan el transgén como parte de la molécula recombinante (Kornberg 1960, Smith y Wilcox 1970, Jackson et al. 1972, Cohen et al. 1973, Sánchez et al. 1975, Heyneker et al. 1976, Bolívar et al. 1977 y 2007, Korana 1979, Goeddel et al. 1979, Itakura y Riggs 1980, Herrera-Estrella et al. 1983, Mullis y Falona 1987, Watson et al. 1988 y 1996, Tagahian y Nickoloff 1995, Lengeler et al. 1999, Yao et al. 2002, Prudhomme et al. 2006, Barrera 2007, Herrera-Estrella y Martínez 2007).

- Los organismos transgénicos se diseñan y construyen con el propósito de generar una nueva capacidad del organismo receptor, misma que reside en el material genético transferido o transgene (ver figura II.10). El objetivo de una biotecnología moderna sustentable es llevar a cabo modificaciones genéticas en diferentes

organismos de la biodiversidad que permitan construir OGM que coadyuven en la solución de problemas en diferentes sectores, con la certeza de que estos organismos son seres vivos que se crean por procesos que ocurren cotidianamente en la naturaleza. Por lo anterior, los OGM tienen un menor riesgo e impacto en el medio ambiente, en la biodiversidad y en la salud humana y animal que tecnologías basadas en productos de síntesis química ajenos al medio ambiente, algunos de ellos causantes de daño a la salud y de carácter recalcitrante (Itakura et al. 1977, Goeddel et al. 1979, Watson et al. 1988 y 1996, Estruch et al. 1999, Nuccio et al. 2000, Yao et al. 2000, Brink et al 2000, Larrick y Thomas 2001, Daar et al. 2002, López-Munguía et al. 2002, Herrera-Estrella et al. 2002, Arias y Muñoz 2002, Barrera 2002, Noyola et al. 2002, Gracia 2002, Bosch 2002, Bolívar et al. 2002 y 2007, Purohit 2003, Sinagawa-García et al 2004, Ollivier y Magot 2005, Barrera 2007, Herrera-Estrella y Martínez 2007, López-Munguía 2007, Ramírez y Uribe 2007, Arias 2007, Osuna y Paredes 2007, Gracia 2007, Ayala-Rodríguez et al. 2009, James 2009, Gilbert 2010, Bio 2011).

- El primer objetivo que motivó la modificación de células para obtener transgénicos fue la producción de proteínas idénticas a las humanas, para contender con problemas de la salud, mismas que han sido comercializadas desde hace casi más de 30 años. Existen en las

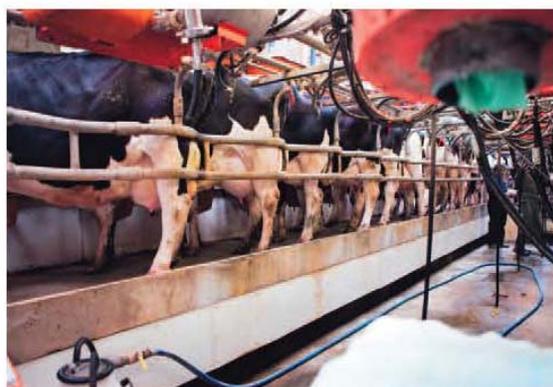


Figura 11.10. Los organismos transgénicos y sus productos se utilizan en la producción de alimentos, medicamentos y vestido.

farmacias de México y del mundo, medicamentos de origen transgénico, llamados también recombinantes como la insulina, la hormona del crecimiento, los interferones, los anticoagulantes de la sangre (plasminógeno), los anticuerpos humanizados, entre otros productos, que se utilizan para tratar y prevenir enfermedades, incluidas las genéticas y las infecciosas causadas por organismos patógenos como virus y bacterias (ver figuras II.11 y II.12). Estos nuevos productos biológicos se producen comercialmente con organismos transgénicos y a la fecha no hay reporte de daño a la salud humana

por el uso de estos medicamentos, ni ambientales por el manejo industrial de microorganismos de origen recombinante (ver figura II.13). Sin los OGM no sería posible atender las necesidades de la población enferma de diabetes, anemia, cáncer, entre otras muchas enfermedades, ya que el abasto estaría limitado, no sólo por la baja concentración de estas proteínas en la sangre y tejidos humanos, sino por la complejidad ética derivada de un mercado basado en materia prima de esta naturaleza. Más aún, los organismos transgénicos que producen estas proteínas idénticas a las humanas no pueden



Figura II.11. Productos para la salud a la venta en farmacias de México, basados en proteínas recombinantes de origen transgénico de la compañía mexicana Probiomed S.A.

Figura II.12. Cristales de insulina humana producidos por microorganismos transgénicos en el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

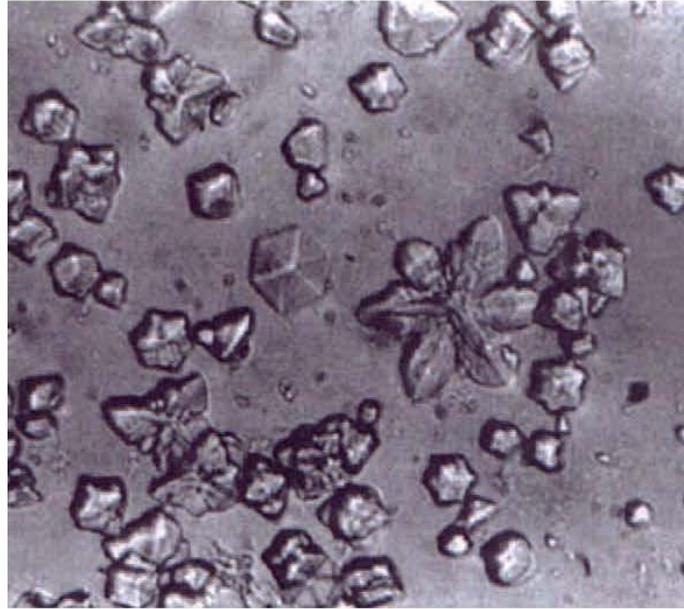


Figura II.13. Proceso para la producción de medicamentos biotecnológicos.





Figura 11.14. Los organismos transgénicos y sus productos se utilizan en la producción de muchos alimentos como cerveza, quesos, leche deslactosada y jugos.



actualmente ser sustituidos por ninguna otra tecnología. Desde 1981, la utilización de estas proteínas idénticas a las humanas de origen transgénico como biomedicamentos, ha contribuido significativamente a mantener y mejorar la salud humana y a contender con enfermedades terribles, como la diabetes y el cáncer (Itakura et al. 1977, Goeddel et al. 1979, Pennica et al. 1983, Watson et al. 1988 y 1996, Copsey y Delnatte 1990, Winter y Milstein 1991, Brink et al. 2000, Arias y Muñoz 2002, Daar et al. 2002, Barrera 2007, Ramírez y Uribe 2007, Bolívar et al. 2007, Bio 2011).

- En la producción de alimentos el uso de proteínas de origen transgénico con actividad enzimática también ha tenido un impacto importante. Un ejemplo es la utilización de la quimosina recombinante en la producción de quesos (en Estados Unidos se utilizapara la elaboración de aproximadamente 70% de los quesos). Otras enzimas de origen transgénico, como las amilasas, son utilizadas en la hidrólisis de almidón; las pectinasas para la clarificación de jugos; las glucosa-oxidasas y catalasas para la deshidratación de huevo; las lipasas, para la maduración de quesos y la transformación de aceites; las glucosa-isomerasas para la producción de jarabes fructosados; las glucanasas, en producción de cerveza; las lactasas, para degradar la lactosa de la leche, entre las más importantes (verfigurall.14). Asimismo, las proteasas recombinantes son utilizadas en la elaboración de

detergentes biodegradables. Si bien en la mayor parte de estos casos se emplean las proteínas de origen transgénico purificadas, existen aplicaciones, como la industria cervecera, en las que se emplea el microorganismo completo con una nueva actividad enzimática derivada de la modificación (Brink et al. 2000, Padilla y López-Munguía 2002, López-Munguía 2002, Kapuscinski et al. 2003, *Por qué Biotecnología* 2006, López-Munguía 2007, Barrera 2007, Bolívar et al. 2007, Bio 2011).

- Las plantas transgénicas se comercializan desde 1996. Quince años después las plantas que hoy se utilizan comercialmente no han ocasionado efectos nocivos a la salud humana o a la biodiversidad, más allá de los que ocasiona la agricultura en general. La aprobación de toda planta transgénica como alimento requiere de un protocolo de análisis para demostrar su inocuidad. Como lo establece el Protocolo de Cartagena y la LBOGM, la evaluación del riesgo debe considerar las características del OGM, en particular el nuevo gen y la proteína para la que codifica, el análisis de todos los productos del metabolismo, y por ende de la composición de la planta, así como los efectos no intencionales de la modificación. Entre otras pruebas, se requiere la demostración de inocuidad mediante pruebas con diferentes animales de experimentación, tanto de las proteínas de origen transgénico, como del alimento en su conjunto (en el que las proteínas constituyen una



cantidad mínima). Se reconoce que existen algunas publicaciones recientes en las que se señalan posibles efectos negativos y de toxicidad en animales por el consumo de algunos cultivares transgénicos. Sin embargo, dichas publicaciones no son concluyentes, ni han sido reproducidas por otros grupos de manera independiente. Por lo anterior, ni la OMS ni las varias agencias gubernamentales responsables en el mundo de la aprobación y manejo de los OGM en diferentes países, han considerado que los resultados publicados sobre estudios de toxicidad en algunos animales amerite retirar del mercado alguna de las plantas transgénicas que actualmente se consumen. Si eventualmente para algunos de ellos se demostrara de manera reiterada, concluyente e independientemente por varios grupos de investigación efecto de toxicidad, habría que retirar ese producto transgénico del mercado.

Es importante resaltar que el uso de los cultivares transgénicos ha permitido reducir la utilización de pesticidas químicos, muchos de los cuales son productos recalcitrantes, lo que se ha traducido en un menor impacto en el ambiente. Además, algunos de los pesticidas químicos tienen también efectos carcinogénicos. El maíz, el arroz y la soya transgénicos se consumen en muchos países, y cada vez es mayor el número de hectáreas que se cultivan con plantas transgénicas. En 1996 se sembraron 1.7 millones de hectáreas. Para 2007 se reportaron 114.3 millones de hectáreas y más de 134

millones en 2009, sembradas con diferentes variedades de OGM en 27 países. En la actualidad se cultivan nueve diferentes especies de plantas transgénicas: arroz, maíz, soya, canola, calabaza, papa, alfalfa, betabel y algodón (ver figura II.15) (Potrykus 1989, Struck et al. 1997, Nuccio et al. 1999, Yao et al. 2000, Herrera-Estrella et al. 2002, Noyola et al. 2002, Herrera-Estrella et al. 2003, Purohit 2003, Chen et al. 2003 y 2004, Rascón-Cruz et al. 2004, APBN 2004, Zhu et al. 2004, Hammond et al. 2004, Zhuo et al. 2004, Green et al. 2004, Rhee et al. 2005, Trigo y Capp 2006, OMS 2006, Valdez-Ortiz et al. 2007, Poulsen et al. 2007a y 2007b, Malley et al. 2007, Domingo 2007, Bolívar et al. 2007, Herrera-Estrella y Martínez 2007, Sakamoto et al. 2007 y 2008, Schroder et al. 2007, Seralini et al. 2007 y 2009, MacKenzie et al. 2007, McNaughton et al. 2008, He et al. 2008 y 2009, Healy et al. 2008, Delaney et al. 2008, James 2008 y 2009, CIBIOGEM 2008, Magaña-Gómez et al. 2008, Appenzeller et al. 2009a y 2009b, Mathesius et al. 2009, Ayala-Rodríguez et al. 2009, Domon et al. 2009, Herouet-Guicheney et al. 2009, Tutel'ian et al. 2009, Juberg et al. 2009, DeVendomois et al. 2009, Bio 2011, Domingo y Bordonaba 2011).

- Se ha estimado que para el año 2050 la población humana mundial crecerá de casi 7,000 millones de personas que somos actualmente a 9,000 millones, por lo que los problemas que habrá de enfrentar la humanidad serán cada vez más graves: pérdida de

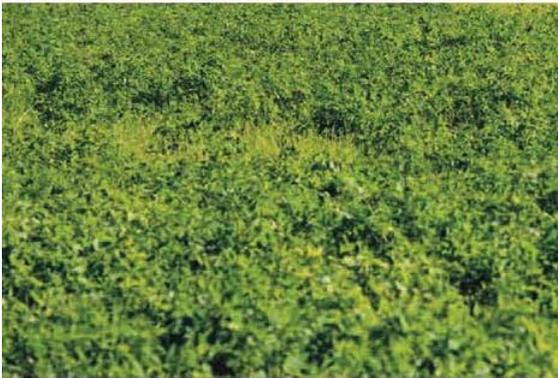


Figura II.15. Diferentes plantas que se cultivan en sus variedades transgénicas: alfalfa, maíz, soya, canola y calabaza.

productividad agrícola; deterioro de los suelos; escasez de agua; agotamiento de las fuentes de energía; calentamiento global; contaminación; nuevas plagas y enfermedades; disminución de áreas verdes y pérdida de biodiversidad, entre otros (ver figura II.16). La biotecnología representa una herramienta poderosa que permite plantear escenarios diferentes para ayudar a contender con estas calamidades. Organismos con nuevas propiedades, como nuevas variedades de plantas transgénicas capaces de crecer con menores cantidades de agua, permitirán a los países que están desarrollando biotecnología, contender con varios de estos y otros problemas locales y mundiales. La implementación de una reglamentación adecuada ayudará a orien-

tar el desarrollo de OGM hacia aquellos que resuelvan la problemática de cada país, con un menor impacto ambiental y con un uso adecuado y sustentable de sus recursos naturales. Bloquear la biotecnología, y en particular en México que es un país megadiverso, aislaría a la nación de una oportunidad que presentan la ciencia y la tecnología biológica para coadyuvar a corregir el rumbo (Estruch et al. 1997, *The Biotech Revolution* 1998, Nuccio et al. 1999, Yao et al. 2000, Larrick y Thomas 2001, Potrykus 2001, Herrera-Estrella et al. 2002, López-Munguía et al. 2002, Noyola et al. 2002, Barrera 2002, Bolívar et al. 2002 y 2007, Rascón-Cruz et al. 2004, Green et al. 2004, Ollivier y Magot 2005, James 2009, Tang et al. 2009, Gilbert 2010, Bio 2011).



a



b



c



d

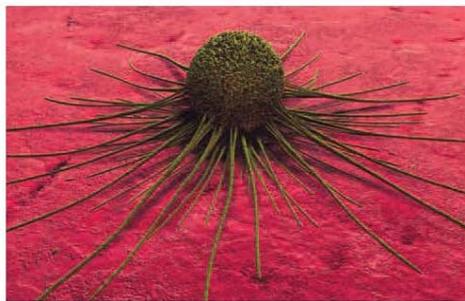


Figura II.16. Problemas relevantes:  
a) y b) plagas en cultivos de papa y jitomate, c) gusano en granos de maíz, d) contaminación de ecosistemas y e) célula cancerosa.



# Matemáticas y electrónica

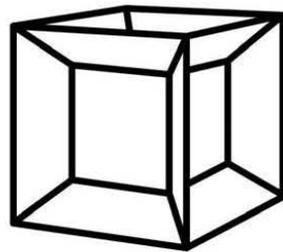
Instructor: Dr. Daniel Mocencahua Mora

email: [daniel.mocencahua@correo.buap.mx](mailto:daniel.mocencahua@correo.buap.mx)

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

# Makerbi

## Matemáticas, Arduino y un Robot



**hipercubo**  
D.M.M. F.C.E. B.U.A.P.

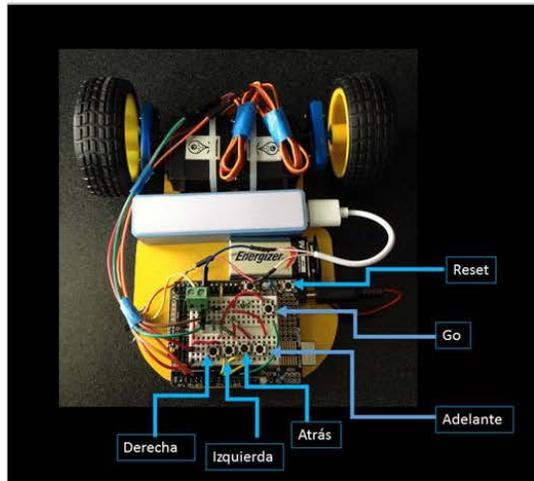
Dr. Daniel Mocencahua Mora

[daniel.mocencahua@correo.buap.mx](mailto:daniel.mocencahua@correo.buap.mx)

Facultad de Ciencias de la Electrónica  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Descripción breve: Taller de inicio en la cultura maker, aprendiendo a hacer dispositivos por medio de Arduino, aplicando las matemáticas simples en resolver problemas de automatización y robótica.

# Makerbi: Matemáticas, Arduino y un Robot.



Bienvenid@

La tecnología nos rodea y forma parte de la vida cotidiana. La buena noticia es que se ha generado un movimiento cultural, llamado movimiento maker, cuya filosofía es que cualquiera pueda hacer sus propios dispositivos para mejorar su entorno. En el área de la electrónica el dispositivo por excelencia para estos proyectos es la placa de Arduino.

Esta placa funciona como un cerebro que permite tomar información del ambiente mediante sensores y actuar en el ambiente mediante actuadores, generalmente motores, y se programa de manera relativamente sencilla.

Iremos aprendiendo a usar esta placa, programando y conectando diferentes dispositivos electrónicos, con el objeto de poder programar un robot móvil.

La comprensión de varios de los fenómenos que permiten funcionar a los sensores y actuadores y los programas mismos se logra entendiendo conceptos sencillos de matemáticas que abordaremos en cada caso.

# Sesión 1. Introducción

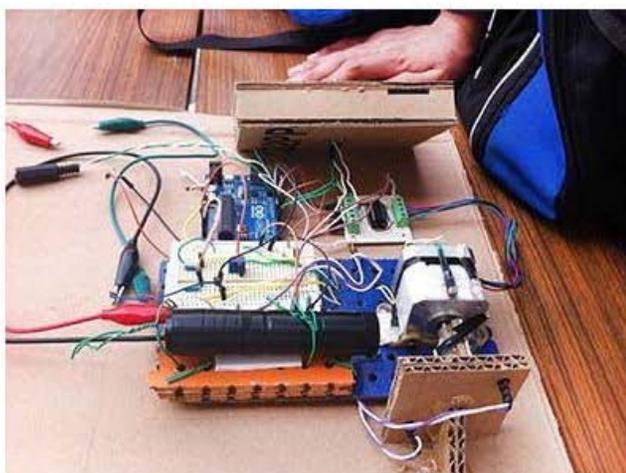


Photo credit: [plural](#) via [Foter.com](#) / [CC BY-SA](#)

En este curso hablaremos del movimiento maker, de matemáticas y robots. Lo primero que debes hacer es la Instalación de los programas recomendados. Te recomiendo siempre tomar notas y fotos, para generar tu propio cuaderno de maker. Ahora hablaremos de algoritmos, de elementos básicos de electrónica y de los primeros programas para Arduino. Esta forma de trabajar con software que mediante un hardware específico interactúa con el mundo real se le llama computación física.

Empezaremos con un texto sobre cultura maker.

## El movimiento maker: la electrónica al alcance de todos



Cuando era más joven las televisiones y los radios empezaban a cambiar de tecnología. Pasaban de ser de bulbos a ser transistorizadas. Sin embargo, cuando empecé a estudiar el bachillerato tecnológico y ofrecía mis servicios de técnico en electrónica encontraba todavía algunos aparatos de bulbos. Estos eran dispositivos parecidos a los focos, que eran delicados, pues con un golpe se podría fundir el filamento que calentaba a los otros elementos y que daba lugar a una danza de electrones que permitían convertir, de manera casi mágica, las ondas que flotaban en el aire haciendo que en casa se recibieran sonidos e imágenes de lugares lejanos, tan lejanos como la luna, por ejemplo. Esta fragilidad dio lugar a lo que yo llamaba generación del bulbo, que tenía un respeto por los aparatos electrónicos,

al grado que no podían moverlos o tocarlos inclusive por miedo a perder la sintonía o descomponerlos.

Pero muy pronto la tecnología cambió a componentes de estado sólido, que no se debían calentar para funcionar y que soportaban un poco mejor los golpes. Pero si se descomponían debían ser reparados por esta especie en vías de extinción, que son los radiotécnicos.

Era toda una ceremonia recibir al técnico, explicarle los síntomas del aparato y esperar a que hiciera un diagnóstico. En el peor de los casos tenías que esperar semanas a que

arreglara el aparato, tiempo que transcurría generalmente debido a la falta de piezas. A veces era un transistor de potencia averiado, a veces un flyback quemado, pero poco a poco se dejaban de cambiar piezas sueltas, y ya en los ochentas cambiabas circuitos integrados que hacían el trabajo de la etapa de potencia, o que servían de sintonizadores digitales. Cada vez los aparatos se descomponen menos o, lo que es más triste, es más barato comprar uno nuevo que arreglarlo.

Las computadoras vieron estos cambios de tecnología de cerca: empezaron con circuitos eléctricos que cambiaban sus estados con electroimanes, pasaron por los bulbos, los transistores y ahora los circuitos integrados. En cada cambio de tecnología han mejorado sus prestaciones y disminuido su tamaño.



Después de los transistores, y luego de los circuitos integrados vino algo inaudito: los circuitos integrados que se podían programar, darles una configuración, borrarlos, darles otra configuración de tareas, y volverlos a programar, y así durante su vida útil. Los llamados PICs son dispositivos que permitían reutilizarlos y por lo mismo hacían más fácil y barata la experimentación. Esto permitió que chicos de bachillerato pudieran automatizar luces o motores, pero las conexiones entre estos dispositivos al PIC requerían de conocimientos no superficiales de electrónica.

Hace poco se desarrolló una tarjeta electrónica con uno de estos chips que se puede reprogramar, pero con un diseño que permite conectar casi directamente con otros dispositivos. Arduino es una tarjeta que ha abierto el uso de la electrónica a personas que apenas saben algo de eso. En pocos minutos puedes conectar, con una resistencia de por medio, a veces sin ella, un LED, y programarlo para que parpadee. Esta actividad, que pudiera parecer trivial, es la puerta a desarrollar dispositivos automáticos de manera fácil y desde casa. Porque así como lograste que el LED parpadeara, después pones dos o tres LEDs, o más. Y ya estás programando un semáforo usando LEDs de tres colores, o bien, agregas un relevador eléctrico y ya estás encendiendo y apagando las luces de tu casa de manera automática.

Conforme vas agregando dispositivos vas aprendiendo más electrónica. Por ejemplo, si quieres agregar un interruptor debes hacer un divisor de voltaje (dos resistencias más), y si quieres poner un motor debes distinguir entre los motores de DC, los servomotores y los motores a pasos, y usar un circuito para darles potencia mientras velocidad y sentido de giro con el Arduino. Algo que un niño puede

estar haciendo en una semana de trabajo apoyado por un instructor.

¿Por qué apareció esta tarjeta en primer lugar? Porque era necesaria para el movimiento maker.

Si bien antes teníamos la imagen del inventor como alguien que trabajaba solo en su taller, del cual salían no pocas explosiones, ahora se piensa en el maker como un artesano tecnológico que, si bien es independiente en su hacer, está conectado globalmente por medio de las redes. Un maker se reconoce principalmente porque hace algo, construye, inventa. Pero además se nutre (se inspira) de sus pares por medio de la web, donde la gente de esta comunidad comparte sus invenciones e innovaciones. Compartir es un elemento importante de esta cultura. Y un elemento que ha ayudado a que estos inventos sean hechos a edades tempranas con apenas algunos conocimientos técnicos son las tarjetas electrónicas como Arduino y las impresoras 3D.

Se acepta como un descriptor de la comunidad, al manifiesto maker de Mark Hatch (Versión en español: <http://tinyurl.com/ngzs4xr>). En resumen, propone acciones dadas por los verbos: **hacer, compartir, regalar, aprender, equipar, jugar, participar, apoyar, cambiar.**

**Imaginar algo, diseñarlo, construirlo, y compartirlo y regalar el diseño al mundo** parece ser el ciclo de trabajo de estos creadores, que además no se limitan a usar solo la última tecnología, pero que la saben usar o aprenden rápido a usarla. Usan los medios digitales para compartir. En blog como [www.ikkaro.com](http://www.ikkaro.com) con experimentos caseros. En sitios como [www.instructables.com](http://www.instructables.com), donde la gente contribuye libremente y hasta se hacen concursos. En redes sociales como aquí en México, donde la comunidad se gesta en el grupo de FB Makers México



[\(https://www.facebook.com/groups/make-rmx/\)](https://www.facebook.com/groups/make-rmx/). En estos sitios encontrarás cómo hacer robots, controlar luces de tu casa, alimentar a tu gato o regar a tu planta por medio de Arduino o de otros dispositivos si ya sabes más electrónica. Aclaro que un maker no está obligado a saber electrónica; hay makers que trabajan con madera, cuero o hierro, pero aquí nos interesan más los robots. En nuestra región existe al menos un *FabLab*, que es un sitio donde se pueden llevar los diseños a construir y usas las máquinas de 3D o corte láser de un tamaño industrial, y hay al menos un makerspace, que es un sitio donde llegas con una idea personal y los compañeros te van guiando para ir la desarrollando, aprendiendo de electrónica, haciendo el diseño en 3d, imprimiendo, conectando y haciendo funcionar tu idea.

En lo personal estoy emocionado por el tiempo en que vivimos. No solo estamos viendo que los robots se hacen una realidad palpable, sino que estos desarrollos de tarjetas y otros dispositivos hacen que cualquiera que tenga un poco de disciplina pueda convertir una idea en un invento.

Esto es bueno porque permite a personas comunes participar del proceso de creación y de innovación,

haciéndole valorar sus propias capacidades y con esfuerzo y trabajo continuo se puede hacer, de manera muy sencilla, algo que 20 años atrás solo podían hacerse en los laboratorios de las universidades. La importancia de este movimiento para nuestra economía y desarrollo es evidente. No en balde Puerto Rico ha incluido el movimiento maker en su plan de desarrollo 2015-2021 (<http://tinyurl.com/qzlska3>), y hay quien se plantea el proyecto educativo de un robot por niño (<http://tinyurl.com/nmp2hcp>).

Así que ya no creo que encontremos ninguna persona que se comporte como la generación del bulbo en un futuro próximo.

Publicado originalmente en Saberes y Ciencias No. 43. (<http://saberesciencias.com.mx/2015/09/02/el-movimiento-maker-la-electronica-al-alcance-de-todos/>)

Para saber un poco más de Arduino y sus orígenes te recomiendo leer **Arduino: entender cómo funciona el mundo para poder cambiarlo** en <http://one.elpais.com/arduino-entender-funciona-mundo-poder-cambiarlo/>

## Baila como robot

¿Sabes lo que es un algoritmo?

Para darte una idea mira el siguiente video: <https://youtu.be/M8xtOinmByo>



¿Puedes reproducir a la primera este algoritmo de la marcha?

Wikipedia nos dice que un **Algoritmo**:

...es un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad. Dados un estado inicial y una entrada, siguiendo los pasos sucesivos se llega a un estado final y se obtiene una solución.

A veces a los algoritmos solo les llamamos **instrucciones**. Como cuando te dan las instrucciones para llegar a un sitio.

Vamos generar nuestros primeros algoritmos. Te recomiendo que los hagas en orden. Para realizarlos debes tener instalados los programas recomendados y realizar las conexiones que se te indican en cada caso.

```
sketch_jul16a Arduino 1.6.7
sketch_jul16a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

## Instalación

Para usar Arduino debes ir a la página <https://www.arduino.cc/> y descargar el software que corresponda a tu sistema operativo. Recomendamos tener el más actual. A veces hay que agregar algunos controladores para los puertos.

Una vez instalado podrás ver una interface gráfica, llamada IDE de Arduino, como la esta:

Un programa de Arduino tiene la forma siguiente:

```
sketch_jul16a Arduino 1.6.7
sketch_jul16a $
/* PROGRAMA ARDUINO - puedes escribir comentarios
en medio de estos símbolos */

/* Primero importamos las librerías que necesitaremos
en nuestro programa. Y también crearemos todas las
variables o necesitar*/

void setup(){
/* Esta sección se ejecutará una sola vez
cada que se inicie el programa.*/
}

void loop(){
/* Aquí escribiremos nuestro programa principal
y se ciclará hasta que le quitemos la corriente o
se agregue otro programa.*/
}

/* Independientemente de estas dos funciones principales,
podemos crear las funciones que nosotros creamos necesarias.*/
```

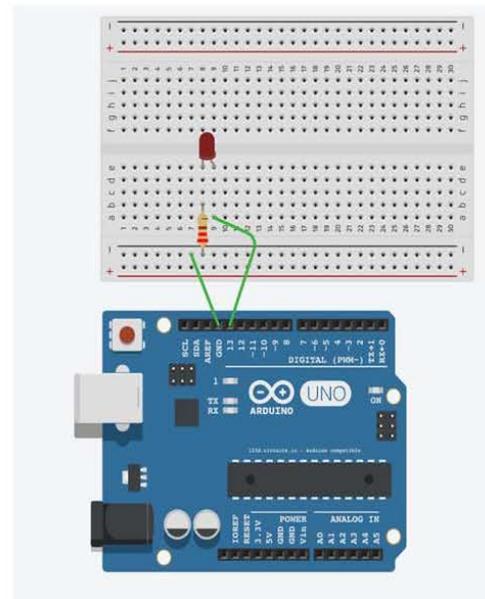
Veamos ahora el primer programa.

## Blink

Hace mucho tiempo, cuando alguien aprendía a algún lenguaje de programación, el primer programa que se

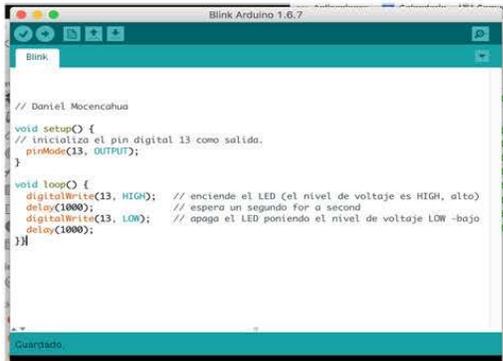
hacia mostraba la frase "Hola mundo" en el monitor.

El "hola mundo" en robótica es el **cepillrobot**. Puedes ver un video de un en acción aquí: <https://youtu.be/7tIDL6p9R4>



En el caso de Arduino es el programa de Blink.

La conexión de hardware es la siguiente. Nota que hemos colocado un

A screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink Arduino 1.6.7". The code editor shows the following code:

```
void setup() {  
  // inicializa el pin digital 13 como salida;  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // enciende el LED (el nivel de voltaje es HIGH, alto)  
  delay(1000);           // espera un segundo for a second  
  digitalWrite(13, LOW); // apaga el LED poniendo el nivel de voltaje LOW -bajo  
  delay(1000);  
}
```

LED con el ánodo al pin 13 y cátodo a tierra (GND).

### Lenguaje de programación de Arduino

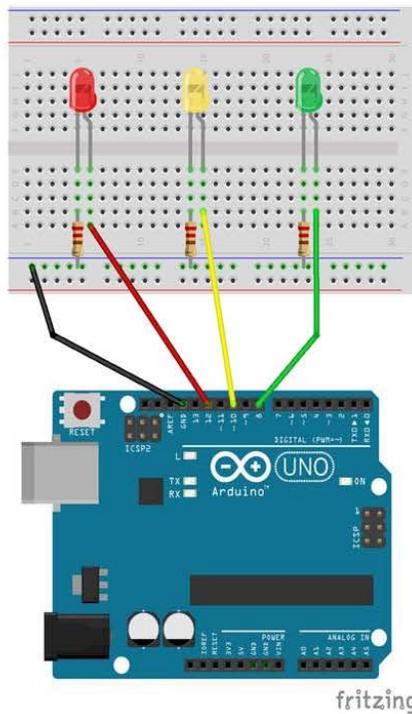
Si quieres saber más del lenguaje de programación de Arduino visita: <http://blog.grupolinda.org/files/File/arduino/Arduino2.pdf>

## Semáforo

Modificaremos el programa de Blink para que generemos un semáforo con la placa de Arduino.

Primero haremos las conexiones usando un protoboard.

Mira el programa:

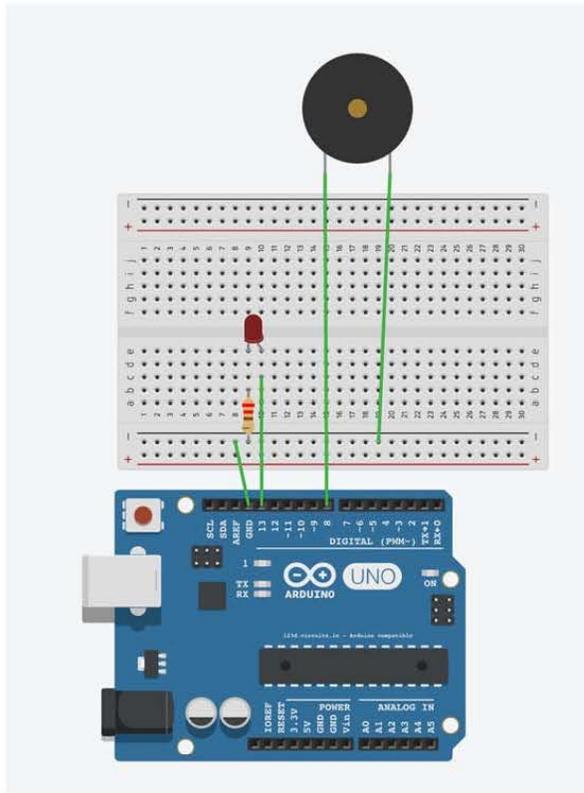


```
/* Makerbi: Daniel Mocencahua */  
/* Semáforo con LEDs */  
  
/* No hay librerías incluidas */  
  
/* Variables globales */  
const int Rojo = 12;  
const int Amarillo = 8;  
const int Verde = 4;  
  
/* Setup */  
void setup() {  
  pinMode(Rojo, OUTPUT);  
  pinMode(Amarillo, OUTPUT);  
  pinMode(Verde, OUTPUT);  
}  
  
/* Loop */  
void loop() {  
  digitalWrite(Rojo, HIGH);  
  delay(500);  
  digitalWrite(Amarillo, HIGH);  
  delay(500);  
  digitalWrite(Verde, HIGH);  
  delay(500);  
  digitalWrite(Rojo, LOW);  
  delay(500);  
  digitalWrite(Amarillo, LOW);  
  delay(500);  
  digitalWrite(Verde, LOW);  
  delay(500);  
}
```

## SOS

Ahora modificaremos un poco el programa de Blink para hacer la señal de auxilio en código morse.

El SOS consiste en tres pulsos cortos, luego tres largos y después tres cortos.



Mira el programa:

El circuito recomendado es el de la imagen.

Nota que el buzzer tiene polaridad y su negativo está a tierra.

Se usará el comando `tone`, que tiene la forma `tone(pin, frecuencia, duración)`; Si quieres detener el sonido generado por un tono puedes usar `noTone(pin)`.

```
/* Makerbi: Daniel Mocencahua */
/* S O S con tonos */

/* No hay librerías incluidas */

/* Variables globales */

const int piezo = 8;
const int led = 13;

/* Setup */
void setup() {
```

```

pinMode(led, OUTPUT);
}

/* Loop */
void loop() {

  /* S */
  tone(piezo, 261);
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(500);
  noTone(piezo);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(100);
  tone(piezo, 261);
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(500);
  noTone(piezo);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(100);
  tone(piezo, 261);
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(500);
  noTone(piezo);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(300);

  /* O */
  tone(piezo, 261);
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(1000);
  noTone(piezo);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(150);
  tone(piezo, 261);

```

```

digitalWrite(led, HIGH);
delay(1000);
noTone(piezo);
digitalWrite(led, LOW);
delay(150);
tone(piezo, 261);
digitalWrite(led, HIGH);
delay(1000);
noTone(piezo);
digitalWrite(led, LOW);
delay(300);

/* S */
tone(piezo, 261);
digitalWrite(led, HIGH);
delay(500);
noTone(piezo);
digitalWrite(led, LOW);
delay(100);
tone(piezo, 261);
digitalWrite(led, HIGH);
delay(500);
noTone(piezo);
digitalWrite(led, LOW);
delay(100);
tone(piezo, 261);
digitalWrite(led, HIGH);
delay(500);
noTone(piezo);
digitalWrite(led, LOW);
delay(1000);
}

```

## Potencias de diez

En la ciencia y en la tecnología es muy común usar cantidades en potencias de diez, las recordamos ahora. En electrónica es común usar G, M, k,  $\mu$ , n y p. Por ejemplo 2GHz, 1MV, kW,  $\mu$ s, nF, pF.

Una resistencia puede escribirse como 2.2k $\Omega$  por 2200 Ohms. En la práctica se dice 2.2k y ya se sabe a qué se refiere.

Multiplicador	Prefijo	Símbolo	Nombre	Sustantivo
$10^{24}$	yotta	Y	cuatrillón	unidad de cuatrillón
$10^{21}$	zetta	Z	mil trillones	unidad de trillón
$10^{18}$	exa	E	un trillón	unidad de trillón
$10^{15}$	peta	P	mil billones	millar de billón
$10^{12}$	tera	T	un billón	unidad de billón
$10^9$	giga	G	millardo	millar de millón
$10^6$	mega	M	un millón	unidad de millón
$10^5$	miria		diez mil	decena de millar
$10^3$	kilo	k	mil	millar
$10^2$	hecto	h	cien	centena
$10^1$	deca	da	diez	decena
$10^0$	-	-	uno	unidad
$10^{-1}$	deci	d	décimo	
$10^{-2}$	centi	c	centésimo	
$10^{-3}$	mili	m	milésimo	
$10^{-4}$			diezmilésimo	
$10^{-5}$			cienmilésimo	
$10^{-6}$	micro	$\mu$	millonésimo	
$10^{-9}$	nano	n	milmillonésimo	
$10^{-12}$	pico	p	billonésimo	
$10^{-15}$			milbillonésimo	
			trillonésimo	
			cuatrillonésimo	



potencias en general te recomiendo ver este capítulo de Troncho y Poncho.

<https://youtu.be/A55XWvZVWGY>

Si no  
recuerdas  
como se  
comportan  
las

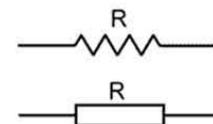
## Componentes electrónicos

Comentamos detalles de algunos componentes que usamos en esta sesión.

### La resistencia

Componente eléctrico que modifica el paso de la corriente.

Símbolo eléctrico



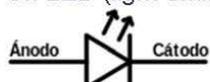
### Código de colores de una resistencia

Color de la banda	Valor de la 1ª cifra significativa	Valor de la 2ª cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia	Coefficiente de temperatura
Negro	0	0	1	-	-
Marrón	1	1	10	±1%	100ppm/°C
Rojo	2	2	100	±2%	50ppm/°C
Naranja	3	3	1 000	-	15ppm/°C
Amarillo	4	4	10 000	±4%	25ppm/°C
Verde	5	5	100 000	±0,5%	20ppm/°C
Azul	6	6	1 000 000	±0,25%	10ppm/°C
Morado	7	7	10 000 000	±0,1%	5ppm/°C
Gris	8	8	100 000 000	±0.05%	1ppm/°C
Blanco	9	9	1 000 000 000	-	-
Dorado	-	-	0,1	±5%	-
Plateado	-	-	0,01	±10%	-
Ninguno	-	-	-	±20%	-

Te puedes apoyar con esta página interactiva para verificar los valores de tus resistencias <http://www.inventable.eu/paginas/ResCalculatorSp/ResCalculatorSp.html>

## LED

Un LED (light-emitting diode) es un Diodo Emisor de Luz con símbolo eléctrico



Y algunas de sus características son:

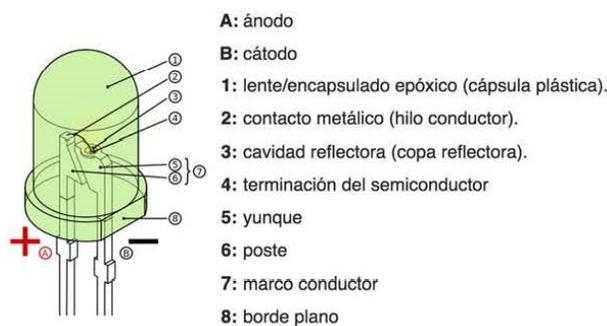


Imagen de wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Led>

# Sesión 2. Mirada de robot: sensores

## Sensores

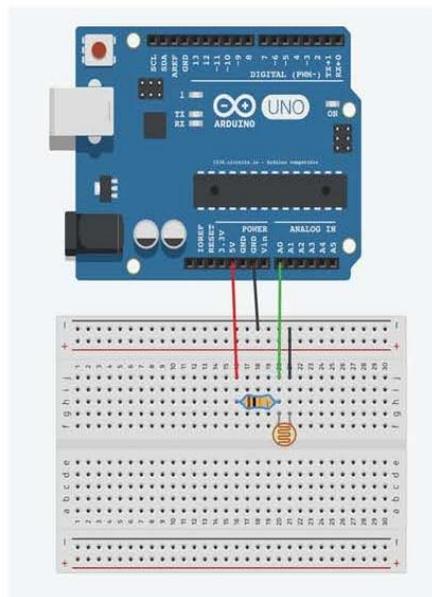
Los sensores electrónicos son dispositivos capaces de detectar magnitudes del medio ambiente y transformarlas en señales electrónicas. Hay muchos tipos de sensores, como los que detectan luz, sonido, humedad, flujo de agua, gases, campo magnético, entre otros.

Empezaremos con un sensor de luz y otro de sonido, pero antes hablamos un poco de como conectarlos a Arduino.

## Entradas analógicas y digitales

En Arduino podemos disponer de entradas analógicas y entradas digitales.

Las entradas digitales detectan valores alto o bajo, 0v o 5v. El comando **digitalRead(pin)** lee el voltaje de entrada del pin y devuelve el valor alto (HIGH) o bajo (LOW). Nota que Arduino uno tiene 14 entradas digitales.



Las analógicas detectan un rango de entrada desde cero hasta un máximo de 5v, y lo mapean en un número entero que va de 0 hasta 1023 mediante el comando **analogRead(pin)**. Las entradas analógicas están etiquetadas con una A, como A0, A1, etc. Como entregan una mayor resolución (mas valores) que las entradas digitales es recomendable usar el puerto de comunicación serial para ver los valores en la pantalla de nuestra computadora.

## Fotorresistencias

Las fotorresistencias, o LDR por sus siglas en inglés, son resistencias que varían con la intensidad de luz que inciden en ellas. Son un tipo de fotosensor. Un uso muy común de las LDR es en las lámparas de jardín, o de las calles, que se encienden cuando anochece.

Mira este ejemplo de un fotosensor:



<https://youtu.be/Sd-5lr3MDcw>

## LDR Usando el puerto serial

Para este proyecto usaremos una LDR y una resistencia de 10k, con la siguiente configuración.

En el código usaremos el puerto serial para ver los cambios de la variable que entrega la LDR.

```

/* Makerbi: Daniel Mocencahua */
/* Fotorresistencias */
/* Este programa permite leer el valor de
una fotorresistencia
y visualizar ese valor en el monitor serial */

/* No hay librerías incluidas*/

/* Variables globales */
const int pinLDR = A0;

int valorAnalogico = 0;

/* Setup*/
void setup() {

  pinMode(pinLDR, INPUT);

  Serial.begin(9600); /* Inicializa la
comunicacion serial,
este valor es muy importante y depende de
cada placa */
}

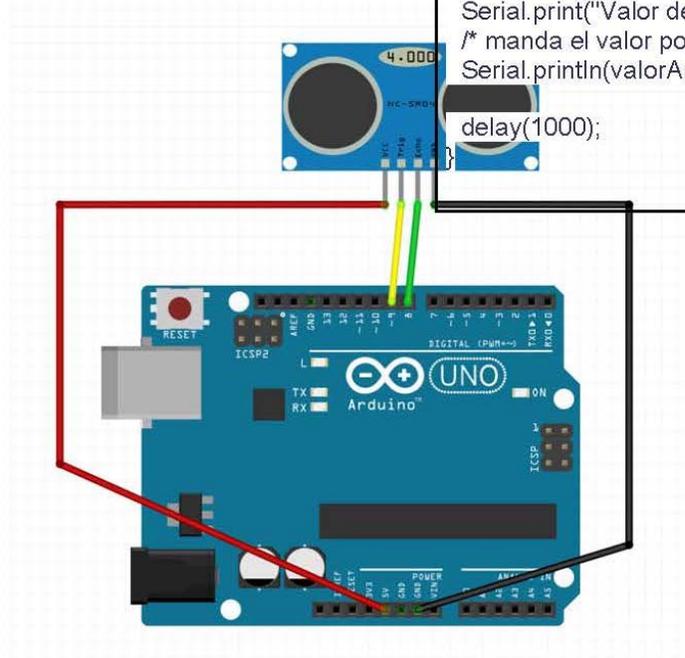
/* Loop */
void loop() {

  valorAnalogico = analogRead(pinLDR);

  Serial.print("Valor de la fotorresistencia = ");
  /* manda el valor por el serial */
  Serial.println(valorAnalogico);

  delay(1000);
}

```



## Ultrasonicos

Los sensores ultrasónicos tienen un comportamiento parecido al de los murciélagos, ya que lanzan un sonido de muy alta frecuencia (ultrasonico), que rebota contra los objetos,

midiendo el tiempo en que regresa el eco del sonido se sabe a qué distancia está el objeto. Para esta sesión usaremos esta disposición.

Estamos usando un sensor HC-SR04 y debemos descargar una librería para poder usarlo. ¿Cómo instalar una librería de Arduino? Revisa este tutorial: <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/como-instalar-una-libreria-de-arduino/>

La librería a descargar es NewPing de <http://playground.arduino.cc/Code/NewPing#Download>

El código sería así

```
/* Makerbi: Daniel Mocencagua */
/* Ultrasónico */
/* Este programa indica
distancias a partir de las
lecturas de un sensor ultrasónico
*/

/* Librería incluida */
#include <NewPing.h>

/*Aquí se configuran los pines
donde debemos conectar el
sensor*/
#define TRIGGER_PIN 12
#define ECHO_PIN 11
#define MAX_DISTANCE 200

/*Crear el objeto de la clase
NewPing*/
NewPing sonar(TRIGGER_PIN,
ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  /* Esperar medio segundo entre
mediciones */
  delay(500);
  /* Obtener medición de tiempo
de viaje del sonido y
guardar en variable uS */
  int uS = sonar.ping_median();
  /* Imprimir la distancia medida a
la consola serial */
  Serial.print("Distancia medida:
");
  /* Calcular la distancia con base
en una constante */
  Serial.print(uS /
US_ROUNDTRIP_CM);
  Serial.println("cm");
}
```

## Sentencias de control

Son instrucciones para tomar decisiones y hacer diversas repeticiones de acuerdo a los parámetros en sus enunciados. Podemos separarlas en dos tipos: condicionales y de ciclos.

**Condicionales** Las sentencias condicionales definen la decisión después de evaluar condiciones lógicas, y son el **If** y **Switch/case**.

Forma del If

```
if(entrada < valorfijo)
{
  Acción para valores menores
} else
  Acción para valores mayores
}
```

Forma del Switch/case

```
switch(var){
case 1:
  acción para el primer caso
  break;
case 2:
  acción para el segundo caso
default:
  acción si no ocurren los otros casos
}
```

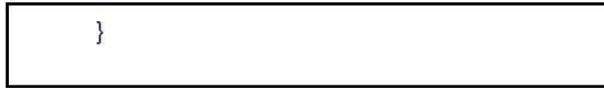
**Ciclos** Los ciclos repiten lo que se encuentre dentro de ellos. Se tiene al **For (por)** y el **While (mientras)**.

Forma del For

```
for(int a=0; a>10; a++) {
  acción a repetir
}
```

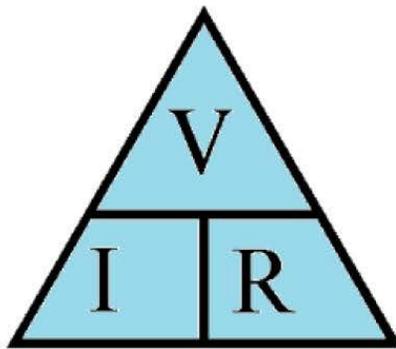
Forma del While

```
while(var<200) {
  acción a repetir
  var++;
}
```



## Ley de Ohm

La ley de Ohm dicta que la corriente (I) que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional al voltaje (V) e inversamente proporcional a la resistencia (R).



$$V = I \times R$$

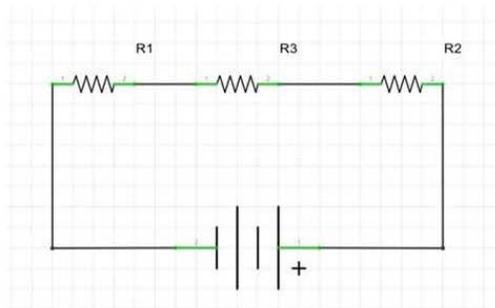
$$I = V / R$$

$$R = V / I$$

Triangulo Ley de Ohm

Hay dos configuraciones básicas para conectar resistencias.

### Resistencias en serie



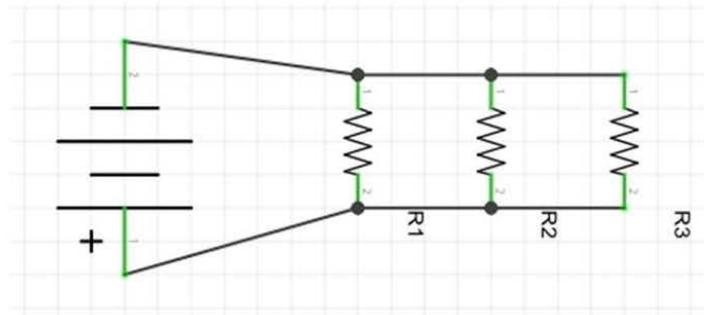
La **corriente total** es igual a corriente en R1, igual a R2 e igual a R3.

La **resistencia total** es igual a la suma de todas las resistencias.

El **voltaje total** es igual a la caída de tensión en R1 más la caída de tensión en R2, más la caída de tensión en R3.

### Resistencias en paralelo

La corriente total en este circuito es igual a la suma de las corrientes de cada una de las



ramas del circuito. La inversa de la resistencia total es igual a la suma de las inversas de cada una de las resistencias que componen el circuito. La tensión total es igual a la tensión en cualquier rama del circuito.

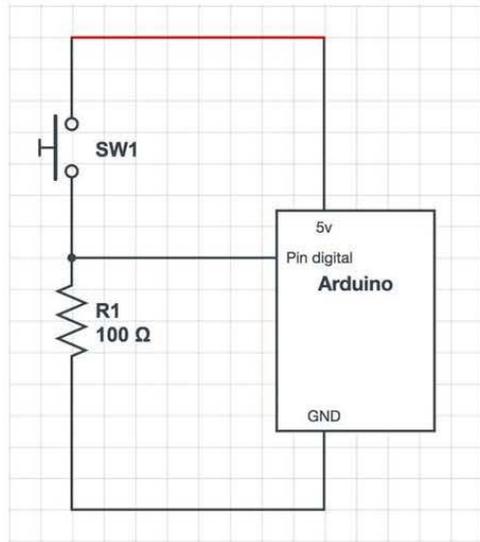
#### Para leer más

Fotorresistencias:

[http://www.itlalaquna.edu.mx/academico/carreras/electronica/opteca/optopdf2\\_archivos/unidad2tema2.pdf](http://www.itlalaquna.edu.mx/academico/carreras/electronica/opteca/optopdf2_archivos/unidad2tema2.pdf)

# Sesión 3 Botones y ultrasónicos

## Botones



Un botón de presión o push button es un interruptor que permanece normalmente abierto, hasta que se presiona, cierra y deja pasar la corriente. Por lo mismo sirve como un sensor digital y lo conectaremos a Arduino a un pin digital. Sin embargo, se debe conectar por medio de una resistencia a tierra en una configuración llamada pull down.

Esta ayuda a definir correctamente un voltaje alto o bajo. Sin ella Arduino podría marcar errores.

Vamos a hacer que un LED se prenda cuando se oprime el botón. La configuración de hardware es:



El programa usado es:

```
/* Makerbi: Daniel Mocencagua */  
/* Botón para encender un led */  
  
/* No hay librerías incluidas*/  
  
/* Variables globales */
```

```

const int pinBoton = 12;
const int pinLed = 9;
int estadoBoton = 0; /*variable estado del botón*/

void setup() {
  pinMode(pinLed, OUTPUT);
  pinMode(pinBoton, INPUT);
}

void loop() {
  estadoBoton = digitalRead(pinBoton);

  /* chequea el estado del botón con un if */

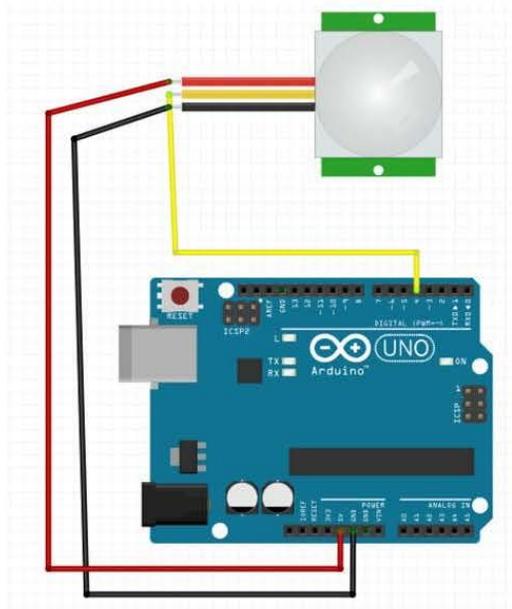
  if (estadoBoton == HIGH) {
    /* si es HIGH, el botón está oprimido y enciende el led */
    digitalWrite(pinLed, HIGH);
  }
  else
  {
    /* si es LOW, el botón no está oprimido y apaga el led */
    digitalWrite(pinLed, LOW);
  }
}

```

## PIR

Ahora activaremos un LED a partir de un movimiento. Para esto usaremos un sensor PIR (Passive Infrared

Pyroelectric). el cual mide radiación infrarroja.



La configuración en hardware es como se aprecia en la imagen. Este sensor ya tiene la electrónica necesaria para conectarlo directamente a Arduino por lo que solo lo alimentamos directamente de la placa.

La salida del sensor se conecta a una salida digital.

El código queda

```

/* Makerbi: Daniel Mocencahua */
/* Sensor PIR */

/* No hay librerías incluidas*/

/* Variables globales */

int led = 13;          // Define LED como
Pin 13
int sensor = 4;       // Define que el
Sensor conectado al Pin 4

```

```

int state = LOW;      // Detección de
movimiento
int val = 0;          // Estado de inicio
del sensor

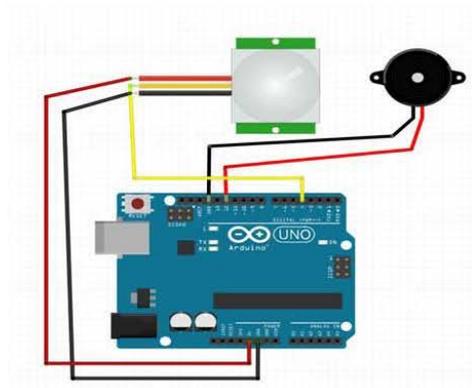
void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT); // inicializa
el LED como output
  pinMode(sensor, INPUT); // inicializa
el sensor como input
  Serial.begin(9600);    // Define la
comunicación serial
}

void loop(){
  val = digitalRead(sensor); // Lee el
valor del sensor
  if (val == HIGH) {      // Si el sensor
marca alto
    digitalWrite(led, HIGH); // prende el
LED
    delay(100);           // espera 100
milisegundos

    if (state == LOW) {
      Serial.println("Movimiento
detectado");
      state = HIGH;      // Actualiza la
variable de estado a HIGH
    }
  }
  else {
    digitalWrite(led, LOW); // Apaga el
LED
    delay(200);          // espera 200
milisegundos

    if (state == HIGH){
      Serial.println("Movimiento
detenido");
      state = LOW;      // actualiza la
variable de estado en LOW
    }
  }
}

```



Podemos armar una sencilla alarma agregando un buzzer.

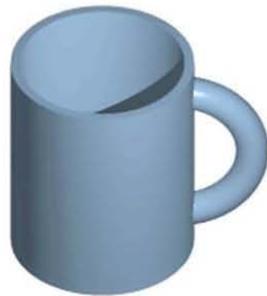
Solo agregamos abajo de donde prende el LED:

```
tone(12, 600);
```

Y abajo de donde apaga el LED:

```
noTone(12);
```

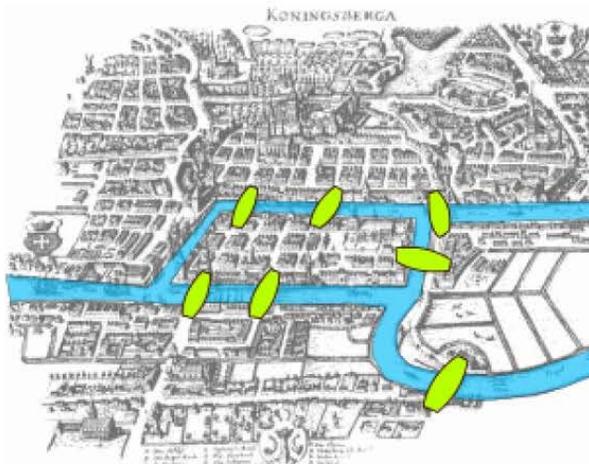
## Topología



En el año de 1736 no había pantallas, ni radio, ni nada con que entretenerse en un domingo cualquiera. En una ciudad como Königsberg (antes de Prusia, ahora de Rusia), solo quedaba caminar por las calles de la ciudad.

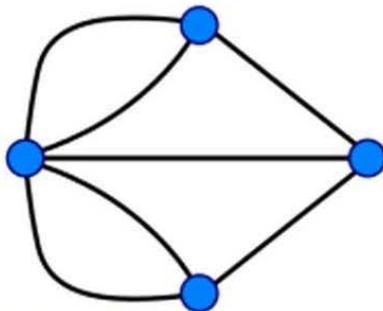
A Euler le preguntaron si era posible encontrar un recorrido para cruzar a pie toda la ciudad, pasando sólo una vez por cada uno de los puentes, y regresando al mismo punto de inicio. Esta pregunta se conoció como el problema de los siete puentes de Königsberg.

(Un topólogo no distingue una dona de una taza)



La ciudad de Koningsberg en la época de Euler (Wikipedia).

Una de las habilidades de un matemático es el de quitar aquellos elementos que están demás en un problema y quedarse con aquello que es intrínseco al problema y usarlo para la solución. Así que Euler cambió el mapa de la ciudad por lo que más tarde se conocería como grafo, un dibujo como el de la imagen 2.



Grafo de Euler para el problema de los puentes

Nota que en este dibujo no importan las distancias (el problema no las pide), sino las relaciones entre los puntos de partida y de llegada. Por ejemplo, el punto de la extrema izquierda tiene cinco líneas de conexión (que representan a cinco puentes). Al no hablar de distancias ya no hablamos de geometría, sino de Topología<sup>1</sup>. Y este problema es reconocido como uno de los primeros problemas topológicos resueltos. Ya que Euler lo resolvió muy fácilmente como bien explican en Wikipedia<sup>2</sup>.

En nuestro caso la topología nos ayuda a visualizar que no es lo mismo las resistencias en serie o en paralelo.

---

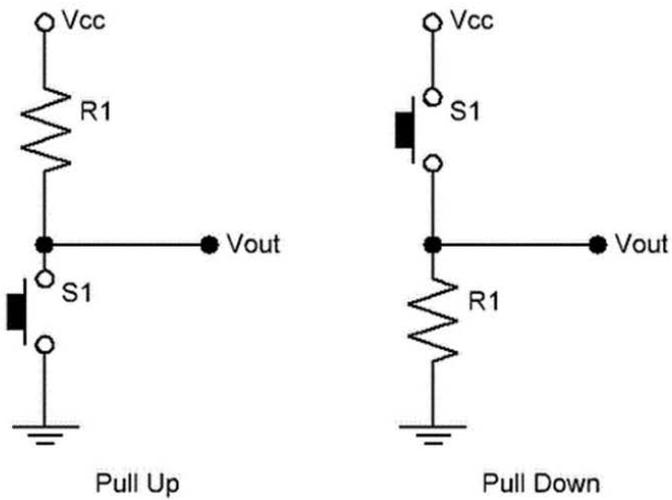
<sup>1</sup> Lee el texto completo en <http://radiobuap.com/2016/07/todos-estamos-conectados/>

<sup>2</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Problema\\_de\\_los\\_puentes\\_de\\_K%C3%B6nigsberg](https://es.wikipedia.org/wiki/Problema_de_los_puentes_de_K%C3%B6nigsberg)

O como la broma de que a veces aparece en las redes sociales:



Es muy importante diferenciar también la conexión de las resistencias Pull Down y Pull Up<sup>3</sup>.



[www.TuElectronica.es](http://www.TuElectronica.es)

<sup>3</sup> Como bien nos explican en <http://www.tuelectronica.es/tutoriales/electronica/resistencia-pull-up-y-pull-down.html>

# Sesión 4. Motores y ángulos

## Servomotores

Aunque existen muchos tipos de motores, empezaremos con los más simples de conectar que son los servomotores.

Estos son motores de corriente directa que tienen integrado un circuito y un sensor que le permite hacer movimientos en precisión de grados.

La disposición mas simple esta.

El código queda

```
/* Makerbi: Daniel Mocencagua */
/* Mueve un servo de 0 a 180 grados
y después en sentido inverso */

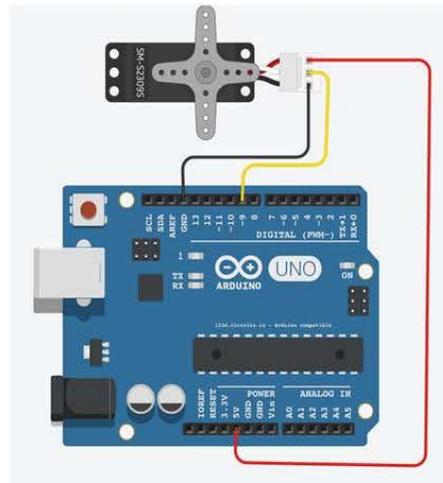
/* incluimos la biblioteca Servo */
#include <Servo.h>

Servo miservo; /* crea un objeto
servo para controlar el motor */

void setup() {
  miservo.attach(9); /* liga servo a
pin 9 */
}

void loop() {
  for (int angulo = 0; angulo < 180;
angulo += 1) { /* un ciclo para mover
el servo entre los 0 y los 180 grados*/
    miservo.write(angulo); /*
manda al servo la posicion */
    delay(15); /*espera
unos milisegundos para que el servo
llegue a su posicion*/
  }

  for (int angulo = 180; angulo >= 1;
angulo -= 1) { /* un ciclo para
```

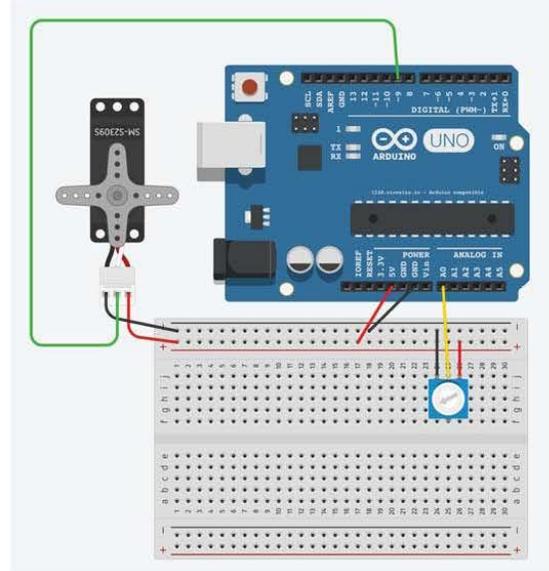


```
mover el servo entre los 180 y los 0
grados*/
  miservo.write(angulo); /*
manda al servo la posicion */
  delay(15); /* espera
unos milisegundos para que el servo
llegue a su posicion */
}
}
```

Podemos mover el servo con un sensor analógico, como un potenciómetro.

El programa lee el valor de potenciómetro, entre 0 y 1023 y lo convierte a un valor entre 0 y 1.

```
/* Makerbi: Daniel Mocencagua*/  
  
/* Mover servo con un potenciómetro */  
  
/* incluye la biblioteca Servo */  
  
#include <Servo.h>  
Servo miservo;  
  
const int pinServo = 9; /* pin del servo */  
const int pinPotenciometro = A0; /* pin del pot */  
  
int valPot = 0; /* variable para guardar el valor del pot*/  
  
int angulo = 0; /* variable para guardar la posicion del servo */  
  
void setup() {  
  miservo.attach(pinServo); /* liga el servo al pin 9*/  
}  
void loop() {  
  valPot = analogRead(pinPotenciometro);  
  /* lee el valor del potenciometro */  
  angulo = map(valPot, 0, 1023, 0, 180); /* convierte el valor del potenciometro a valor de servo */  
  miservo.write(angulo); /* manda al servo la posicion */  
  
  delay(15);  
}
```



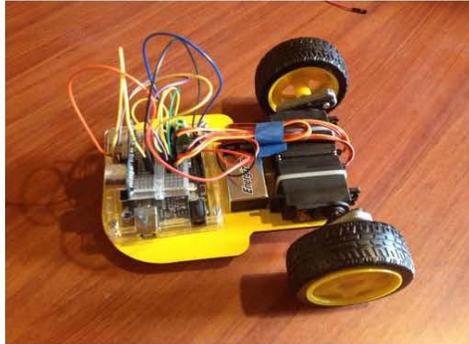
# Sesión 5. Un robot en acción

## Armando el robot

Integrando los elementos anteriores podemos hacer un robot móvil sencillo<sup>4</sup>.

Esta es mi versión con la base que manejamos en el taller, pero con un minoproto.

Se fijan los servos a la base, y se pone la rueda loca al frente. Se usará además un sensor ultrasónico y un botón. El botón se conecta al pin 2 (recuerda su resistencia pull down de 10 a tierra) y el ultrasónico conectado al pin 8 para trig y 9 para echo. Los servos se conectan a los pines 13 para el izquierdo y 12 para el derecho. Para el código se incluye la librería Servo.h.



<sup>4</sup> Basado en <http://www.instructables.com/id/Building-a-Simple-Arduino-Robot/>

Como se usarán servos de rotación continua se escribirá 0 o 180 para definir el sentido de giro.

```

/* Makerbi: Daniel Mocencahua */

/* Librería incluida */
#include <Servo.h>

/* crea objeto servo */
Servo leftMotor;
Servo rightMotor;

const int serialPeriod = 250;
// imprime al serial cada 250 ms
unsigned long timeSerialDelay = 0;

const int loopPeriod = 20;
// un ciclo de 20ms = una frecuencia
de 50Hz
unsigned long timeLoopDelay = 0;

// especifica los pines de trig y
echo del sensor
const int ultrasonic2TrigPin = 8;
const int ultrasonic2EchoPin = 9;

int ultrasonic2Distance;
int ultrasonic2Duration;

// define los estados
#define DRIVE_FORWARD 0
#define TURN_LEFT 1

int state = DRIVE_FORWARD; // 0
= drive forward (DEFAULT), 1 =
turn left

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  // ultrasonic sensor pin
  configurations
  pinMode(ultrasonic2TrigPin,
  OUTPUT);
  pinMode(ultrasonic2EchoPin,
  INPUT);

```

```

leftMotor.attach(13);
rightMotor.attach(12);
}

void loop()
{
  debugOutput(); // prints
  debugging messages to the serial
  console

  if(millis() - timeLoopDelay >=
  loopPeriod)
  {
    readUltrasonicSensors(); //
    read and store the measured
    distances

    stateMachine();

    timeLoopDelay = millis();
  }
}

void stateMachine()
{
  if(state == DRIVE_FORWARD)
  // no obstacles detected
  {
    if(ultrasonic2Distance > 6 ||
    ultrasonic2Distance < 0) // if there's
    nothing in front of us (nota:
    ultrasonicDistance will be negative
    for some ultrasonics if there's
    nothing in range)
    {
      // drive forward
      rightMotor.write(180);
      leftMotor.write(0);
    }
    else // there's an object in
    front of us
    {
      state = TURN_LEFT;
    }
  }
  else if(state == TURN_LEFT) //

```

```

obstacle detected -- turn left
{
    unsigned long timeToTurnLeft
    = 1100; // it takes around 1.1
    seconds to turn 90 degrees

    unsigned long turnStartTime =
    millis(); // save the time that we
    started turning

    while((millis()-turnStartTime) <
    timeToTurnLeft) // stay in this loop
    until timeToTurnLeft (1.1 seconds)
    has elapsed
    {
        // turn left
        rightMotor.write(180);
        leftMotor.write(180);
    }

    state = DRIVE_FORWARD;
}

void readUltrasonicSensors()
{
    // ultrasonic 2
    digitalWrite (ultrasonic2TrigPin,
    HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    // must keep the trig pin high for at
    least 10us
    digitalWrite(ultrasonic2TrigPin,
    LOW);

    ultrasonic2Duration =
    pulseIn(ultrasonic2EchoPin,
    HIGH);
    ultrasonic2Distance =
    (ultrasonic2Duration/2)/29;
}

void debugOutput()
{
    if((millis() - timeSerialDelay) >
    serialPeriod)

```

```

{
    Serial.print("ultrasonic2Distance: ");

    Serial.print(ultrasonic2Distance);
    Serial.print("cm");
    Serial.println();

    timeSerialDelay = millis();
}

```

## ¿Qué es un robot?

El primer robot real fue creado por Joseph Engelberger y George Devol en 1961. Era un brazo robótico llamado Unimate. Y no hay una definición aceptada universalmente acerca de lo que es un robot. El mismo Engelberger dijo alguna vez “no puedo decir lo que es un robot, pero reconozco uno en cuanto lo veo”

Con el paso del tiempo he definido un robot como un artefacto hecho por el hombre para asumir una tarea y que cuenta con sensores, actuadores, cerebro y fuente de poder.

Los sensores (como el ultrasónico) permiten al robot ver fuera de si y sentir el medio ambiente. Los actuadores le permiten moverse. La fuente de poder da energía a todo el sistema y el cerebro verifica si se está realizando la tarea encomendada o hay que hacer correcciones.

Con esta definición podemos aceptar como robot a las criaturas de Theo Jansen, las cuales viven en las playas y se mueven mediante las corrientes de aire<sup>5</sup>, contando con un cerebro analógico (unas botellas de agua) para no perderse en el mar.

## Geometría: transformaciones afines

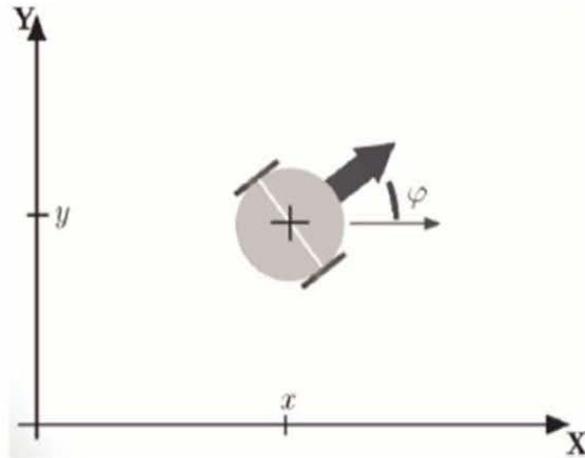
Tanto Devol como Engelberger eran admiradores de Isaac Asimov, quien en sus narraciones inventó la palabra robótica e inventó las leyes de la robótica. Estas eran una herramienta literaria para evitar caer en escenarios catastróficos como los de Terminator. Sin embargo, el mismo desarrollo de los robots en sus narraciones, alterando estas leyes de modo mínimo, permitía aventuras muy interesantes.

Falta poco para que exista una inteligencia artificial como la de las películas y la literatura, que necesite las leyes de Asimov para no atacar a los humanos. Sin embargo, las leyes que siguen actualmente los robots son leyes mucho más simples: pura matemática.

El robot que acabamos de hacer es un robot móvil en configuración diferencial y para describir su movimiento se necesitan algunos elementos matemáticos. En particular platicamos de las transformaciones afines. En geometría una transformación afín es un cambio de una figura que no le afecta en su colinealidad, es decir, dos puntos en una recta siguen estando en la recta transformada.

En el caso de nuestro robot las transformaciones que nos interesan son principalmente la rotación y la traslación.

<sup>5</sup> Miralas en este video: [https://www.ted.com/talks/theo\\_jansen\\_creates\\_new\\_creatures?language=es](https://www.ted.com/talks/theo_jansen_creates_new_creatures?language=es)



Collazo<sup>6</sup> nos muestra que si tomamos como referencia la imagen de la arriba, la ley de movimiento del robot estará dada por los valores de  $x'$  y  $y'$  si conocemos el radio  $r$  de las ruedas del robot, el ángulo en que está dirigido y las velocidades angulares de las ruedas.

Esto usando las fórmulas que aquí vemos:

$$\begin{aligned}
 x' &= \frac{-r \sin \phi}{2} w_i - \frac{r \sin \phi}{2} w_d \\
 y' &= \frac{r \cos \phi}{2} w_i + \frac{r \cos \phi}{2} w_d \\
 \phi' &= \frac{-r}{b} w_i + \frac{r}{b} w_d
 \end{aligned}$$

## Mapas para robots

Imagina que quieres que un robot se desplace por una casa. Puedes obtener un plano de la casa y lo cargas en la computadora que planificará la trayectoria del robot. A veces lo primero que se hace es mandar a un robot que lentamente vaya moviéndose

<sup>6</sup> <http://www.mecamex.net/anterior/cong08/articulos/58.pdf> ver también <http://web.usbmed.edu.co/usbmed/fing/v5n1/v5n1a3>



por la habitación, recorriéndola palmo a palmo, pero con un sistema que detecte su posición exacta respecto a alguna posición fija o punto de inicio. Así sabe en qué coordenadas está a cada momento. Cada vez que se detiene gira para que sus sensores revisen la habitación. Generalmente estos sensores pueden ser sonares. Así que con sonidos ultrasónicos se va generando una imagen tridimensional de la habitación, y es el mapa para el robot.

Imagina ahora que no solo has hecho el mapa de una habitación, sino que has hecho la imagen ultrasónica de un departamento y deseas que el robot se dirija desde la sala hasta el comedor para traerte una bebida.

Entonces las computadoras generan distintas trayectorias y elige la mejor según algún criterio: menor distancia, menor tiempo, menor costo de energía, menos número de vueltas. Ya elegida el robot va hacia el comedor siguiendo la ruta trazada. Pero puede ocurrir que se atravesase una persona, o un gato u ¡otro robot! Su computadora de a bordo debe reaccionar a lo que sus sensores le indiquen y decidir si se detiene o se desvía. Y luego continuar hasta llegar a la meta<sup>7</sup>. Usando la geometría que mencionábamos arriba, el robot se mueve para lograr su tarea.

---

<sup>7</sup> Lee más de esto en <http://radiobuap.com/2016/06/mapas-para-robots/>



# Ecología y Evolución

Instructor: Dr. Ramón Rojas González

email: [ramón.rojas@inapesca.sagarpa.gob.mx](mailto:ramón.rojas@inapesca.sagarpa.gob.mx)

Instituto Nacional de Pesca



Taller de Ciencia para Jóvenes Campeche

Curso:

**Ecología: Una ciencia biológica para entender casi todo.**

¿Qué sabes de la ecología? No es reciclar o cuidar el medio ambiente. La ecología es una ciencia biológica que surgió con la propuesta de la teoría de la evolución y que tiene el enorme reto de entender la relación de los organismos con otros organismos en el contexto del ambiente donde se desarrollan; esta ciencia considera aspectos genéticos, evolutivos y del desarrollo para poner a prueba sus hipótesis. El conocimiento de la ecología permite proponer estrategias de manejo de los recursos naturales encaminadas a la sustentabilidad, es decir para aprovechar los recursos biológicos con el menor riesgo de perderlos. En este curso se pretende que te acerques a esta fascinante rama de la biología.

**Primer día:** La ciencia y su forma de entender el mundo.

**Segundo día:** Ecología: Una ciencia polimórfica.

**Tercer día:** Aprovechar sin conocer: receta para la extinción.

**Cuarto día:** Ejemplo de manejo sustentable: Visita a la granja: Biosistemas Productivos Cocodrilo.

**Quinto día:** Ecología y evolución: A buen amigo, buen abrigo.



# Biocatálisis

Instructor: Dr. Yuri Jorge Peña Ramírez

email: [ypena@ecosur.mx](mailto:ypena@ecosur.mx)

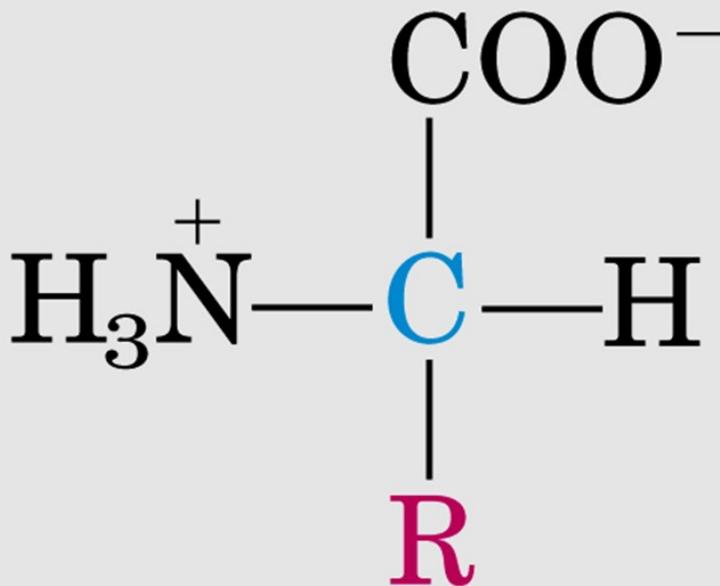
El Colegio de la Frontera Sur

## proteína.

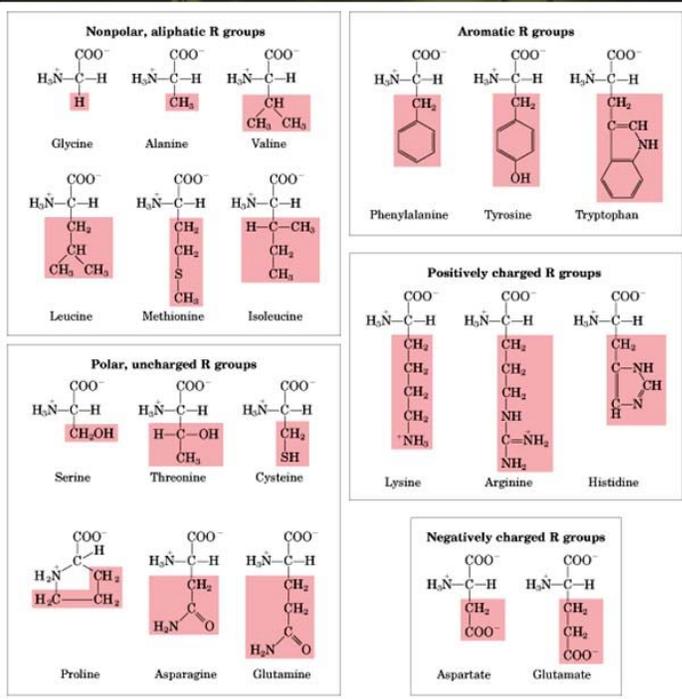
(Del fr. *protéine*, y este del gr. πρωτεῖος, preeminente, de primera calidad, e *-ine*, *-ina*).

1. f. Sustancia constitutiva de la materia viva, formada por una o varias cadenas de aminoácidos

## Aminoácidos



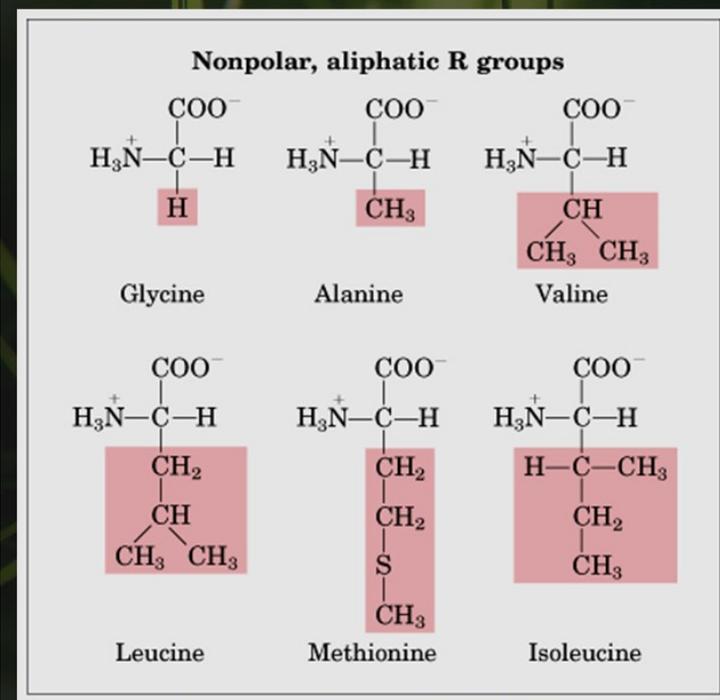
# La caja bioquímica de herramientas



20 herramientas distintas

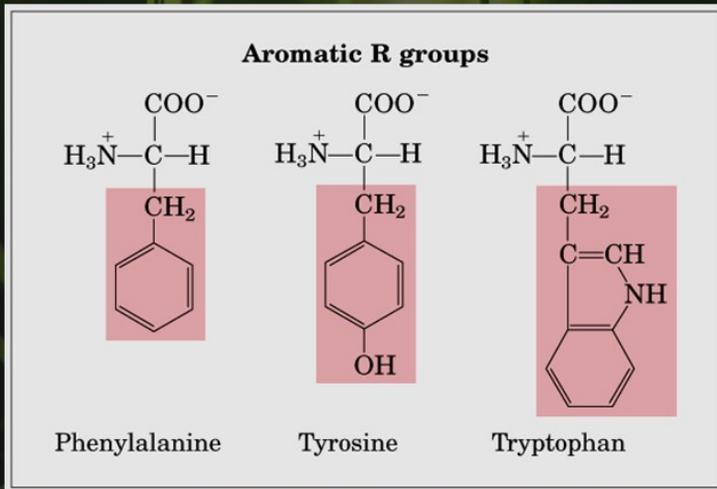


## Aminoácidos alifáticos no polares

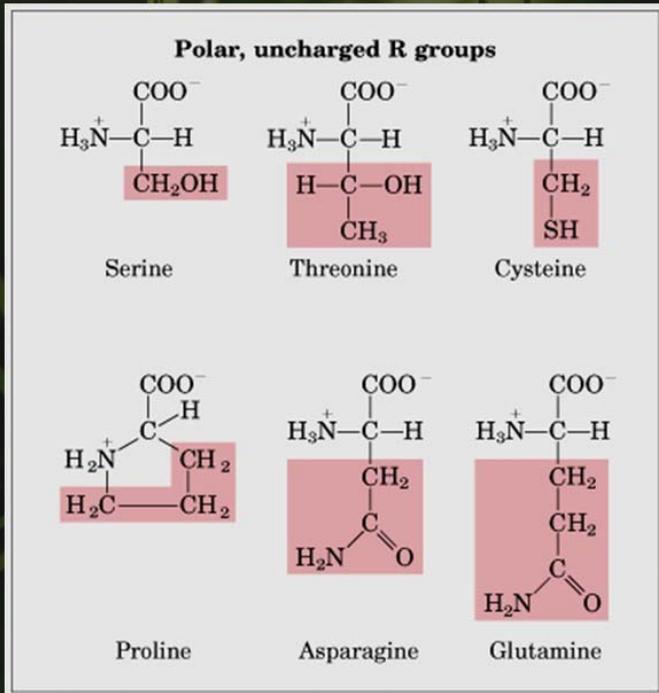


© School Division, Houghton Mifflin Company

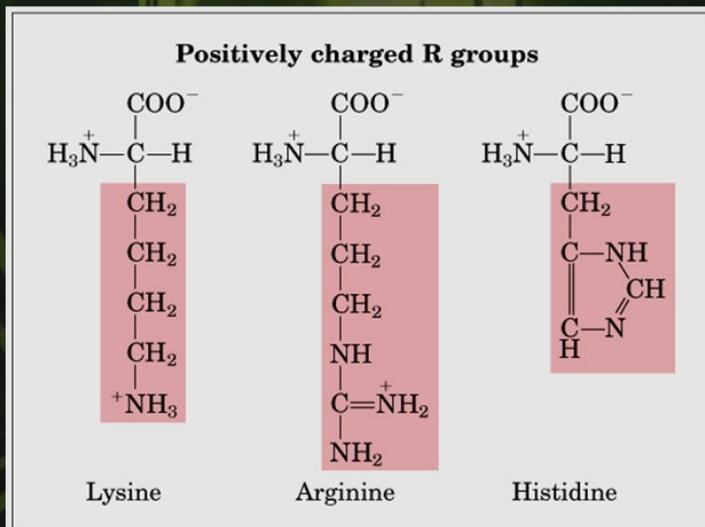
# Aminoácidos aromáticos



## Aminoácidos polares sin carga

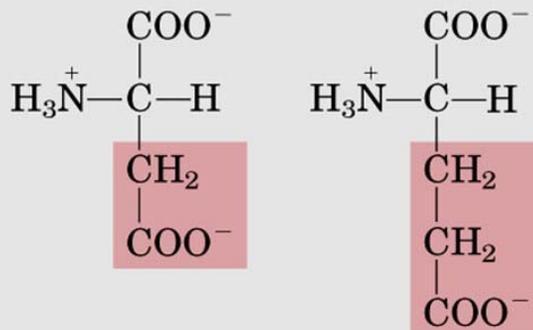


## Aminoácidos con carga positiva



## Aminoácidos con carga negativa

### Negatively charged R groups



Aspartate

Glutamate



## La estructura y las propiedades permiten la función:



( ) Apretar / aflojar tuercas

( ) Apretar / aflojar tornillos

( ) Perforar

( ) Recoger material

( ) Golpear, romper

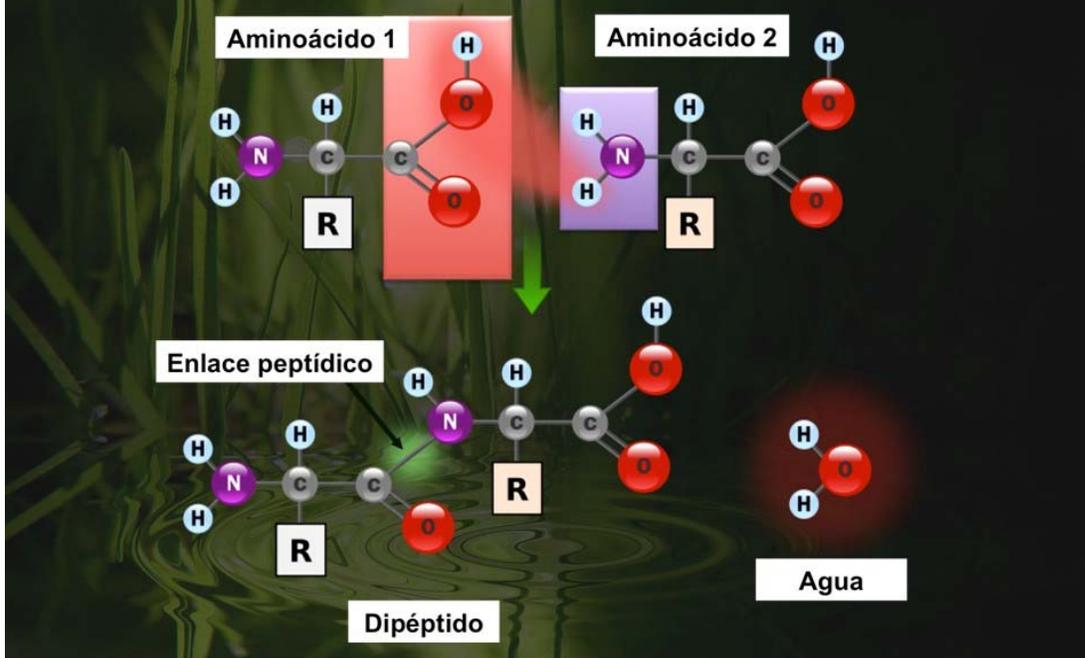


## La estructura y las propiedades permiten la función:

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Aminoácidos no polares alifáticos  | ( ) Trabajan con moléculas negativas                      |
| 2. Aminoácidos aromáticos             | ( ) Trabajan con moléculas que aceptan o ceden electrones |
| 3. Aminoácidos polares no cargados    | ( ) Trabajan con moléculas positivas                      |
| 4. Aminoácidos cargados positivamente | ( ) Trabajan con moléculas hidrofóbicas                   |
| 5. Aminoácidos cargados negativamente | ( ) Trabajan con moléculas hidrofílicas                   |

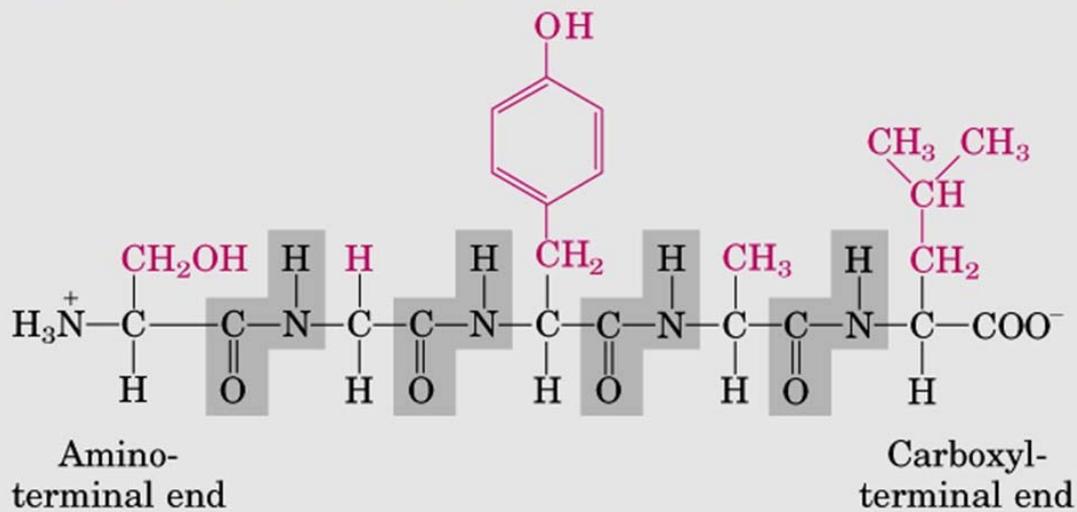
## Un cinturón de herramientas bioquímicas

### El enlace peptídico



## Un cinturón de herramientas bioquímicas

# Las proteínas!!!



## Un cinturón de herramientas:





## Números astronómicos!

El universo conocido se estima que tiene  $10^{80}$  núcleos de protones ó  $10^{80}$  Daltones



Si multiplicamos la masa de una proteína promedio de 100 aminoácidos ( $\approx 13,800$  Daltones) por las distintas probabilidades, obtenemos  $1.75^{134}$  Daltones. Necesitaríamos  $10^{54}$  universos para tener la materia necesaria para construir cada combinación única.

## Diversidad en tamaño de las proteínas

Proteína	Número de Aminoácidos	Peso Molecular (Da)
Insulina	47	5733
Citocromo	103	12500
Ribonucleasa A	104	12640
Lisosima	115	13930
Mioglobina	140	16980
Quimiotripsina	187	22600
Hemoglobina	533	64500
Albúmina sérica	566	68500
Hexocinasa	790	96000
Gamma globulina	1239	149900
Glutamato deshidrogenasa	2750	332694
Miosina	3884	470000
Ribulosa bifosfato carboxilasa	4628	560000
Glutamino sintetasa	4959	600000
Taitina	31539	3,816,188

## Diversidad en función de las proteínas

### 1) Proteínas de estructura



## Diversidad en función de las proteínas

### 2) Proteínas de almacén



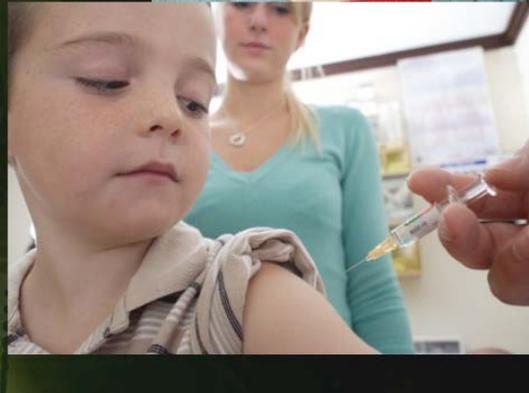
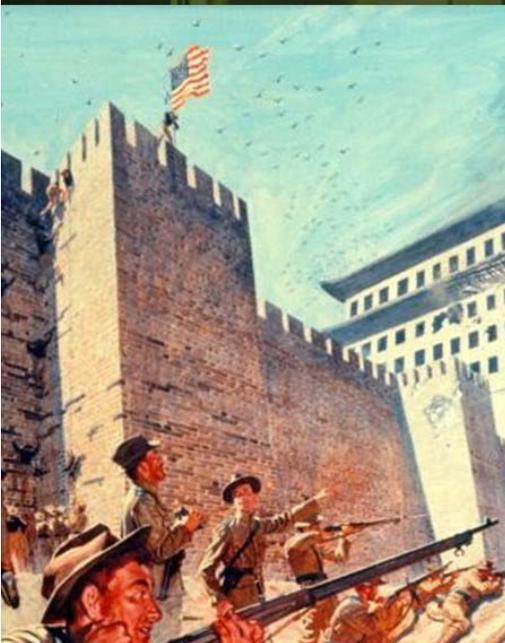
## Diversidad en función de las proteínas

### 3) Proteínas de transporte

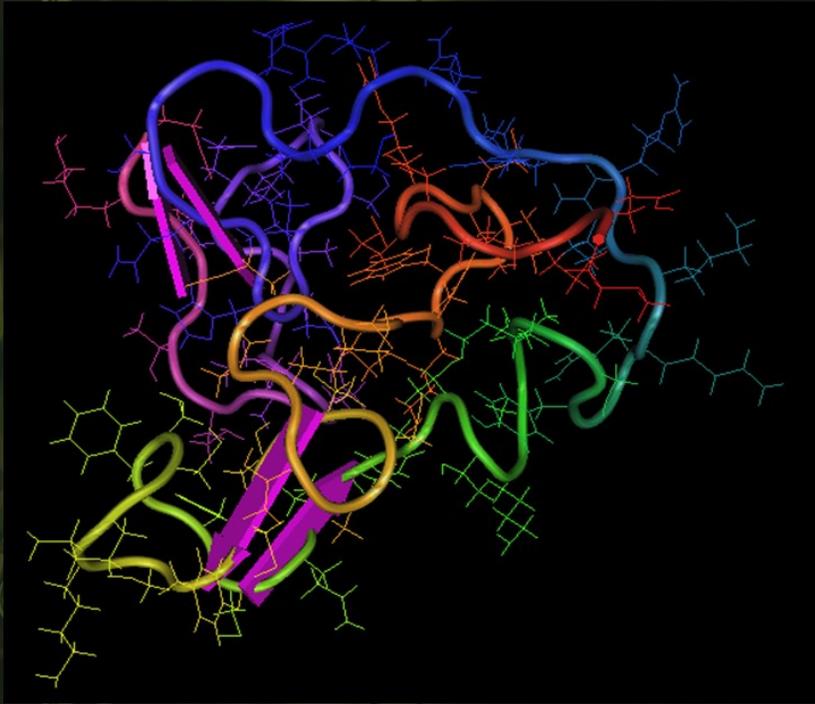


## Diversidad en función de las proteínas

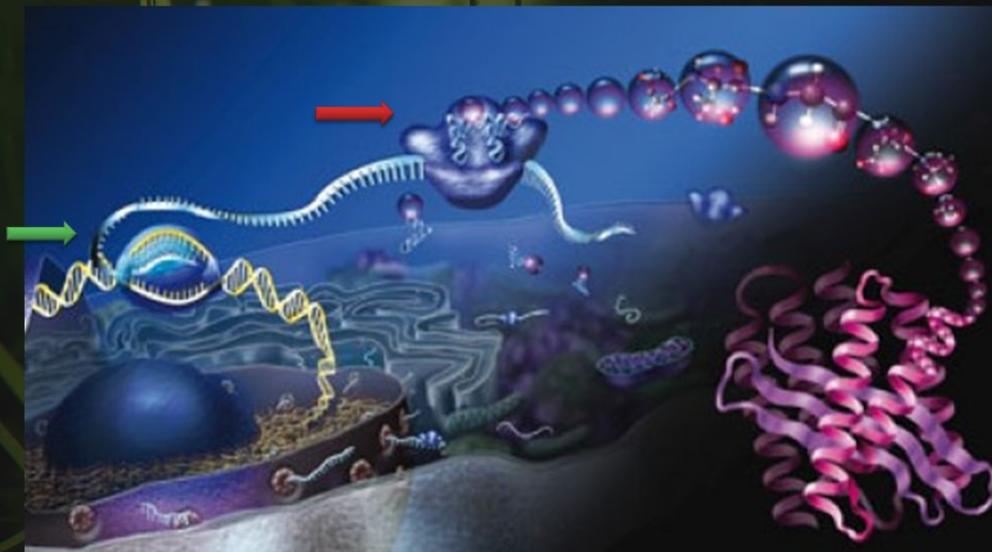
### 4) Proteínas de defensa



## Estructura tridimensional de las proteínas

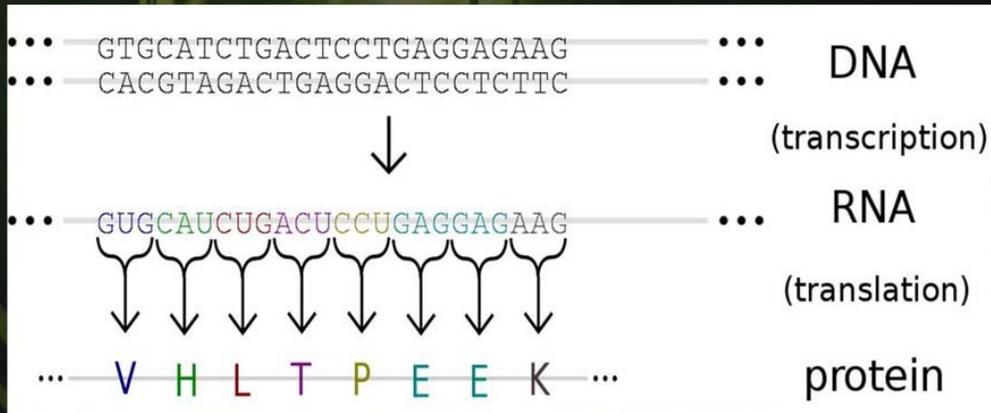


## Síntesis de proteínas. El dogma central.



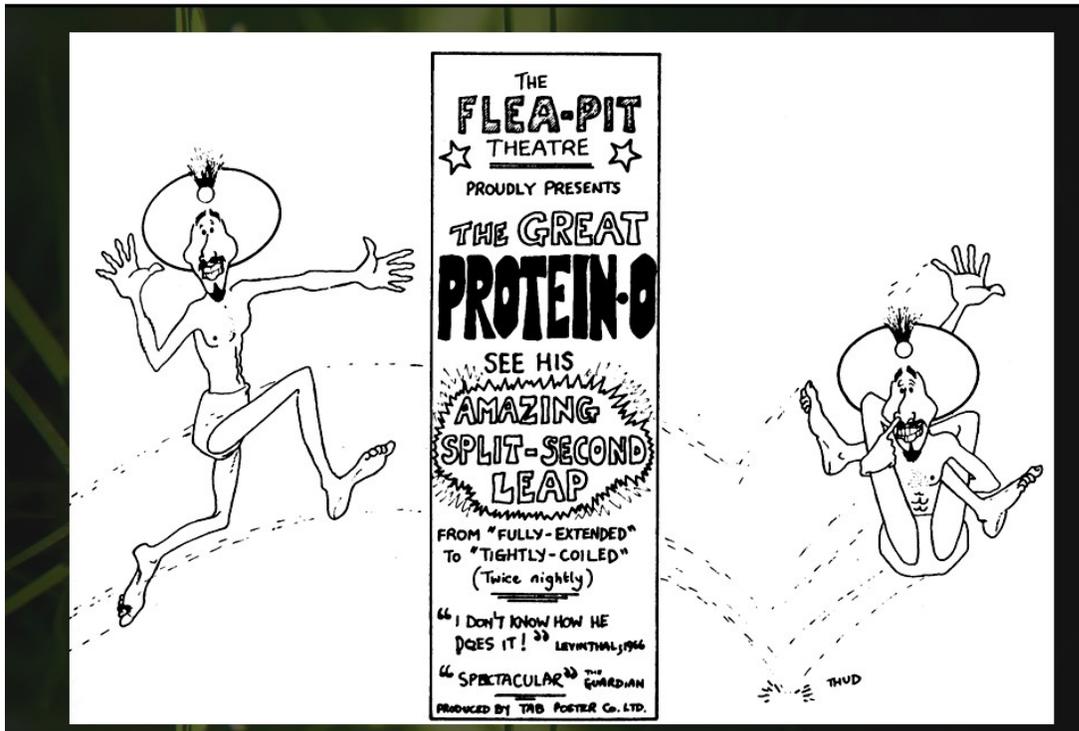
Un gen en el ADN es transcrito a ARN y éste es empleado como molde para ser traducido a una secuencia de aminoácidos

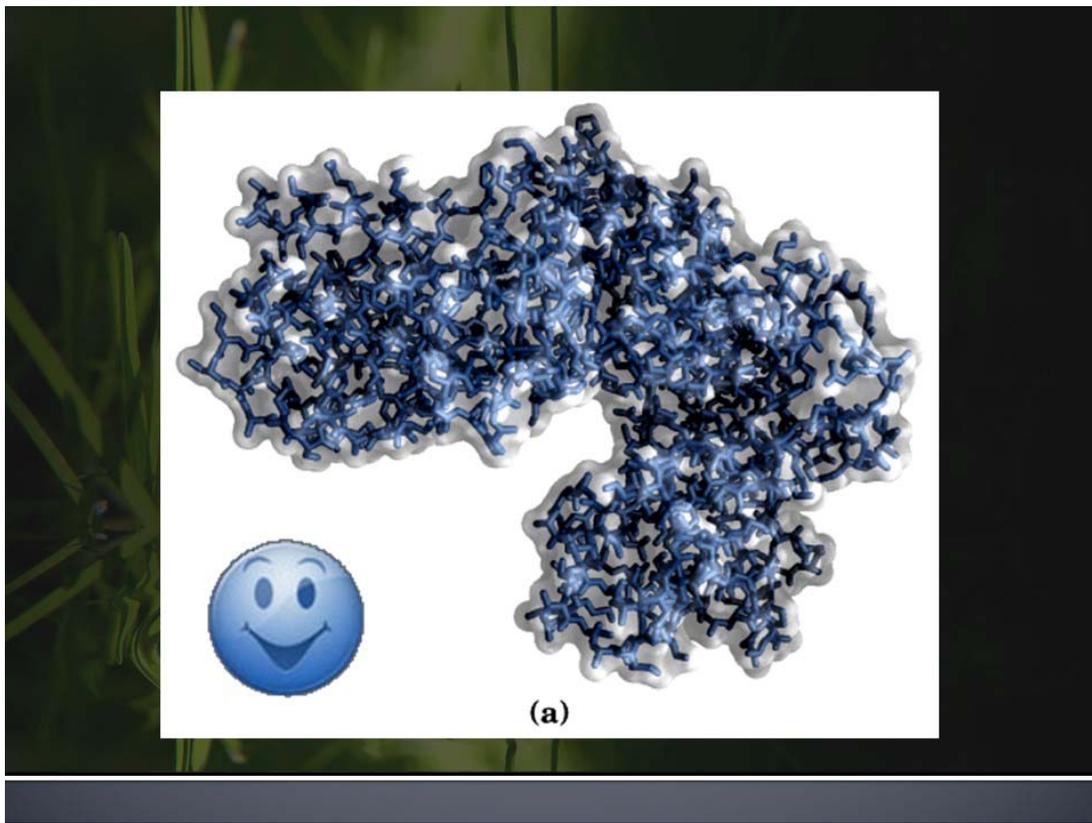
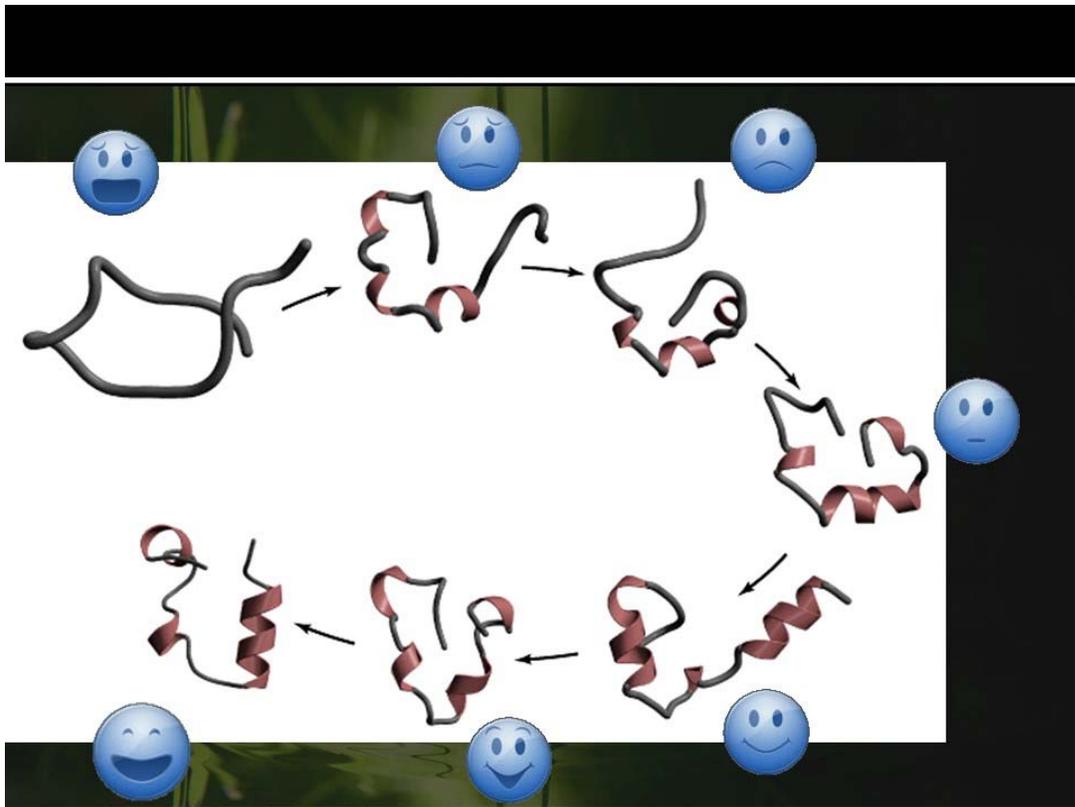
## Actividad:

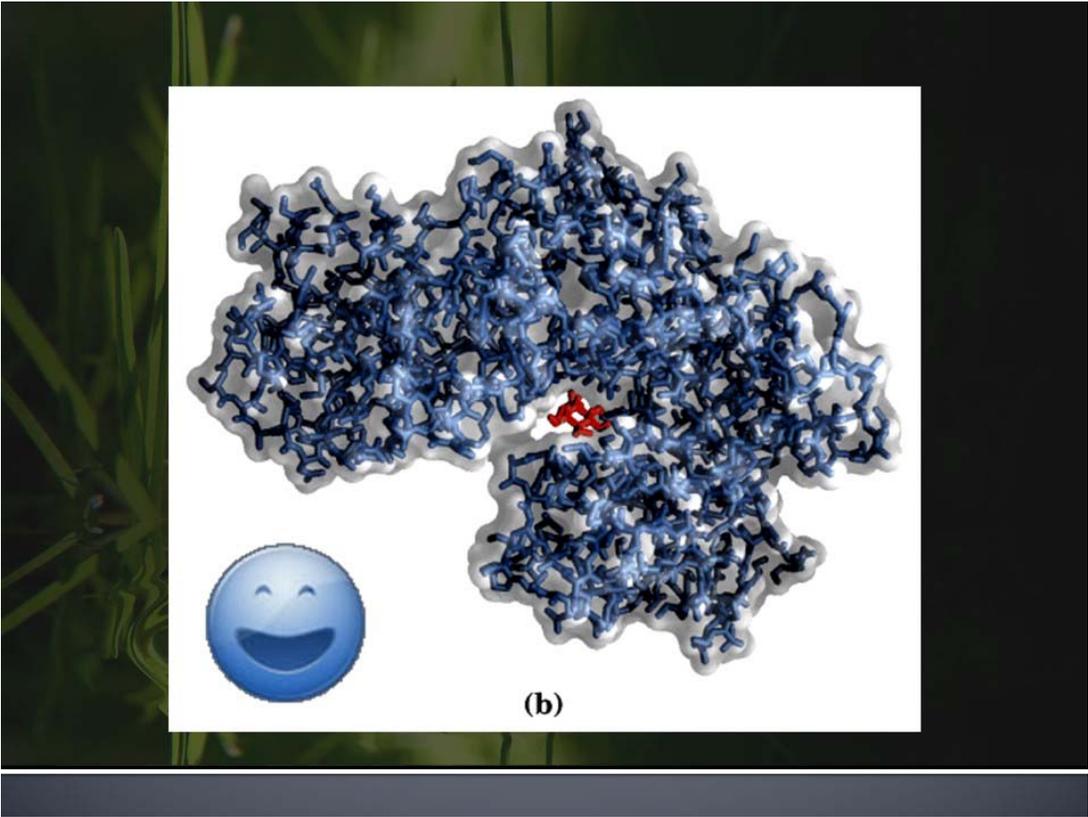


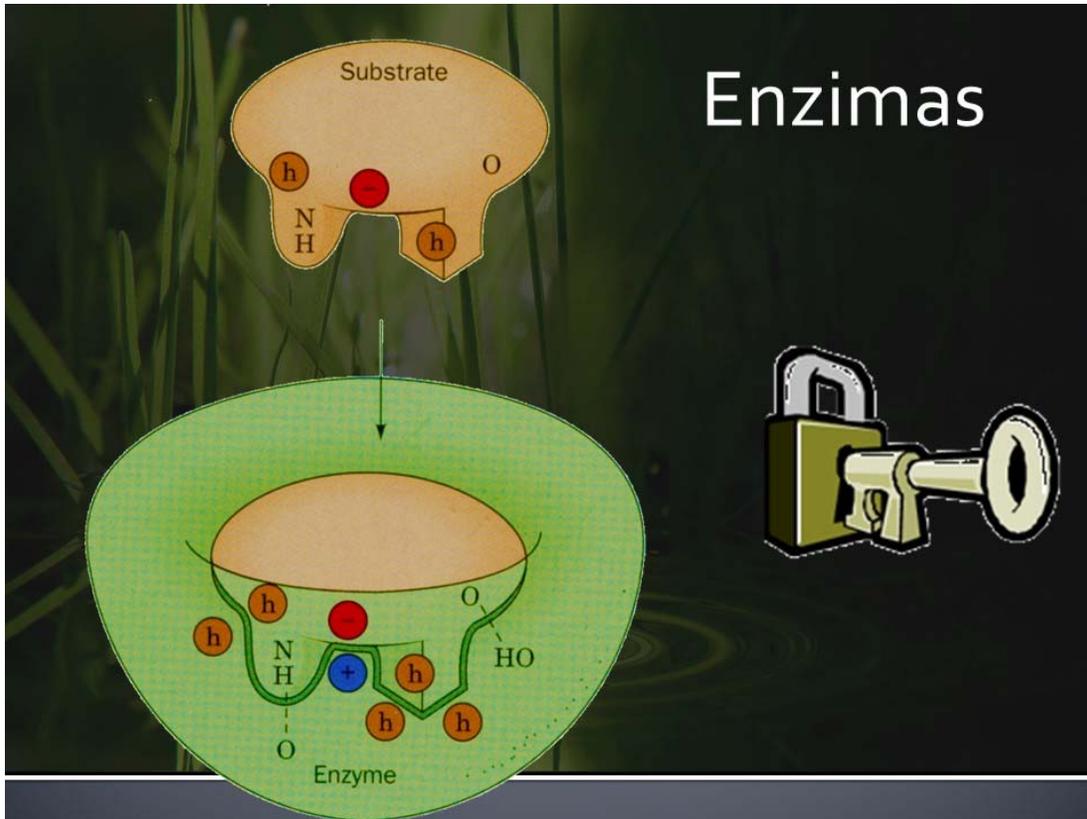
Escribe tu nombre en código genético. Cambia las B por V; las J por G; las Ñ por N; las O por Q; las U por V y las W, X y Z por N.

## Plegamiento de proteínas

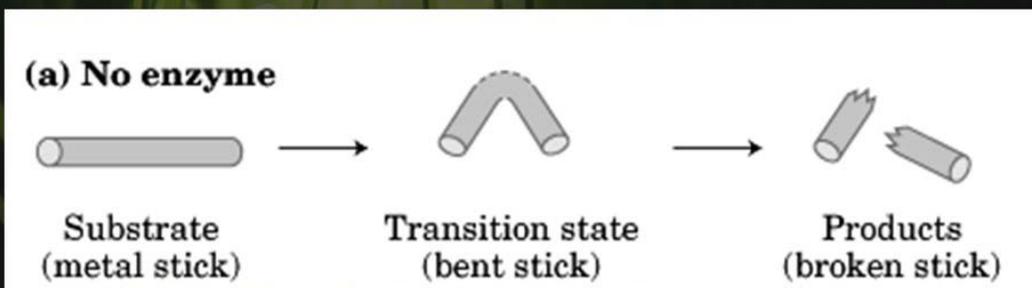






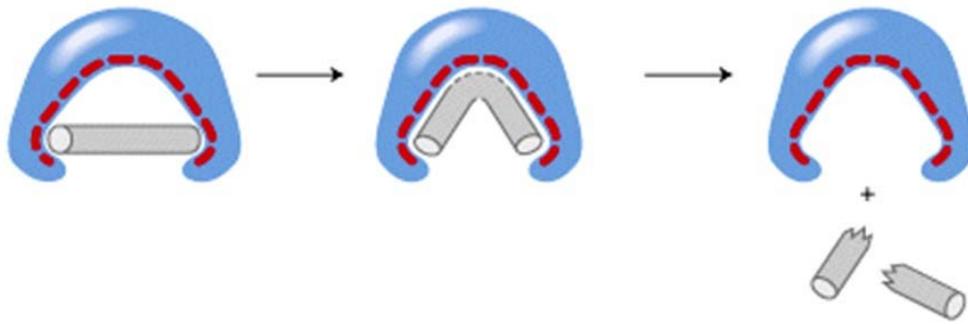


## Reacción química



## Reacción bioquímica (catalizada por una enzima)

### (c) Enzyme complementary to transition state



## Las enzimas son muy procesivas

table 8-7

### Turnover Numbers ( $k_{cat}$ ) of Some Enzymes

Enzyme	Substrate	$k_{cat}$ ( $s^{-1}$ )
Catalase	$H_2O_2$	40,000,000
Carbonic anhydrase	$HCO_3^-$	400,000
Acetylcholinesterase	Acetylcholine	14,000
$\beta$ -Lactamase	Benzympenicillin	2,000
Fumarase	Fumarate	800
RecA protein (an ATPase)	ATP	0.4



Catalasa





# La Ciencia de los estereotipos

Instructoras: M. en C. Mirna Vallejo

email: [mvallejo@ecosur.mx](mailto:mvallejo@ecosur.mx)

M. en C. Martha Uc

email: [muc@ecosur.edu.mx](mailto:muc@ecosur.edu.mx)

M. en C. Lourdes Hernández

email: [lhernandez@ecosur.edu.mx](mailto:lhernandez@ecosur.edu.mx)

El Colegio de la Frontera Sur

## ¿AUSENTES O INVISIBLES? CONTENIDOS SOBRE LAS MUJERES Y LOS GÉNEROS EN EL CURRÍCULO DE LICENCIATURA DE UNIVERSIDADES MEXICANAS

DORA CARDACI

*Al menos dos españolas y numerosas mujeres nativas participaron en la expedición de Francisco Vésquez de Coronado. No es un hecho histórico desconocido pero era invisible para ese académico. Quienes no son visibles para los académicos tradicionales no fueron necesariamente invisibles en su momento histórico. La ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia.*

Laurel Wilkening  
Prefacio a *Transforming the Curriculum. Ethnic Studies and Women's Studies.*

Los últimos veinte años de la educación superior mexicana han sido objeto de diversas caracterizaciones. Algunos autores denominan a estas dos décadas como "la etapa en la que se supera el financiamiento estatal benigno y negligente del sistema de educación superior" (Kent, 1997),

"los años de la construcción del Estado evaluador y de la reforma bajo condiciones de mercado" (Ibarra, 1994), "la fase de recesión del crecimiento y diversificación sistémica" (Rodríguez, 1999).

A lo largo de los años ochenta y noventa surgió un importante número de programas de estudios de la mujer y de género en universidades e instituciones de educación superior de América Latina y, particularmente, de México. En nuestro país, el primer programa se creó en 1983. En el año 2000 existían diecinueve programas y seis estaban en vías de consolidación.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Al respecto consultan: Dora Cardaci, Mary Goldsmith y Lorenia Pantoja, "Los programas y centros de estudios de la mujer y de género en México", en Gisela Cuatrecasas (coord.), *Feminismo en México. Visiones históricas-críticas del siglo que termina*. Toluca: UNAM, México, 2002, pp. 247-262.

Diversas autoras (Lees, 1997 y Roland, 2000) han señalado que la feminización de la matrícula estudiantil en las universidades anglosajonas ha jugado un importante papel en el surgimiento, institucionalización y desarrollo de programas de estudios de la mujer y de género. Es notable, sin embargo, que el impulso a políticas concretas de acceso de las mujeres a la educación superior y la búsqueda de las explicaciones que subyacen a la *feminización* y *desmasculinización* de la matrícula no han sido asuntos relevantes en la agenda del movimiento feminista mexicano ni en la de los programas y centros de estudios de la mujer y de género creados en nuestras instituciones de educación superior. Este último tipo de grupos académicos ha orientado su trabajo fundamentalmente a la investigación y docencia de posgrado, actividad que ha dado

<sup>2</sup> Acosta señala al respecto que la conflictividad y la tensión fueron los rasgos distintivos de la etapa que cubre desde el maximato (1928-1934) hasta el cardenismo (1934-1940). En su punto de 1940 cuando se abre la etapa contemporánea moderna de las universidades, una etapa de reconstrucción y desarrollo en las relaciones entre el Estado y las universidades públicas del país (Acosta, 1998, 2000).

preñada entre 1940 y la actualidad,<sup>2</sup> y que entre 1960 y 1982 se dio en México el periodo más dinámico de expansión y diferenciación de la educación superior (Casillas y De Garay, 1992; Acosta, 2000, 2004; y Díaz Barriga, 2002). Este último periodo, pero particularmente el lapso comprendido entre 1970 e inicios de los años ochenta, ha sido caracterizado como una etapa de "expansión no regulada" (Acosta, 1998; Kent, 1993). Con esta expresión se busca subrayar que el significativo crecimiento de este nivel educativo ocurrido en esos años no fue producto de una planeación que tomara en cuenta factores como el balance entre establecimientos públicos y privados, el fortalecimiento de la investigación, la elevación de la calidad de la docencia, las disparidades sociales y regionales ni las que existían entre hombres y mujeres en la composición de la matrícula y de los cuerpos académicos.

Este proceso puede ser analizado tomando en cuenta tres componentes fundamentales: a) la ampliación y diversificación de la base de instituciones de educación superior, b) el crecimiento en términos generales y por sexo de la matrícula y c) la expansión del cuerpo académico.

En 1940, los/as estudiantes de educación superior tenían como opciones para realizar sus estudios: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional y cinco universidades de los estados: Nuevo León,

de la ciudad, y la Universidad Pedagógica Nacional. Los institutos tecnológicos regionales tuvieron también un notable crecimiento, pues en el periodo comprendido entre 1972 y 1976 se fundaron veintitrés instituciones de este tipo. Cabe señalar, además, que se presentaron importantes cambios en el balance entre instituciones públicas y privadas. En 1980 existían 133 instituciones de educación superior privadas, en 1990 eran 216 y en 2001 este número ascendió a más de 700 (ANUIES, 2000, 2002).

Estas transformaciones fueron acompañadas por una significativa expansión de la matrícula, especialmente en el lapso comprendido entre 1960 y 1982, situación que estuvo estrechamente relacionada con la demanda generada por la estructura demográfica existente en el país. En 1940, la proporción de niños y menores de quince años representaba 41.2% del total de habitantes y la de menores de 20 años constituía 51.4%. En el censo de 1970, estos mismos indicadores mostraban valores de 46.2% y 56.7%, respectivamente. El proceso de ampliación del grupo de edad en condiciones de asistir a instituciones de educación superior tuvo por resultado un importante incremento relativo de la demanda potencial educativa. Es así como el sistema pasó de dar servicio a 6.2% de la cohorte 20-24 años en 1970, a 22% en el ciclo escolar 2002-2003 (Cetina, 2004). Es decir, aunque se habían logrado avances, un muy alto porcentaje de la demanda potencial de estudios en el nivel superior no estaba aún siendo cubierto.

origen a programas de especialidad y maestría, así como a áreas de concentración en algunos doctorados.

Este texto tiene un doble propósito: a) caracterizar, a grandes rasgos, el proceso de expansión del sistema de educación superior en México y la denominada *feminización* de la matrícula en este nivel, y b) analizar en qué medida se ha logrado incluir en programas docentes de licenciatura unidades de enseñanza-aprendizaje que presenten un análisis crítico de la situación de las mujeres y/o de las relaciones entre los géneros.

#### PRESENCIA DE HOMBRES Y MUJERES EN LA MATRÍCULA DEL NIVEL SUPERIOR DE EDUCACIÓN

En el año 2001, un universo de 912 instituciones universitarias y tecnológicas mexicanas atendieron un total de 1 660 973 estudiantes de nivel licenciatura, de los cuales 47.8% eran mujeres (ANUIES, 2002). Desde finales de la década de los noventa, la proporción de mujeres en el sistema de educación superior prácticamente se había equilibrado con el porcentaje de hombres. A esta situación contribuyeron dos elementos centrales: la mayor presencia de las mujeres en las opciones de licenciatura, enseñanza normal y tecnológica y el estancamiento de la tasa de crecimiento masculina en la matrícula universitaria (Rodríguez, 2002).

Algunos autores coinciden en señalar que la etapa contemporánea moderna de la universidad mexicana es aquella com-

Michoacán, Puebla y, en Jalisco, un establecimiento público y otro privado: la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma de Guadalajara.<sup>3</sup> En la década comprendida entre 1940 y 1950 se establecieron otras tres instituciones privadas<sup>4</sup> y, en 1948, se creó en Durango el primer Instituto Tecnológico Regional.

En la siguiente década —1950-1960— comenzaron a operar trece universidades públicas en los estados. Surgieron, además, seis institutos tecnológicos regionales y dieciséis nuevos establecimientos privados. Entre 1960 y 1970, la educación superior privada tuvo una notable expansión llegando a contar con cuarenta y tres instituciones en el país. En esa misma etapa se crearon cinco universidades en los estados y diez institutos tecnológicos regionales.

Los años setenta constituyen un periodo muy particular en la historia de la educación superior, ya que la expansión del sistema planteó el desafío de crear modalidades curriculares innovadoras, así como ejercicios de planeación de las actividades académico-administrativas. En esta década se crearon cinco universidades más en el interior del país. En el Distrito Federal se fundaron establecimientos que proponían opciones pedagógicas novedosas: cinco escuelas de estudios profesionales dependientes de la UNAM, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), con tres unidades en distintos puntos

<sup>3</sup> Para el desarrollo de este tema ver los documentos recopilados en Castañón De Chaz, 1982; Díaz Baroja, 2003; Rodríguez, 1989, 2002, 2003; Acosta, 1998, 2000; Arias, 1999, 2000, 2002.

<sup>4</sup> Estas instituciones son: el Tecnológico de Monterrey, el Instituto Tecnológico Autónomo de México y el Centro Cultural Universitario que se convirtió posteriormente en la Universidad Iberoamericana.

Cuadro 1

Distribución de la población escolar de licenciatura en universidades e institutos tecnológicos por sexo. México, 1970-2001

Año	Población total	Mujeres	%	Hombres	%
1970	208 944	32 453	15.5	176 491	84.5
1980	731 147	217 872	29.8	513 275	70.2
1990	1 078 191	434 803	40.3	643 388	59.7
2001	1 660 973	793 393	47.8	867 580	52.2

Fuente: Elaboración propia con base en ANUIES, 2000, 2001.

La equiparación del número de hombres y mujeres en el nivel superior de educación ocurrió especialmente en las licenciaturas. Tal como se observa en el cuadro 1, en 1970 la matrícula nacional en este nivel era de 208 944 estudiantes, de los cuales 176 491 (84.5%) eran hombres y 32 453 (15.5%), mujeres. Como señalan Casillas y De Garay, si se toma como base el año 1969, el porcentaje de crecimiento de la matrícula femenina fue en 1979 de 518%; mientras que la masculina creció 224%; para 1982 la matrícula de mujeres había crecido 731% y la de los hombres, 272% (Casillas y De Garay, 1992: 38).

En el periodo 1970-1998, el crecimiento de la matrícula femenina fue de 256%, en tanto que la masculina creció solamente en 60% (ANUIES, 2000: 43). La distribución porcentual continuó su tendencia hacia la nivelación entre los dos sexos llegando a ser en 2001 de 52.5% y 47.8% para hombres y mujeres, respectivamente.

Cuadro 2

Distribución porcentual de la población escolar femenina de licenciatura en universidades e institutos tecnológicos en ocho estados de la República Mexicana.

México, años 1977 y 2001	1977	2001	Diferencia 1977-2001
Estado	1977	2001	Diferencia 1977-2001
Baja California Sur	17	47	+30
Chiapas	17	44	+27
Distrito Federal	27	49	+22
Guerrero	20	48	+28
Nuevo León	24	45	+21
Tlaxcala	36	53	+17
Veracruz	32	47	+15
Yucatán	24	44	+20

Fuente: Elaboración propia con base en ANUIES, 1978, 2001.

El avance de la participación de la mujer fue importante en todas las entidades federativas; sin embargo, el cuadro 2 permite ver que en algunos estados este proceso se dio de manera más significativa. Así, en el periodo 1977-2001, la población femenina aumentó más de 25% en Baja California Sur, Chiapas y Guerrero y superó a la masculina en Tlaxcala (53% de mujeres en universidades y tecnológicos) (ANUIES, 1978, 2002).

Al analizar las tres áreas del conocimiento más pobladas en 2001 (ciencias sociales y administrativas, ingeniería y tecnología y ciencias de la salud), encontramos que en dos de ellas

Si se desagrega la información por carreras, se encuentra que en 1977 cinco carreras concentraban a casi 50% de la matrícula femenina de acuerdo con el siguiente orden: medicina, contaduría, derecho, administración y odontología. Cuando analizamos las diez licenciaturas más pobladas en 2001, hallamos que en cuatro de ellas el número de estudiantes mujeres supera al de hombres. Esto ocurre en el caso de psicología, (78.8% de mujeres), contaduría (58.2%), administración (56.03%) y medicina (50.4%). En dos carreras, el porcentaje de mujeres llegó a ser prácticamente igual al de los hombres: informática (47.8%) y derecho (48.3%), y en tres representa la tercera parte de la matrícula: arquitectura, ingeniería en sistemas computacionales e ingeniería industrial. Es notable, sin embargo, la baja proporción de alumnas en ingeniería electrónica, la décima carrera con mayor población, pues es cursada solamente por 11.4% de mujeres (ANUIES, 2002). Continúa siendo válido, por tanto, el señalamiento realizado hace tres lustros por Morales cuando afirmaba que la incorporación creciente de la mujer a la educación superior no se ha venido dando especialmente en carreras como enfermería o trabajo social, consideradas generalmente como “femeninas”, es decir, aquellas que refuerzan valores en los que tradicionalmente se las socializa, sino en profesiones consideradas “tradicionales” por su antigüedad y por el perfil laboral consolidado que les corresponde y que son de mayor demanda tanto de hombres como de mujeres. Tal es el caso de medicina, contaduría, de-

tarían poniendo en práctica estrategias de sobrevivencia que conducirían a que los hijos hombres se inscriban tempranamente en una ocupación remunerada en lugar de en el sistema de educación superior. Asimismo, plantea que la proporción de mujeres que se presentan al Examen General de Ingreso a la Educación Media Superior (EXANI-II) ha venido decreciendo en los últimos años como también ha disminuido el puntaje promedio que obtienen en la prueba. De allí que se pregunte lo siguiente: ¿esto estaría indicando que la pauta de igualdad numérica entre los sexos en las instituciones de educación superior corre el riesgo de revertirse? (Rodríguez, 2003: 2). Aunque el argumento de este autor no se agota en estas hipótesis, nos interesa centrar la atención en que el impulso a políticas concretas de acceso de las mujeres a la educación superior y la búsqueda de las explicaciones que subyacen a la feminización y desmasculinización de la matrícula en el nivel licenciatura no han sido parte de la agenda del movimiento feminista ni de los programas y centros de estudios de la mujer y de género creados en instituciones de educación superior.

El tercer elemento que caracteriza al proceso de conformación del sistema de educación superior mexicano ha sido, como se señaló anteriormente, la expansión del sector académico. Hace más de diez años Brunner señalaba que en el mercado académico latinoamericano opera un nuevo tipo de profesional que no necesariamente vive *para* la cultura o el conocimiento, pero que, de cualquier modo, vive de la cultura. La

el número de estudiantes mujeres supera al de hombres. Esto es así en el caso de ciencias sociales y administrativas, en que la matrícula femenina es de 57.02% y ciencias de la salud (60.64%). Sin embargo, en el área de ingeniería y tecnología (segunda más poblada) sigue existiendo una muy baja proporción de mujeres estudiantes (29.8%). Asimismo, en educación y humanidades (que incluyen carreras como pedagogía, artes, danza y otras cursadas tradicionalmente por mujeres) la feminización de la matrícula es muy alta, ya que cuenta con 66.1% de mujeres.

### Cuadro 3

Distribución porcentual de la población escolar femenina de licenciatura\* por área del conocimiento, México, años 1990 y 2001

Áreas	1990	2001	Diferencia
			1990-2001
Ciencias agropecuarias	14.5	27.0	+12.5
Ciencias naturales y exactas	39.8	46.1	+6.3
Ciencias de la salud	55.5	60.6	+5.1
Ciencias sociales y administrativas	50.3	57.0	+6.7
Educación y humanidades	60.6	66.2	+5.6
Ingeniería y tecnología	22.8	29.8	+7

\* Incluye educación normal.

Fuente: Elaboración propia con base en ANUIES, 2002.

recho y administración (Morales, 1989: 77). A inicios del siglo *XXI* es evidente, además, que las mujeres se están incorporando también significativamente a licenciaturas que abren un horizonte laboral vinculado al manejo de nuevas tecnologías. Así ocurre en el caso de la licenciatura en informática y de ingeniería en sistemas computacionales.

Rodríguez, en algunos trabajos publicados recientemente (1999, 2003), presenta ciertos planteamientos importantes relacionados con los cambios en la matrícula de educación superior. En primer lugar, plantea que en las universidades, tanto públicas como privadas, la proporción entre mujeres y hombres es prácticamente igual. En las universidades públicas las mujeres participan en 48% y en las privadas en 48.9%; sin embargo, en el sector de instituciones tecnológicas, es decir, el que ha tenido mayor expansión en los últimos años, su participación desciende a 37.7%. Un segundo elemento a destacar es su señalamiento respecto a que el mayor acceso de las mujeres a la educación superior no ha obedecido a proyectos, programas o medidas que se hayan propuesto facilitar esta incorporación con políticas afirmativas (proactivas) a favor de la equidad de género, ya que se han producido tanto una "feminización" como una "desmasculinización" de la matrícula. En este sentido, plantea (como una de las posibles hipótesis a investigar en el futuro) que la pérdida de presencia de los hombres en la educación superior podría estar obedeciendo a que, en un contexto de crisis, las familias es-

universidad se ha convertido, por tanto, en un importante espacio ocupacional, transformándose en la meta de vastas capas de intelectuales y cambia sus relaciones con las clases y grupos de la sociedad (Brunner, 1987: 20).

En 1960, en los cincuenta establecimientos de nivel superior que operaban en el país, trabajaban cerca de once mil profesores/as, la inmensa mayoría contratados/as por horas-clase. Ochenta y nueve instituciones educativas eran, una década después, el lugar de trabajo de 25 mil profesores/as, de ellos/as, aproximadamente 1 900 (8%) eran de tiempo completo. En 1982, los/as académicos/as del nivel superaban los 77 mil (Gil, 1997: 255-258). Entre 1982 y 1989 se abrieron 26 998 plazas. Es decir, se generaron 10.6 plazas diarias, lo que significa una pequeña diferencia en relación con el ritmo de 11.9 plazas sostenido entre 1970 y 1980. Entre 1985 y 1990 se crearon 5.08 puestos diarios. En la década de los años noventa, la expansión de las instituciones privadas de educación superior condujo a que 21 186 puestos; es decir, 63% de los creados hasta 1997, provinieran de este sector. Es importante señalar que este crecimiento de la planta académica se da con base en la modalidad de contratación: "profesores por tiempo parcial" (Gil, 1999). En 1999 el cuerpo académico de nivel superior estaba integrado por más de 170 mil personas (Díaz Barriga, 2002: 169).

Ni la Secretaría de Educación Pública (SEP) ni la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Su-

perior (ANUIES) desagregan la información sobre académicos/as por sexo. Hasta donde tenemos conocimiento, la fuente de datos más reciente con que contamos es un estudio realizado entre 1991 y 1992 (Gil *et al.*, 1994) en ocho universidades del país, que proporciona información que, aunque no nos da una visión de la totalidad, permite ver cómo se ha distribuido el sector académico según el sexo de sus integrantes en algunas de las universidades más importantes del país.

La proporción de mujeres académicas en el periodo previo a la expansión (antes de 1960) y en la década 1960-1969, era de alrededor de 22%. En la etapa 1970-1985, la proporción de hombres se redujo ocho puntos porcentuales al representar 69.5% del total de académicos/as, en tanto el porcentaje de mujeres ascendió a 30.5% (Gil *et al.*, 1994: 222). En el periodo 1986-1992 (durante el cual se dio un estancamiento en la creación de puestos) la proporción de mujeres académicas aumentó cinco puntos porcentuales en relación con el periodo 1970-1985, pues de haber representado 30.5% del total pasaron a ser 37.3% (Gil *et al.*, 1994). Dado que en este espacio ocupacional es requisito de acceso haber cursado estudios superiores, uno de los factores que permitieron el progresivo ingreso de mujeres en la planta académica fue el incremento de la participación femenina en la matrícula estudiantil.

No es posible acceder a información que dé cuenta del tipo de instituciones a las que se están incorporando mayoritariamente las mujeres (públicas o privadas) ni de las modalidades de su

hecho de la educación y la cultura uno de sus principales temas de investigación. Sin embargo, la incidencia de dichos programas en el currículo de educación superior y, en particular, en el de licenciatura, es un asunto que aún no ha sido explorado sistemáticamente.

En nuestro país el primer intento por realizar un diagnóstico de la docencia en pre y posgrado sobre estudios de la mujer se llevó a cabo hace más de tres lustros, en 1988, con el seminario: La docencia universitaria sobre la problemática femenina. Esta actividad fue organizada por el Centro de Investigaciones Educativas de la Universidad Nacional Autónoma de México y por Semilla, grupo compuesto por siete académicas de diver-

sas instituciones de educación superior mexicanas.<sup>5</sup> Fue ésta una actividad pionera y participaron en ella 23 profesoras de instituciones de educación superior de la zona metropolitana de la ciudad de México. Es decir, las áreas consideradas fueron el Distrito Federal y la zona conurbana del Estado de México.

Algunos de los elementos que arrojó este análisis son los siguientes: a) en 1988 no existían en el país especialidades ni maestrías que abordaran como asunto central la condición de las mujeres. b) Más de 80% de las asignaturas incluidas en el currículo de licenciatura pertenecían a las carreras de psicología y sociología y tenían carácter de optativas. c) Las únicas unidades de enseñanza-aprendizaje obligatorias reportadas

<sup>5</sup> Mercedes Blanco, Mercedes Carreras, Yolanda Corona, Mary Caldeñuth, Martha Sánchez, Florencia Riquelme, María Luisa Tamés.

Cuando en 2003 decidimos iniciar un estudio sobre la incidencia que han tenido los centros y programas de estudios de la mujer y de género en el currículo de licenciatura, encontramos que estaba fuera de nuestras posibilidades realizar un diagnóstico exhaustivo sobre este tema porque, como se señalo en la primera parte de este capítulo, integran el sistema de educación superior 912 instituciones que se agrupan en cuatro subsistemas: universitario, tecnológico, universitario tecnológico y educación normal. Dadas las limitaciones de tiempo y de recursos humanos y materiales con que se iba a llevar a cabo nuestra investigación, acotamos la búsqueda de datos al subsistema universitario y específicamente a las 45 universidades públicas del país. La selección de este universo de estudio obedeció a que en este tipo de instituciones se atendía en 2001 a 68% de la matrícula de educación superior y a que en ellas se ubicaban catorce de los 19 centros y programas de la mujer y de género existentes en el país.

Con este encuadre nos propusimos identificar aquellas unidades de enseñanza-aprendizaje que formaran parte del plan de estudios de programas de nivel licenciatura e incluyesen contenidos sobre la condición de las mujeres y/o sobre las relaciones entre los géneros, para establecer un diagnóstico preliminar que diera respuesta a los siguientes interrogantes: ¿en qué áreas del conocimiento y carreras están presentes estos temas? ¿Qué tipo de estructuras curriculares han sido más propicias para incluirlos? ¿Cuál es el peso de las asignaturas

contratación. En este sentido, no es posible saber si el deterioro salarial experimentado en los años ochenta o si las exigencias de los programas de estímulos económicos impulsados en los últimos años provocaron que los hombres hayan buscado otras alternativas de trabajo, renunciando a sus puestos en la educación superior (los que habrían sido ocupados por mujeres), ni si la incorporación de nuevas académicas se está realizando en instituciones privadas vía contratos por horas/clase. Las principales instituciones encargadas de elaborar las estadísticas escolares de educación superior (SEP, ANUIES) no desagregan los datos sobre los/as profesores/as según sexo, pues desde una visión administrativa generan sus estadísticas basándose en el concepto "plaza académica". Cabe subrayar que, como en el caso del proceso de feminización de la matrícula de educación superior, el aumento de la proporción de mujeres académicas en este nivel educativo y los cambios en la participación de este sector en la dirección académica de las instituciones, no han sido objetos de estudio sistemático de los programas de estudios de la mujer y de género ni preocupaciones importantes de las distintas corrientes del movimiento feminista.

#### MUJERES Y RELACIONES DE GÉNERO EN EL CURRÍCULO DE LICENCIATURA

De acuerdo con un trabajo publicado recientemente (Cardaci, 2002; Goldsmith y Parada, 2002), los programas de estudios de la mujer y/o de género mexicanos han

## Cuadro 4

Unidades de enseñanza aprendizaje que incluyen contenidos sobre la condición de las mujeres y/o de los géneros, 2003

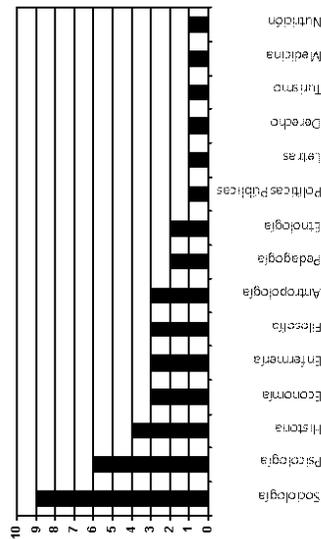
INSTITUCIÓN	ORGANIZACIÓN CURRICULAR	ETAPA DE LA FORMACIÓN EN QUE SE INCORPORAN	CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.
Psicología Instituto Politécnico Nacional	Por asignaturas	Tercer año	Obligatorias (2)
Psicología Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco	Por módulos	Segundo año	Obligatorias (2)
Psicología UNAM C.U.	Por asignaturas	Segundo año	Obligatoria (1)
Psicología UNAM FES Iztacala	Por asignaturas	Primer año	Optativa (1)
Sociología Universidad Veracruzana	Por asignaturas	Desde tercer año	Optativas (3)
Sociología Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco	Por módulos	Tercero y cuarto años	Obligatorias (2)
Sociología UNAM C.U.	Por asignaturas	Primer y segundo años	Obligatorias (2)
Sociología Universidad Autónoma de Nuevo León	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Optativa (1)
Sociología Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Por asignaturas	Cuarto año	Obligatoria (1)
Pedagogía UNAM C.U.	Por asignaturas	Cuarto año	Optativa (1)
Pedagogía UNAM FES Aragón	Por asignaturas	Segundo año	Optativa (1)
Antropología Universidad Autónoma de Puebla	Por asignaturas	Segundo año	Optativa (1)
Antropología Escuela Nacional de Antropología e Historia	Por asignaturas	Desde tercer año	Optativa (1)
Antropología Universidad Veracruzana	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Optativa (1)
Economía UNAM C.U.	Por asignaturas	Primeros tres años	Optativa (1)

se encontraban en sistemas pedagógicos que buscaban integrar los conocimientos; esto es, en sistemas modulares. d) No había vínculos formales entre los diversos cursos y su permanencia era muy frágil, ya que la docente responsable de los mismos generalmente se encontraba aislada al no formar parte de un grupo interesado en esta temática. Se encontró, asimismo, que la vulnerabilidad de este trabajo obedecía también a que en numerosos casos su contratación no era definitiva, por lo que, cuando se prescindía de sus servicios, la materia también corría el riesgo de desaparecer (Blanco *et al.*, 1988).

La segunda iniciativa de diagnóstico de la presencia de contenidos sobre la condición de las mujeres y de los géneros en el currículo de educación superior es más reciente. En 2002, el Instituto Nacional de las Mujeres y la ANUIES enviaron un cuestionario a treinta instituciones de educación superior de la zona conurbana de la ciudad de México para explorar la existencia de centros, programas y grupos dedicados a los estudios de la mujer y de género, así como a actividades de difusión de la cultura, investigación y docencia sobre estos temas.

Los resultados de este estudio exploratorio aún no se han dado a conocer masivamente, pero probablemente sólo llegaremos a contar con información general, pues debido al diseño de la encuesta los datos no se podrán desagregar por tipo de unidades de enseñanza-aprendizaje ni por su peso y ubicación en el plan de estudios.

Gráfica 1  
Unidades de enseñanza-aprendizaje según tipo de licenciatura en que se imparten



Algunos de los temas que vehiculizan el análisis de los asuntos motivo de nuestra investigación son los daños emocionales de la violencia sexual, los discursos familiares, el lenguaje y la organización de la subjetividad, la construcción de las identidades de género, los movimientos migratorios y la evolución de la participación de las mujeres en el sistema de educación superior.

En el caso de ciencias sociales y administrativas, área en la que, como se señaló anteriormente, las mujeres representan 57.02% de la población estudiantil, el mayor número de asignaturas y módulos detectados forma parte de los programas

que los abordan y en qué etapa de la formación se cursan?<sup>6</sup>

Los datos que presentaremos a continuación se obtuvieron mediante una encuesta que se aplicó a integrantes de centros y programas de estudios de la mujer y de género y a informantes claves (coordinadores/as de licenciaturas, docentes, investigadores/as) en instituciones de educación superior. Pongamos en contacto con este último tipo de académicos/as fue muy importante, ya que por trabajos previos (Cardaci, 2002) sabíamos que existen docentes que incluyen contenidos críticos sobre la condición de la mujer o sobre el enfoque de género sin estar articuladas/os con los centros y programas de estudios de la mujer.

Como se observa en la gráfica 1 y en el cuadro 4, se identificó<sup>7</sup> un total de 41 unidades de enseñanza-aprendizaje que han incorporado contenidos sobre la condición de las mujeres y/o sobre las relaciones de género en el currículo de quince licenciaturas que abordan diversos campos de estudio.

En el área de educación y humanidades, que tenía 66.1% de matrícula femenina en 2001, se localizó el mayor número de cursos. La licenciatura en psicología concentra seis, historia cuatro, filosofía tres, antropología tres, pedagogía dos, etnología dos y letras uno.

<sup>6</sup> Por una decisión de recorte temático, como se señaló, por limitaciones de tiempo y recursos, este primer estudio exploratorio está acotado a los contenidos de una parcela de los currículos considerados. Por eso, los temas que se imparten, por tanto, que en futuras investigaciones, como señala Chirino-Sicardín (1995), se realice el análisis curricular que considere no solamente sus contenidos (intelectuales y formativos), sino también los cobijos pedagógicos y acciones prácticas por medio de las que se modelan y expresan contenidos y formas.

<sup>7</sup> Preferimos utilizar la expresión: se "identificó" a decir "existen" 36 unidades de enseñanza-aprendizaje porque somos conscientes de que frecuentemente los temas que investigamos son parte del currículo oculto por lo cual, probablemente, existe un cierto número de cursos a los que no hemos podido acceder en este estudio.

INSTITUCIÓN	ORGANIZACIÓN CURRICULAR	ETAPA DE LA FORMACIÓN EN QUE SE INCORPORAN	CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE ENS-APREND.
Economía Universidad de Guadalajara	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Optativa (1)
Economía Universidad Autónoma de Baja California	Por asignaturas	Desde tercer año	Optativa (1)
Historia Universidad Autónoma de Puebla	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Optativas (2)
Historia Universidad Autónoma de Guanajuato	Por asignaturas	Desde tercer año	Optativa (1)
Historia Universidad de Ivo. León	Por asignaturas	Desde tercer año	Optativa (1)
Filosofía Universidad Veracruzana	Por asignaturas	En cualquier año segundo año	Optativas (2) Obligatoria (1)
Etnología Escuela Nacional de Antropología e Historia	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Optativas (2)
Letras UNAM	Por asignaturas	Desde el tercer año	Optativa (1)
Turismo Universidad de Guadalajara	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Optativa (1)
Políticas y gestión social Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco	Por módulos	Último año	Obligatoria (1)
Derecho Universidad Autónoma de Guanajuato	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Optativa (1)
Nutrición Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco	Por módulos	Segundo año	Obligatoria (1)
Enfermería Escuela Nat. de Enfermería y Obstetricia UNAM	Por asignaturas	Cuarto año	Obligatoria (1)
Enfermería Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM	Por módulos	Segundo año	Obligatoria (1)
Enfermería Instituto Politécnico Nacional	Por asignaturas	Tercer año	Obligatoria (1)
Medicina Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM	Por módulos	Primer año	Obligatoria (1)

docentes de economía y sociología. En esta última carrera se hallaron nueve cursos, tres de los cuales forman parte del plan de estudios vigente en la Universidad Veracruzana. Este programa y el de filosofía son los únicos casos en que hallamos un número tan alto de unidades de enseñanza-aprendizaje en una misma licenciatura. Cabe señalar al respecto que en más de 80% de las carreras analizadas se encontró exclusivamente una asignatura o módulo. Esta situación estaría indicando que, como sugería el diagnóstico realizado en 1988, la mayor parte de los cursos son incorporados al plan de estudios a través de una estrategia "individual" que permite a docentes que se encuentran relativamente aisladas, incluir en su programa una visión que intenta cuestionar el androcentrismo subyacente a su disciplina o impartir conocimientos específicos sobre los géneros (Blanco *et al.*, 1989: 36). Es importante destacar, asimismo, que no se reportaron cursos en contaduría o administración, licenciaturas que cuentan con una matrícula femenina de 58.2% y 56.03%, respectivamente.

En el área de ciencias de la salud se ubicó un total de cinco unidades de enseñanza-aprendizaje. En la carrera de enfermería, que fue cursada en 2001 por 87% de mujeres, se ubican un módulo y dos asignaturas que incluían contenidos sobre cómo las relaciones intergenéricas y la situación de igualdad que viven las mujeres de los sectores sociales más desfavorecidos se expresa en los perfiles de morbi-mortalidad de cada sexo. Asimismo, el crecimiento y desarrollo y la

salud reproductiva son las temáticas alrededor de las cuales se introdució un análisis desde el género en los cursos reportados en nutrición y medicina.

Un hallazgo importante es que no se identificaron cursos que se ofreciesen en licenciaturas propias de las ciencias agropecuarias, ciencias exactas y naturales o ingeniería y tecnología.

Bernstein clasifica los currículos de acuerdo con la relación que mantienen entre sí los diferentes contenidos que los conforman. Esto es, la fuerza de los límites entre diferentes asignaturas, el grado de aislamiento que tienen unos conocimientos respecto a otros, independientemente del estatus de la disciplina de que se trate. De acuerdo con ello, habría dos tipos básicos de currículos: a) aquellos en los que los contenidos se diferencian claramente unos de otros dándose una separación evidente entre materias (currículo de componentes yuxtapuestos u organizado bajo el esquema de mosaico) y b) currículos integrados en los que se establecen áreas que permiten relaciones horizontales entre los contenidos y por lo cual las asignaturas presentan límites o contornos difusos (Bernstein cit. por Sadochnik, 1992: 11-19).

Al analizar nuestros datos desde este ángulo, encontramos que 33 cursos (80%) se ubican en currículos estructurados con base en la yuxtaposición de asignaturas y que en ocho los conocimientos se organizan en módulos que buscan romper con la enseñanza de disciplinas aisladas. En esta última situa-

Además, no hallamos una tendencia claramente definida respecto al momento de la formación en el cual se abordan. No obstante, en el cuadro 4 se observa que, en el caso de los cursos obligatorios, estos temas se revisan particularmente desde el segundo año de estudios, tanto en programas de licenciatura organizados con base en módulos como en asignaturas.

Aunque en más de 70% de los casos las materias reflejaban claramente que se abordaba el tipo de temas y problemas que buscamos identificar, ya que adoptaban denominaciones como "Sexualidad humana con perspectiva de género" o "El género en la economía", en algunos casos los contenidos estaban encubiertos bajo denominaciones como "Nutrición materno infantil" o "Sujeto y cultura". Esta última situación era más frecuente en currículos organizados por módulos, los que, sin excepciones, tenían carácter obligatorio. Tal tipo de hallazgo estaría evidenciando que aquellas licenciaturas configuradas de forma tal que no se mantienen nítidamente los contornos o fronteras de las disciplinas, abren importantes posibilidades a la incorporación de problemáticas novedosas a unidades de enseñanza-aprendizaje obligatorias, pues el poder de los/as profesores/as sobre los contenidos que transmiten se ve menos reducido en currículos integrados que en aquellos por asignaturas. Sin embargo, no es un dato menor el que estos contenidos no se reflejen en el título de los módulos, elemento que sí está presente en las nueve materias obligatorias y en

de estudiantes, del conjunto de la institución y de quienes comparten una misma adscripción disciplinaria.

¿En qué medida los centros y programas de la mujer y de género han contribuido a iniciar o sostener este tipo de cambios curriculares? En Estados Unidos, la transformación de los programas docentes de pre-grado en las universidades fue un objetivo central de los Women's Studies y dio lugar en los

años setenta a una intensa polémica que se sintetiza en la fórmula: *integración versus autonomía*.<sup>9</sup> Con esta expresión se aludía a los tipos de es-

trategias ensayadas para incluir la problemática femenina en el medio académico: la integración inmediata a los cursos tradicionales, la creación de departamentos y programas docentes totalmente separados y la organización de instancias interdepartamentales (Makovski y Paludi, 1993). Quienes se adherían a la primera posición, consideraban que estos asuntos debían incluirse en todos los cursos regulares en el menor tiempo posible y que era conveniente su incorporación desde los niveles más básicos de preparación de los/as estudiantes, buscando suprimir, a corto plazo, los cursos sobre estos aspectos que operaban en forma separada desde los programas de estudios de la mujer.

Algunas críticas que se han hecho a esta corriente son de tipo operativo: un currículo integrado requiere un alto grado de coordinación y el apoyo de la mayor parte de la planta

ción se encuentran cuatro carreras de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (JAM-X) (psicología, sociología, políticas y gestión social, nutrición) y las licenciaturas en enfermería y medicina de la UNAM en las facultades de estudios superiores Iztacala y Zaragoza, respectivamente. En los sistemas modulares, los/as docentes encuentran más posibilidades de organizar y seleccionar los temas y problemas que revisan los/as estudiantes y de incorporar lógicas o enfoques que no se ciñen estrictamente a los propios de sus disciplinas de adscripción. En el campo de las ciencias de la educación, el concepto "temas transversales" ha venido siendo adoptado para referirse a aquellos que deberían impregnar toda la práctica educativa y estar presentes en las diferentes áreas curriculares. Tal es el caso de los asuntos

que nos ocupan. Experiencias diversas han puesto en evidencia<sup>8</sup> que la vinculación entre ejes transversales y contenidos curriculares da un sentido a estos últimos y los hace aparecer como instrumentos de enorme valor para aproximar lo científico a lo cotidiano. Asimismo, estos ejes buscan que el currículo no se encuentre estructurado con base en módulos aislados o escasamente relacionados entre sí. Cabe señalar, sin embargo, que ninguna de las licenciaturas consideradas incorpora transversalmente ni toma como eje de una fase de la formación los temas analizados en esta investigación.

<sup>8</sup> Diversas experiencias europeas y latinoamericanas han incluido como eje transversal del currículo de la escuela primaria y secundaria la educación para la igualdad de oportunidades entre los sexos. En el nivel de educación superior un caso importante es la carrera de maestría de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, que incluye al género y la promoción de la salud como categorías transver-sales. Ver al respecto Halbachian, 2003.

<sup>9</sup> Esta polémica se hizo particularmente visible en las reuniones de currículo en los congresos anuales de la National Women Studies Association en la biblioteca, en 1983, del libro de Glazer, Basch y Ferrante DeWalli Klein, *Theories of Women's Studies*.

la mayor parte de las optativas ubicadas en nuestro estudio, ya que el denominar a un curso "Sociología de género" o "Género y generación en los grupos domésticos", responde a una forma específica de percibir y abordar el acceso a conceptos significativos sobre la problemática de las mujeres y los géneros. Responde, además, al particular devenir de procesos de configuración, concreción y expresión de determinadas prácticas pedagógicas en propuestas de cambio curricular que fueron facilitadas o no por los estilos de gestión y de gobierno característicos de cada una de las instituciones en que se inscriben. Estas asignaturas reflejan, por tanto, una historia de decisiones y negociaciones entre distintas instancias para abrir una determinada parcela en el currículo que puede no estar guardando una coherencia ni una dependencia estricta con otras.

La situación más frecuentemente hallada fue que la incorporación de estos temas a los cursos no formaba parte de un conjunto de acciones convergentes con las de docentes de la misma disciplina ni de otros semestres o licenciaturas. El anunciar estos contenidos en el título del curso operaría entonces como un modo de garantizarles continuidad en el futuro, como un esfuerzo por mantener su permanencia en un campo de fuerzas contradictorias y dispersas; en otras palabras, como un intento tanto de preservar los contenidos en tramas curriculares que se transforman y reconstruyen para hacer evidente lo que antes era invisible a los ojos de los/as académicos/as,

académica, situación difícil de encontrar en la mayoría de las instituciones educativas y que produce importantes cuestionamientos en relación con el principio de *libertad de cátedra*. Sin embargo, las más importantes críticas han sido de orden epistemológico y político: el trabajo de las "integracionistas" ha sido considerado como acrítico o conservador, pues estaría sumando nuevos temas a los existentes; es decir, aceptando la definición de las áreas del conocimiento tal como existen en la actualidad y, en consecuencia, debilitaría la fuerza política de los programas de la mujer. Las profesoras que sustentaban estas críticas y apoyaban la creación de departamentos específicos dedicados a los estudios de la mujer, consideraban que el aislamiento era requisito indispensable para que un grupo académico lograra una identidad, desarrollara investigaciones y estableciera un currículo en forma independiente.

Por último, quienes sostenían una tercera posición (Mac Intosh y Kamarck, 1984), planteaban que se debía participar simultáneamente tanto en los programas que funcionaban de manera autónoma como en las actividades de docencia e investigación establecidas por otras instancias universitarias. A partir de definirse como equidistantes de las posiciones "integracionistas y separatistas", consideraban que los esfuerzos se tenían que dirigir en ambos sentidos evitando promover un modelo único para todas las instituciones y valorando la capacidad de aceptación de cambios en cada espacio académico específico.

En México, a diferencia de lo ocurrido en el medio norteamericano, la disyuntiva "integración" versus "autonomía" no ha generado aún debates profundos entre programas o entre distintas expresiones del feminismo. Entre 1994 y 2003 se desarrollaron seis reuniones de los centros y programas existentes en el país, los que se han organizado en una red que incluye también a grupos en consolidación. Estas reuniones no han llegado todavía a constituirse en el espacio para analizar en profundidad las modalidades de inserción de estos núcleos en las universidades, las características de la producción que generan en las diversas disciplinas ni las fortalezas y debilidades de su trabajo en investigación, docencia y difusión de la cultura. Hasta el presente la discusión teórica entre los centros ha sido excepcional y los grupos han venido operando muy desarticuladamente.

Sin embargo, en algunos programas, la incidencia que se va logrando en los currículos de licenciatura de las universidades ha sido un tema importante en sus agendas de discusión interna, particularmente al evaluar periódicamente sus avances. En este sentido, un dato interesante que arroja nuestro estudio es que en 33% de las unidades de enseñanza-aprendizaje que identificamos, quienes operaban la docencia eran integrantes (o colaboradoras en proyectos específicos) de centros y programas de la mujer y de género. Cabe señalar además que en 8% de los casos se trataba de estudiantes o egresadas de posgrados dependientes de los mismos y en 25% de do-

de las instituciones; es decir, por sus estilos de funcionamiento específicos vinculados a las formas de administración, a la estructura de los órganos de gobierno y a un cúmulo de tradiciones que muchas veces se aceptan sin discutir.

El diagnóstico exhaustivo del impacto de los centros y programas en los currículos de educación superior mexicanas requerirá de una recolección sistemática de información sobre lo que se está llevando a cabo en los cuatro subsistemas que comprende el nivel superior de educación: universitario, tecnológico universitario, tecnológico y de educación normal.

Es necesario, además, que este abordaje, más volcado hacia lo cuantitativo, se complemente con un trabajo de tipo etnográfico que incluya la observación del proceso enseñanza-aprendizaje en el salón de clases.

Incidir en el currículo incluyendo este tipo de contenidos significa tomar en cuenta que éstos producen atracción y rechazo y que se debe recurrir a enfoques pedagógicos centrados no solamente en promover la transmisión y el análisis de nueva información, sino en lograr que la afectividad se movilice frente a los materiales y nuevas interrogantes que son presentados a los sujetos. Se trata de ir abriendo un camino al cuestionamiento de diversos aspectos entre los que se incluirían las creencias, los contenidos y las estrategias didácticas que se utilizan en el aula, así como las apreciaciones, los estereotipos y las actitudes personales de los/as profesores/as hacia la enseñanza de determinados asuntos y problemas. De

- universitaria sobre la problemática femenina. Posibilidades y obstáculos*. CISE-UAMM, México, 1988.
- BOWLER, Gloria y Renata DURELL KLEIN. *Theories of Women's Studies*. Routledge, Londres, 1993.
- BRUNNER, José Joaquín. *Universidad y sociedad en América Latina*. SEP-UAMM-A, México, 1987.
- CARDACI, Dora. *Enfoque de género y derechos sexuales y reproductivos en el currículo de medicina. Informe de Investigación, núm. 1: Experiencias identificadas en América Latina y el Caribe*. Fondo de Población de las Naciones Unidas, México, 2002.
- . *Salud, género y programas de estudios de la mujer*. OPS, PUEG/UAMM, UAMM, México, 2004.
- . Mary Goldsmith y Lorenia Parada. "Los programas y centros de estudios de la mujer y del género en México", en GUTIÉRREZ, Griselda (ed.). *Feminismo en México. Revisión histórico-científica del siglo que termina*. PUEG/UAMM, México, 2002.
- CASILLAS, Manuel y Adrián de GARAY. "El contexto de la constitución del cuerpo académico en la educación superior", en Gil, Manuel et al. (eds.). *Académicos: Un botón de muestra*. UAMM-A, México, 1992.
- CETINA VADILLO, Eugenio. *Ponencia presentada en el Seminario Repensando la Universidad*. UAMM-Xochimilco, México, 4 de febrero de 2004.
- DÍAZ BARRIGA, Ángel. "El futuro de la educación superior en México. Las tensiones entre tradición y modernización", en Muñoz, Humberto (ed.). *Universidad: Política y cambio institucional*. CESI/UAMM/Porrúa, México, 2002, pp. 167-188.

centes cuya motivación surgía de alguna actividad coordinada por profesoras de dichos programas.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> No puede dejar de señalarse que en numerosos casos tal actividad había sido coordinada por Chacela Herrera quien tanto desde su trabajo como

directora del Programa Universitario de Estudios de Género (PUEG/UAMM) como desde su docencia en la Facultad de Filosofía y Letras de la UAMM sembró inquietudes en numerosos discípulos y colegas.

No formó parte de nuestra estrategia de investigación explorar la trayectoria formativa de los/as profesores/as que incorporan un enfoque crítico sobre la condición de las mujeres y las relaciones intergeneracionales en el nivel licenciatura. No obstante, consideramos que el análisis de tales cambios curriculares desde el polo de los/as docentes abre un ángulo importante en el examen de esta temática, ya que el plan de estudios prescrito por una institución acota el trabajo docente pero, simultáneamente, es traducido y resignificado en la práctica por los/as profesores/as que poseen identidades disciplinares o institucionales específicas. Encontramos por ello de enorme interés que en el futuro se desarrollen investigaciones sobre este tipo de asuntos, así como sobre las diversas negociaciones y estrategias que docentes y otros actores sociales desarrollan para abrir espacios a estas temáticas en el ámbito académico.

En síntesis, la evidencia reunida en este estudio, aunque no es estadísticamente representativa del conjunto de las instituciones de educación superior, indica que no existe un modelo único de incorporación de contenidos sobre la situación de las mujeres y de los géneros al currículo. Las posibilidades de intervenir en el mismo no dependen exclusivamente de quienes ejercen la docencia, pues están mediadas por la dinámica

- LEES, Sue. "United Kingdom", en KIRORS, Claudia (ed.), *European Women's Studies Guide*. Wise, Utrecht, 1997.
- MACINTOSH, Peggy y E. KAMARCK. "Varieties of Women's Studies", en *Women's Studies International Forum*, vol. 7, núm. 3, 1984, pp. 139-149.
- MAKOVSKI, V. y M. PALUDI. "Feminism and Women's Studies in the Academy", en PALUDI, M. y G. STEVERMAGEL (eds.), *Foundations for a Feminist Restructuring of the Academic Disciplines*. The Haworth Press, Londres y Nueva York, 1993, pp. 1-37.
- MORALES, Liliana. "La mujer en la educación superior de México", en *Universidad Futura*, vol. 1, núm. 1, 1989, pp. 69-77.
- RODRÍGUEZ, Roberto. "Género y políticas de educación superior en México", en *Revista de Estudios de Género. La Ventana*, núm. 10, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, 1999, pp. 124-159.
- ..... "Transformaciones del Sistema de Enseñanza Superior en México en la década de los noventa", en MUÑOZ, Humberto (ed.), *Universidad: Política y cambio institucional*. CES/UNAM/Porrúa, México, 2002, pp. 145-166.
- ..... "¿Fin de la feminización?", en *Campus Milenio*, núm. 35, 5 de junio de 2003.
- ROLAND MARTIN, Jane. *Coming of Age in Academe*. Routledge, Nueva York, 2000.
- SAOONNIK, Alan. "La teoría de la práctica pedagógica de Basil Bernstein", en *Investigación en la Escuela*, núm. 17, 1992, pp. 7-29.
- TROWLER, Paul. *Academics Responding to Change. New Higher Education Frameworks and Academic Cultures*. The Society for Research in Higher Education & Open University Press, 1998.

allí que esta tarea de investigación etnográfica complementaria sea de vital importancia, ya que permitirá hacer visibles los diversos ángulos de esta actividad tan compleja y evitará que caigamos en la ideologización de los/as estudiantes o en la repetición de eslogans y lugares comunes, que no transformarán sus modos de actuar en la vida cotidiana ni su futuro desempeño profesional.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, Adrián. "Cambio institucional y complejidad emergente en la educación superior en América Latina", en *Perfiles Latinoamericanos*, núm. 12, 1998, pp. 109-140.
- ..... *Estado, políticas y universidades en un período de transición (1982-1994)*. IICE/Universidad de Guadalajara, México, 2000.
- ..... "Poder político, alternancia y desempeño institucional. La educación superior en Jalisco 1995-2001", en *Estudios Sociológicos*, vol. xxii, núm. 64, enero-abril, 2004.
- ANUARIO ESTADÍSTICO 2000. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, México, 2001.
- ANUARIO ESTADÍSTICO 2001. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, México, 2002.
- BECHER, Tony y Paul TROWLER. *Academic Tribes and Territories*. Society for Research into Higher Education, Londres, 2001.
- BLANCO, Mercedes, Mercedes CARREIRAS, Yolanda CORONA, Mary GOLDSMITH, Martha SÁNCHEZ, Florinda RIGUER y María Luisa TARRÉS. *La docencia*

- GARCÍA GUEVARA, Patricia. *Mujeres académicas. El caso de una universidad estatal mexicana*. Universidad de Guadalajara/Plaza y Valdés, México, 2004.
- GIL, Manuel et al. *Los rasgos de la diversidad. Un estudio sobre los académicos mexicanos*. UAM-A, México, 1994.
- . "Origen no es destino. Otra vuelta de tuerca al oficio académico en México", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 2, núm. 4, México, 1997, pp. 255-297.
- GIMENO SACRISTAN, José. *El currículo: Una reflexión sobre la práctica*. Morata, Madrid, 1995.
- GIRoux, Henry y Myrsiades Kostis (eds.). *Beyond the Corporate University*. Rowman and Littlefield Publishers, Boston, 2001.
- HABICHAIN, Hilda. "El género como categoría transversal necesaria", en *Zona Franca*, año xi, núms. 11-12, 2003, pp. 4-9.
- INAYATULAH, Sohail y Jennifer GIDLEY (comps.). *La universidad en transformación. Perspectivas globales sobre los futuros de la universidad*. Pomares, Barcelona, 2003.
- KEMI, Rollin. "Higher Education in Mexico: from Unregulated Expansion to Evaluation", en *Higher Education*, vol. 25, núm. 1, 1993.
- . "Reforma institucional en educación superior y reforma del Estado en México en la década de los noventa". Documento presentado al *Proyecto comparado de políticas de educación superior en América Latina*. Septiembre, 1997 (doc. fotocopiado).
- LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL SIGLO XXI. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, México, 2000.



# Tiburones y Rayas

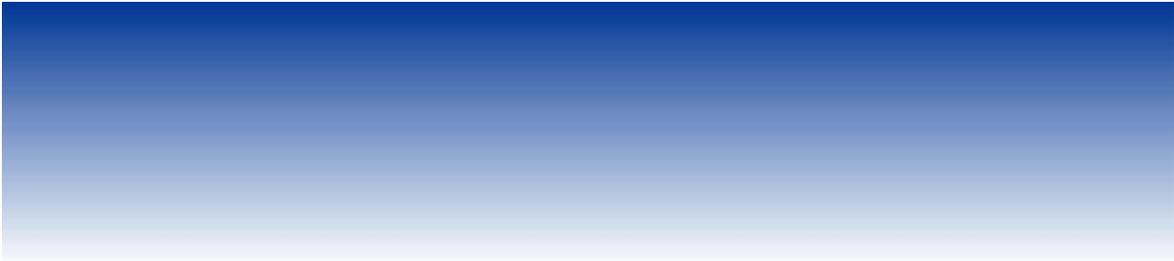
Instructores:

M. en C. Edson Flores

email: [edflores@ecosur.edu.mx](mailto:edflores@ecosur.edu.mx)

Dr. Francisco Javier López Rasgado

El Colegio de la Frontera Sur



# TIBURONES GUARDIANES DEL MAR

---

Guía didáctica



PROGRAMA DE  
CONSERVACION  
DE TIBURONES  
CHILE



GOBIERNO DE CHILE



Universidad Austral de Chile  
Conocimiento y Naturaleza





# Introducción

---

El Programa de Conservación de Tiburones tiene el placer de presentarte, a ti y a tus alumnos, la guía didáctica TIBURONES: GUARDIANES DEL MAR, un apasionante documento que los transportara a un viaje inolvidable dentro del fascinante mundo submarino de los depredadores más avanzados del planeta.

Este documento pretende normalizar la percepción que tienen las personas de los tiburones mostrando cómo son realmente en su hábitat natural: no se trata de malvadas criaturas devoradoras de hombres, como suelen retratarlos las ficciones cinematográficas, sino fascinantes animales salvajes en peligro de extinción.

TIBURONES: GUARDIANES DEL MAR, no sólo ofrece una presentación educativa única y memorable, sino que también transmite un convincente mensaje conservacionista. Constituye un valioso medio de comunicar la importancia que tiene proteger el ecosistema marino, cada vez más frágil, y mantener su biodiversidad.

El material de este documento está pensado para alumnos de educación básica y media, y te invitamos a adaptar cualquiera de las actividades incluidas según las necesidades específicas de cada curso.

Si deseas más información sobre los contenidos de esta guía, puedes visitarnos en nuestro sitio web [www.tiburoneschile.cl](http://www.tiburoneschile.cl)



# CAPITULO I - ¿Qué es un tiburón?

---

Los tiburones son los animales más antiguos del océano y han evolucionado para convertirse en depredadores topos del ambiente marino. Los primeros tiburones aparecieron hace unos 400 millones de años (Devónico), unos 200 millones de años antes que los dinosaurios. Consideremos que el hombre moderno apareció en la tierra hace sólo 40.000 años.

Los tiburones pertenecen taxonómicamente a la Clase Chondrichthyes o Condrictios (nombre derivado del griego “chondros”: cartílago y “ichthos”: pez), denominados también peces cartilaginosos. Dentro de este grupo de peces se agrupan dos subclases, los Elasmobranquios que incluyen a los tiburones y rayas. Y la Subclase Holocefala en la que se incluyen a las quimeras.

Los tiburones se encuentran en todos los océanos del mundo. Algunos viven en las frías aguas polares, mientras que otros han elegido los cálidos mares tropicales. Algunos habitan en las profundidades marinas, cerca del fondo, y otros prefieren nadar cerca de la superficie. Muchos viven cerca de arrecifes de coral o únicamente en determinadas costas, y también son muchos los que han decidido vivir en alta mar.

## CURIOSIDAD

Muchas especies de rayas y un par de especies de tiburones viven en ríos y lagos; como es el caso del tiburón toro (*Carcharinus leucas*) que es un visitante frecuente de los ríos del Amazonas y lagos en Centroamérica.

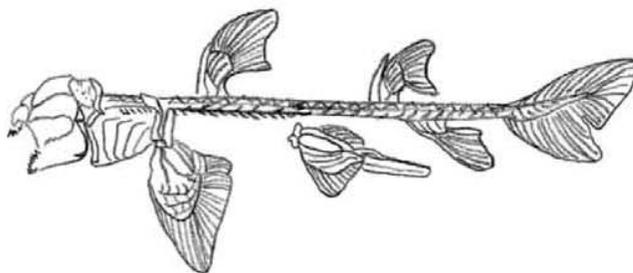
## 1. Un pez cartilaginoso

El tiburón es un pez. Porque como todos los peces nada mediante aletas y respira a través de branquias. Sin embargo, el tiburón no es como cualquier otro pez, pues se trata de un pez cartilaginoso (por oposición a “pez óseo”). El esqueleto de los tiburones está hecho de cartílago, un tejido ligero y flexible. Por ejemplo, tenemos cartílagos en la nariz y las orejas. Los peces cartilaginosos se diferencian también de los óseos por tener de 5 a 7 hendiduras branquiales en lugar de sólo una. La ligereza del cartílago, además, ayuda al tiburón a mantenerse a flote.



### CURIOSIDAD

Los cartílagos de los tiburones siguen creciendo durante toda su vida.



ESQUELETO DE CARTILAGO

Los peces cartilaginosos, que incluyen también rayas y quimeras, comparten una segunda característica en común: a diferencia de los peces óseos, no tienen vejiga natatoria, sino un gran hígado muy graso. Un hígado rico en grasas les da flotación porque el aceite es menos denso que el agua, y por lo tanto más ligero. Sin embargo, tienen que nadar constantemente para no hundirse. Algunos de los tiburones de mayor tamaño, como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), poseen enormes hígados que les mantienen a flote mientras deambulan por el mar.

## 2. Forma

Los tiburones tienen una forma aerodinámica, como la de un torpedo. Un tiburón típico tiene un hocico oblongo, más afilado hacia la punta, y una larga aleta caudal. Es precisamente esta forma aerodinámica, o “hidrodinámica”, lo que les permite mover su pesado cuerpo con tanta facilidad y rapidez por el agua.

## 3. Tamaño

Hay unas 400 especies diferentes de tiburones. Entre ellas, los tres peces más grandes del mar: Tiburón ballena (*Rhincodon typus*), tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), y el tiburón bocudo (*Megachasma pelagios*), que no son peligrosos para los humanos. Pero los tiburones pueden tener formas y tamaños muy diversos. Menos del 20% de los tiburones son más grandes que una persona. El 50% de las especies nunca crecen más de 1,80 metros, aproximadamente la estatura de una persona adulta. Y sólo 10 entre todos los tiburones conocidos alcanzan los 4 metros de longitud. La mayoría de los tiburones mide de 60 a 90 centímetros. El tiburón ballena es el pez más grande del mundo, puede medir casi 20 metros de largo y pesar más de 12 toneladas. En cambio el tiburón más pequeño del mundo es el pigmeo (*Squaliolus laticaudus*), este puede caber en la palma de la mano ya que sólo mide unos 20 centímetros.

## CURIOSIDAD

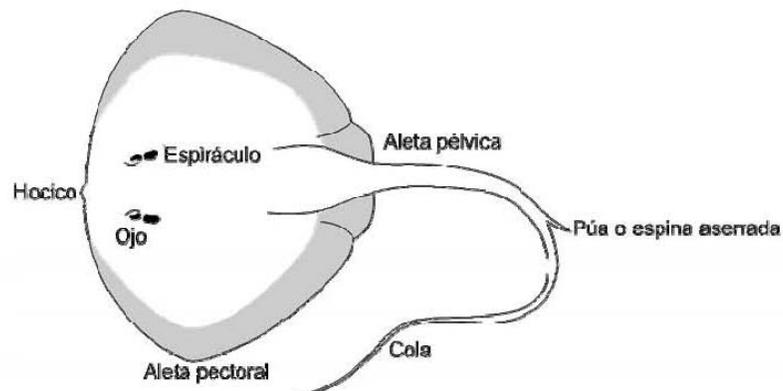
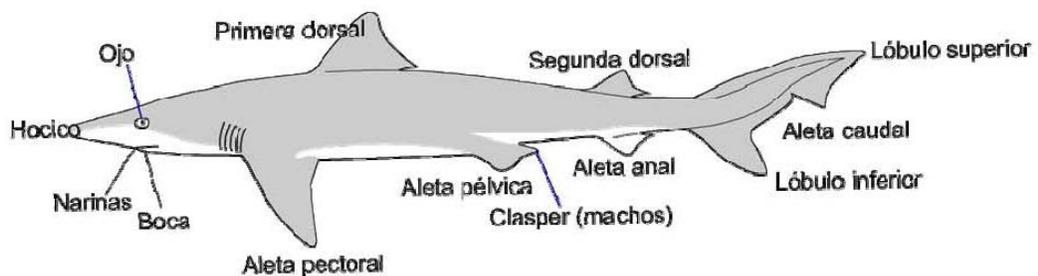
El tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), es un visitante ocasional en el sur de Chile, adentrándose en los canales del sur para alimentarse, este tiburón alcanza tamaños hasta a los 12 metros de largo y pesa más de 4 toneladas.

## 4. Aletas

Las aletas desempeñan un papel crucial para los tiburones. No son flexibles, sino rígidas, y se sostienen mediante radios cartilagosos. Las aletas del tiburón tienen dos funciones principales:

(a) En primer lugar, evitar que el tiburón gire sobre sí mismo. Los tiburones tienen una o dos aletas dorsales que estabilizan su cuerpo. Las aletas anal y pélvica tienen la misma función.

(b) En segundo lugar, propulsar y controlar la dirección. Las aletas pectorales evitan que el tiburón se incline hacia arriba o hacia abajo y se mueva de forma desequilibrada. Las aletas pectorales dobles elevan al tiburón cuando nada para impedir que se hunda. La aleta caudal propulsa al tiburón hacia adelante.





Un tiburón sin aletas no podría nadar y, por lo tanto, moriría. Los tiburones utilizan su cuerpo y su cola realizando movimientos laterales para desplazarse por el agua. Este movimiento oscilante da al cuerpo un fuerte impulso hacia delante. Las aletas pectorales presentan una ligera inclinación que permite a los tiburones ascender. Inclinando las pectorales y curvando el cuerpo, el tiburón puede girar con gran facilidad. Para reducir la velocidad sólo tiene que cambiar la inclinación para que las aletas frenen contra el agua.

### **CURIOSIDAD**

Los tiburones tienen aletas pélvicas y pectorales donde otros animales tienen patas delanteras y traseras.

### **UN DATO SORPRENDENTE**

Algunos tiburones, como el blanco, se mueven tan deprisa que generan la fuerza suficiente para saltar fuera del agua. Es un espectáculo maravilloso, ¡y una buena técnica de caza!

### **SOPA DE ALETA DE TIBURÓN Y PELIGRO DE EXTINCIÓN**

Los tiburones están amenazados por la creciente demanda de la sopa de aleta de tiburón, considerada un plato exquisito en algunos países asiáticos. En la actualidad, este es uno de los mayores peligros que acechan a las poblaciones de tiburones: se les saca del agua sólo para cortarles las aletas cuando aún están vivos y después se les devuelve al mar, donde les espera una lenta muerte.

## **5. Dientes**

Los dientes de los tiburones son algo único. Un tiburón sin dientes moriría de hambre, por supuesto. Por eso, a diferencia de otros animales, los dientes del tiburón crecen constantemente para sustituir los que pierde al cazar. La boca del tiburón suele tener cinco o más hileras de dientes, una detrás de otra. Utilizan las filas delanteras para atrapar y desgarrar a sus presas. Cuando se caen o rompen sus dientes delanteros, la hilera siguiente se mueve para sustituir los dientes perdidos. Los tiburones desarrollan dientes nuevos durante toda su vida.

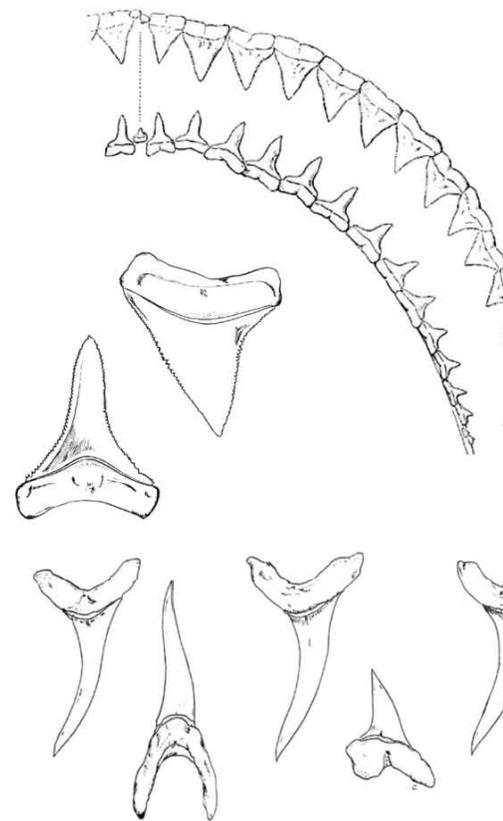
## CURIOSIDAD

Un tiburón de gran tamaño, como el tiburón marrajo puede llegar a fabricar 30.000 dientes a lo largo de su vida.

Los dientes de los tiburones están adaptados a su forma de alimentarse. A diferencia de los humanos, los tiburones no mastican la comida. Y no son omnívoros como nosotros, sino carnívoros. Emplean los dientes para capturar a la presa y, si es necesario, para partirla en trozos más pequeños que puedan tragar.

La mayoría de los dientes de tiburón son muy cortantes. Sus mandíbulas son potentes y los afilados dientes son capaces de cortar el hueso e incluso pequeñas cadenas de acero.

Los dientes de los tiburones tienen diversas formas, que oscilan entre puntas curvadas de feroz aspecto y puntas triangulares planas, algunos dientes son como pequeñas placas que le sirven para apretar y triturar la presa. Las especies de gran tamaño, como el tiburón azul y el peje-zorro, tienen dientes triangulares con bordes puntiagudos. Estas características les ayudan a sostener a los peces y animales grandes que cazan para poder entonces arrancar pedazos de carne o partir la concha de las tortugas. Los dientes del tiburón limón en cambio, son largos y estrechos, lo que les da un aspecto temible, pero en realidad este tipo de tiburón no es muy agresivo. La forma de sus dientes es ideal para agarrar con fuerza presas resbaladizas, como peces y calamares.



DIVERSIDAD DE DIENTES

## CURIOSIDAD

El tiburón ballena, uno de los más grandes del planeta, tiene unos dientes muy pequeños. Este tiburón no emplea los dientes para morder porque se nutre filtrando alimento.

## 6. Sentidos

Los tiburones tienen unos sentidos asombrosamente desarrollados, y los utilizan para evitar a los depredadores, buscar presas y reproducirse. Pueden ver, oler, saborear, tocar y oír mucho mejor que los humanos. Y además, tienen un sexto sentido ya que son capaces de detectar pequeños impulsos eléctricos en el agua. Todos los animales producen algún tipo de señal eléctrica, que puede resultar muy útil para detectar a las presas que están ocultas.

### Vista

Los tiburones tienen una vista excepcional, y su visión nocturna es bastante buena. Ven diez veces mejor que los humanos con poca luz, y esto les permite cazar antes del amanecer y ya entrada la noche. Los ojos de los tiburones tienen un mecanismo similar al de los gatos. La parte posterior de los ojos lleva una capa parecida a un espejo denominada *tapetum lucidum*. Esta capa duplica la intensidad de luz que reciben los ojos reflejando de nuevo los rayos de luz sobre la retina, con lo que se aprovecha al máximo la luz disponible. Otra de las ventajas de los ojos de los tiburones es su capacidad de adaptación a la luz. Un tiburón ve igual de bien durante el día que por la noche. Esto se debe a que las pupilas del tiburón pueden dilatarse y contraerse para regular la cantidad de luz recibida. Podríamos creer que su mundo es en blanco y negro, como el de otros animales, pero en realidad ven diferentes sombras y algunas especies incluso ven en color. Son verdaderamente el depredador perfecto. Los ojos de los tiburones están situados a los lados de la cabeza, lo que les da un campo de visión más amplio que el de los humanos. Algunos de los tiburones que viven cerca del fondo oceánico tienen los ojos sobre la cabeza. Los tiburones que cazan con rapidez ven mejor que los que permanecen en el fondo del mar acechando a sus presas. Todos los tiburones tienen un párpado fijo, situado alrededor del ojo, y algunos, los de la familia *Carcharhinidae*, poseen también un párpado móvil, llamado membrana nictitante. Se trata de una capa de piel que se cierra para proteger a los ojos cuando el tiburón ataca. Los que no disponen de esta membrana hacen girar sus ojos para introducirlos bajo la cabeza cuando atacan.





## Olfato

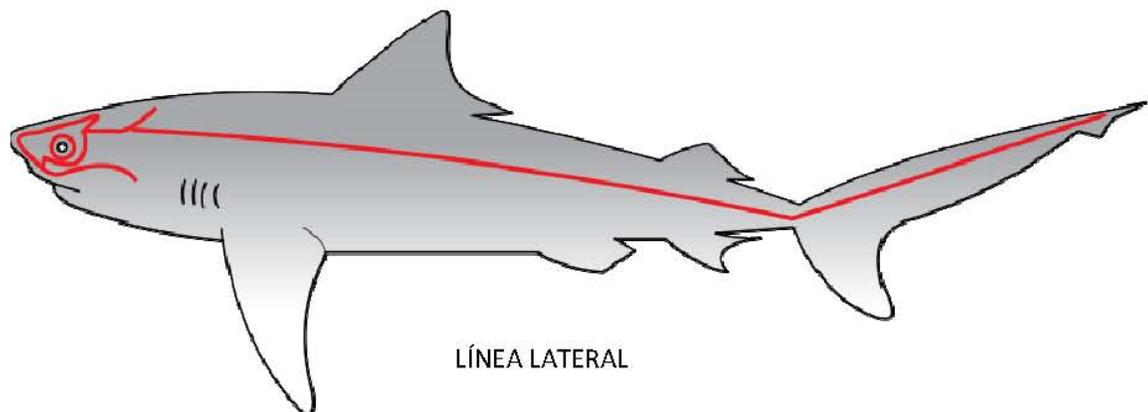
Los tiburones también tienen un potente sentido del olfato, que les permite detectar olores casi inapreciables. Un tiburón puede oler una gota de sangre a unos cinco kilómetros de distancia, e identificar sin problema el olor general de los peces y otros animales. La nariz de los tiburones, llamada Narinas, tiene fosas nasales, pero sólo sirven para oler y no para respirar. La mayoría de los tiburones encuentran a sus presas moviéndose y utilizando el olfato, y sólo emplean la vista cuando están cerca. El olfato es útil a larga distancia, pero cuando el tiburón quiere probar su posible fuente de comida, muerde un trozo, y si no le gusta, lo escupe.

## Gusto

Los tiburones tienen un poderoso sentido del gusto: son bastante exigentes con la comida y rechazan lo que no les sabe bien, como las personas, por ejemplo. Si a veces engullen latas de conserva y bolsas o botellas de plástico, es por accidente. Además de la boca, todo su cuerpo está recubierto de papilas gustativas. Así, con sólo frotarse contra un objeto pueden detectar su sabor. Esto explicaría por qué los tiburones chocan contra presas desconocidas en lugar de morderlas. No pretenden intimidarlas, sino probarlas a través de su piel.

## Tacto

Bajo la piel, los tiburones tienen terminaciones nerviosas muy sensibles al tacto. Esta gran sensibilidad es debida a la línea lateral que tienen los tiburones. A lo largo de esta línea lateral todos los tiburones poseen células que salen de la cabeza y se extienden por todo el cuerpo. Estas células son capaces de detectar el más ligero movimiento a su alrededor. De hecho, les permiten no sólo sentir su propio cuerpo y movimientos, sino también obtener información sobre la temperatura del agua, las corrientes y cualquier señal eléctrica presente en el agua. Así, para un tiburón es muy fácil detectar a un pez aleteando en las inmediaciones. Además, esta hipersensibilidad les permite identificar peligros, aparearse y encontrar el camino que quieren seguir.

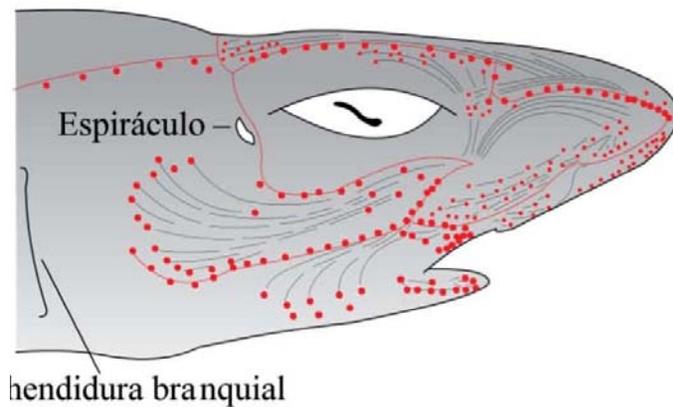


## Oído

Los tiburones tienen un oído excelente y detectan sonidos a gran distancia. Los tiburones poseen orejas a ambos lados del cerebro, conectadas a la línea lateral. No las podemos ver porque están dentro de la cabeza. Oyen sonidos profundos, de baja frecuencia, como el motor de una embarcación, y a veces incluso acuden a curiosear. Por supuesto, pueden oír al pobre pez herido hundiéndose, y también olerlo. Los submarinistas no logran nunca entrar en el agua sin ser detectados. Los tiburones emplean el oído para buscar comida. Suele ser el primer sentido en que confían para detectar a la presa. Bajo el agua, el sonido viaja más rápidamente y hasta una mayor distancia que en la superficie. Los tiburones se sienten atraídos por los sonidos de baja frecuencia, similares a los que emiten las presas heridas o enfermas. La mayoría de los sonidos más atractivos se sitúan entre 25 y 100 Hz de frecuencia. Algunos tiburones son atraídos por fuentes de sonido a distancias tan considerables como 250 metros.

## Electrorecepción: un sexto sentido

Como muchos otros peces, los tiburones tienen un sentido más, el sexto sentido, acerca del que sabemos muy poco. Son capaces de detectar pequeños impulsos eléctricos en el agua. Este sentido puede ser muy útil, pues todos los animales producen algún tipo de señal eléctrica. Les permite detectar movimientos en el agua desde centenares de metros de distancia. Dado que captan las señales eléctricas generadas por la presa, pueden detectar los movimientos de otros animales. El sexto sentido existe gracias a unos órganos electrorreceptores denominados ampollas de Lorenzini, descubiertas no hace mucho por cierto. Estas ampollas son poros llenos de gelatina. Están situados alrededor de la cabeza, con una mayor concentración cerca del hocico, y se conectan al



AMPOLLAS DE LORENZINI

cerebro mediante terminaciones nerviosas. Básicamente, las ampollas son detectores de campos eléctricos. Todo ser vivo produce un campo eléctrico y los tiburones pueden percibirlo. Extrañamente, a veces los tiburones atacan a objetos metálicos. Este comportamiento se debe a que, en el agua salada del mar, los metales desprenden señales eléctricas que hacen pensar al tiburón que se trata de una presa. Los tiburones no sólo pueden detectar a su presa, sino también a un submarinista o posible cazador sin ni siquiera verlos.

**CURIOSIDADES** Alcance de los órganos sensoriales de los tiburones

Tacto y gusto:	por contacto
Ampollas de Lorenzini:	algunos metros
Vista:	decenas de metros
Olfato y línea lateral:	varios campos de fútbol
Sonido:	varios kilómetros

**7. Reproducción**

La mayoría de especies de tiburón crecen lentamente y necesitan muchos años para alcanzar la madurez. Las especies más grandes suelen tardar de seis a ocho años en madurar, e incluso más. Los científicos no saben con exactitud cuántos años viven los tiburones. Se sabe que algunas especies grandes pueden alcanzar los cuarenta años de edad, y quizá más. Los tiburones tienen un ciclo reproductivo largo, de uno a dos años de duración en la mayoría de especies, y también un prolongado periodo de gestación. La gestación dura entre tres y cuatro meses en las especies pequeñas y hasta dos años o más en los tiburones de gran tamaño. Su tasa de fecundidad es baja en comparación con otros peces quienes pueden desovar desde miles a millones de huevos. Debido a su lenta maduración, una tasa de reproducción baja, una fecundidad reducida y una larga gestación, los tiburones son muy vulnerables a la sobreexplotación pesquera.



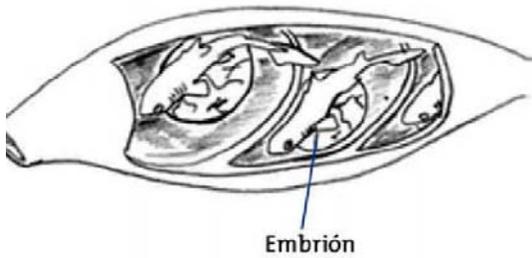
Mientras que algunos tiburones dan a luz en los fondos oceánicos profundos, muchas especies alumbran en los arrecifes de coral, en aguas costeras superficiales o en estuarios, es decir, en lugares con abundante alimento. Precisamente, los mismos lugares que frecuentan los pescadores. La pesca puede hacerlos desaparecer del océano antes de que puedan reproducirse.

Además, cualquier degradación medioambiental es una amenaza directa para sus zonas de cría. Durante el apareamiento, la hembra libera en el agua sustancias químicas perfumadas. El macho, atraído por el aroma, busca a la hembra y la anima a emparejarse persiguiéndola y mordiéndola. La gruesa piel que suelen tener los tiburones hembra les permite sobrevivir a las mordeduras del apareamiento. Pero a veces la hembra llega a morir en el intento, víctima de los mordiscos de machos demasiado excitados. El tiburón macho posee un par de órganos reproductores llamados “cláspers”, que son extensiones de las aletas pélvicas. Al aparearse, los introduce en el órgano reproductor femenino, denominado cloaca. El espermatozoide del macho se deposita entonces en la hembra y nada hasta dar con un óvulo, en uno de los dos úteros. Los huevos se fertilizan en el interior del cuerpo de la hembra (fecundación interna).

En la mayoría de los tiburones recién nacidos, las crías están aptas para sobrevivir en el medio marino, vienen al mundo con un juego de dientes completo y están preparadas para alimentarse por sí solas. De hecho, tras nacer se ponen a nadar rápidamente para huir de su madre, que podría llegar a comérselos. El tamaño de la camada oscila entre una o dos crías y más de cien. Según la especie, los óvulos fecundados pueden desarrollarse de tres maneras diferentes. El 70% de los tiburones nacen vivos: son vivíparos u ovovivíparos. El 30% restante son ovíparos, es decir, ponen huevos.

## CURIOSIDADES

El número de embriones producidos por una sola madre oscila entre dos y varios centenares, como por ejemplo en la pintaroja común (*Schroderictys chilensis*) puede tener máximo dos crías, la hembra de tollo negro (*Centrocyllum granulatum*) común en las aguas profundas de de Valdivia puede tener entre 8 a 16 y hasta 300 crías que puede tener el tiburón ballena.



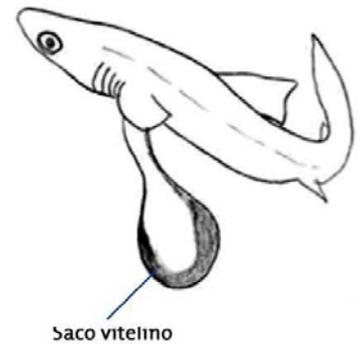
Embrión

## Viviparidad

El embrión se desarrolla dentro del cuerpo de la madre, unido a la pared uterina y con una placenta que proporciona nutrientes y oxígeno. El embrión se alimenta a través de la sangre de la madre mediante un cordón umbilical que se une al embrión cerca de las aletas pectorales. Tras una gestación de 9 a 12 meses, la madre pare crías vivas. Al nacer, las crías ya formadas salen de la madre con la cola por delante. Así su cabeza queda protegida durante el parto. Las crías recién nacidas ya saben nadar, no dependen de su madre y se valen por sí solas inmediatamente.

## Ovoviviparidad

Los embriones se desarrollan dentro de un huevo en el útero. No se alimentan de la inexistente placenta sino a partir de un líquido llamado vitelo que está almacenado en un saco o bolsa unida a su cuerpo. En algunas especies de tiburón cuando el vitelo se termina, los embriones se alimentan de los huevos no fecundados y de las crías más pequeñas y por tanto más débiles. Muy pocas crías sobreviven hasta el nacimiento a causa de esta forma de canibalismo entre hermanos. El embrión se alimenta del saco vitelino unido a su abdomen hasta que está apto para ser dado a luz por la madre.



Saco vitelino

## CURIOSIDAD

El tiburón, tollo de cachos (*Squalus acanthias*) que no alcanza más de metro y medio de longitud, tiene el record del periodo de gestación más largo en el mundo animal: se demora entre 18 y 24 meses en dar a luz entre 1 a 20 crías



## Oviparidad

La hembra encierra el huevo en una cápsula de colágeno, denominada huevo o cápsulas. Estas cápsulas cumplen la función de proteger al embrión de depredadores. Son de diversas formas y presentan estructuras como filamentos o zarcillos en los extremos, lo que les permiten adherirse. La madre libera los huevos en el mar, enredándolos en algas o corales a través de los zarcillos. El embrión crece dentro del huevo y sale de este cuando está totalmente desarrollado. Tras depositar los huevos, la madre no se dedica a cuidarlos, por lo que las crías se ven expuestas a numerosos peligros. Sin embargo, la madre los deposita donde sabe que estarán a salvo y tendrán un buen suministro de comida cuando las crías rompan el huevo.

### ¿Sabías que...?

Este tipo de reproducción le permite a la hembra tener únicamente dos cápsulas en un periodo de tres a cuatro meses.

Si deseas más información sobre las pautas reproductivas de cada una de las especies de tiburones en Chile, visitar la sección exclusiva en nuestro sitio web [www.tiburoneschile.cl](http://www.tiburoneschile.cl)



## UNIDAD II -Tiburones: Falsos prejuicios

---

Esta unidad devela las falsas ideas o conceptos que tiene la gente sobre los tiburones y explica cómo son y se comportan realmente. Se cree habitualmente que los tiburones son animales enormes, feroces y crueles que comen mucho y adoran la carne humana. No es cierto. Los tiburones suelen atrapar presas bastante más pequeñas que ellos, y la carne humana no les sabe absolutamente a nada. Sin embargo, sí son unos de los animales más grandes que habitan en los océanos y su rol más importante es que ocupan la cima de la cadena alimentaria en los océanos, con lo que equilibran y controlan las complejas redes de seres vivos situadas en la parte inferior de la cadena.

En el océano, los peces y todas las criaturas del mar dependen unos de otros para sobrevivir. El continuo “comer y ser comido” que mueve a la naturaleza genera un ciclo vital en el que todo se aprovecha y nada se desperdicia. Sin los tiburones u otros depredadores superiores que se alimentan de peces más pequeños, no habría ningún control sobre las poblaciones de peces, que pronto agotarían sus fuentes de comida. Los tiburones desempeñan un papel crucial en los océanos manteniendo el equilibrio de la cadena alimentaria. Además, los tiburones se alimentan de animales heridos o enfermos, con lo que eliminan a los individuos más débiles. Podríamos decir que “limpian” los océanos para que el ecosistema se mantenga sano y en equilibrio.

### 1. ¿Qué comen los tiburones?

Todos los tiburones son carnívoros, y la mayoría se alimentan de peces y otros animales. Según la especie se alimentan de: calamares, pulpos, langostas, lobos marinos, tortugas e incluso otros tiburones, son su alimento habitual. Sin embargo, el tiburón ballena, que es el tiburón más grande y también el pez más grande del planeta, sólo come toneladas de plancton. A pesar de las historias que se rumorean, los tiburones no se comen a las personas. Los tiburones y otros peces predadores con grandes dientes son generalmente bastante de fiar. Incluso las especies de mayor tamaño se alimentan de criaturas mucho más pequeñas que los humanos. Pero pueden morder si se les provoca. Más de la mitad de los tiburones no alcanzan nunca una

longitud superior a 1,2 o 1,5 metros, y muchos tienen unos dientes demasiado pequeños para provocar heridas graves.

Aunque parezca sorprendente, los tiburones tampoco comen tanto, y de hecho algunos pueden estar semanas sin alimentarse. Los tiburones que son cazadores activos pueden llegar a comer sólo varias veces a la semana, mientras que los que capturan presas pequeñas pueden hacerlo varias veces al día.

## 2. ¿Cómo atacan los tiburones?

Los humanos hemos dado a los tiburones la mala reputación de “asesinos feroces y sanguinarios”, y esta sigue siendo la idea que tiene mucha gente sobre estos peces. Los medios de comunicación se encargan de perpetuar este falso prejuicio. Desde un punto de vista estadístico, en cambio, los tiburones no son tan peligrosos para los humanos como se cree. Por supuesto, muchos tiburones son capaces de matar a una persona, pero sólo se presentan en promedio 5 ataques mortales a personas por año en todo el mundo, menos que el número de personas que mueren a causa de mordeduras de perro, picaduras de avispas, rayos o resbalones en la bañera. La primera reacción de la mayoría de los tiburones en su hábitat natural ante un animal poco familiar como los humanos, es la autoprotección. Es decir, alejarse.



Similitudes entre un nadador y una tortuga desde el punto de vista de un tiburón

De las 400 especies de tiburones que existen, sólo se conocen unas 20 que hayan atacado a humanos. Estas especies tienen tres cosas en común: se alimentan de peces o mamíferos marinos grandes, alcanzan un tamaño considerable y suelen merodear por las cálidas aguas costeras, donde también suele haber gente. Los humanos se convierten en una presa por casualidad. Un tiburón puede confundir a los bañistas o buzos con presas. Desde abajo, un



nadador, especialmente los surfistas se parecen a una tortuga o un lobo marino. Estos ataques suelen suceder en sectores donde la visibilidad es baja debido a la resuspensión de partículas en el agua o en zonas donde los tiburones comúnmente se alimentan.

Después de atacar, el tiburón suele darse cuenta del error y se aleja sin más. A los tiburones no les gustan los humanos: tenemos demasiados huesos, y, a diferencia de los lobos marinos, no tenemos suficiente carne ni grasa. Los tiburones también pueden causar heridas si golpean con fuerza a una persona. En los arrecifes de coral es tal la abundancia de peces pequeños que casi no se conocen ataques directos a los humanos. Los pocos casos registrados han sido personas que, durante la pesca con arpón, han vertido mucha sangre al agua. En la mayoría de los ataques se han visto implicadas personas que intentaban apresar a un tiburón atrapado o enganchado al anzuelo.

A veces los ataques son mortales, debido a que la víctima puede morir por desangramiento y no por ser comido por el tiburón, pero debemos recordar que son muy poco frecuentes. La mayor cantidad de ataques se registra en las aguas de Norteamérica, Australia y Suráfrica. La calidez de las aguas de estas zonas atrae a muchísima gente, lo que hace más probable entrar en contacto con los tiburones.

### 3. ¿Cómo obtienen alimento?

#### Caza

Los tiburones son los depredadores marinos más antiguos del planeta. Su cerebro es mayor que el de la mayoría de los demás peces, y son cazadores sofisticados, dotados de espectaculares sentidos. Los hábitos de caza del tiburón siguen siendo poco conocidos, pues nadan muy rápidamente a lo largo de grandes distancias y descienden hasta profundidades donde es difícil para los humanos llegar. Durante la mayor parte de su vida son animales solitarios. Suelen vivir y cazar solos, y su modo de subsistencia consiste en encontrar alimento y mantenerse sanos y salvos. Aunque se les puede ver nadando con otros individuos de su misma especie, la mayoría de los tiburones no atacan hasta que vuelven a estar solos.





A los tiburones se les llama “cazadores silenciosos” porque a menudo pasan desapercibidos para sus presas. Muchos recurren al camuflaje para actuar por sorpresa. Esperan el momento oportuno, aparecen por detrás o de abajo y atacan. Cuando un tiburón halla una posible presa, nada en círculo a una cierta distancia para evaluar la situación. Cuando está listo para atacar, se acerca a toda velocidad y muerde antes de que la presa pueda darse cuenta de nada. En la mayoría de los casos, un mordisco es suficiente para reducir a la presa. Después de atacar, esperan a que la víctima muera por desangramiento. Este método de caza les permite ahorrar mucha energía.

### ¿Sabías que...?

Los tiburones recurren al camuflaje para sorprender a sus presas al cazar. Por lo general, los tiburones presentan una coloración oscura por encima, en la zona dorsal, y más clara por debajo, en la parte ventral. Las presas o depredadores no siempre los ven cuando miran hacia abajo gracias a la oscuridad que emerge del fondo oceánico. Cuando la presa o depredador mira hacia arriba, el vientre claro de los tiburones se funde con la superficie del océano iluminada por el sol, con lo que también logran pasar inadvertidos. De forma similar, los tiburones que prefieren el fondo oceánico para vivir se confunden a la perfección con el lecho marino.

### Filtrado

Algunos tiburones se alimentan nadando con la boca abierta. Engullen agua y filtran la comida que hay en ella. Su alimento son los organismos más pequeños del mar, un sinfín de plantas y animales diminutos que se denominan colectivamente “plancton” y viven flotando en el agua. Esta forma de alimentarse se denomina “filtrado”. Curiosamente, tres de las especies de tiburón más grandes son filtradores: el tiburón bocudo, el tiburón peregrino y el tiburón ballena.

### Otras estrategias

Los tiburones no siempre cazan para comer. Al igual que otros grandes predadores, como los tigres, buscan presas fáciles, por ejemplo animales heridos o enfermos. También son carroñeros y se conforman con cualquier criatura muerta que encuentren con tal de que sepa bien. Algunos de los que viven en el fondo, camuflados, se confunden con el lecho marino y



esperan hasta que llega una presa. Cuando un pez se acerca lo suficiente, abren la boca y se lo tragan entero.

#### 4. Tiburones en peligro

Durante 400 millones de años, los tiburones han sobrevivido a grandes cambios ambientales, pero la evolución no les preparó para resistir al súper-depredador que ha aparecido hace apenas 500 años: el hombre industrializado. Algunos tipos de tiburones están en peligro de extinción. Al eliminar estos animales, el ser humano está poniendo en peligro el importante papel que desempeñan en el mantenimiento del equilibrio de la vida en los océanos.

Puede que la gente tenga miedo de este depredador oceánico, pero lo cierto es que los tiburones tienen más motivos para temer a los humanos que viceversa. La especie humana está destruyendo literalmente las poblaciones de tiburones de este planeta. En todo el mundo, cada año se matan unos 100 millones de tiburones.

Los tiburones son el blanco de los pescadores deportivos. Dado que no es fácil apresar a un tiburón, cuando un pescador lo logra suele exhibir en público las mandíbulas con sus dientes a modo de souvenir o las vende a algún turista. No obstante, la amenaza más grave es la pesca comercial. Millones de tiburones son sacrificados cada año por su carne, hígado (aceite), cartílagos, mandíbulas, dientes, órganos internos, piel y, sobre todo, por sus ALETAS.



Aletas de tiburón  
secándose en una cuerda



Debido a la escasez de bacalao, éste a veces es sustituido por cazón, un tipo de tiburón pequeño, en los restaurantes. Es significativo que en los mercados de pescado se venda tiburón bajo otros nombres, como congrio japonés, anguila o corvinilla. El cartílago de tiburón se vende como remedio contra el cáncer aunque no existen pruebas científicas de su eficacia. En muchos países asiáticos se ha disparado la demanda de la popular sopa de aleta de tiburón durante los últimos cincuenta años, solamente por pretender un estatus dentro de la sociedad. Esto significa que los pescadores cazan tiburones sólo por las aletas, y los devuelven al mar una vez que les han cortado tan preciado manjar. Sin las aletas, los tiburones no pueden maniobrar y acaban hundiéndose hasta el fondo del mar, donde mueren desangrados. La práctica de extirpar las aletas sólo está prohibida en algunos países como Colombia y Costa Rica, aunque muchos países Sudamericanos aún no poseen leyes que prohíban o regulen este tipo de prácticas.

En ciertos países costeros se colocan redes de seguridad para proteger a la gente de posibles ataques de tiburones. Sin embargo, estas redes también capturan a muchos tiburones inofensivos, y cuando uno de ellos se queda atrapado, las posibilidades de escapar son casi nulas. Otra cruel forma de muerte que afecta a los tiburones es quedarse atrapados en las redes de pesca o en anzuelos y palangres. Las gigantescas redes que se despliegan para pescar atunes acaban capturando a otros habitantes del océano, como tiburones y delfines, que son especies no deseadas. Esto se llama “captura incidental”, y los tiburones capturados normalmente se devuelven al mar. Desafortunadamente, muchos de ellos mueren. De todos los tiburones que se cazan en el mundo, aproximadamente la mitad se capturan por simple casualidad, como captura incidental, en barcos pesqueros interesados en otras especies.

Los tiburones son particularmente vulnerables a la sobrepesca a causa de su baja tasa reproductora. En comparación con otros peces, los tiburones maduran tarde, crecen lentamente y producen pocas crías. Algunos tardan hasta seis años en alcanzar la edad reproductiva. El periodo de gestación (el tiempo que pasa el embrión dentro de la madre) puede alargarse hasta 24 meses en algunas especies, como por ejemplo, en el tollo de cachos *Squalus acanthias*, un habitante de los mares en el sur de Chile. La pesca puede hacerlos desaparecer antes de que logren reproducirse. Las prácticas de pesca destructivas, como las redes de arrastre, las redes de deriva y los palangres de fondo, también amenazan a los tiburones debido a que son muy poco selectivos, es decir, capturan incidentalmente muchas especies marinas de importancia ecológica como lo son los tiburones, corales y esponjas. El ser humano ha matado ya a tantos tiburones que los ecosistemas submarinos han perdido su equilibrio natural. Hoy, hasta un 80% de las especies de tiburones están en peligro de extinción.



# CAPÍTULO III –

## Los diferentes tipos de tiburones

---

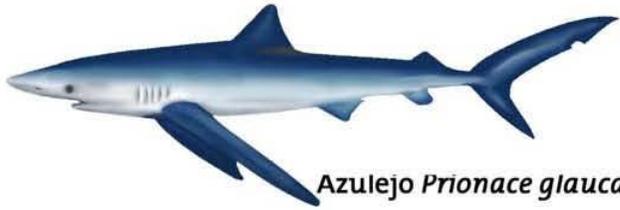
### 1. Los tiburones

Como ya sabías, los tiburones son peces cartilaginosos, y aunque sean bastante diferentes de las rayas, peje gallos y quimeras pertenecen a esta misma clase de peces. A diferencia de lo que se cree, Chile presenta una rica biodiversidad de tiburones. En las aguas costeras habitan las pintarrojas y los tollos, mientras que en el océano abierto podemos encontrar al tiburón marrajo, el azul y el peje-zorro. Casi todos los tiburones que habitan en Chile, viven en las profundidades de los océanos, son de color negro y no alcanzan más de 1 metro de largo.

Uno de los peces más grandes del mundo, el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), es un visitante frecuente del sur de Chile, donde incluso se acerca a la costa a alimentarse, y a pesar de tener un cuerpo que alcanza hasta los 12 metros de largo y 5 toneladas de peso, es un inofensivo consumidor de plancton. Su ancha boca está situada en la parte frontal de la cabeza y posee unos dientes pequeñísimos en la mandíbula inferior. No necesitan dientes grandes, pues se alimentan filtrando el agua.

#### ¿Sabías que...?

El plancton es un término que describe a miles de diferentes de criaturas microscópicas que flotan a la deriva en el agua. Incluye determinados tipos de algas, que son plantas y utilizan la energía del sol para fabricar su alimento. Esta fracción vegetal se denomina “fitoplancton”. El plancton también contiene numerosos animales, o larvas, que se alimentan del fitoplancton e incluso se comen entre sí, y reciben el nombre de “zooplancton”.



Azulejo *Prionace glauca*



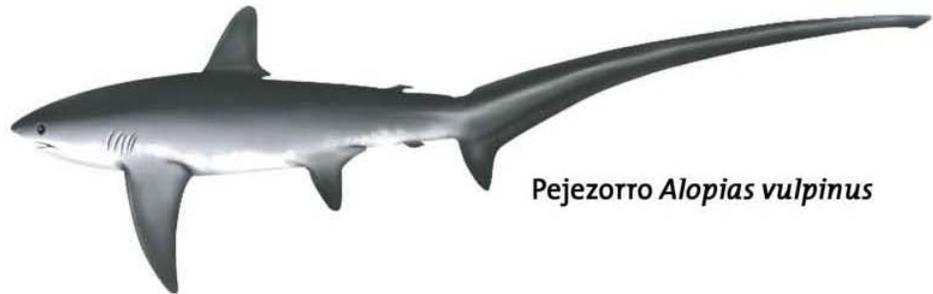
Marrajo *Isurus oxyrinchus*



Tollo de cachos *Squalus acanthias*



Tollo fino *Mustelus mento*



Pejezorro *Alopias vulpinus*

## 2. Las rayas

Las rayas pertenecen a la misma familia que los tiburones. Pero no se les parecen mucho, como ocurre a veces con algunos primos lejanos. Las rayas tienen un cuerpo plano y muy ancho. De hecho, sus aletas pectorales en forma de triángulo parecen alas y están unidas directamente a la cabeza. Los ojos están situados a los costados y detrás de cada ojo se encuentran unas aberturas llamadas “espiráculos” que a menudo se confunden por orejas. Sirven para aspirar agua cuando están descansando en el fondo del mar.

La raya espinosa *Dipturus trachyderma* es la raya más grande de Chile, y puede pesar hasta 100 kilos. Tiene un aspecto impresionante, y un ancho de casi 4 metros, es decir, más de dos autos uno junto a otro.



Raya volantín  
*Zearaja chilensis*



Raya águila  
*Myliobatis chilensis*



Raya gris  
*Bathyraja griseocauda*



Pez guitarra  
*Rhinobatos planiceps*

Raya de manchas blancas  
*Bathyraja albomaculata*



### 3. Las quimeras

Las quimeras son un primo lejano de los tiburones tienen un cuerpo que ha evolucionado para la vida en las profundidades del océano. Todas las especies son de grandes ojos y cola como un largo látigo. En su primera aleta dorsal, siempre tienen una larga espina aserrada que les sirve para protegerse de sus depredadores. A diferencia de los tiburones o las rayas, sus dientes se han fusionado formando cuatro placas con las cuales muelen los cangrejos y caracoles de los que se alimentan. A diferencia de sus primos, las branquias están cubiertas por un tejido blando a modo de opérculo.

#### ¿Sabías que...?

Las quimeras no tienen dentículos dérmicos en la piel como sus primos los tiburones y rayas, su piel está desnuda. Solamente presentan dentículos dérmicos en etapas embrionarias.



Pejegallo  
*Callorhynchus callorhynchus*



Quimera de ojos grandes  
*Hydrolagus macropthalmus*

LA MAREA ESTA CAMBIANDO

# TIBURONES

DE AMOS DE LOS OCÉANOS, A ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN



Los tiburones han morado los océanos por cientos de millones de años. Predadores perfectos en la cima de la cadena alimenticia, los tiburones han tenido pocos enemigos, hasta que los humanos empezaron a explotarlos.

En las últimas décadas, el surgimiento de la demanda de productos de tiburón-especialmente aletas- ha borrado la línea entre la pesca deseada y la no deseada (incidental).

Solo en Hong Kong, cada año pasan por su mercado de aletas, entre 26 y 73 millones de tiburones y este mercado constituye solo la mitad del comercio global de aletas de tiburón.

Los tiburones que antes se descartaban, generalmente vivos, ahora se conservan para ser comercializados, lo que aumenta la presión sobre las poblaciones de tiburones.

Veintiséis especies de tiburones ahora se encuentran En Peligro de Extinción y otras 115 especies son Vulnerables o casi Amenazadas. La disminución continua de tiburones es señal de la falta de manejo adecuado, de regulaciones y de la aplicación de medidas de conservación para tiburones.

## MEDIDAS DE CONSERVACIÓN

Conforme las especies de tiburones siguen disminuyendo en todo el mundo, ha crecido la conciencia de la urgente necesidad de conservarlos. Muchos países han prohibido el aleteo, en un esfuerzo de detener las disminuciones de tiburones y los consecuentes daños a los ecosistemas oceánicos.

La demanda mundial de partes de tiburones y el comercio internacional no regulado, están causando que las poblaciones de tiburones caigan en picada.



## POBLACIONES A LA BAJA

Hoy en día los tiburones enfrentan muchas amenazas. Entre las principales están:

- Sobre pesca;
- Pesca ilegal; y
- Captura incidental.

## LAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN NO SON SUFICIENTES

Los miembros de OSPESCA, la organización de manejo pesquero de la región de Centroamérica, acordó en 2012 implementar legislaciones que mandaten que cuando se desembarquen tiburones, éstos deben tener las aletas naturalmente adheridas a los cuerpos. Taiwán adoptó una legislación similar este año que se implementará completamente el 1 de Enero de 2013. Muchos otros países tienen leyes similares.



Algunos países han creado reservas marinas para tiburones o han implementado Vedas a la pesca de tiburones.

## MEDIDAS DE CONSERVACION POR PAÍS

BAHAMAS	La pesca comercial de tiburones está prohibida	2011
EGIPTO	La pesca de tiburones está prohibida en aguas territoriales del mar rojo.	2005
HONDURAS	La pesca de tiburones está prohibida	2010
ISRAEL	La pesca de tiburones está prohibida	1980
ISLAS MARSHALL	La pesca comercial de tiburones está prohibida	2010
MÉXICO	La pesca de tiburones está prohibida en los meses de mayo a agosto	2011
PALAO	La pesca de tiburones está prohibida	2009
REPÚBLICA DE LAS MALDIVAS	La pesca de tiburones está prohibida	2010

## PROHIBICIÓN DEL ALETEO POR PAÍS

ARGENTINA (2009)	NAMIBIA (2000)
AUSTRALIA	NUEVA ZELANDA (2004)
BRASIL (1998)	NICARAGUA (2004)
CANADÁ (1994)	OMÁN (<1999)
CAPE VERDE (2005)	PANAMÁ (2006)
CENTRAL AMÉRICA (2012)	SAMOA AMERICANA (2012)
CHILE (2011)	SEYCHELLES (2006)
COLOMBIA (2007)	SIERRA LEONA (<1998)
COSTA RICA (2001)	ESPAÑA (2002)
ECUADOR (2004)	TAIWÁN (2012)
EL SALVADOR (2006)	REINO UNIDO (2009)
UNIÓN EUROPEA (2009)	ESTADOS UNIDOS (2011)
MÉXICO (2007)	VENEZUELA (2012)



Los tiburones como este cabeza de martillo, son especialmente vulnerable a la sobrepesca debido a que son muy longevos maduran tardamente y producen pocas crías.

Adicionalmente, ahora se están adoptando medidas de retención de especies de tiburones en tratados pesqueros regionales e internacionales:

#### MEDIDAS DE CONSERVACIÓN POR TRATADO

CIAT	La retención del tiburón oceánico está prohibida	2012
CICAA	La retención del tiburón sedoso está prohibida con la excepción de consumo doméstico en costas de países en desarrollo	2011
CICAA	La retención del tiburón martillo está prohibida con la excepción de consumo doméstico en costas de países en desarrollo	2010
CICAA	La retención del tiburón oceánico está prohibida	2010
CICAA	La retención del tiburón Zorro Ojón está prohibida	2009
WCPFC	La retención, transbordo y desembarque del tiburón oceánico está prohibida	2012

Las reservas marinas y las vedas a la pesca de tiburones ayudan, pero están limitados a pequeñas áreas de los vastos océanos en donde moran los tiburones y no hacen nada por abordar el serio problema subyacente del comercio internacional no regulado.

Más aún, las medidas adoptadas por acuerdos de manejo pesquero regionales están diseñadas para visualizar a los tiburones solo como pesca incidental. No se han creado organizaciones regionales de manejo de pesquerías (OROPs) para la pesca dirigida a tiburones.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha adoptado algunas directrices para las pesquerías de tiburón, pero **no tiene un mandato para manejar pesquerías o para regular el comercio internacional.**

Es necesario regular el comercio internacional, para obtener los datos necesarios a nivel de especie, que se requieren para manejar sustentablemente a las pesquerías de tiburón.

Las capturas de tiburón se reportan por volumen total, de manera que no se cuenta con datos por especie, aunque algunas especies están en mayor peligro que otras.



© JAKE LUDWIG/DEFENDERS OF WILDLIFE

### EL COMERCIO INTERNACIONAL DE TIBURONES DEBE ESTAR REGULADO

La sobre explotación de las poblaciones de tiburones para cubrir la demanda mundial de productos de tiburón está causando la disminución en las poblaciones de algunas de las especies de tiburones. Desafortunadamente, la mayoría de las pesquerías de tiburón se reportan por volumen y no por especie. Así, las prácticas pesqueras no son selectivas y no se monitorean sus efectos en cada especie, aunque pueden variar para cada especie y pueden poner a algunas especies en mayor riesgo que otras.

Lo mismo aplica para el comercio internacional de tiburones. Los productos de tiburón raramente se etiquetan por especie y no pueden reportarse a nivel de especie. Por lo tanto, los administradores pesqueros no cuentan con los datos necesarios para aprovechar sustentablemente a cada especie.

### REGISTRO DE VOTACIONES DE PROPUESTAS DE INCLUSIÓN DE TIBURONES EN EL APÉNDICE II HAN RECIBIDO LA MAYORÍA DE VOTOS A FAVOR

ESPECIE	FAVOR	EN CONTRA	ABSTENCIÓN
Tiburón Ballena ( <i>R. typus</i> ) (CoP12)	81	37	3
Tiburón Peregrino ( <i>C. maximus</i> ) (CoP12)	82	36	3
Tiburón Blanco ( <i>C. carcharias</i> ) (CoP13)	87	34	9
Tiburón Sardinero ( <i>L. nasus</i> ) (CoP15)	84	46	10
Tiburón Martillo ( <i>S. lewini</i> ) (CoP15)	76	53	14
Tiburón Oceánico ( <i>C. longimanus</i> ) (CoP15)	75	51	16

### LA CITES PUEDE SALVAR A LOS TIBURONES

La CITES es el único tratado internacional que tiene el mandato, la experiencia y la capacidad de regular el comercio internacional de vida silvestre, incluyendo especies marinas.

Las propuestas presentadas en las Conferencias de las Partes de CITES (CoPs) para incluir tiburones en el Apéndice II, han recibido el apoyo de la mayoría de las Partes.



© PHILIP PELLETTE

Solo mediante la regulación CITES del comercio internacional de tiburones, podremos acabar con la explotación no sustentable ocasionada por la sobre pesca y la pesca ilegal.

Para aprender más sobre nuestros esfuerzos para la conservación de tiburones, visite [www.defenders.org](http://www.defenders.org).



# Abejas meliponas

Instructores:

Dr. Lucio Pat

email: [lpat@ecosur.mx](mailto:lpat@ecosur.mx)

Ing. Pablo Hernández

email: [phernand@ecosur.mx](mailto:phernand@ecosur.mx)

Lic. Violeta Palacios

email: [palaciosgomez\\_jl@hotmail.com](mailto:palaciosgomez_jl@hotmail.com)

El Colegio de la Frontera Sur

---

**RESCATE, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE ABEJAS SIN AGUIJÓN EN LA  
RESERVA DE LA BIOSFERAS LOS PETENES (RBLP), CAMPECHE**

*Dr. Lucio A. Pat Fernández (lpat@ecosur.mx), Ing. Pablo Hernández Bahena (phernand@ecosur.mx)*

---

***Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente***

***Estudios Socioambientales y Gestión Territorial***

---

**El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche**

---

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial existen aproximadamente 20 000 especies de abejas. Las diversas especies varían en tamaño, forma y estilo de vida, todas ellas se caracterizan por su dependencia a las flores para abastecimiento de energía (néctar) y proteína (polen). Los meliponinos (tribu Meliponini) son abejas que, a diferencia de la mayoría de las especies que se conocen, viven en colonias permanentes con una reina y miles de obreras. Son las únicas abejas, junto con las abejas melíferas (tribu Apini), que son altamente sociales. Las abejas sin aguijón son un grupo ancestral probablemente de origen pre-Gondwaniano. Se conocen fósiles que datan del Mioceno (sur de México), el Oligoceno (República Dominicana) y el Cretáceo (Nueva Jersey) (Michener, 2000). Actualmente se conocen alrededor de 400 especies de abejas sin aguijón, las cuales se ubican en unos 50 géneros. En México se reporta la existencia de al menos 46 especies; 16 en la Península de Yucatán (Ayala, 1999; Quezada-Euán, 2005).

El manejo de la abeja sin aguijón de la especie *Melipona Beecheii* en la Península de Yucatán se remota antes de la llegada de los colonizadores europeos. Los mayas vinculaban la cría de abejas sin aguijón y la producción de miel a la tradición religiosa del dios “Ah Mucen Kab”, el consumo familiar para endulzar alimentos y bebidas, y para uso medicinal (Vit et al., 2004). La técnica empleada por los mayas para obtener la miel de la



Xunáan kaab sigue siendo la misma que emplearon sus ancestros. Se utilizan troncos ahuecados llamados "jobones" los cuales se cierran mediante una tapa de madera la cual se sella con arcilla del lugar. Posteriormente se acomodan en una estructura de madera y se colocan bajo una cubierta de guano para protegerlas de los elementos naturales, este lugar se denomina Nahil kaab o casa de la abeja.

Con el objetivo de rescatar y conservar la meliponicultura tradicional maya desde el 2015 iniciamos el proyecto "Rescate, conservación y manejo tradicional de las abejas nativas en comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP)". Esta iniciativa pretende generar conocimientos y acciones para el rescate, la conservación y el manejo de las abejas sin aguijón así como también profundizar el estudio en aspectos ecológicos, económicos y biológicos de las distintas especies que existen en la RBLP. Además se pretende impartir cursos-talleres y visitas guiadas a diversas instituciones educativas y productores del estado interesados en el rescate y conservación de las abejas sin aguijón especialmente de la "Xunáan kaab" (*Melipona beecheii*)

## **EL TRABAJO DE CAMPO**

Actualmente, en recorridos de campo y visitas a diversas comunidades del norte del estado de Campeche, hemos podido constatar que la meliponicultura está desapareciendo como consecuencia de la deforestación; la falta de conocimiento en el manejo de la abeja; el abandono de la actividad por parte de los jóvenes campesinos; la falta de capacitación en el manejo; y el uso de agroquímicos en la agricultura.

A principios del 2016 en los terrenos de la unidad Ecosur-Campeche se estableció el meliponario "Ah Mucen Kaab" que cuenta con cuatro especies de abejas sin aguijón:

 <p><i>Melipona beecheii</i> Xunáan kaab</p>	 <p><i>Trigona nigra (Frieseomelitta)</i> Sak xik</p>
 <p><i>Cephalotrigona Zexmeniae</i> E'hol, ta'ah kaab</p>	 <p><i>Nanotrigona perilampoides</i> Bo'ol</p>
	 <p>Meliponario "Ah Mucen kaab"</p>

Los objetivos del meliponario son

- Reservorio biológico y de investigación de la diversidad de abejas sin aguijón
- Centro de capacitación para la cría y manejo de abejas sin aguijón
- Centro de divulgación para la conservación y desarrollo de la meliponicultura
- Rescate del conocimiento tradicional y cultura maya en relación con las abejas sin aguijón



## BIBLIOGRAFÍA

Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Himenóptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomol Mex.* 106: 1-123.

Baquero, L., G. Stamatti, G. 2007. Cría y manejo de abejas sin aguijón. Ediciones del subtrópico. Fundación proYugas. Pág.38.

Quezada-Euán, J. 2005. Biología y uso de las abejas sin aguijón de la península de Yucatán, México (Hymenoptera: Meliponini). *Tratados 16*, Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Michener, C. 2000. *The Bees of the World*. The John Hopkins University Press. Baltimore and London.

Vit, P., Medina, M., Enríquez, M. 2004. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World*, 85



# Mejoramiento genético

Instructora:

M en C. Natalia Labrín Sotomayor

email: [nlabrin@ecosur.mx](mailto:nlabrin@ecosur.mx)

El Colegio de la Frontera Sur



## El Arte y la Ciencia del Mejoramiento Genético de los Cultivos

Instructora: M. Sc. Natalia Y. Labrín-Sotomayor

Email: nlabrin@ecosur.mx

**Técnica Académica del Laboratorio Forestal “Jerzy Rzedowski”, ECOSUR – Unidad Campeche**

El paso del hombre nómada a sedentario está asociado a la domesticación de las plantas y los animales, entendiendo como domesticación al hecho de traer una población silvestre o fundadora de plantas o animales, cerca del lugar de habitación del hombre como el campo de cultivo o el jardín (Harlan, 1992 citado por Chacón-Sánchez, 2009). La domesticación de las plantas se desarrolló en varias partes del mundo: el trigo (*Triticum* sp.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Medio Oriente, arroz (*Oryza sativa* L.) y soya (*Glycine max* L.) en China, el maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus* sp.) y calabaza (*Cucurbita* sp.) en Mesoamérica, entre otros.

La domesticación es considerada uno de los procesos evolutivos más importantes que ha acompañado a la civilización humana, donde el hombre ha dirigido ciclo tras ciclo una serie de cambios morfológicos y fisiológicos con el objetivo de favorecer la adaptación de las poblaciones silvestres al medio ambiente de cultivo, la dependencia de éstas al hombre para su supervivencia y quizás lo más importante, la modificación de la parte consumida donde generalmente se favorece el gigantismo, la ausencia de espinas y mejor sabor, entre otras características (Chacón-Sánchez, 2009). El maíz es un buen ejemplo de domesticación donde las plantas del pariente silvestre llamado Teocintle (*Zea perennis*, *Zea mays* subsp. *mexicana* y *Zea mays* subsp. *parviglumis*) tienen seis o más de tallos portadores de numerosas espigas pequeñas y las mazorcas tienen una sola hilera de granos. En cambio, las plantas de maíz modernas poseen un único tallo grueso con una o dos mazorcas grandes portadoras de granos dispuestos en una veintena de hileras (Figura 1) (Díaz-Guillén, 2010).

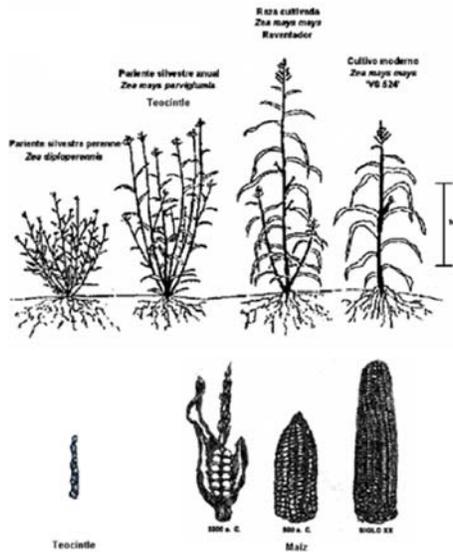


Figura 1. Plantas de parientes silvestres del maíz y del cultivo moderno (Díaz-Guillén, 2010)

El proceso de la domesticación se puede considerar un mejoramiento selectivo y tras miles de años, fue el único método empleado para mejorar los cultivos. Mientras eso ocurría, un Monje del Monasterio Brunn (Moravia), llamado Gregor Mendel, comenzó a experimentar con cruzamientos dirigidos entre plantas de chícharos (altas con bajas, de flores moradas con flores blancas y de guisantes amarillos con verdes). Mendel fue muy cuidadoso con sus experimentos, interpretó sus resultados y concluyó que existen factores en el polen y los óvulos de las flores que determinan las características de las semillas. En 1865, Gregor Mendel había descubierto las leyes de la herencia genética lo cual lo convirtió en el Padre de la Genética (Malacarne, s.f.).

Los descubrimientos de Mendel estuvieron olvidados durante 34 años cuando fueron redescubiertos y se empezaron a usar para mejorar genéticamente los cultivos, también conocido como fitomejoramiento el cual se define como el arte y la ciencia de modificar la herencia de las plantas para crear nuevas variedades mejoradas genéticamente. Al hacer fitomejoramiento es importante tener definidos los objetivos, los cuales varían según la especie y lo más importante las necesidades de los agricultores (mayor cantidad de kilos cosechados por planta, resistencia a enfermedades, resistencia a estrés hídrico o inundación, etc.), la agroindustria (contenido de proteínas o aceite, ausencia de gluten, ausencia de granos manchados o partidos, etc.) y los consumidores (mejor sabor, textura después de cocción, tamaño, ausencia de espinas, etc.) que serán quienes los produzcan, procesen y consuman.

Para mejorar genéticamente los cultivos se necesita variabilidad, es decir, tener opciones donde poder seleccionar (Figura 2). Los recursos fitogenéticos comprenden todas las especies de plantas silvestres o domesticadas con potencial utilitario actual o futuro y son producto de la suma de todas las combinaciones de genes resultantes de la evolución de las especies vegetales.



Figura 2. Ensayo de evaluación de germoplasma de arroz proveniente del banco de germoplasma de Fundación Danac: A) Variabilidad en tamaño y estructura de los tallos, B) Panículas de arroz mostrando variabilidad en color, largo y número de granos

Los bancos de germoplasma son lugares diseñados para conservar recursos genéticos a largo plazo y de la misma forma que los bancos convencionales tienen tantas accesiones como materiales conservados (Figura 3). En el mundo existen más de 1.700 bancos de germoplasma destinados para conservar miles de accesiones, para los mejoradores son lugares donde pueden encontrar variabilidad genética necesaria para el mejoramiento de los cultivos.



Figura 3. Banco de germoplasma de arroz de Fundación Danac

Los materiales provenientes de los bancos de germoplasma pueden ser usados por los fitomejoradores como padres para generar nuevas combinaciones genéticas a través de cruzamientos dirigidos, que como su nombre los indica se basan en dirigir la reproducción sexual entre padres previamente seleccionados y portadores de características deseadas para el nuevo germoplasma.

De los cruces dirigidos se obtiene semillas producto de la reproducción sexual, donde se asegura que el polen de las plantas seleccionadas como padres fecunden los óvulos de las plantas seleccionadas como madres, de esa forma se está seguro de que las semillas son producto

únicamente del cruce planificado. La forma de hacer el cruzamiento dependerá del sistema de reproducción de la especie a mejorar, las plantas autógamas se autofecunda ya que presentan el órgano femenino y masculino en la misma flor y las plantas alógamas poseen mecanismos de fecundación cruzada tales como insectos polinizadores y viento (Figura 4).

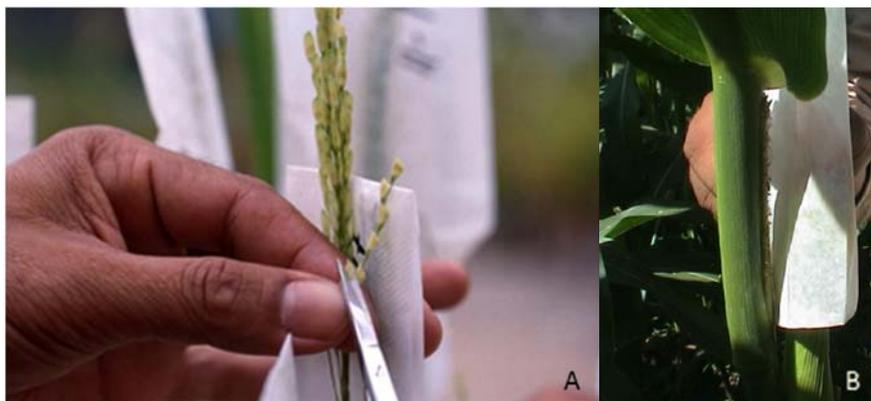


Figura 4. Cruces dirigidos en arroz (autógama) y maíz (alógama): A) Emasculación de anteras en flores madres de arroz, B) Barrera física para evitar la fecundación de óvulos con polen extraño en mazorca de maíz

Una vez conocidos los objetivos del mejoramiento y el sistema de reproducción de la especie se definirá el método de mejoramiento. Existen muchos métodos los cuales tienen sus ventajas y desventajas, el método que se utilice dependerá de la naturaleza del carácter de interés, el modo de herencia y la variabilidad presente o disponible. Los métodos más usados son (Vallejo-Cabrera y Estrada-Salazar, 2002):

- **Genealógico o de Pedigrí:** Obtenidos al cruzar dos progenitores conocidos y consiste en seleccionar genotipos superiores a partir de la segunda generación (F2).
- **Retrocruce:** Es un método para mejorar variedades que son sobresalientes en un buen número de aspectos y deficiente en pocos, ha sido utilizado de forma extensiva para transferir resistencia a insectos y enfermedades.
- **Selección recurrente:** Es un método de selección donde los individuos seleccionados de una población son cruzados entre sí para obtener una población que será usada para un nuevo ciclo de recombinación. El objetivo de este método es favorecer la acumulación de genes favorables evitando la homocigosis.
- **Híbridos:** Es la cruce entre dos líneas puras donde la descendencia es superior a los padres.

Durante todo el proceso de mejoramiento los fitomejoradores aplican el arte de la selección visual, tal como se ha hecho históricamente al domesticar los cultivos, donde la capacidad de poder diferenciar o identificar genotipos superiores se logra con un conocimiento profundo del cultivo y la experiencia. Para aumentar la eficiencia de selección se establecen ensayos bajo diseños



experimentales, aplican índices de selección y se apoyan en equipos multidisciplinares donde participan biotecnólogos, agro industriales, especialistas en alimentos y fitopatólogos, entre otros.

**Bibliografía:**

Chacón-Sánchez, MI. (2009). Darwin y la domesticación de plantas en las Américas: el caso del maíz y el frijol. *Acta biol. Colomb.* 14(1):351-364.

Díaz-Guillén, F. (2010). El proceso de domesticación de las plantas. *Casa del Tiempo* (28):66-69.

Malacarne, F. (s.f.). Una breve historia del mejoramiento de los cultivos. Asociación de Semilleros Argentinos. 25 p. Consultado el 17 de julio de 2016. Disponible en: [http://asabiotecnologia.com.ar/uploads/seccionarchivo/Una\\_breve\\_historia\\_del\\_mejoramiento\\_de\\_cvos.pdf](http://asabiotecnologia.com.ar/uploads/seccionarchivo/Una_breve_historia_del_mejoramiento_de_cvos.pdf)

Vallejo-Cabrera, FA; Estrada-Salazar, EI. 2002. Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 402p.



# Murciélagos y los sonidos de la naturaleza

Instructores: Dr. Jorge Albino Vargas Contreras

email: jalbino64@hotmail.com

Universidad Autónoma de Campeche

Dra. Griselda Escalona Segura

email: gescalon@ecosur.mx

El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche





## SONIDOS DE LA NATURALEZA: AVES Y MURCIÉLAGOS

Griselda Escalona Segura<sup>1</sup> y Jorge Albino Vargas Contreras<sup>2</sup>

<sup>1</sup>El Colegio de la Frontera Sur – Unidad Campeche

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

Los murciélagos son mamíferos que pueden formar grandes colonias; corresponde al segundo grupo, después de los roedores, con mayor riqueza de especies (+1200). Además, juegan papeles importantes en los bosques actuando como polinizadores, reguladores de poblaciones de organismos pequeños (insectos y vertebrados), depredadores y dispersores de semillas. Estos mamíferos ocupan amplia variedad de refugios naturales y/o de estructuras hechas por el hombre como cuevas, minas, entre grietas de rocas, árboles (troncos huecos y follaje), nidos, termiteros, casas, edificios y puentes. Así como otros grupos de organismos, los murciélagos no están exentos de los desmanes del hombre. La destrucción, tanto de poblaciones como de sus refugios, los pone en la lista de protección. Para México se han reportado casi 140 especies, de las cuales 55 se distribuyen en Campeche. Sin embargo, aún existe desconocimiento del grupo. Por ello, es el interés de difundir los beneficios que los murciélagos aportan al ecosistema, por qué estudiarlos y conservarlos.

El caso de las aves, otro grupo de vertebrados muy diverso, contrapone y complementa las funciones ecológicas, que junto con los murciélagos, ejercen en los ecosistemas. Con más de 10000 especies registradas en el mundo, 1150 para México y alrededor 500 para Campeche, reflejan variedad de formas y funciones ecológicas. En este último punto, ambos grupos biológicos comparten funciones ecológicas, solo que las aves en el día básicamente y los murciélagos en la noche.

Una de las herramientas para estudiar los murciélagos y otros seres vivos son las grabaciones de los sonidos que emiten. Los sonidos producidos por la naturaleza pueden ser clasificados en audibles al oído humano (sonidos como tal) y los no audibles al oído humano como los producidos por murciélagos, ballenas, delfines, insectos entre otros (ultrasonidos).

El curso tiene como propósito enseñar a capturar e identificar especies de aves y murciélagos locales a través del empleo de técnicas de muestreo, así como resaltar su importancia en el equilibrio de los ecosistemas y su conservación. Para lograr este propósito se revisaran 11 temas con los cuales se ampliará el conocimiento sobre las aves y los murciélagos.

TEMAS

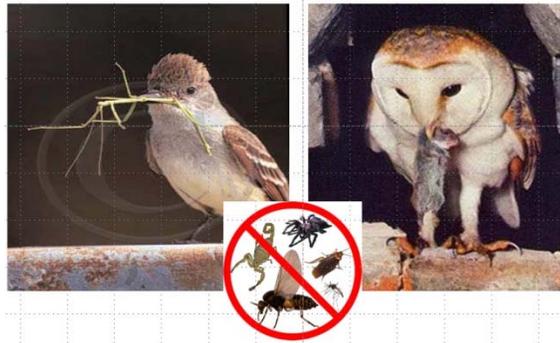
## I. Importancia económica y ecológica de los murciélagos



Importancia de los murciélagos en los cultivos foto proveniente de <http://www.fumigacionesylegionellabilbao.com/aportacion-de-los-murcielagos-al-control-de-plagas/>

## II. Importancia económica y ecológica de las aves

Las aves silvestres son de gran importancia para el buen funcionamiento de los ecosistemas.



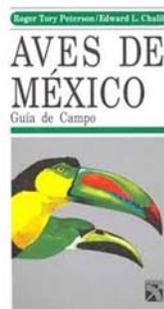
En estos dos temas se proporcionará una visión de como ambos grupos de animales contribuyen al mantenimiento de los ecosistemas. Por citar dos ejemplos: los que se alimentan de insectos ayudan con el equilibrio de grandes poblaciones de insectos que pueden ser dañinos a cultivos y por lo tanto afectar la economía del hombre. En tanto, los que dispersan las semillas ayudan en la reforestación, recuperación, de las selvas y bosques.



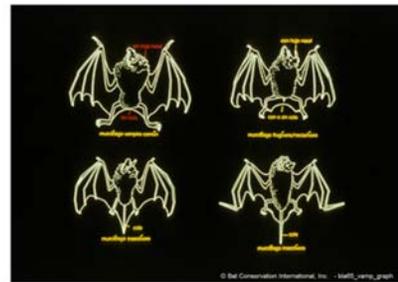
### III. Técnicas de captura y observación de aves y murciélagos

### IV. Identificación de aves y murciélagos

En estos dos temas se expondrá las formas de como se capturan y observan las aves, así como su identificarlos. El dicho dice "más vale pájaro en manos que cientos volando". La riqueza morfológica de las aves y murciélagos es enorme, por lo que es importante enseñar a los interesados a identificar organismos según sea el propósito como enlistar, análisis de la conducta social y distinguir especies amenazadas, entre otras.

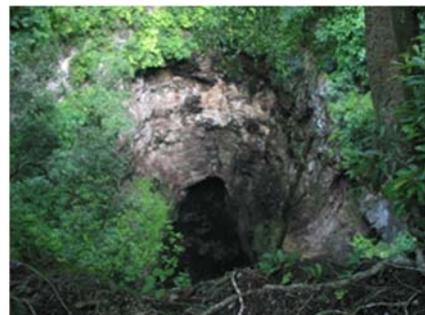


Características de los murciélagos



### V. Refugios

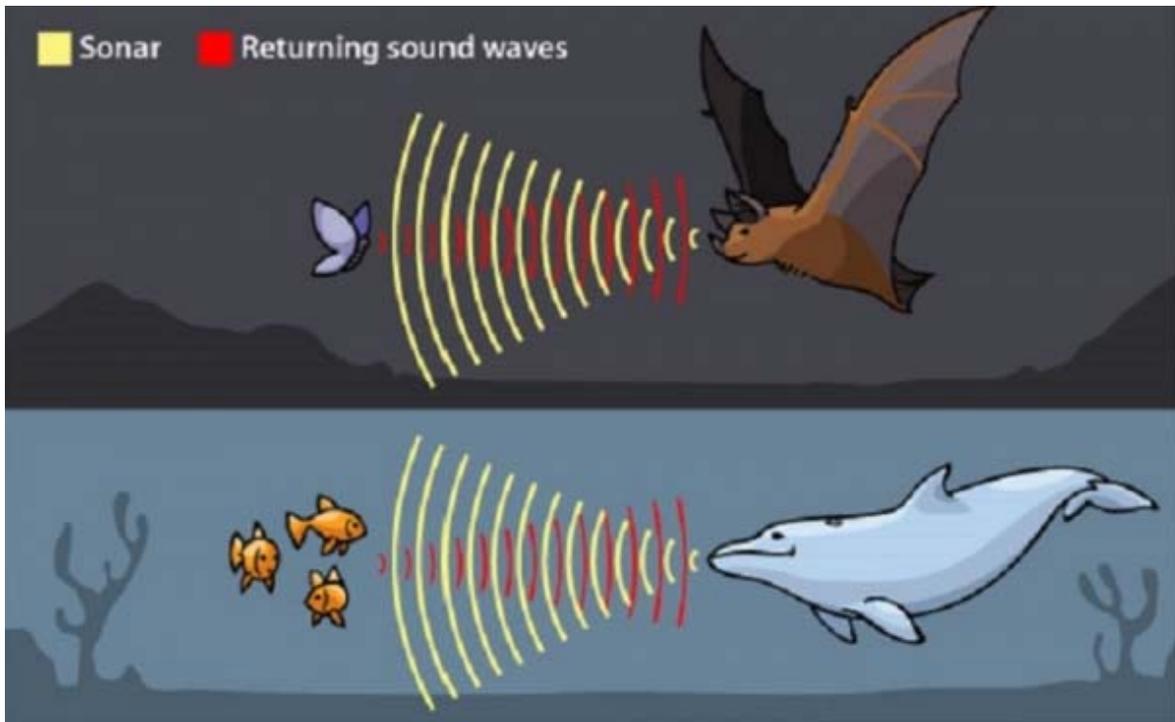
Tanto las aves como los murciélagos usan una gran diversidad de refugios entre los que encontramos cuevas, árboles con mucho follaje, hojas grandes modificadas, troncos huecos, construcciones abandonadas, entre otras cosas. Algunas veces comporten el refugio.



### VI. Sonidos de aves y murciélagos



Equipo de grabación de aves y de murciélagos



## VII. Estudios de caso

Cada una de las especies de aves y murciélagos poseen un sonido que los identifica. Lo primero que se diferencia es que las aves producen sonidos audibles al oído humano (20 a 20000 Hz), por el contrario los murciélagos emiten sonidos de alta frecuencia (12 a 200 kHz). Con equipo específico en ambos grupos se mostrará uso y análisis del sonido.



## VIII. Colecciones

Una colección científica concentra ejemplares disecados para tenerlos como evidencia biológica pertenecientes a una región. El uso de estos ejemplares es diverso como ser fuente primaria de consulta para la investigación científica y en la educación ambiental, entre otras.

## IX. Uso de las aves y los murciélagos por la sociedad humana

### X. Protección de las aves y murciélagos (NOM, CITES, MER y entre otros)

En estos temas se proporcionará información sobre como las aves y los murciélagos han sido integrado en la vida del humano. En el caso de las aves el obtener estructuras par ornamentar su vestidura y mal entendido de los murciélagos al relacionarlos con cuestiones malignas. Otras actividades antrópicas como la deforestación y destrucción directa de las cuevas han puesto en peligro la permanencia de las especies. Se dará un panorama sobre la protección de los grupos.



Estado de conservación según CITES

## XI. Prácticas de campo

La experiencia de campo es importante para obtener la información directa de las aves y los murciélagos mediante el uso de diferentes técnicas de muestreo. Las usada y fácil son las redes de nylon. Para generar un inventario completo se debe usar varias técnicas complementarias como grabación de sonidos, revisión de refugios, trampas arpas y redes de dosel, entre otras.



Nota. Al menos se requiere cada integrante tenga una lámpara de cabeza y guantes.



La comunicación sonora es una herramienta esencial en la vida de animales ya que les permite evitar depredadores, buscar pareja y alimento, delimitar territorios, establecer lazos sociales, entre otros.

Dada la gran diversidad biológica de nuestro país, el potencial de investigación en la bioacústica es ilimitado. En este aspecto, la utilización de los sonidos es crucial, para ayudar a determinar las unidades de biodiversidad que se desean conservar, evaluar hábitats críticos; en el área de la sistemática, con los sonidos no-aprendidos, se identifican nuevas especies, o se conocen las diferencias geográficas a nivel de especie o poblacionales. Entre algunas temáticas que se están trabajando en bioacústica se encuentran las estrategias de desarrollo vocal, cómo el aprendizaje vocal ha evolucionado, duetos, patrones de cantos, patrones de especiación, selección sexual y la evolución de “despliegues” vocales, el papel de las vocalizaciones en sociedades de animales complejas, los patrones de variación geográfica, trabajos comparativos entre trópicos y áreas templadas, grupos únicos y papel de interacciones interespecíficas en la evolución de señales.

La variabilidad acústica también se presenta en los seres humanos ¿Cómo es esta variabilidad? ¿Todos los seres humanos tienen la misma frecuencia de voz? En este taller aprenderás sobre las características de tu voz y cómo esta variabilidad se aplica el estudio del sonido en los seres vivos.































