

Taller de Ciencia para Jóvenes Campeche

3er

2015







Tercer Taller de Ciencia para Jóvenes Campeche 2015

Libro de trabajo y Antología

Compilador: Dr. Yuri Jorge Peña Ramírez

Campeche, Campeche. Julio de 2015





Índice

Comité Organizador	7
Instituciones Participantes	8
Programa del Taller	9
Talleristas	10
Maestros	12
Monitores	15
Material de los cursos	16
Astronomía	17
Materiales Avanzados	31
Proyectos Integrales	69
Ingeniería Genética	72
Álgebra y Geometría	94
Interacciones Planta – Ambiente	101
Género y Medio Ambiente	118
Sincronización y Caos	137
Fauna Silvestre	139
Bioquímica	141
Murciélagos	159
Metagenómica	166
Bioacústica	172
Notas	173





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

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

Lic. Javier González Pérez. Director de Seguimiento de Becarios

Fundación Avanza Campeche

Lic. Eduardo Valdez Hernández. Presidente del Consejo Directivo

Ing. Mario Pavón Carrasco Director Ejecutivo

CP. Francisco Castilla Goyta. Presidente del Comité de Becas

Instituciones participantes



Programa del Taller.

Tercer Taller de Ciencia para Jóvenes Campeche 2015										
Horario	Domingo 26	Horario	Lunes 27	Martes 28	Miércoles 29	Jueves 30	Viernes 31	Sábado 1		
		07:00	Despertarse					Despertarse		
		07:45	Transporte al Ecosur							
		08:30	Desayuno en Ecosur							
		09:00	Curso 1	Astronomía				09:00	Desayuno en el Hotel	
				Materiales Avanzados				10:00	Evaluación del curso	
				Proyectos Integrales						
				Ingeniería Genética						
		11:30	Almuerzo							
		12:00	Curso 2	Álgebra y Geometría				12:00	Clausura	
				Interacciones Planta Ambiente						
				Género y medio ambiente						
				Sincronización y Caos						
		14:30	Comida					14:00	Regreso a casa	
	14:30	15:00	Curso 3	Fauna Silvestre	Fauna Silvestre	Transporte al Cineteatro universitario	Tarde Cultural	Curso 5	Fauna Silvestre	
	15:00			Bioquímica	Bioacústica				Becas PG, Becas Avanza, IPN, Tec Mty. Encuentro Generaciones pasadas TCJ Conferencia Magistral	Bioacústica
	16:00			Murciélagos	Murciélagos					Metagenómica
	17:30		Transporte al Hotel							
	18:30		Actividades lúdicas							
	19:00		Cena en el Hotel							
	20:00		Relatoría del Taller							
	23:00		Transporte al Hotel							
			¡Cena y fiesta de despedida!							
			Se apaga la luz							



Talleristas

Abril Guadalupe	Huchin	Cetz	guadalupe.huchin@hotmail.com
Alma Rosa	Cuevas	Romero	rosita20_fresita@hotmail.com
Andrea Sofía	Ayala	Calderón	sophie-mcca@hotmail.com
Beatriz Ariana	González	León	goba140672@hotmail.com
Brisa Arely	Oviedo	Yañez	mancha33@live.com.mx
Carlos Daniel	Haas	Chablé	dany_lavigne.lbs@hotmail.com
Christian	Sicars	Bravo	sicarsc@gmail.com
Claudia Carolina	Robles	Sáenz	nina081977@hotmail.com
Daniela	Tapia	Domínguez	danielita_26.11@hotmail.com
Daniela Ivette	Vega	Hernández	dani_10vga@hotmail.es
Diana Gisselle	Gonzalez	Avila	diana_g_lez@hotmail.com
Gabriela	Ortega	Vázquez	gaby-ortega@outlook.com
Geraldny Amayrani	Morales	Bañuelos	yeri310598@hotmail.com
Gloria Edith	Pérez	López	glorie_pl04@hotmail.com
Guadalupe	González	Rojas	guadalupe_grojs@hotmail.com
Guadalupe Monserrat	Cordero	López	lebelbebeauvais@gmail.com
Hazael	Chi	Uc	danSQuc@hotmail.com
Ignacio Reymundo	Huchin	Ac	huchin320@gmail.com
Jaquelin	Reyes	Melchor	reyes_jak97@hotmail.com
Jasive Rubi	Martinez	Lule	jasivelule@hotmail.com
Javier Isai	Antonio	Zarate	libra_isai@hotmail.com
Jorge Alberto	Castillo	Chan	jorge_5-b_1999@hotmail.com
Jorge Armando	Sulub	Uc	sulubuc.01.america@gmail.com
Jose Armando	Aguilar	Saguilan	josearmando345@gmail.com
Jose Rafael	Tzeek	Can	tzeek31@gmail.com
Laura Araceli	Venegas	Castillo	laurita_19_97@hotmail.com
Lisset	Blancas	Javier	only_ddcs@hotmail.es
Lorena	Sánchez	Melgar	lore.sm118@gmail.com

Lucía Guadalupe	Ramírez	Navarro	lucii.rn@gmail.com
Maria Jose	Perez	Mendez	MariaJ160211@gmail.com
Mariana Abigail	Sonda	May	mariana-abi@hotmail.com
Marilin	Juarez	Ceron	pucca_chivas31@hotmail.com
Michelle	Romero	Hernández	michelleromero3108@gmail.com
Naivy Montserrat	Jimenez	Quiterio	naivy28198@hotmail.com
Pedro Felipe del Jesus	Canto	Vela	pedro_canto_vela98@hotmail.com
Santiago Eduardo	Medina	López	sarac_mels@hotmail.es
Sergio Raúl	Cárdenas	Sierra	subdireccprimarias@hotmail.com
Shirley Scarlett	Shequen	Sierra	rosy_sierr@hotmail.com
Xenia Ivanova	Cervantes	Lugo	xeniva10@live.com.mx
Yendi Ángela	Martínez	Barradas	yendym36@gmail.com

Maestros

Astronomía	Abraham	Luna Castellanos	INAOE	aluna@inaoep.mx
Materiales Avanzados	Sion	Olive Méndez	CIMAV	sion.olive@cimav.edu.mx
Proyectos Integrales	Otto	Ortega Morales	UAC	beortega@uacam.mx
	Cecilia Joaquín	Liotti Gitiérrez Sanguino		mcliotti@uacam.mx jmgutierr@uacam.mx
Ingeniería Genética	Aída	Martínez Hernández	COLPOS	aidamh@colpos.mx
	Elmi	Cen Cen		elmi@colpos.mx
Álgebra y Geometría	Ma. Isabel	Hernández	CIMAT	isabel@cimat.mx
Interacciones Planta - Ambiente	Tztzqui	Chávez Bárceñas	UMSNH	tztzquichavez@gmail.com
	Ángel	Becerra Lucio		angel.bec02@gmail.com
Género y medio Ambiente	Dolores	Molina Rosales	ECOSUR	dmolina@ecosur.mx
	Mirna Gabriela Rosa María	Vallejo Ehuan Noh Meléndez Sánchez		mvallejo@ecosur.mx gabyehuan@gmail.com azormar_oz@hotmail.com



Sincronización y Caos	Joaquin	Escalona Segura	UAEM	joaquin@uaem.edu.mx
Bioacústica	Griselda	Escalona Segura	ECOSUR	gescalon@ecosur.mx
Bioquímica	Yuri	Peña Ramírez	ECOSUR	ypena@ecosur.mx
Fauna Silvestre	Rafael	Reyna Hurtado	ECOSUR	rreyna@ecosur.mx
Metagenómica	Leticia	Arena Ortíz	UNAM	leticia.arena@ciencias.unam.mx
Murciélagos	Jorge	Vargas Contreras	UAC	jalbino64@hotmail.com





Monitores

Elías	Pérez Canto	eliasperezcanto@hotmail.com	981 1166677
-------	----------------	-----------------------------	-------------

María Eugenia	Méndez Montero	eugeniamendezmontero@gmail.com	999 3157208
------------------	-------------------	--------------------------------	-------------



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.



Astronomía

Instructor: Dr. Abraham Luna Castellanos

email: 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

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 extenciones 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?

Tenemos tres sentidos que captan ondas: el tacto, el oído y la vista. Un temblor lo

podemos percibir con el tacto, un sonido fuerte también. El caso del sonido podríamos entenderlo simplemente como variaciones de presión que se mueven en el aire y que tienen un comportamiento periódico, es decir, que se repiten de modo regular en el espacio o en el tiempo. El caso de un temblor serían variaciones casi periódicas del nivel del suelo o del punto de referencia en él. Hay dos tipos de ondas: transversales y longitudinales (ver figuras siguientes), entre estos dos, ¿cuál es el caso para el sonido, el temblor y la luz?

El sonido es una onda longitudinal, el temblor lo es también cuando se trasmite dentro de la tierra, pero en la superficie se convierte generalmente en una onda transversal, como la luz, la cual es una onda en donde las variaciones de campo eléctrico y magnético varían perpendicularmente entre sí y con respecto a la dirección del movimiento.

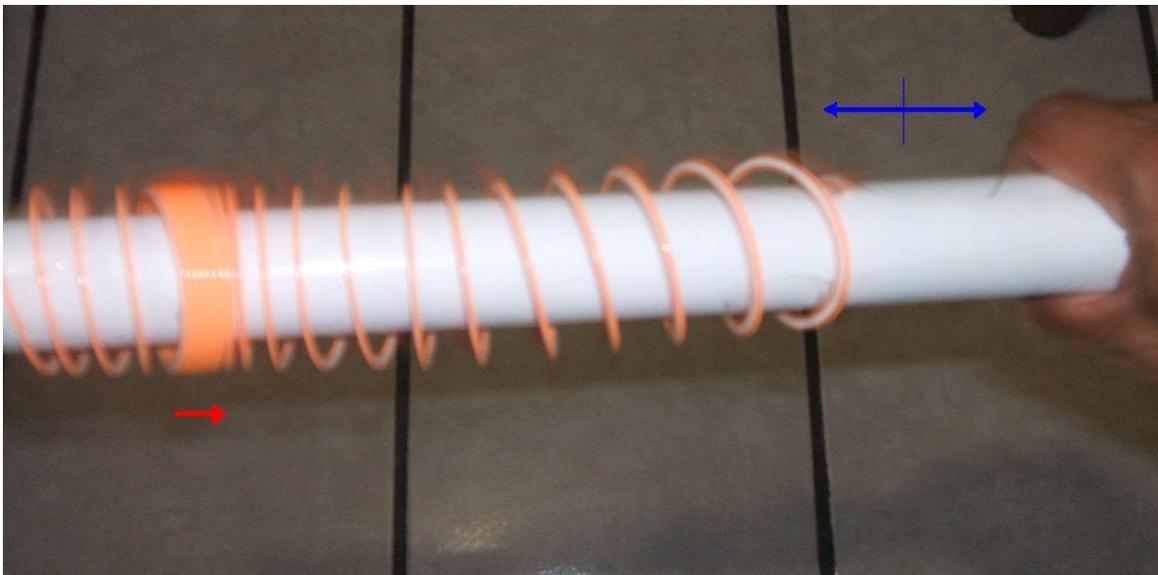


Figura 1. Fotografía instantánea y esquema de una onda longitudinal



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 5×10^{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

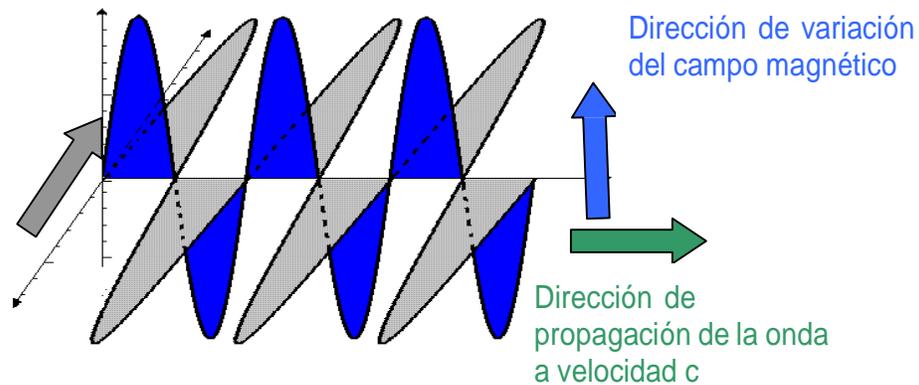


Figura 3. Visualización de una onda electromagnética.

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

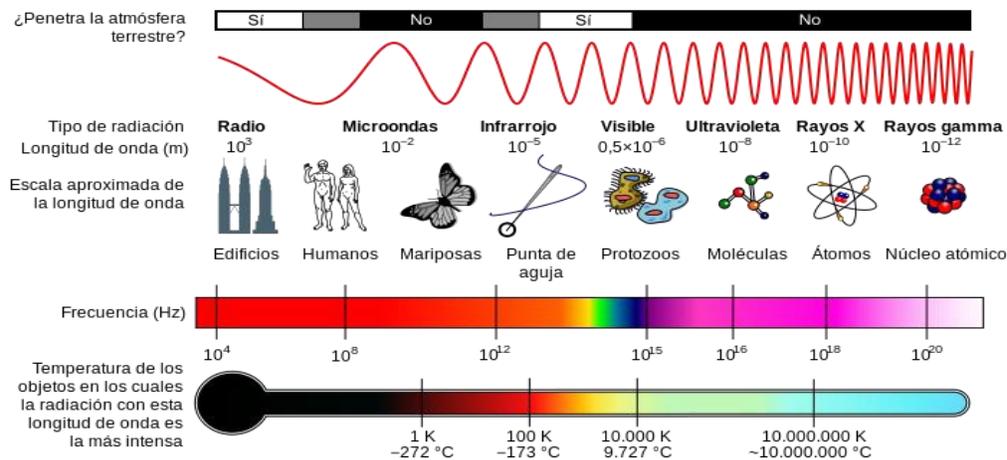
en el prestigioso Trinity Collage de Cambridge, ingresa a la Royal Society. En 1871 fue nombrado director del Laboratorio Cavendish uno de los más reconocidos en el mundo. Sus contribuciones más importantes fueron en la teoría cinética de gases y como inventor de las ecuaciones del campo electromagnético.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

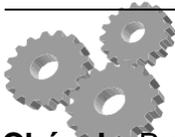
¿Qué pasa cuando el fenómeno descrito anteriormente tiene otras frecuencias en la variación de sus campos diferentes a la de la luz? El fenómeno sigue presente, pero lo llamamos de diferentes maneras, según el intervalo en que cae su frecuencia o longitud de onda. Al conjunto de todas las longitudes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

-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 Röntgen (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.

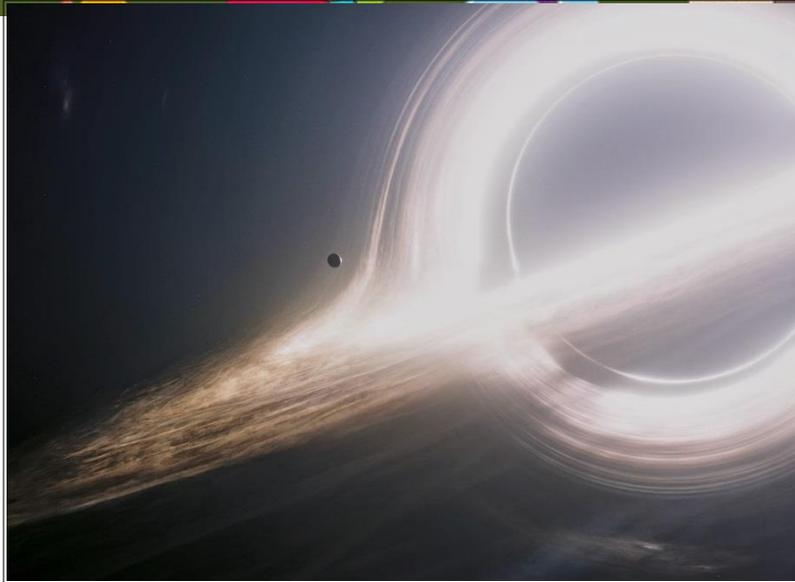


Figura 5. Imagen ficticia de la sombra del agujero negro del centro de la Vía Láctea (de la película: Interestelar).

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.

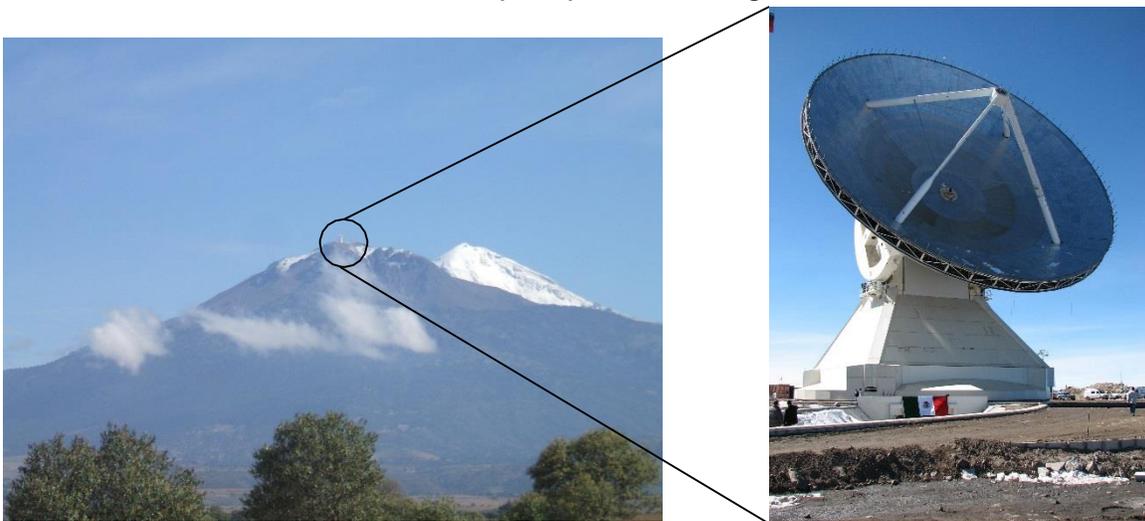


Figura 6. Vista del volcán Sierra Negra (al fondo se visualiza la punta del volcán Pico de Orizaba), a la izquierda se muestra el GTM en forma ampliada.

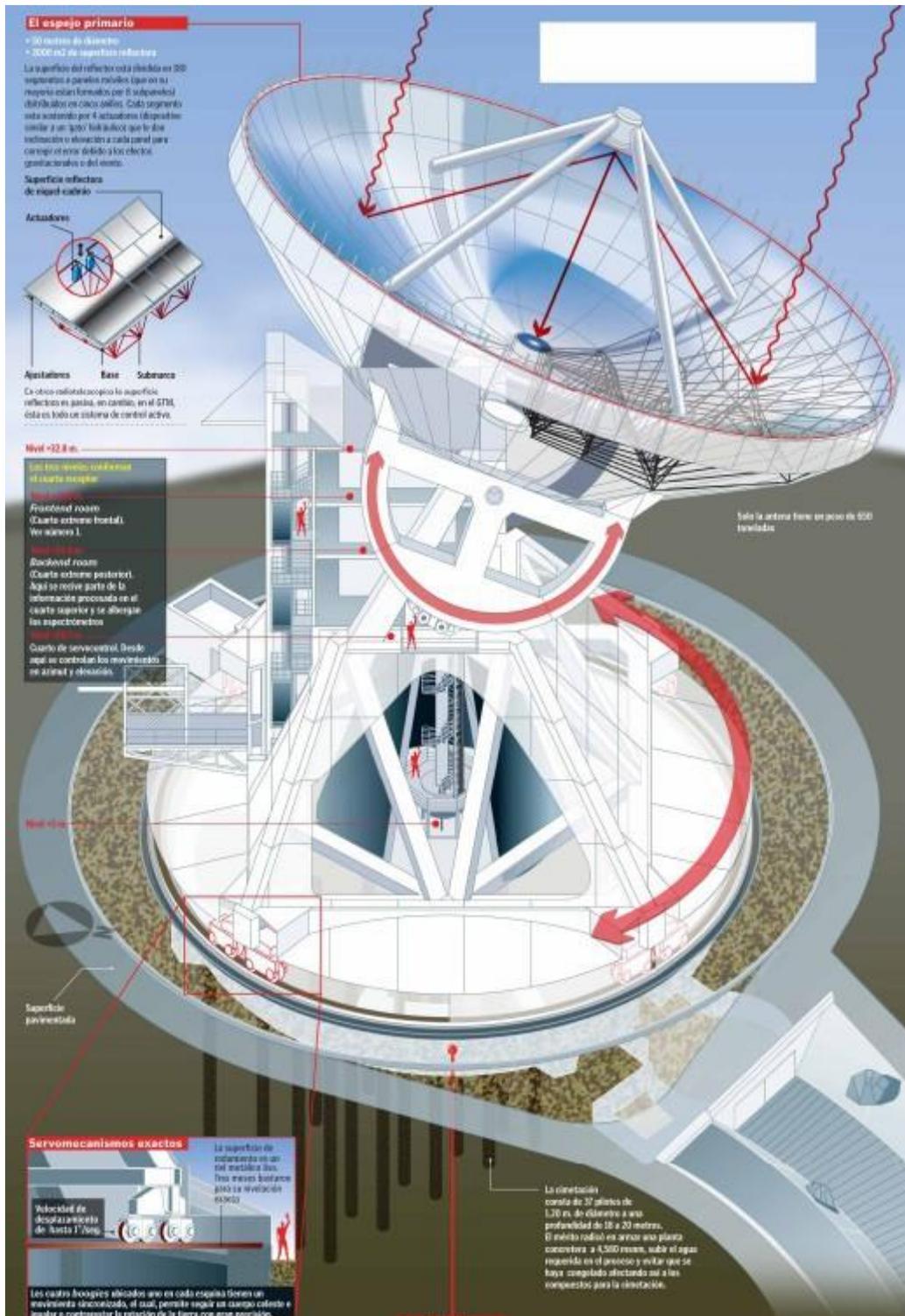


Figura 7. Visualización de algunos detalles y del interior del GTM.



Materiales Avanzados

Instructor: Dr. Sion Federico Olive Méndez

email: sion.olive@cimav.edu.mx

Centro de Investigación en Materiales Avanzados AC

Nanotecnología

MÓDULO

Módulo

Nanotecnología

Edición Preliminar

Manual del Alumno



Módulos Educativos de los Materiales
Un Programa Educativo de Ciencia y Tecnología Basado en la Investigación

Contenido

Introducción al Módulo de Nanotecnología:

Actividades

- 1** Introducción: Propiedades que dependen del tamaño
 - 1** **Cambiando las Propiedades de los Materiales al Cambiar el tamaño de las Nanopartículas que los Componen**
Expandiendo Conceptos
 - 2** Introducción: Las aplicaciones de la nanotecnología ya están aquí, a nuestro alcance
 - 2** **Buscando nano-objetos**
Expandiendo Conceptos
 - 3** Introducción: Fabricando objetos a escala nanométrica
 - 3** **Elaborando nano-patronos con litografía**
Expandiendo Conceptos
 - 4** Introducción: Elaborando imágenes de objetos de tamaño nanométrico
 - 4** **Amplificación de la escala nanométrica a la escala macro-métrica.**
Expandiendo Conceptos
- ### Proyecto de Diseño
- 1** Diseñando un aparato para realizar imágenes nanométricas
 - 2** Elaborando un modelo de una aplicación de nanociencia

Glosario Créditos

Equipo de los Módulos Mundo de los Materiales

Autores

Adam D. McFarland, Universidad Northwestern
Christy L. Hayes, Universidad Northwestern
Prof. Hilary A. Gadow, Universidad Northwestern
Co-autores
Neil Schmidgall, Preparatoria Glenbrook North
Prof. Mark Heersam, Universidad Northwestern
Prof. Richard Van Duynne, Universidad Northwestern

Desarrollo de Módulos

Valerie Maynard
Programa Material World Modules
Universidad Northwestern
[Actualmente en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore]

Encargados de pruebas de campo y revisores

Sue Bober Maestra de química Preparatoria Schaumburg Schaumburg, Illinois	Joshua Oledipo Maestro de química Preparatoria Collins Chicago, Illinois	Jim Tuff Maestro de física Preparatoria Padaline Palatine, Illinois
Beth Christiansen Maestra de biología Preparatoria Evanston Township Evanston, Illinois	Susan Oledipo Maestra de química Preparatoria Wells Academy Chicago, Illinois	Ken Turner Maestro de ciencias físicas Preparatoria Schaumburg Schaumburg, Illinois
Renee de Wald Maestra de química Preparatoria Evanston Township Evanston, Illinois	Niel Schmidgall Maestro de física Preparatoria Glenbrook-South Glenview, Illinois	Bill Weber Maestro de física Preparatoria Rufus King Milwaukee, Wisconsin
Kevin Farrell Maestro de química Preparatoria Naperville North Naperville, Illinois	Jim Sullivan Maestro de química Preparatoria Lake Forest Lake Forest, Illinois	Harry White Maestro de biología Preparatoria Altamira Nancy S. Jefferson Chicago, Illinois
David S. Goodspeed Maestro de biología y química Preparatoria New Trier Winnetka, Illinois	Tony Swazil Maestro de física e ingeniería Preparatoria Homewood-Flossmoor Flossmoor, Illinois	

Programa MWM

Director:
Prof. Robert P. H. Chang
Desarrollo de Módulos
Northwestern IRIU
Consultor Educativo:
Barbara J. Pellegrini
Distribución de los Kits y Módulos
Anne Muller

Diseño de Producto

Editor de la serie
Elizabeth Kaplan
Diseñador gráfico de la serie
Maria Mariottini
Editor de fotografías de la serie
Mary E. Gajjenboom

Editor de módulos
Alicia Storti
Diseñador gráfico de Módulos
Patricia Parra

Reserva de este © 2008 por la Universidad Northwestern. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida de forma alguna ni almacenada en un sistema de recuperación electrónica, incluyendo fotocopia y grabación, así como tampoco por medio alguno de almacenamiento de información o sistema de comunicación, sin el consentimiento escrito de la Universidad Northwestern, a menos que dicho copia esté expresamente permitido por la ley federal de derechos de autor. Dirigir sus solicitudes de permiso a: Director de la Universidad Northwestern, Evanston, IL (Illinois) 60208-2610.



Este proyecto fue financiado en parte, por la National Science Foundation a través de un contrato de apoyo a la investigación con el número de contrato NSC-0435387.

El Programa para Profesores del Instituto Médico Howard Hughes

Y luego, ¿qué son

Todo
está hecho **de algo**.

Llamamos **Materiales** a aquello de lo
que están hechas las cosas

Las personas han estado experimentando con
los materiales desde tiempos prehistóricos.
Al principio, hacían herramientas con las piedras que encontraban por
casualidad.



Más adelante aprendieron a minar y forjar el
metal para hacer herramientas más
duraderas.

Hoy en día, los científicos e ingenieros
dedican sus vidas enteras al estudio y
desarrollo de materiales nuevos y
mejores para una variedad de
propósitos.

Concepto
detrás de la
NANOTECNOLOGÍA

La nanotecnología abarca el estudio
y la aplicación única de materiales
en la escala nanométrica (10^{-9} m)

Los Módulos del Mundo de los Materiales?

Nanotecnología. ¿Qué es?
¿Dónde puedes encontrarla?
¿Qué la hace especial?



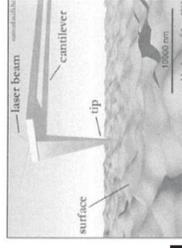
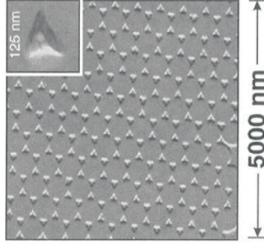
Actividades

Con este módulo, harás tus propias preguntas y encontrarás
tus propias respuestas acerca de los objetos a nanoescala y
la nanotecnología. Usa las actividades para darte idea de
qué tan pequeña es la nanoescala. Aprende por qué
aparecen propiedades intrigantes al hacerse más y más
pequeño un objeto. Habla con tus compañeros acerca de lo
que aprendiste



Proyectos de Diseño

Después de que aprendas un poco sobre nanotecnología utilizarás lo
que aprendiste en las actividades para diseñar tu propio modelo de
aparato y realizar con él imágenes nanométricas. También vas a
probar tu modelo. ¿Podrá detectar características de superficie en la
escala microscópica como un aparato real de fuerza
atómica funcionando en la escala nanométrica?



Eres un científico.

Cuéntanos de tu éxito.

mwm@northwestern.edu

www.materialsworldmodules.org

Toda la vida

es un experimento.

**Mientras más experimentos
hagas, mejor.**

Ralph Waldo Emerson

Escritor estadounidense

En la Actividad 1, averiguarás cómo el tamaño afecta las propiedades de los materiales.

1 INTRODUCCION

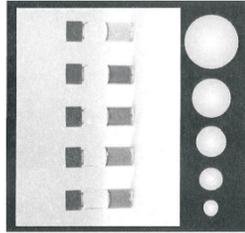
Propiedades que dependen del tamaño

Una nanopartícula, por lo general, tiene un tamaño de entre 1 y 100 nanómetros (nm). Como pasa con cualquier otro objeto, el tamaño de una nanopartícula está determinado mayormente por el número de átomos o moléculas que componen la partícula, pero también por el tipo de átomos o moléculas que la componen y las condiciones bajo las cuales se forma dicha partícula. Si los tamaños de dos nanopartículas difieren, es al menos por alguna de las razones citadas anteriormente. Nunca se debe a que los átomos constituyentes cambian de tamaño, el tamaño de un átomo se mantiene constante.

PROPIEDAD FÍSICA: COLOR

El reducir el tamaño de un objeto a la escala nanométrica puede afectar sus propiedades físicas. Por ejemplo, en algunos tipos de nanopartículas, el color depende de su tamaño. Imagina un mundo donde el color de un balón está determinado por su tamaño en lugar de por el material del que está hecho; por ejemplo, un balón de básquetbol o de fútbol al que se le sacó todo el aire. Ahora imagina que le inyectas de nuevo aire, y que, a medida que el balón se hace más grande y toma una forma más esférica, el color cambia de azul a verde, de verde a amarillo y finalmente de amarillo a rojo.

Aunque esto parezca improbable, puede suceder en la escala nanométrica. A tu derecha tienes una ilustración tomada de Internet que muestra los colores de suspensiones que contienen nanopartículas de oro, nanopartículas que varían de tamaño en las diferentes suspensiones



El oro no tiene su color característico (por el que usualmente lo identificamos) en la escala nanométrica. El color de las suspensiones en las que están suspendidas nanopartículas de oro puede variar grandemente dependiendo del tamaño de dichas nanopartículas. La prueba de lo que te muestra una solución con nanopartículas de oro cuyos diámetros miden entre 3 y 30 nm y su color es rojo brillante. El tamaño de las partículas va aumentando de derecha a izquierda. El color violetáceo de la derecha es característico de partículas de oro que miden cientos de nanómetros de diámetro.

Concepto
detrás de la
MANOTECNOLOGÍA
El reducir el tamaño de un objeto a la escala nanométrica puede afectar sus propiedades tanto físicas como químicas.

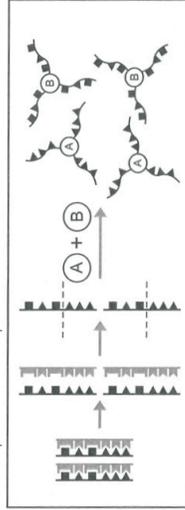
Los investigadores están empezando a utilizar las propiedades únicas de color de las nanopartículas para fabricar productos de utilidad práctica. Por ejemplo, los científicos desarrollaron un método mediante el cual las nanopartículas de oro cambian de color en presencia de la bacteria del ántrax, que puede resultar mortal para los seres humanos. Las nanopartículas de oro están cubiertas con ADN de ántrax con un diseño especial de un solo filamento, como se muestra en la ilustración. Recuerda que el ADN normalmente tiene dos filamentos. La secuencia de cada filamento se complementa con aquella del otro filamento, lo que hace que los dos filamentos se unan. Dado que todos los organismos tienen un ADN que los hace únicos, un organismo puede ser identificado a través de su ADN.

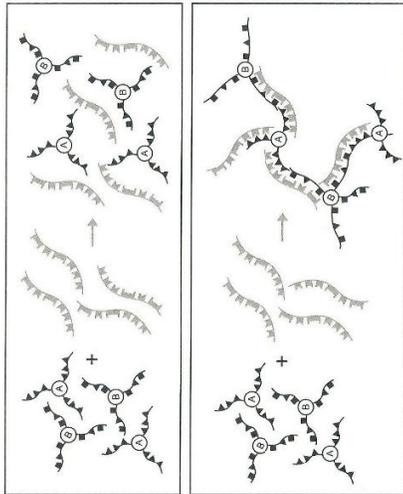
El ADN en una muestra (de sangre, suelo o agua para beber, por ejemplo) puede ser aislada para determinar si hay bacterias de ántrax presentes. El ADN de la muestra es separado en filamentos únicos. Luego las nanopartículas de oro cubiertas con filamentos de ADN de ántrax se mezclan con la muestra. Si el ADN de la nanopartícula de oro se une con el ADN de la muestra, quiere decir que los filamentos son complementarios. Ya que el ADN que cubre la nanopartícula de oro es ADN de ántrax, entonces la muestra debe contener ADN de ántrax igualmente.

Esta unión hace que las partículas se agrupen, como se muestra en la ilustración. El color de las partículas acumuladas es diferente del color de las nanopartículas originales, ya que las partículas acumuladas son más grandes.

Así, el cambio de color señala la presencia de ántrax en la muestra. Esta técnica puede revelar fácilmente la presencia de diferentes tipos de bacterias dañinas, salvando potencialmente muchas vidas.

El diagrama esquemático muestra cómo se recubren las nanopartículas de oro con ADN. Se separan los filamentos de ADN, se unen y luego se les adhieren a las nanopartículas de oro. A y B





El diagrama esquemático muestra cómo las nanopartículas de oro recubren la bacteria del ADN para detectar la bacteria del ADN. Las nanopartículas recubiertas con ADN de filamento único de ADN se mezclan con filamentos únicos de un ADN no identificado, obtenida a partir de la separación de filamentos de ADN de una muestra.

REACCIONES QUÍMICAS: MÁS REACCIONES – MUCHAS MÁS

El reducir los tamaños de los materiales a la escala nanométrica también afecta el comportamiento químico de dichos materiales. Por ejemplo, el platino, el paladio y el rodio son metales preciosos utilizados como catalizadores en los convertidores catalíticos de los automóviles. (Un catalizador es una sustancia que aumenta la velocidad de una reacción química, sin que se gaste el catalizador en dicha reacción.) Los catalizadores metálicos reducen las emisiones de contaminantes gaseosos, como el monóxido de carbono (CO), incrementando grandemente el número de reacciones químicas que transforman los contaminantes en sustancias menos dañinas, como el dióxido de carbono (CO₂).

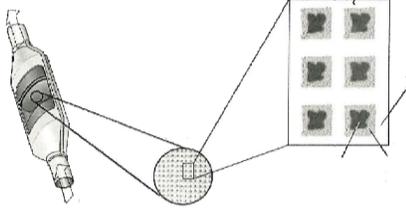
Primera ilustración (arriba): La secuencia del ADN no identificado no se complementa con la secuencia de ADN que recubre las nanopartículas: los filamentos únicos no se unen unos con otros. El color de las nanopartículas no cambia. Segunda ilustración (abajo): La secuencia del ADN no identificado se complementa con la secuencia de ADN que recubre las nanopartículas: los filamentos únicos se unen unos con otros. Esto indica que el ADN no identificado es ADN de ántico. La unión de los filamentos únicos de ADN hace que las partículas se aglomeren, lo que cambia el color de las nanopartículas.

Las partículas catalíticas no llenan el contenedor del convertidor (de la manera en que llenaríamos una lata con triques); si así fuera, sería muy poca la gasolina que podría pasar a través del convertidor. Los convertidores catalíticos tienen una estructura interna hexagonal (similar a la de un panal de abejas) que está recubierta con los catalizadores metálicos (ver ilustración). La forma hexagonal de la estructura provee una gran área superficial en el volumen limitado del contenedor, lo que permite que un número también grande de las partículas catalíticas estén expuestas a la gasolina usada. Es más, ya que sólo los átomos en las superficies de las partículas pueden interactuar con los contaminantes y catalizar las reacciones deseadas, se reduce el tamaño de las partículas catalíticas a la escala nanométrica. Reduciendo el tamaño de los metales catalíticos a la escala nanométrica, su área superficial se maximiza. De hecho, los diámetros de las partículas catalíticas se encuentran en los lugares más altos de la escala nanométrica es de ~ 80220%, respectivamente.

Así, tenemos una enorme área de superficie catalítica en un volumen compacto. Esto asegura que casi todas las impurezas que se encuentran en la gasolina quemada se conviertan en productos más amigables con el medio ambiente. Esto también significa un ahorro monetario y de recursos, ya que el número de átomos al interior de las nanopartículas, que no tienen ninguna función, se reduce al mínimo.

ADHESIÓN

Una interacción física que se mejora enormemente utilizando nanopartículas es la filtración, cambiando la escala microscópica por la nanométrica. Por ejemplo, es común filtrar bacterias (cuyo tamaño se encuentra en escala microscópica), pero lograr la filtración de virus (medidos en la escala nanométrica) había resultado un problema. Se utilizan nanopartículas metálicas con carga positiva, de sólo 2 nm de tamaño, para fabricar filtros que eliminan los virus del agua contaminada de las cañerías. Debido a que los virus tienen carga negativa, son atraídos a las nanopartículas y se pegan a ellas. La gran área de superficie que forman las nanopartículas en los filtros ayuda a eliminar más del 99.9999% de los virus a la vez que el tamaño del filtro se reduce al mínimo.



La estructura interna hexagonal de un convertidor catalítico está compuesta de miles de canales.

Ten a la mano los siguientes materiales:

- Plumón
- Regla métrica
- Cronómetro con medición de segundos
- Bata
- Lentes de seguridad
- Anaqueil para tubos de ensayo
- 2 probetas largas
- Mortero y mano de mortero
- Gis
- Vinagre



Procedimientos, Información y Observaciones

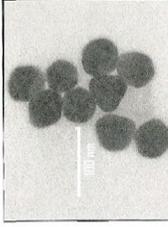
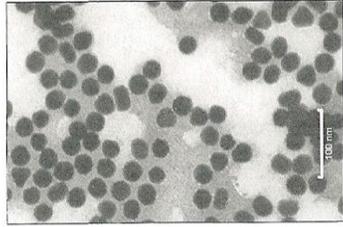
Recordatorio de seguridad: Lleva puestas tus lentes de seguridad y la bata.

1. Etiqueta las dos probetas con las siguientes leyendas: "gis entero" y "gis molido" respectivamente. Llena a la mitad cada probeta con vinagre.
2. Rompe dos medidas iguales de gis (3 cm). Muele una de las piezas en el mortero utilizando la mano de mortero. Registra un estimado del tamaño de las partículas de gis molido.
3. Con el cronómetro listo, agrega el gis entero a la probeta que está etiquetada para ello. Fíjate en la intensidad y la duración del burbujeo. Haz lo mismo con el gis molido. Cuando registres las intensidades, incluye una comparación entre las dos.



Interpretación de la información

1. ¿Qué forma del dióxido de manganeso y gis (entero o molido) dio como resultado una mayor intensidad en las reacciones? ¿Cómo lo sabes?



Ariba: Imagen de microscopio de transmisión de electrones (MET) de nanopartículas de oro con un diámetro de 25 nm.

Abajo: Nanopartículas de oro de 50 nm de diámetro.

Reflexiones

2. ¿Por qué fue importante romper el gis en partes iguales en el paso 1 de
3. ¿Cómo se comparan tus resultados con tus predicciones? Da una posible razón si es que hubo alguna diferencia entre los resultados que predijiste y los que se produjeron.
4. ¿Cuál es la relación entre el tamaño de las partículas y la intensidad de las reacciones químicas? ¿Por qué crees que es así?
5. En los casos en que el burbujeo fue más intenso, a qué lo atribuyes: 1) cada reacción individual ocurrió más rápido, y por lo tanto fue más intensa o 2) las reacciones ocurrieron antes (en relación al tiempo que tardó la reacción cuando los reactantes se combinaron por primera vez) y, por lo tanto, ocurrieron las reacciones ocurrieron más cercanas (en tiempo) una de otra.

Parte B

Efecto del tamaño de las partículas en el color de un coloide de oro.

En esta parte de la actividad, trabajarás con un tipo de suspensión llamada coloide. Al igual que la suspensión, el coloide es un estado de agregación de la materia (en este caso un sólido —el oro— disperso en otro estado de agregación (en este caso, un líquido). Un coloide se distingue de otros tipos de suspensiones por la pequeñez de las partículas sólidas; en este caso tan pequeñas que no se separan del estado de agregación continuo debido a la gravedad. En otros palabras, no se precipitan al fondo o flotan a la superficie. Las partículas coloides más pequeñas miden 1 nm. Si fueran más pequeñas, no podrían formar un estado de agregación separado: serían parte de otro estado de agregación llamado solución. Las partículas de oro con las que vas a trabajar tienen diámetros de 13 nm, lo que las hace nanopartículas.

Las nanopartículas de oro tienen una carga eléctrica negativa neta, lo que hace que se repelan entre sí. Esto a su vez evita que se aglomeren, formando, por ejemplo, partículas más grandes. A continuación exploraremos cómo el tamaño de las nanopartículas de oro puede cambiarse y cómo el cambio de tamaño hace que cambie su color.



Predicciones

Lee con atención la sección de Procedimientos, Información y Observaciones de la siguiente página. Reflexiona acerca de la composición de cada solución que agregarás al coloide de oro: sal de mesa (cloruro de sodio o NaCl), azúcar de mesa (sacarosa o $C_{12}H_{22}O_{11}$) y otra sustancia de tu elección. Recuerda que las nanopartículas de oro en el coloide tienen carga negativa. ¿Hay componentes en las soluciones que vas a agregar al coloide que tengan algún tipo de carga (positiva o negativa)?

- Predice si el agregar cada una de las soluciones al coloide afectará el tamaño que tienen las nanopartículas de oro.
- Predice si el color del coloide cambiará. (Para realizar esta predicción recuerda la descripción que se hizo de las nanopartículas recubiertas de ADN en la Introducción.)

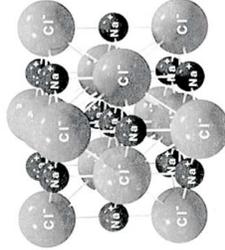
Fundamenta tus predicciones.

Elabora una tabla con espacio para registrar:

- Las predicciones acerca del efecto de cada solución en:
 - El tamaño de partículas del coloide
 - El color del coloide
- Así como las razones que te llevaron a realizar dichas predicciones.
- Tus observaciones acerca del color del coloide.
- Tus observaciones acerca del color del coloide durante la adición de cada solución: deja espacio para 10 comentarios breves para cada solución.
- Tus observaciones acerca de los contenidos de las probetas durante la siguiente sesión de laboratorio.



Modelos "barras y esferas" de moléculas de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) en los cuales los átomos de oxígeno están coloreados en rojo; los de carbono en negro y los de hidrógeno en gris.



La estructura de cristal del cloruro de sodio (NaCl) en la que los iones de Na⁺ y Cl⁻ forman un patrón regular y repetitivo.

Ten a la mano los siguientes materiales:

- Plumón
- Bata
- Lentes de seguridad
- Pipeta o cilindro pequeño graduado
- 3 goteros (de los que se utilizan para administrar medicamentos)
- Anaque para tubos de ensayo
- 4 probetas con stoppers
- Coloide de oro
- 10 ml de solución de azúcar (sacarosa)
- 10 ml de solución de sal (cloruro de sodio)



Procedimientos, Información y Observaciones

Recordatorio de seguridad: Lleva puestas tus lentes de seguridad y la bata.

1. Etiqueta las cuatro probetas con las siguientes leyendas: "control", "sal", "azúcar" y "prueba", respectivamente.
2. Pon 2 ml del coloide de oro en cada una de las cuatro probetas. Agrega 2 ml de agua destilada a cada probeta. Registra el color que muestra el coloide.
3. Con un gotero, agrega de 5 a 10 gotas de la solución de sal de una en una, a la probeta etiquetada como "sal". Mezcla suavemente en la probeta y registra el color que muestra el coloide.
4. Usando otro gotero limpio, repite el paso 3 para la solución de azúcar.
5. Escoge otra sustancia para agregar a la probeta con la leyenda "prueba". Una sugerencia es escoger un líquido de uso en el hogar como el vinagre. De cualquier manera consulta con tu maestro la sustancia que vas a añadir a la cuarta probeta. Tapa los tubos de ensayo y deja un lugar seguro hasta la siguiente sesión de laboratorio. Cuando regreses al laboratorio, registra tus observaciones acerca del contenido de los tubos.

Reflexiona acerca de las siguientes preguntas al mismo tiempo que realizas la actividad de la Parte B:

? ¿Qué soluciones provocan un cambio en el color del coloide de oro cuando son añadidas a éstas?

? ¿Qué indica el cambio de color del coloide?

Interpretación de la información

1. ¿Cuál de las soluciones (sal y/o azúcar) produjo cambios en el tamaño de las nanopartículas de oro en el coloidal? ¿Qué evidencia lo prueba?

Reflexiones

2. ¿Cómo pudo haber cambiado el tamaño de las nanopartículas de oro en la solución(es)?

3. ¿Cómo se compara el color del oro del coloidal con el que trabajaste al color del oro que podías observar en una moneda? ¿Por qué hay diferencia?

4. ¿Cómo se comparan tus observaciones con tus predicciones? Da una posible razón por la que haya habido alguna diferencia entre los resultados que predijiste y los que se produjeron.

Armándolo todo

5. En las partes A2 y B, cambió el tamaño de algo. Identifica, para cada parte:

- El material
- Si el volumen total del material cambió o si la razón volumen/partícula cambió.
- ¿dónde el cambio fue un incremento o decremento

6. Repasa las razones que diste para la pregunta de la página 8. Luego especula sobre qué parte de las nanopartículas de oro (ya sea la superficie o el volumen total) puede ser responsable de la determinación del color.

Conexión con el diseño

Tus observaciones en la Actividad 1 fueron de sistemas de un número muy grande de nanopartículas. ¿Cómo crees que los científicos hacen para detectar nanopartículas individuales?

Me pregunto...

¿Qué nuevas preguntas tienes acerca de las propiedades de los materiales en la escala nanométrica? Escribe tres o más preguntas y da razones acerca de por qué quieras saber la respuesta a cada pregunta.

Expansión en los CONCEPTOS

En esta Actividad observaste que el tamaño de las partículas puede afectar la velocidad o la que se llevan a cabo las reacciones químicas. Asimismo observaste que el tamaño de las nanopartículas de oro afecta su color. Continúa leyendo para entender por qué

Reacciones

La desintegración del peróxido de hidrógeno se da de manera espontánea a temperatura ambiente, pero de forma muy lenta. Tomaría aproximadamente un año para que el 10% de una cantidad dada de hidrógeno se desintegre a una temperatura de 20°C. Sin embargo, la velocidad de esta desintegración se puede aumentar significativamente con la exposición al calor, la luz o por medio de un catalizador, como el dióxido de manganeso que utilizaste en la actividad. La desintegración del peróxido de hidrógeno se llevó a cabo en la superficie de las partículas del dióxido de manganeso. Al reducirlo a un polvo fino se redujo el tamaño de las partículas. El volumen total del dióxido de manganeso no cambió, pero la superficie de contacto incrementó significativamente, originando

muchos más lugares donde se pudiera llevar a cabo el proceso catalítico. El volumen de un objeto (V), es la cuantificación de cuánto espacio ocupa dicho objeto, pero es en la superficie donde se concentra la acción. Por lo tanto, la superficie de contacto (S) de un objeto es directamente proporcional a cuántos átomos del objeto están expuestos, y por lo tanto, cuántos pueden participar en la reacción química. Se puede aumentar utilizando un objeto mayor (como una pelota de fútbol soccer es tiene una mayor que una pelota de beisbol). Sin embargo, cuando la acción se lleva a cabo en la superficie, hay muchas razones por las que es mejor disminuir la razón área superficial de volumen (S/V). Como puedes ver en el diagrama, la S/V de una partícula pequeña es más grande que la de una partícula de mayor tamaño. Ya que la S/V del dióxido de manganeso incrementó al molerlo, la actividad catalítica aumentó de igual manera porque un número mucho mayor de

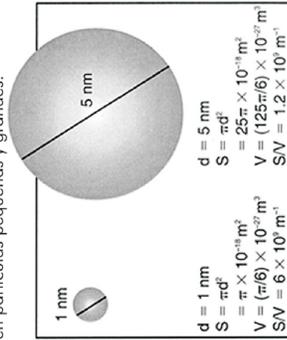
Aglomeración

El cambiar el tamaño de las partículas también puede afectar sus propiedades físicas, como por ejemplo, su color. Acuérdate de la Actividad que realizaste donde las nanopartículas de oro en el coloidal se enlazaron para formar partículas más grandes, y cómo el color cambió de rojizo a azulado.

¿Qué fue lo que hizo que las partículas se enlazaran?

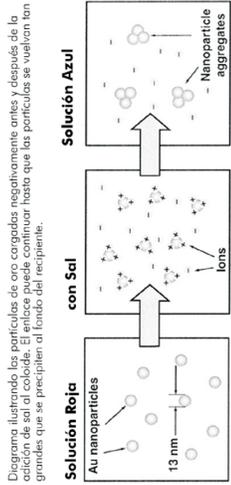
Cuando se formó el coloidal,

Comparación de la superficie de contacto con la razón de volumen en partículas pequeñas y grandes.



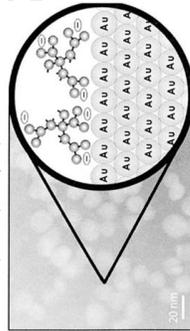
la superficie de los nanopartículas esta ba recubierta de iones con carga negativa (estaban recubiertas con citrato, la forma iónica del ácido cítrico). Esto hizo que las nanopartículas se repelleran entre sí, y, como resultado, se dispersaron en el coloides. Cuando agregaste la solución de sal (cloruro de sodio o NaCl) al coloides, los iones positivos (Na^+) fueron atraídos hacia los iones negativos y neutralizaron la capa de iones negativos que cubría las nanopartículas de oro. Es así que las fuerzas de repulsión entre las nanopartículas fueron eliminadas.

Sim embargo, en el ámbito macroscópico, la ausencia de repulsión no implica que haya atracción. Entonces, ¿por qué se enlazaron las nanopartículas? Resulta que, a nivel molecular, la ausencia de repulsión a menudo implica la presencia de atracción. Esto sucede porque la nube electrónica rara vez carece de polaridad (como por ejemplo,



una esfera perfecta carece de polaridad). Normalmente las diversas formas de la nube electrónica junto con los núcleos positivos crean formas de polaridad en las superficies de las moléculas; formas de polaridad que son ligeramente positivas o ligeramente negativas. Este fenómeno hace que se cree atracción entre las regiones de las superficies de las nanopartículas cercanas que tienen cargas opuestas. (A estas atracciones se les conoce también bajo el nombre de "Atracciones de van der Waals").

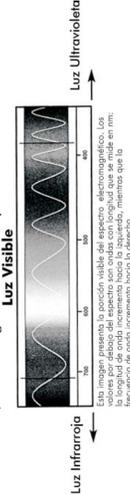
Entonces las nanopartículas de oro crecieron y crecieron, hasta que se hicieron tan grandes que ya no formaban un coloides, sino un precipitado.



Izquierda: Una imagen de microscopio de transmisión electrónica (MET) de nanopartículas de Au de 13 nm de diámetro.
Derecha: Ilustración de una superficie de nanopartículas de Au. Cada nanopartícula está compuesta de muchos (más de 500,000) átomos de Au. Los átomos de citrato cubren la superficie de las nanopartículas.

Para entender cómo se comportan las partículas en la escala nanométrica, hay que entender un poco cómo se comportan en la escala macroscópica. Si vemos cualquier objeto de la escala macroscópica o microscópica (objeto que en sí mismo no es una fuente de luz), es porque la luz ha sido reflejada del objeto hasta nuestros ojos. El fenómeno de reflexión de la luz no es el simple "rebote" al que casi siempre se hace mención. Has aprendido que la luz se comporta ya sea como partícula (fotón) o como onda, dependiendo de las circunstancias. Para describir el color, el modelo de onda es más apropiado. El color es una onda electromagnética; por el momento vamos a analizar el aspecto eléctrico dejando de lado la parte magnética: de acuerdo al aspecto eléctrico, el color es un campo eléctrico senosoidal variable. (ver diagrama al final de la página) Cuando una onda de luz "choca" con un objeto, el campo eléctrico de la onda choca con los átomos que se encuentran en la superficie de dicho objeto. Cualquier carga en un campo eléctrico sufre una fuerza. Igual que sucede con cualquier objeto que sufre una fuerza, estas cargas se

acelerarán hasta el punto que la fuerza de aceleración sea mayor que la fuerza que las mantiene en su lugar. En un metal, la fuerza de la luz es lo suficientemente fuerte para acelerar los electrones exteriores (conductores) de los átomos. En un metal la fuera de la luz es la suficientemente intensa, para acelerar los electrones externo (conducción) de los átomos. Recuerda que el campo eléctrico entrante varía como una onda senosoidal; por lo tanto, los electrones son llevados de un lado a otro. Sus movimientos son comparables a los de un resorte que oscila. Si graficaras su posición en función del tiempo, obtendrías una función senosoidal. Hasta ahora hemos visto como la luz entrante interactúa con el objeto \rightarrow , más específicamente, con los electrones exteriores de la superficie pero, ¿qué pasa con la luz que es reflejada? Cualquier carga oscilante crea una onda electromagnética. Por lo tanto, los electrones que oscilan en la superficie del objeto crean otra onda de luz, así como la onda entrante crea su propia onda de luz, excepto que la onda que crean los electrones en la superficie del objeto va en dirección



diferente. El fenómeno de reflexión, como puedes ver, ino es un concepto tan sencillo! El fenómeno de reflexión explica el cómo vemos los objetos, pero no explica cómo percibimos el color. La luz reflejada produce colores específicos porque los otros colores fueron eliminados; fueron absorbidos por el objeto. No toda la luz que choca con un objeto es reflejada (aunque, si el objeto es un espejo, la mayor parte de la luz sí será reflejada); una parte de la luz es absorbida. Los objetos en la escala macroscópica tienen diferentes colores si están hechos de diferentes materiales, esto es, si están hechos de diferentes tipos de átomos. Los electrones exteriores de diferentes tipos de átomos absorben diferentes frecuencias de luz, o las frecuencias que son absorbidas se les llama frecuencias resonantes. Cada objeto tiene frecuencias resonantes -frecuencias en las que el objeto oscila o vibra naturalmente. Las frecuencias resonantes del sonido son mucho más evidentes que las frecuencias resonantes de la luz. El sonido característico de una guitarra, tambor o trompeta se debe a las frecuencias resonantes del instrumento, las cuales se deben a su vez a la forma del instrumento y al material del que está hecho.



Este resorte se mueve hacia arriba y hacia abajo. Imagina que hay una pluma abalando al final del resorte, que a lo vez es presionada hacia abajo. Si el resorte se mueve hacia arriba y hacia abajo, la pluma registrará de manera gráfica la frecuencia de los movimientos del resorte.

Cuando pegas en tu escritorio, el sonido es diferente que cuando pegas en el piso porque cada material tiene una frecuencia de resonancia diferente. Cada resorte tiene una frecuencia de resonancia que le es específica, y que puede ser determinada fácilmente jugando del resorte, dejándolo ir y tomando el tiempo entre sus oscilaciones. Cada átomo en un sólido tiene una frecuencia de resonancia; el átomo puede ser ilustrado como estando atado a cada uno de sus vecinos por un anillo del

resorte. Finalmente, dentro del átomo, cada carga tiene su propia frecuencia de resonancia. Puede ejercerse fuerza sobre este átomo; no solamente mecánica, sino también, como en todos los ejemplos que se han mencionado, por medio de los campos eléctricos oscilantes de luz.

Cuando las frecuencias de las ondas de luz se corresponden con las frecuencias de las cargas, esas frecuencias de luz son absorbidas, lo que significa que se transforman en otra forma de energía (a menudo energía térmica). Así, los colores que vemos en los objetos se deben a las frecuencias de luz que se reflejan de los objetos a nuestros ojos —es decir, las frecuencias que no son absorbidas. Los objetos de oro en la escala microscópica y microscópica absorben el color azul y las frecuencias

cercanas al color azul y reflejan el resto de las frecuencias, que se combinan para dar la apariencia de color amarillo.

Las frecuencias absorbidas por los objetos de oro en la escala microscópica y microscópica son las mismas sin importar cuál sea el tamaño del objeto porque todas las interacciones en la escala atómica con la luz son las mismas. Las electrones de los átomos de superficie que interactúan con la luz responden de la misma manera, aunque estén rodeados de otros miles de átomos de superficie, o incluso billones (para explicarlo, imagina lo siguiente: estás parado en medio de una gran multitud que es empujada de un lado y luego de otro. No importa que tan grande sea la multitud, puede ser grande o muy muy grande; sigues siendo empujado).

El movimiento de estos electrones es análogo a un barquito de juguete que es empujado de un lado a otro en una alberca grande. El barquito responde de manera libre a cualquier empuje, rápido o lento, sin impedimentos, de la misma manera en que los electrones responden libremente a diferentes frecuencias de luz.

Pero, ¿qué pasaría si el barquito estuviera en una alberca muy pequeña y se le diera un empujón muy fuerte? El barquito pegaría en la orilla de la alberca, y no podría seguir moviéndose de un lado a otro sin obstáculos. Lo mismo pasa con los objetos de oro cuando su tamaño es menor al de la longitud de onda de la luz: los movimientos de los electrones conductores están restringidos. El resultado es una fuerte absorción de un rango pequeño de frecuencias de luz, que cambian significativamente la parte de la luz que es reflejada a nuestros ojos. Cuando las partículas de oro

a 550 nm) y no absorbieron el naranja y el rojo (con longitudes de onda ~ 600 a 700 nm). Así, el coloidal tenía un color rojizo.

Cuando se añadió sal al coloidal, las nanopartículas de oro se enlazaron, formando nanopartículas más grandes. Debido a su tamaño más grande, absorbieron las longitudes de onda de luz verde, amarilla, naranja y roja, (~ 550 y 650 nm), y no absorbieron las longitudes de onda de los colores azul y violeta; longitudes menores (~400 y 500 nm). Como resultado, el coloidal tomó un color azulado.

Finalmente los enlaces formaron un precipitado y se sedimentaron en el fondo del contenedor ya que no había partículas dispersas en el líquido: todas las longitudes de onda de la luz pasaron a través del líquido. Como resultado el líquido no tenía color.

son un poco más pequeñas que una longitud de onda se ven violetas; si son aún más pequeñas, el rango de colores que son absorbidos cambia, así que las partículas de oro pasan a un rojo oscuro, luego rojo y luego naranja a medida que las partículas se van haciendo más y más pequeñas. Te presentamos un vínculo de Internet donde una animación ayuda a ilustrar la explicación que acabas de leer: http://brahms.scs.uiuc.edu/lssr/software/ncli/Au_Colloid_Cour se_120606.swf

En el menú principal, haz clic en: **II. ¿Cómo interactúan las luz y las nanopartículas de oro?** y **III. Los colores de los diferentes tamaños de nanopartículas de oro**

Tus nanopartículas de oro
En la actividad, las nanopartículas de oro tenían 13 nm de diámetro. Debido a su tamaño, absorbieron la luz azul y verde (con longitudes de onda ~ 475

Color de las nanopartículas de oro

Tipos de partículas presentes en el coloidal	Antes de mezclar con la sal	Después de mezclar con la sal
Luz absorbida por las partículas (color y longitud de onda)	Nanopartículas Azul y verde (entre 475 y 550 nm)	Enlaces de nanopartículas Verde, amarillo, naranja y rojo (entre 550 y 650 nm)
Luz que no es absorbida por las partículas (color y longitud de onda)	Azul y verde (entre 475 y 550 nm)	Violeta y azul (entre 400 y 500 nm)
Color que se observa en el coloidal	Rojizo	Azulado

Luz absorbida en contraste con la reflejada en dos tamaños de nanopartículas de oro

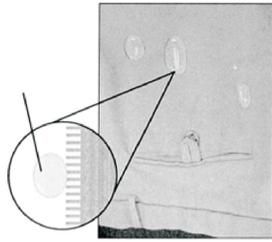
Las aplicaciones de la nanotecnología ya están aquí, a nuestro alcance

La gente ya utilizaba la nanotecnología hace muchos cientos de años, ¡slo que no lo sabían! Al menos desde el siglo 4to después de Cristo, los artesanos añaden sales de oro a las mezclas de vidrio para producir elegantes colores rojos en el vidrio. En los vitrales de las ventanas de muchas iglesias que se construyeron en la Edad Media, el vidrio rojo brillante tomó su color de las nanopartículas de oro: al mismo tiempo que se calentaban las mezclas de vidrio, los iones de oro presentes en las sales se convertían en átomos de oro neutrales, los cuales se enlazaban para formar nanopartículas rojas. Los artesanos aprovecharon su habilidad para obtener el color rojo a partir de la formación de nanopartículas de oro de cierto tamaño, sin que supieran nada acerca de la escala microscópica, y mucho menos de la macroscópica.

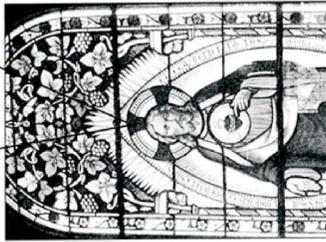
Las aplicaciones de la nanotecnología fueron involuntarias por mucho tiempo - ¡hasta fines de la década de los 80s! Solo hasta entonces se desarrollaron nuevas herramientas que dieron paso a la escala nanométrica, como en su tiempo (en el siglo XVII) el microscopio de luz óptica dio paso a la escala microscópica. En los últimos dos décadas hubo un incremento repentino en la primera generación de aplicaciones de la escala nanométrica. Una vez que sabes donde buscar, encuentras ejemplos de nanotecnología en todos lados, incluyendo telas que no se manchan, superficies que se limpian a sí mismas,

Concepto
de la
NANOTECNOLOGÍA

Ya que los investigadores desarrollan cada vez más objetos de escala nanométrica, y encuentran más y más usos para dichos objetos, la nanotecnología será una parte siempre creciente en nuestros vidas.



Un material inteligente que aprovecha las propiedades de las nanopartículas nanocilindros o nanotubos reduce al agua la contaminación y los sólidos, por medio de la extrema repulsión al agua. El agua se agrupa como en gotas y rueda por la tela.



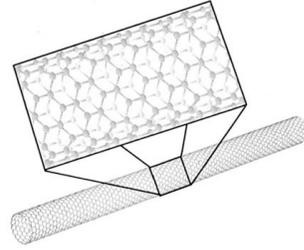
Los vitrales modernos utilizan combinaciones de óxidos de metales para lograr una variedad de colores. Sin embargo, durante la época medieval, las exclusivamente para teñir de rojo el vidrio.

y una amplia variedad de equipo deportivo (desde bates hasta skis), protectores solares y más. Utilizando partículas llamadas nanocilindros, los investigadores han desarrollado una tela que previene las manchas. Miles de millones de nanocilindros, cada uno de aproximadamente 10 nanómetros de largo, cubren las fibras de la tela, como si fuera pelusa de tamaño nanoscópico. Los nanocilindros están unidos químicamente a las fibras, así que no se desprenden fácilmente con las lavadas ni se desgastan. A diferencia de la generación previa de telas antimanchas, esta nueva tecnología evita que la tela se vea tieso. La pelusa densa e invisible hace que el líquido se condense en gotas y luego rueda por la tela. Además de antimanchas, esta tela también es antirruinas.

La nanotecnología también puede ayudar a mantener nuestros baños limpios. Lavar los baños es una actividad frecuente del quehacer doméstico, pero ahora hay que realizarla menos frecuentemente gracias a con los nuevos materiales que se utilizan para construir los baños. Algunos fabricantes están haciendo azulejos, lavabos y excusados que se autoesterilizan y se autolimpian gracias a los materiales de que están hechos: están cubiertos con una delgada capa de nanopartículas de dióxido de titanio. Cuando es expuesto a la luz, el recubrimiento deshace las moléculas orgánicas, evitando la adhesión de muchas manchas, matando bacterias y reduciendo los malos olores.

El desempeño de los accesorios deportivos ha sido mejorado por la nanotecnología. Las raquetas con nanotubos de carbono en sus marcos son más rígidas, y por lo tanto añaden poder y control. Un nanotubo de carbono es una hoja enrollada de átomos de carbono, que tiene aproximadamente 1 nm de diámetro (ver ilustración de la izquierda). Los nanotubos de carbono son cien veces más fuertes que el acero, pero seis veces más ligeros que éste. También están disponibles las bolas de tenis fabricadas con nanotecnología (se muestran en la página siguiente), que tienen una capa interna que las vuelve dos veces más durables que las pelotas ordinarias de tenis. El recubrimiento consiste en gruesas capas de 1 nm de nanopartículas de hule y arcilla que hacen que las bolas sean más herméticas al aire. Como resultado, pierden su rebote más lentamente.

Si estás al aire libre y expuesto al sol (tal vez en medio de un gran juego de tenis), deberías utilizar protector solar para evitar las quemaduras,



Nanotubo de carbono de una sola pared (SWNT).

el envejecimiento prematuro y el cáncer de piel. Los filtros solares más efectivos son los óxidos de metal (óxido de zinc o dióxido de titanio). Hasta hace poco, dichos filtros solares eran cremas espesas y blancas; a lo mejor has visto fotos de alpinistas con las narices blancas. Es por esto que muchos consumidores prefieren filtros solares con componentes protectores orgánicos porque estos componentes son transparentes. Sin embargo, no absorben un rango tan amplio de rayos ultravioletas como lo hacen los óxidos de metal, no duran tanto y pueden causar irritación en la piel a algunas personas. La nanotecnología viene al rescate: los óxidos de metal ahora pueden reducirse tanto que no dispersan la luz visible, lo que hace que estos filtros sean tan transparentes como los filtros solares orgánicos pero son más efectivos y duraderos.

La primera generación de nanoproductos también está apareciendo en la medicina. Las compresas para quemaduras y heridas que utilizan nanocrisiales de plata para evitar las infecciones ya están disponibles. Las compresas están compuestas de tres capas: una capa absorbente en medio de dos capas cubiertas con los nanocrisiales. La plata mata todos los tipos de bacteria – aún las que son resistentes a los antibióticos. Se recubren también con nanopartículas de plata muchos instrumentos médicos, desde pinzas y coléferas hasta implantes.

Estos son sólo algunos ejemplos de la primera generación de los productos de nanotecnología que están disponibles hoy en día. Otros ejemplos entre otros se incluyen pinturas, recubrimientos para lentes, recubrimientos para defensas de autos y pruebas embarazo caseras. La nanotecnología se está volviendo una parte cada vez mayor de nuestras vidas. En el 2000, el gobierno de los Estados Unidos lanzó un programa de investigación y desarrollo llamado "Iniciativa Nacional de la Nanotecnología". Uno de sus objetivos es encontrar maneras de implementar la tecnología en productos comerciales. La Fundación Nacional para la Ciencia ha predicho que, para el 2015, los productos hechos a base de nanotecnología constituirán un trillón de dólares de las ventas en el mercado mundial.



La bola de tenis Wilson Double Core (a la izquierda) fabricada con plaquetas de nanocelulosa de 1 nm de espesor dentro de una matriz de polímero de hule mantienen la presión del aire por más tiempo.

2

ACTIVIDAD

Buscando nano-objetos

Reflexiona acerca de lo siguiente mientras realizas la actividad:

- ¿Qué fuentes de información podrías utilizar?
- ¿Qué palabras clave podrían ser útiles en la búsqueda?
- ¿Cómo puedes determinar la credibilidad de una fuente cuando realizas investigación?
- ¿Qué propiedades de los objetos se presentan únicamente en la nanoescala?
- ¿Qué potenciales usos tiene el objeto?

Conexión con el diseño

¿Qué técnica(s) utilizan los científicos para hacer o estudiar los objetos?

Los seres humanos han estado haciendo nanotecnología por casi dos mil años, pero, la mayoría durante la mayor parte de ese tiempo, no había hubo comprensión científica y muy pocas variables podían ser controladas (el único ejemplo significativo era la adición de nanopartículas al vidrio para darle color).

Debido a ello, el progreso en la nanotecnología fue casi inexistente hasta la década de los 60s, cuando los avances tecnológicos permitieron a la ciencia de las superficies hacer rápidos progresos. Una dimensión de las superficies es la escala nanométrica. La industria electrónica fue la que se benefició más notablemente con este progreso.

La siguiente generación de avances tecnológicos (en la década de los 80s) abrió las puertas para muchas áreas de la ciencia y la tecnología. De hecho, los nombres "campo de nanociencia" y "campo de nanotecnología" no son exactos per se por dos razones: los define una escala, no el física o la química). La segunda razón se debe a la singularidad de la escala nanométrica, ya que varios campos de la ciencia y la tecnología se mezclan (por ejemplo, la comprensión de los físicos para entender la absorción de luz y la dispersión de la luz; y el entendimiento de las biomacromoléculas por parte de los químicos, que contribuyen a dar nuevos usos para las nanopartículas de oro en la medicina). Así, más que ser un campo o área en sí misma, la nanociencia es una ciencia que abre

posibilidades, mientras que la nanotecnología es una tecnología que abre posibilidades también – proveen una comprensión fundamental, así como herramientas que a su vez llevan a avances en muchos otros campos

Muchas de las nanotecnologías actuales más populares tienen aplicaciones potenciales en muchos campos. Aquí hay una lista parcial de áreas de investigación en las cuales se están desarrollando nuevas aplicaciones, áreas que también prometen nuevos descubrimientos para muchos años por venir:

- “Buckyballs” (buckminsterfullerenos)
- Nanotubos de carbono
- Grafeno
- Computadoras de ADN
- Nanopartículas magnéticas
- Motores moleculares
- “Quantum dots”
- Biomateriales autoensamblables
- Nanosensores de todo tipo (que detectan moléculas, radiación, sonidos o energía térmica)
- Nanopartículas de dióxido de titanio.

Ahora que ya tienes algunos conocimientos acerca de nanotecnología, reunirás información para aprender acerca de un nanobjeto de tu elección.

Elabora una bitácora para registrar:

- El objeto
- Palabras clave
- Bibliografía y credibilidad de la misma
- Descripción
- Técnicas utilizadas para hacer y estudiar el objeto
- Usos actuales y/o propuestos
- Aplicación original

Nanoestructuras pasivas

1^o generación de productos - 2001
Nanopartículas, recubrimientos, compuestos, textiles, modelos

Nanoestructuras activas

2^o generación – tiempo presente
Administración de medicamentos, diagnósticos médicos, células de combustible, almacenamiento en memoria.

Nanosistemas

3^o Generación 2010-2015
Implantes inteligentes, biomateriales, celdas solares, chips integrados simples

Nanosistemas avanzados

4^o generación
Tejidos, regeneración de órganos, circuitos moleculares, computación cuántica, microprocesadores

Las cuatro etapas del desarrollo de la nanotecnología desde la primera y más simple generación con aplicaciones pasivas, hasta la cuarta generación con sus nanosistemas moleculares revolucionarios

Lo que ahorita está comprobado, alguna vez fue sólo imaginado.

William Blake
Poeta inglés



Procedimientos, Información y Observaciones

1. Escoge un objeto de la escala nanométrica para que lo estudies a través de fuentes publicadas e Internet. Puedes hacer una búsqueda preliminar para ayudarte a elegir dicho objeto.
2. Búsqueda: Puedes visitar bibliotecas para encontrar libros y echar un vistazo a índices de publicaciones periódicas. Si tienes acceso a Internet, utiliza un buscador. Haz ajustes en tus palabras clave para que puedas enfocar tu búsqueda. Obtén información de al menos tres fuentes. Realiza una entrada para todas las fuentes utilizadas en un bibliografía completa, incluyendo las URLs de los sitios web. Registra una razón por la cual crees que cada fuente es creíble.
3. Describe el objeto, incluyendo cualesquiera propiedades de la escala nanométrica (por ejemplo, propiedades que el mismo objeto no tendría en su versión macroscópica.
4. Describe las técnicas utilizadas para construir y estudiar el objeto.
5. Registra los usos actuales y los que tú propones.



Interpretación de la información

1. Justifica las razones que le dan credibilidad a las fuentes que enlistaste en tu bibliografía.
- Reflexiones**
2. Sugiere al menos una aplicación original- propuesta por el grupo. Se creativo. Piensa acerca de posibles aplicaciones en electrónica, ciencia de los materiales, medicina, seguridad nacional, etc. La aplicación que sugieras debería de sacar provecho de una de las propiedades únicas del objeto. Registra tus ideas.

La ciencia lleva a cabo avances tanto en la tecnología como en la comprensión.

Pierre Schaeffer
Compositor francés

- Describe una noción preconcebida que hoyas tenido acerca de la nanociencia o tecnología que fue cambiada por el conocimiento obtenido durante tu búsqueda literaria.
- Describe una cosa que aprendiste que te haya sorprendido.
- Comparte tus hallazgos e ideas con tus compañeros de clase.
- Basado en los hallazgos de todo el grupo ¿qué materiales dirían que son más utilizados para hacer nanobiotos?



Armándolo todo

- ¿Cuáles son tus ideas acerca del posible impacto de la nanotecnología en la sociedad? Da ejemplos para respaldar tus ideas.

Conexión con el diseño

¿A qué dificultades se enfrentan los científicos cuando están estudiando objetos de la escala nanoscópica o cuando los están fabricando?

Me pregunto

¿Qué nuevas pregunta tienes acerca de los objetos nanoscópicos?
Escribe tres o más preguntas.
Da una razón por la que haces cada pregunta.

Expansión los CONCEPTOS

Has tenido una introducción a una parte de la nanotecnología que ya está incorporada a nuestra vida diaria, así como algunas posibilidades de esta ciencia. Lee abajo acerca de una que es muy especulativa- pero podría tener un enorme impacto tecnológico.

Actualmente, la investigación de la nanociencia en el mundo se enfoca en comprender fenómenos que antes eran desconocidos, y la nanotecnología se enfoca en aplicar este conocimiento para mejorar nuestras vidas. Los resultados revolucionarán a nuestra sociedad más que las computadoras porque todos los campos tecnológicos se verán afectados.

Sin embargo, la nueva tecnología también trae nuevas posibilidades de accidentes y abuso. Para ayudar a guiar el desarrollo de la nanotecnología, la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos, así como otras organizaciones gubernamentales formaron la Iniciativa nacional de Nanotecnología (NNI), entre cuyos objetivos se encuentra el "promover el desarrollo responsable de la nanotecnología"....

Dentro de la NNI se encuentra el Área de Programas de Componentes de Dimensiones Sociales. Entre sus áreas de investigación es se encuentran "el medioambiente, la salud y

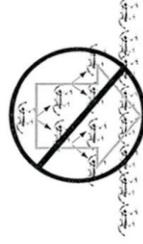
la seguridad, el impacto de la nanotecnología, el desarrollo de la misma y la valoración del riesgo de dichos impactos". Así, el gobierno trata de promover el desarrollo seguro de la nanotecnología. Sin embargo, el NNI admite que la investigación patrocinada por el gobierno y relacionada con la seguridad se enfoca sólo "en los nanomateriales que se muestran más promisorios para su uso generalizado.

Además, "los fabricantes, no el gobierno, son los responsables de verificar la seguridad de productos específicos". Es, por eso que el mal uso de dicha tecnología sigue siendo un tema de preocupación. Considera cuántas veces has visto a un "científico loco" en las caricaturas. Siempre que surge una nueva tecnología, los directores de cine y autores de ciencia ficción mantienen a su público a la expectativa utilizando el miedo a lo desconocido. Ya que nadie sabe exactamente lo que la nanotecnología traerá a la sociedad, se puede esperar que Hollywood popularice los escenarios más dramáticos y, seguramente, los menos probables.

El tema de la nanociencia más conocido en la ciencia ficción gira alrededor de la situación hipotética o escenario "gray goo". "Gray goo" se refiere a la trama en la que un gran grupo de nanorrobots consumen todos los recursos de la

biósfera de la Tierra para crear copias de sí mismos. Su replicación no tiene freno, y por lo tanto, se vuelve exponencial. La autorreplicación comienza, ya sea con la mutación de una nanomáquina que está instalada en el medio ambiente para propósitos benéficos, o con la liberación accidental de la nanomáquina del medio controlado en el que se encontraba, la liberación intencional por parte de una compañía codiciosa, o la liberación intencional por parte terroristas o el contacto con dichas máquinas con seres del espacio exterior.

Los principios científicos muestran que el escenario de los nanorrobots autorreplicantes es improbable por dos razones. Para empezar, una nanomáquina con las capacidades antes descritas sería extremadamente compleja y, por tanto, requeriría de un enorme programa de investigación y desarrollo (posiblemente algo parecido a la NASA)



La autorreplicación de los nanobots es muy improbable debido a la extrema complejidad y las condiciones limitantes del medio ambiente para que ocurra la replicación

3 INTRODUCCION

En la Actividad 2, conociste diferentes tipos de objetos en la escala nanométrica y algunas de sus posibles aplicaciones. Uno de los retos actuales para los científicos es controlar el tamaño y forma de los objetos de la escala nanométrica que exhiben propiedades específicas.

Fabricando objetos de tamaño nanométrico



Estudiantes elaborando un modelo de aparato en escala nanométrica.

¿Alguna vez has construido un modelo a escala? Normalmente los automóviles a escala son veinte veces más pequeños que los automóviles reales. Imagínate tratando de construir un automóvil a una escala diez millones de veces más pequeña que la de un automóvil real. Es muy difícil fabricar objetos en la escala nanométrica porque las herramientas y los componentes que se utilizan para construir objetos en la escala macroscópica simplemente no pueden ser miniaturizados para construir en la escala nanométrica. Por ejemplo, en la escala macroscópica puedes utilizar un clavo o pegamento unir dos objetos, mientras que en la escala nanométrica, dos objetos que se acerquen los suficientes pueden enlazarse químicamente, ya sea uno desee esa reacción o no.

Los científicos que trabajan en muchas áreas diferentes están tomando el reto de la miniaturización extrema. Por ejemplo, las computadoras hoy en día contienen chips de silicón del tamaño de timbres postales. Cada chip contiene millones de pequeños componentes que tienen diversas funciones. Para que en el futuro las computadoras funcionen más rápidamente y almacenen más información, se requerirán aún más componentes: para que quepan estos componentes adicionales en el mismo espacio, hay que reducir su tamaño. Actualmente, los investigadores están trabajando para elaborar chips de computadora cuyos componentes tienen el tamaño de moléculas grandes.

Fabricar objetos en la escala nanométrica requiere de mucho más esfuerzo que fabricar objetos en la escala macroscópica. Los científicos están desarrollando métodos para fabricar nanobjetos de formas y tamaños específicos.



Segundo, aún si este tipo de máquinas fuera creado, hay varios factores ambientales que limitarían su propagación. Si las nanomáquinas fueran esencialmente inorgánicas, su replicación estaría muy limitada por la pequeña cantidad de energía química disponible en el material inorgánico (por ejemplo, en las rocas). Si fueran esencialmente orgánicas, tendrían que competir con otros organismos vivos que han existido por miles de millones de años para lograr una existencia óptima en su medio ambiente. En algún punto del crecimiento de la población de nanorrobots, los números de los replicantes sintéticos cambiarían significativamente el medio ambiente alejándolo de sus condiciones óptimas, como resultado de su "actividad metabólica". Tal vez la máquinas pudieran lidiar con dichos cambios, pero esto implicaría que las máquinas fueran aún más complejas.

Los replicantes sintéticos más rápidos conocidos en la naturaleza son ciertas bacterias (con un tiempo de generación de entre 15 y 20 minutos). Sin embargo, están limitadas en los tipos de biomasa que pueden digerir, y se propagan sólo en rangos



Dibujo esquemático de una nanomáquina natural: un T4 bacteriófago. Los bacteriófagos son virus que infectan a las bacterias. Estos virus miden entre 20 y 200 nm. La parte exterior (la que puedes observar) es proteína. La "cabeza" está llena de ácidos nucleicos (ADN o ARN).

Catalizan reacciones (enzimas), mueven cosas alrededor de las células, y hacen que los seres humanos nos podamos mover (proteínas de los músculos). Los nanobots pueden tener un enorme impacto en la medicina, pero muchas aplicaciones requieren mecanismos tan complejos que algunos científicos están pariendo de nanomáquinas naturales, alterando su estructura para un propósito específico. Por ejemplo, los científicos en Georgia (el país, no el estado) están utilizando bacteriófagos como alternativas a los antibióticos. Los bacteriófagos pueden ser mucho más específicos, evitando los efectos colaterales dañinos de los antibióticos.

En el futuro, los científicos esperan crear nanobots que, una vez dentro del cuerpo, puedan detectar un problema con una sensibilidad exquisita, y luego prosigan a resolver el problema. Dichos mecanismos serían tan complejos que los científicos no se ponen de acuerdo si esto es posible, pero considera esto: Julio Verne, en su novela "De la tierra a la Luna" (inspirada en los descubrimientos de su época en astrofísica) describió el viaje a la luna, en 1865!

El problema del tamaño, sin embargo, le concierne a más industrias que sólo la de la informática. Químicos, biólogos e ingenieros aeroespaciales también están buscando desarrollar la miniaturización de los sistemas que utilizan. Se están desarrollando nuevos métodos para fabricar objetos en la escala nanométrica que tengan tamaños, formas geométricas u otras formas específicas.

Uno de estos métodos de fabricación es la nanolitografía, en la que se forman diseños en escala nanométrica en las superficies. Algunas técnicas de nanolitografía, como la dip-pen nanolitografía (DPN), permiten a los científicos crear nanopartículas (NPs) en las superficies de manera tal y como si estuvieran dibujando con una pluma de tamaño nanométrico. En la técnica DPN, la punta como de pluma de un microscopio de fuerza atómica (AFM) está cubierta con "tinta" molecular, como puedes observar en la ilustración. Cuando la punta es puesta en contacto con una superficie plana, se forma una pequeña gota de agua entre la punta y la superficie debido a la humedad del aire circundante. Las moléculas se mueven de la punta del AFM a través del agua hasta la superficie. Conforme se mueve la punta a lo largo de la superficie, las moléculas son depositadas como "manchas de tinta" de tamaño nanométrico. Si la punta es detenida en algún lugar por un periodo de tiempo prolongado, el tamaño de la mancha crece. Ya que la punta es fácil de manipular, la DPN puede ser utilizada para elaborar estructuras detalladas y complejas.

Esta técnica es un ejemplo de fabricación en serie, en la que las manchas de los diseños se hacen una a la vez. La desventaja del uso de la nanolitografía en serie es que toma mucho

tiempo fabricar diseños de tamaño nanométrico en superficies grandes. A los estudiantes como Bart Simpson los han castigado diciéndoles que escribirán una frase en el pizarrón. Imagínate el castigo si tuvieran que llenar el pizarrón con frases escritas en escala nanométrica!



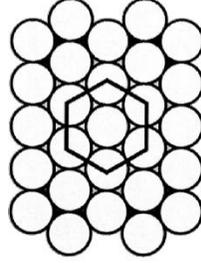
Imagen AFM de un diseño en escala nanométrica que se fabricó utilizando una dip-pen nanolitográfica.

Debido a que una fabricación en serie es muy laboriosa, los científicos han desarrollado técnicas de fabricación que operan en paralelo, creando muchas nanoestructuras simultáneamente. Una de estas técnicas, llamada litografía de nanoesferas (NSL), utiliza máscaras, o plantillas, para generar patrones de NPs que varían en tamaño y forma. Cada máscara resulta en un conjunto de NPs del mismo tamaño y forma, pero hay diferentes máscaras que contienen nanopartículas de diferentes tamaños y formas, y por lo tanto, de diferentes propiedades.

Las máscaras están compuestas por patrones de esferas, todas del mismo tamaño y todas sujetas entre sí para minimizar el espacio entre ellas. A dicho patrón se le llama estructura compacta. Si el patrón sólo está compuesto por una capa de esferas, entonces dicho patrón es similar a las bolas de billar antes de ser separadas por el tiro que da inicio al juego.

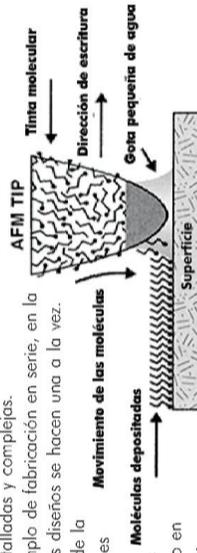
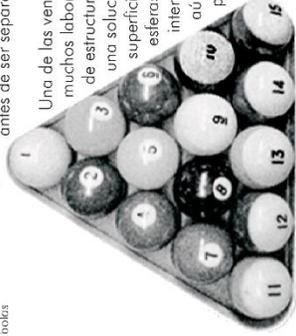
Una de las ventajas de la NSL es su simplicidad, por lo que muchos laboratorios la utilizan. Para fabricar una máscara de estructura compacta, las esferas son suspendidas en una solución a base de agua que es vertida en la superficie plana. Conforme el agua se evapora, las esferas se atraen una a la otra por fuerzas intermoleculares, lo que hace que se compacten aún más. En la ilustración de la izquierda se puede ver que cada esfera de la estructura de la superficie plana está rodeada por otras seis esferas formando un hexágono.

El conjunto de esferas forma un tipo de máscara que presenta espacios –o agujeros– entre las esferas. Cuando los átomos o las moléculas se depositan sobre la máscara, algunos de estos átomos se depositan sobre las esferas



Superficie plana de esferas en escala microscópica: sobre una superficie forma una estructura en la que cada esfera está rodeada por otras seis, las cuales forman un hexágono.

En la NSL, las esferas en escala microscópica se colocan sobre una superficie plana, y cuando las bolas de billar están contenidas en el triángulo antes de empezar el juego. Imagina, si orientaras partículas sobre las bolas, ¿cuántas partículas caerían en los espacios entre las bolas?



Dip-pen nanolitografía (DPN) es una técnica litográfica a escala nanométrica en la que se forman patrones de tamaño nanométrico en las superficies de manera tal y como si estuvieran dibujando con una pluma de tamaño nanométrico. En la técnica DPN, la punta como de pluma de un microscopio de fuerza atómica (AFM) está cubierta con "tinta" molecular, como puedes observar en la ilustración. Cuando la punta es puesta en contacto con una superficie plana, se forma una pequeña gota de agua entre la punta y la superficie debido a la humedad del aire circundante. Las moléculas se mueven de la punta del AFM a través del agua hasta la superficie. Conforme se mueve la punta a lo largo de la superficie, las moléculas son depositadas como "manchas de tinta" de tamaño nanométrico. Si la punta es detenida en algún lugar por un periodo de tiempo prolongado, el tamaño de la mancha crece. Ya que la punta es fácil de manipular, la DPN puede ser utilizada para elaborar estructuras detalladas y complejas.

3
ACTIVIDAD

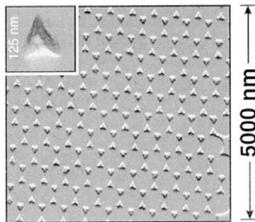
Realizando nanopatrones con litografía

mientras que otros caen sobre los agujeros de la máscara y se colocan dentro de la superficie por debajo de las bolas. Esta acumulación de átomos o moléculas que caen entre las esferas son las que forman nuevas NPs.

Cuando se quita la máscara, solo los átomos o moléculas que pasaron a través de los agujeros son los que quedan en la superficie. Como resultado, la superficie es el patrón con NPs de forma y tamaño idénticos a los agujeros que había entre las esferas.

La fotografía de arriba muestra un patrón de NPs producido utilizando una máscara. Observa que estas NPs tienen forma de tetraedros. Se pueden fabricar NPs de diferentes tamaños y formas utilizando esferas de diferentes tamaños, añadiendo una segunda capa de esferas, e inclinando la superficie. A la derecha se muestran algunos ejemplos.

Una anotación final: el nombre "litografía de nanoesferas" no es un nombre muy apropiado, ya que las esferas en sí mismas pertenecen a la escala microscópica, pero los espacios, y por lo tanto las NPs, pertenecen a la escala nanométrica.



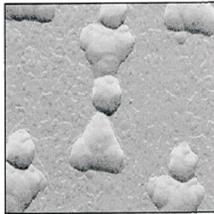
Una microfotografía de fuerza atómica de nanopartículas de plata fabricadas utilizando el método de NSL.



Imagínate a un repostero utilizando un patrón de encaje para hacer un dibujo sobre un pastel. Observa los agujeros del patrón de encaje de la derecha conforme el repostero espolvorea azúcar glass sobre el pastel. El patrón actúa como una máscara que evita que el azúcar glass se deposite en la superficie del pastel en ciertos lugares mientras que permite que se deposite en otros. Cuando se quita el patrón de encaje se revela un intrincado dibujo o en el pastel producido por el azúcar glass que atraviesa los agujeros del patrón de encaje.



De manera análoga, el proceso de NSL (litografía de nanoesferas) utiliza una máscara para fabricar un diseño de nanopartículas. Recuerda de lo que leíste en la introducción que una máscara es un conjunto de esferas de tamaño microscópico. En esta actividad modelarás el proceso de NSL en la escala microscópica.



NPs fabricadas utilizando la técnica de NSL. Los "triángulos" (en 3D) son de hecho "tetraedros incompletos": cada uno tiene una base en forma triangular, y los tres lados forman triángulos a los que pareciera, les falta la parte de arriba. Obsérvese en la fotografía que las esferas forman un patrón de esferas parciales formando una distribución en forma de anillo de "triángulos".

Reflexiona acerca de lo siguiente conforme realizas la actividad:

- ? ¿Que representan las esferas?
- ? ¿Que representa la litografía?
- ? ¿Como puedes cambiar el diseño que se forma en la superficie?

Conexión con el diseño

¿Qué tipo de artefacto podrías utilizar para determinar un diseño de nanopartículas?

PARTE A
Modelando una máscara de microesferas para fabricar un diseño de nanopartículas

En la parte A modelaras el proceso de NSL. Crea una máscara simple de esferas en estructura compacta y la utilizaras para crear un diseño de partículas.



Predicciones

Lee el procedimiento cuidadosamente. Predice el diseño que obtendrás cuando quites la máscara. Registra tu predicción dibujando el diseño en la tabla de datos (ver página siguiente).

Elabora una tabla con espacio para registrar:

- Tu predicción acerca del diseño que se obtendrá; realiza un dibujo.
- Pega el papel contact que muestra el diseño que se produjo.

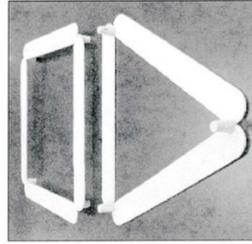
Ten a la mano los siguientes materiales:

- 3 abateleenguas.
- Pegamento .
- 3 corchos tamaño 00
- Tijeras.
- Una hoja de papel contact transparente.
- Regla.
- Cinta adhesiva transparente.
- 16 esferas pequeñas.
- Cuchara o espátula
- Brillantina o polvo.
- 1 hoja de papel bond



Procedimiento, información y observaciones

1. Utiliza los abateleenguas para fabricar un marco en forma de triángulo equilátero, como se muestra en el diagrama: Acomoda los abateleenguas y pega el extremo más ancho de cada corcho en la intersección de dos abateleenguas. Deja que seque el pegamento seque mientras realizas el paso 2.
2. Corta un cuadrado de en un cuadrado de 18 X 18 cms del papel contact, quita la parte posterior y coloca el papel sobre la mesa con el lado adhesivo hacia arriba. Pega las esquinas y los lados para evitar que el papel se mueva cuando quites el marco y las esferas.



Al frente (triángulo), marco que se utilizó en la Parte A. Observa como cada corcho está colocado en el extremo más ancho) de los abateleenguas. Los dos abateleenguas se unen para formar el marco que se utilizó en la parte B. Este marco llena los corchos para evitar que se muevan al colocar los marcos sobre el papel contact

3. Coloca tu triángulo con los corchos hacia abajo sobre el papel contact para fabricar una máscara. Coloca tantas esferas como quepan dentro del triángulo. Todas las esferas deberían tocar el papel contact. Aprieta las esferas unas contra otras hacia un costado del triángulo para formar una estructura compacta (es posible que te sobre un poco de espacio en dos lados del triángulo).
4. Utilizando una espátula, espolvorea una capa fina y pareja de polvo o brillantina sobre la máscara; la cantidad justa necesaria para llenar la forma de los agujeros.
5. Quita el triángulo y las esferas cuidadosamente del papel contact para revelar el diseño.
6. Presiona una hoja de papel de color claro contra el papel contact. Tu diseño está protegido ahora y podrá verse cuando des vuelta a la hoja

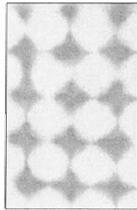


Interpretación de la información

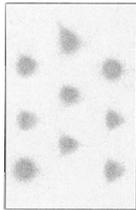
1. ¿Qué representan las esferas?
2. a. ¿Qué representa cada pieza individual de brillantina?
b. ¿qué parte de tu diseño representa a las nanopartículas?
3. ¿Modelaste nanofabricación en serie o paralela? Explica.
4. ¿cómo se diferencia tu modelo de NSL del modelo de NSL real?
5. Explica qué diferencia hay entre el diseño que predijiste y el diseño que resultó del experimento.
6. ¿Cómo podrías haber hecho que tus partículas fueran más uniformes tanto en forma como en tamaño?
7. Los científicos que utilizan técnicas de la escala nanométrica a menudo utilizan modelos para ayudarse a entender los métodos. Para la NSL:
 - a. ¿Cómo puede ayudar un modelo?
 - b. ¿Cuáles serían las limitaciones de ese modelo?

Parte B Fabricando “nanopartículas” de diversos tamaños y formas.

En la Parte A utilizaste una máscara específica y observaste el diseño que dio como resultado. En la Parte B, emplearas la técnica que utilizaste en la Parte A, pero en esta ocasión determinarás los patrones deseados primero y luego crearas sus correspondientes máscaras; es así como modelaras la fabricación de diseños de nanopartículas que varían en forma y tamaño.



A



B



C

En la NSL real, los científicos pueden obtener un diseño regular utilizando esferas de un mismo tamaño en una sola capa. Aquí en tu modelo, tienes una ventaja que no está disponible en la escala nanométrica; puedes mover y colocar las esferas con tus manos. Es decir, no estás restringido a estructuras compactas (los científicos utilizan otras técnicas para incrementar la cantidad de tamaños y formas de las NPs).



Predicciones

Predice el acomodo de las esferas que te dará cada diseño de las nanopartículas llamas A, B y C en la ilustración de la derecha. Dibuja los acomodos que predijiste en tu tabla de datos.

Elabora una tabla de datos para dibujar:

- El acomodo de las esferas que predices formará cada diseño.
- El acomodo de esferas que produjo el diseño deseado.

Ten a la mano los siguientes materiales:

- 4. abateleguas.
- Pegamento
- 4. corchitos tamaño 00
- Tijeras.

Cuando realizas tú mismo los descubrimientos ... nunca los olvidas.

Carl Sagan
Astrónomo, astroquímica y
autor estadounidense.

- Diez hojas de papel contact transparente.
- Regla.
- Cinta adhesiva transparente.
- 16 esferas de unicel pequeñas y 32 largas.
- Cuchara o espátula
- Brillantina o polvo.
- 1 hoja de papel bond.



Procedimiento, información y observaciones

Lleva acabo el mismo procedimiento que seguiste en la Parte A para fabricar los 3 diseños de “NPs” que se muestran en la página anterior. Esta vez el marco no será triangular sino cuadrado.

Observa que hay dos tamaños disponibles de esferas. Pista: uno de los diseños requerirá dos capas de esferas. En tu tabla de datos dibuja el acomodo de esferas que produjo cada patrón.



Interpretación de la información

1. Basado en tu modelo de NSL nombra al menos dos maneras en las que podrías cambiar:
 - a. los formas de las partículas.
 - b. Los tamaños de las partículas.
2. Nombra dos maneras en las que puedes incrementar el espacio entre las partículas.

Lo importante no es dejar de cuestionarse.



Armándolo todo

- Basado en tus conocimientos de cómo cambian las propiedades de las nanopartículas cuando cambia su tamaño ¿cómo sabes que las diferentes mascararas que fabricaste serán útiles?
- Menciona dos maneras en que las nanopartículas fabricadas utilizando NSL son diferentes de las que se encuentran en un coloide.
- Menciona una ventaja y una desventaja de la NLS.
- ¿Por qué escogería un científico fabricar nanopartículas de diferentes formas, por ejemplo, nanopartículas en forma de diamante en vez de nanopartículas en forma de triángulo?

Conexión con el diseño

¿En que se parece tu modelo de NSL al proceso real y en que difiere?

Me pregunto

¿Qué nuevas preguntas tienes acerca de la litografía de nanoesferas o de la nanofabricación en general? Escribe 3 o más preguntas que te gustaría saber ¿Cómo puedes obtener las respuestas a tus preguntas?

Expansión de los CONCEPTOS

¿Lea esta explicación de como los científicos crean nanopartiones usando patrones de esferas. ¿Le da eso nuevas ideas de cómo crear nanopartículas usando técnicas litográficas? ¿Como lo haría basado en esta información?

Hay un número de maneras de hacer NPs, incluyendo la técnica química acuosa de hacer coloides de oro en la Actividad 1. Hay muchas aplicaciones presentes y propuestas que requieren un patrón de NPs en una superficie – en otras palabras, que requiere una técnica nanolitográfica. La técnica nanolitográfica ideal sería: Capaz de producir NPs de diferentes tamaños Capaz de producir NPs de diferentes tamaños Capaz de cambiar el espacio entre NPs

Capaz de usar cualquier material para la superficie Capaz de usar cualquier material para los NPs Una técnica paralelo No costoso Hay dos métodos nanolitográficos que satisfacen los cinco primeros puntos, pero son seriales y caros. (Se

les llama litografía de haz de electrones y litografía de haz de iones enfocado.) Hay una técnica nanolitográfica que puede potencialmente satisfacer todos los criterios – la litografía nanoesférica (NSL).

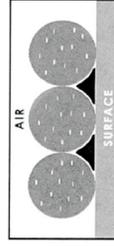
NSL: la técnica básica Hay muchas variaciones de NSL, pero el concepto general es siempre el mismo: los científicos toman ventaja de la tendencia natural de las esferas de acomodarse ellas mismas en un patrón repetitivo (v.g., como bolas de billar), y los científicos usan tales patrones como una máscara para crear NPs.

Para hacer los patrones de máscara, los científicos comienzan con una suspensión de agua de esferas idénticas cuyos diámetros usualmente son 100 nm a 100 nm. (Así las mismas esferas son de escala micro, no nano, pero las partículas que resultan son a escala nano – de ahí el nombre de litografía nanoesférica). A las superficies de las esferas se les aplica una pequeña carga negativa para prevenir que se amontonen en una suspensión. (Recuerde una discusión similar de los NPs del oro en la Actividad 1, página 13.)

La superficie sobre la que las

esferas se asentaron primero se limpia y se le da una capa hidrofóbica. Esto asegura que la suspensión de esferas es bajada a la superficie, el agua se desparanara uniformemente.

Conforme el agua se evapora, las esferas en juntan en la superficie. Con mayor evaporación, la fuerza capilar (un tipo de adhesión) entre las superficies de las esferas y el agua jala a todas las esferas dentro de la configuración de menor energía – una estructura estrechamente empaquetado (como la que se usó en la Parte A). La carga ligeramente negativa era suficiente para repeler las esferas unas de otras en la suspensión (un ambiente de alta energía), pero cuando su movimiento casi se detiene conforme ellas se acercan a un arreglo estrechamente empaquetado, las fuerzas ubicuas de van der Waals mencionadas en la página 13 se vuelven más dominantes.



Dibujo esquemático de las nanopartículas enlazadas a una superficie de vidrio entre nanoesferas.

Una vez que las esferas están en su lugar, es decir, una vez que la máscara es hecha, los científicos depositan átomos o moléculas sobre la máscara hasta que los NPs que crecen en los espacios entre las esferas son hechos al tamaño deseado. Esto es análogo a espolvorear talco sobre sus esferas mucho más grandes.

Finalmente, en vez de jalar cada esfera, como usted hizo, en NSL, una solución es añadida que la disuelve. Esto deja solamente los NPs muy bien organizados en la superficie.

Más allá de lo básico Recuerde que las propiedades de los NP pueden cambiar cuando su forma cambie. De su modelo del NSL, usted supondría que las formas hechas usando NSL son limitadas, y así usted se puede preguntar puede cumplir con que la segunda viñeta dice. Sin embargo, los científicos están creando maneras inteligentes de incrementar la variedad de posibles formas. Un método es simplemente inclinar la superficie para que no sea perpendicular a los átomos

entrantes o moléculas. Las extensiones obvias de esto son cambiar la inclinación y/o rotar la superficie conforme el material de NP es agregado. Finalmente, el material de NP puede ser cambiado conforme una de las variables geométricas es cambiada. Esto significativamente expande la variedad de NPs que NSL puede crear (Figura 1).

Aplicaciones
En la Actividad 1, vimos las ventajas de los NPs como catalizadores sólidos. NSL les permite a los científicos optimizar estas ventajas. También fue introducido al descubrimiento de que los NPs de metales nobles (cobre, plata, oro) cambian de color conforme sus tamaños cambian. También

cambian de color conforme otras moléculas se adjuntan a sus superficies. NPs de plata, especialmente, son muy sensibles a estas moléculas extrañas. Por lo tanto, están siendo estudiadas como biosensores extremadamente sensibles. NSL también ha abierto la puerta a este estudio porque las investigaciones iniciales requieren considerar una gama de muchos NPs idénticos y luego ver otros tamaños, forma, y espaciado diferente.

Los NPs de plata nanopuestos (Figura 1^a) pueden convertirse en la base de los nano biosensores. Cadenas de NP (Figura 1b) pueden convertirse en guías de onda nano-ópticas.

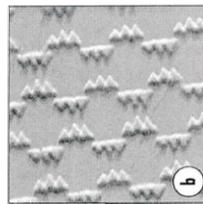
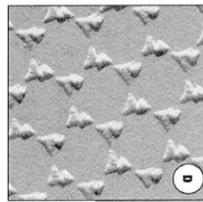
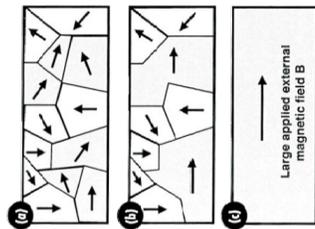


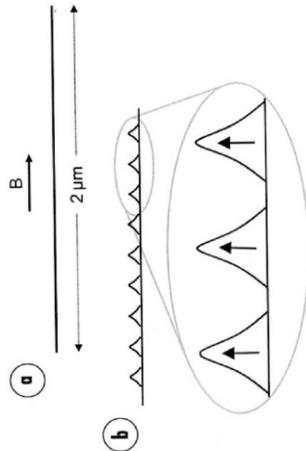
Figura 1: NPs de plata hechos via NSL. Cada "triángulo" es en realidad (en 3D) un triángulo truncado. (a) El "triángulo" en cada par es girado a 0° de inclinación; lo de arriba a 15°. (b) Primeros de 3 "triángulos" es a 0°, después + 15°, y -15



Una aplicación más potente será mencionada. Los discos duros de computadora usan la dirección de dominios magnéticos para indicar si un bit es 0 o si es 1. (Un bit es de hecho muchos dominios, todos con sus campos magnéticos [B] apuntando en casi la misma dirección). Todos estos dominios con contiguos (no espacio entre ellos) en una superficie, y las direcciones B son paralelas a la superficie (Figura 2). Por años, ha habido un incremento progresivo de densidad de bits conforme los científicos han sido capaces de reducir el tamaño del dominio. Sin embargo, hay un límite al reducir este tamaño. Es impuesto por la energía termal. Cuando las masas de los dominios se hacen lo suficientemente

pequeñas, los movimientos aleatorios de la energía térmica son de tal tamaño que pueden mover los dominios fuera de su alineación magnética original. Una posible solución es hacer los bits de una manera totalmente distinta. En vez de comenzar con un material magnético de película continua (v.g., hierro, níquel o cobalto) (Figura 3a), los científicos están creando patrones de NPs magnéticos aislados – usando NPL (Figura 3b). Cada NP es 1 bit y 1 dominio. La densidad de los bits puede ser más grande que con el diseño actual

debido a tres razones. (1) La densidad que importa es la densidad en el plano de la superficie. La base de cada bit de NP y el área vacío entre ellos es muchas veces más pequeña que los bits actuales. (2) A causa de que los NPs no están en contacto, hay menor transferencia de energía térmica entre ellos. (3) Aunque los NPs son más pequeños que los bits actuales en dos dimensiones, se extienden perpendicular a la superficie



Eso les da suficiente masa y junto con el punto (!) arriba, la energía térmica no es un problema significativo. Finalmente, los NPs son suficientemente altos de tal manera que las direcciones de sus Bs pueden ser perpendiculares, no paralelas, a la superficie. Todos estos factores contribuyen a mayor densidad de datos, lo cual significa que las computadoras pueden seguir haciéndose más poderosas sin sacrificar el tamaño o aun haciéndose más pequeñas

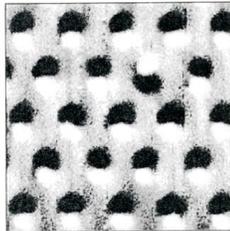


Figura 4: Vista superior de una gama de nanopartículas captadas por un microscopio de imágenes de fuerza atómica (AFM). Se muestran imágenes de Ne (en rojo) y Fe (en azul) magnéticas: en las áreas blancas, la dirección B está hacia arriba desde la superficie. En esta hacia abajo, hacia la izquierda. (Preste atención que todos los dipolos están en la misma dirección excepto uno.)

4

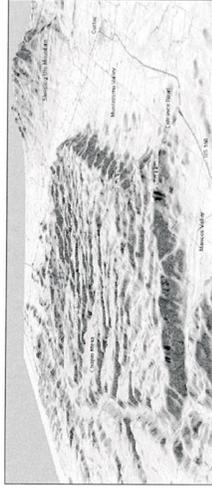
INTRODUCCION

Cuando los científicos crean una estructura en escala nanométrica (como la que creaste en la Actividad 3) necesitan poder "ver" lo que están haciendo. En esta actividad aprenderás como amplificar imágenes de puntos específicos muy pequeños y explorarás una técnica que se utiliza para visualizar las estructuras de nanopartículas en una superficie

Visualizando objetos de tamaño nanométrico

En 1986 se desarrolló una nueva técnica de microscopía que permite a los científicos "sentir" una superficie átomo por átomo. A esta técnica se le llamó microscopía de fuerza atómica (AFM). El prefijo "micro" agregado a "scopía" (que se refiere los instrumentos utilizados para visualizar) se ha conservado en el nombre de instrumentos desarrollados en las últimas décadas para visualizar imágenes por debajo de la escala microscópica: en la escala nanométrica e incluso en la escala atómica.

Imagina que pasas tu dedo a lo largo de una superficie rugosa. Tu dedo siente las variaciones –como por ejemplo protuberancias o depresiones– en tercera dimensión



Mapa topográfico del Parque Nacional y patrimonio mundial de la humanidad según la UNESCO, Mesa Verde en Colorado, EUA. El norte se encuentra a la izquierda y el sur a la derecha. Los valles que van de norte a sur. El rango de elevaciones es de 1860 a 2540 m. Un mapa topográfico es un modelo en 3ra dimensión normalmente representado en un mapa 2D. En este caso, cualquier cosa medible sobre una superficie (como por ejemplo, campos magnéticos o fuerzas atómicas).

Concepto

detrás de la NANOTECNOLOGIA

El progreso en la creación de objetos en la escala nanoscópica avanza de la mano con el desarrollo de técnicas para visualizarlos. Una técnica que ha revolucionado la física es la fuerza atómica (AFM) en la que los movimientos de la escala nanométrica se amplifican al desviar la luz de la punta del AFM.

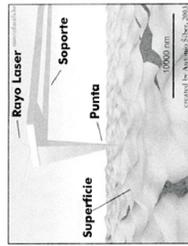
más allá de la superficie bidimensional. Si elaboraras un mapa de esta superficie, tendrías que medir estas variaciones en muchos puntos de la superficie. En una escala mucho mayor, este tipo de técnica se utiliza en la producción de mapas topográficos de la superficie de la Tierra. En una escala mucho menor, la información de la AFM puede ser utilizada para crear un mapa "topográfico", donde las protuberancias son diómos y las depresiones las forman los espacios entre los diómos.

Los científicos utilizan la AFM para medir "picos" y "valles" en la escala atómica arrastrando a lo largo de una superficie una sonda sujeta a un soporte. Esta sonda tiene la punta más afilada que existe (¡un solo átomo!). El soporte actúa como un resorte lineal, (como tu regla cuando la sostienes firmemente por uno de sus lados) con la sonda sujeta del extremo libre. Sostiene la punta en contacto con la superficie y se realiza movimientos muy ligeros hacia arriba y hacia abajo conforme recorre los diómos individuales.

Científicos de la compañía IBM descubrieron que los movimientos en la escala nanométrica podían amplificarse al realizar la reflexión un rayo láser de la punta del soporte y midiendo los desplazamientos de la luz reflejada. Se produce una imagen de la superficie trazando la refracción de la luz como una función de la posición (coordenadas x-y) en la superficie.

En esta actividad, fabricarás y utilizarás un aparato que modela ampliaciones de movimientos sutiles como lo hace un AFM.

Tu modelo tendrá un resorte que se mueva de arriba hacia abajo para modelar el movimiento de un soporte de AFM, y tú utilizarás un rayo láser desviado, como lo hace el AFM, para amplificar la medición del movimiento del resorte.



4 ACTIVIDAD

Amplificando de la escala nanométrica a la macroscópica

Esta técnica utilizada para detectar y amplificar el movimiento de la punta de un AFM puede ser modelada en la escala macroscópica. Fabricarás un modelo que utiliza luz reflejada para amplificar el movimiento de una masa al final de un resorte. En la Parte A, calibrarás tu modelo comparando el movimiento de la masa con la correspondiente amplificación de este movimiento: el desplazamiento de un rayo láser. En la Parte B, crearas una segunda curva de calibración que te dirá la fuerza que detecta una sonda de AFM real cuando se mueve sobre un diómo.

Parte A
Amplificando el movimiento utilizando luz reflejada.
 Investigarás como el movimiento de un resorte puede ser amplificado utilizando un rayo láser reflejado y geometría simple.



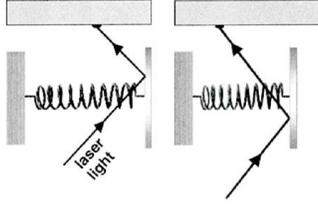
Predicciones

Piensa en un sistema como el que se muestra en la página anterior, excepto que el resorte del soporte está reemplazado por un resorte de bucle o un resorte helicoidal con una superficie que refleje la luz en su extremo inferior. Conforme este extremo es desplazado hacia arriba o hacia abajo, se desplaza igualmente un rayo láser, choca con un área reflectora en diferentes puntos (como se muestra en la ilustración de la izquierda).

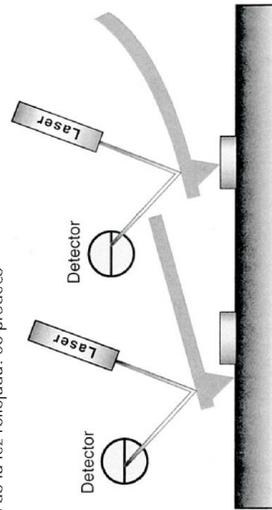
La magnitud del desplazamiento es

[Posición nueva – Posición inicial]

¿La amplificación del desplazamiento del resorte será lineal? Por ejemplo, el desplazamiento del resorte será directamente proporcional al desplazamiento del punto del láser?



Conforme el resorte es estirado o comprimido, el rayo láser choca contra la superficie vertical en lugares diferentes (formando puntos de luz). Cuando el resorte se libera, el desplazamiento del punto se define como 0.



La luz es reflejada en el extremo libre de la sonda sujeta al soporte. El ángulo cambianse de la luz reflejada es igual al cambio de la sonda. Observa que esta imagen está en tamaño real, no a escala.

Acercas de las curvas de calibración:

Cualquier instrumento que se utiliza para hacer mediciones cuantitativas tuvo que ser calibrado antes de poder utilizarse. Una regla se calibró en mm; un termómetro se calibró en grados. En el caso de algunos instrumentos, la cantidad medida no puede ser leída directamente, sino que debe interpretarse a través de una gráfica. A dichas gráficas se les conoce comúnmente como curvas de calibración.

Los científicos utilizan con frecuencia las curvas de calibración por diversas razones. Por ejemplo, los químicos las utilizan para determinar la concentración. Los físicos las utilizan para medir la masa utilizando la inercia en lugar del peso. Los médicos expertos en radiología las utilizan en forma de curvas de dosis-respuesta para administrar las dosis de radiación.

El principio básico es el mismo que para toda la calibración: cambiar una variable en una forma conocida y registrar la respuesta. En la mayoría de los métodos de medición que no utilizan curvas de calibración, el proceso cambio-de-variable-registro-de-respuesta se realiza una vez; el técnico de la fábrica lo realiza, y las representaciones correctas de la respuesta variable quedan registradas permanentemente en el instrumento, por ejemplo, las líneas de grados para medir la temperatura del termómetro.

Sin embargo, esto no puede hacerse para ciertos tipos de sistemas de medición. Para ellos, realizar una gráfica de las respuestas variables y de las variables manipuladas – esto es, la curva de calibración– se vuelve parte del sistema de medición.

Heas es un ejemplo. Supón que quieres saber cuánto aumenta tu frecuencia cardíaca cuando haces saltos de tijera. Primero, puedes hacer un salto y medir tu frecuencia cardíaca. Después de volver a medir la frecuencia después de un salto, puedes hacer series de 5, luego 10, 20 y tal vez 40 y aún 80 saltos, midiendo tu frecuencia cardíaca después de cada serie. Tu gráfica puede verse parecida a la ilustrada a la derecha de la página

En este ejemplo, el número de saltos de tijera es la variable manipulada, y el efecto del ejercicio en tu frecuencia cardíaca es la respuesta de variable. Conforme la información es graficada, al igual que la curva de la “buena forma física” obtienes una curva de calibración. En el futuro, sabrás, al ver una gráfica, cuantos saltos de tijera tienes que hacer para llegar a una frecuencia cardíaca específica. No necesitas medir tu frecuencia cardíaca cada vez, sólo hacer el ejercicio. La curva de calibración te dirá que frecuencia cardíaca obtendrás.

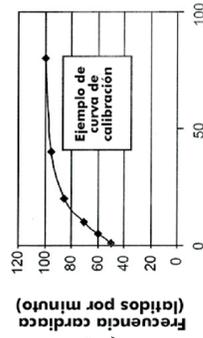
Por ejemplo, sabrás que tu frecuencia cardíaca sería de 90 pulsaciones por minuto (bpm) si hicieras 35 saltos de tijera. Sabrás que tu frecuencia cardíaca probable sería de 100bpm si hicieras 120 saltos de tijera porque tu frecuencia cardíaca no aumenta mucho después de 50 saltos de tijera.

La exactitud de una curva de calibración depende de la exactitud de los datos, el número de datos, y la exactitud de la “buena forma física”.

En general, la forma de una curva de calibración sería cualquier función matemática – por ejemplo lineal, exponencial, parabólica. Depende de las variables que estés monitoreando y del sistema que estés utilizando.

En la Parte A, variarás el desplazamiento del gancho de masa (variable manipulada) y observarás hasta qué punto tu aparato desplaza el punto de láser (respuesta de variable). Cuando estos datos estén graficados y hayas dibujado una curva de la “buena forma física”, tendrás una curva de calibración para este sistema de medición. Entonces, siempre que este sistema se utilice en el futuro, se observará el desplazamiento del punto de láser y se tomará como referencia la gráfica para obtener el desplazamiento del gancho de masa que lo causó: no será necesario medir dicho desplazamiento

Salto de tijera vs frecuencia cardíaca



Número de saltos de tijera efectuados

Elaborar una tabla de datos con espacio para registrar el

- desplazamiento de la suspensión de la masa desde su posición de equilibrio
- posición del punto láser reflejado
- desplazamiento del punto láser reflejado desde su posición de equilibrio

Reunir estos materiales:

- soporte anular (base y varilla vertical)
- 2 soportes de sujeción
- soporte de tres dedos
- espiral multidisco
- gancho de masa
- masas ranuradas (~ 5)
- 2 reglas
- cinta adhesiva
- opcional: 2 clips de carpeta (medianos o grandes)
- portaobjetos de microscopio
- transportador
- puntero láser



Montaje

Cuando tomes los datos, tu modelo debe ser sobre una superficie rígida. Por lo tanto, puede que quieras encontrar tal superficie ahora y montar el modelo en ella.

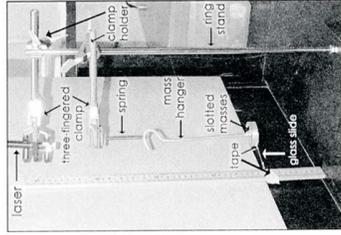
1. Fije los soportes de sujeción a la barra vertical del soporte del anillo. Asegure el soporte de tres dedos en cada soporte de fijación. Cuelgue un resorte del dedo inferior del soporte de abajo. Cuelgue un gancho de masa del final del resorte.

Piensa sobre estas preguntas en lo que realizas la actividad:

- ¿Qué ventaja tiene utilizar el desplazamiento del punto láser en lugar de medir únicamente el desplazamiento de la masa directamente?**
- ¿Qué partes de un sistema AFM son análogos a las partes de tu modelo:**
- Resorte + portaobjetos de vidrio
 - Puntero láser
 - Tus dedos tirando hacia abajo o empujando hacia arriba?

Conexión con el diseño

¿Cómo podrías modelar un AFM para detectar características de superficie sin tocarlas?



2. Ponga una regla en la mesa, verticalmente, enseguida del gancho de masa, y note la posición de la parte de abajo. Agregue suficientes masas ranuradas al gancho de masa para extender el resorte 2 cm. (este será el punto de equilibrio para este sistema.)

3. Póngale clip o cinta adhesiva a una segunda regla en un libro (u otro objeto) de tal manera que la regla se sostenga verticalmente ~ 7 cm desde el gancho de masa.

4. Pegue con cinta adhesiva un lado del portaobjetos del microscopio con la parte de abajo del gancho de masa. Extienda el otro lado del portaobjetos hacia la regla, ajustando la posición vertical de este lado de tal manera que este más abajo que el lado con cinta adhesiva, y el portaobjetos haga un ángulo de ~40° (o un poco menos) con la horizontal.

5. Vuelva el soporte de tres dedos hasta que este posicionado a sostener algo como un lápiz verticalmente. Enganche el puntero láser al soporte de tres dedos, y ajuste el soporte de tal manera que el rayo de luz refleje el portaobjetos del microscopio, cerca de la parte de arriba, y por debajo de la regla.

Precaución: Nunca permita que un rayo de láser, incluyendo un rayo reflejado, entre al ojo de alguien.

Ajuste la posición del láser para obtener el punto más pequeño en la regla.

Calibración

6. Asegúrese que el gancho de masa no se mueva y que no esté siendo tocado. Sostenga una regla verticalmente enseguida del gancho de masa, con la parte de abajo de la regla o la base del soporte anular. Anote la posición de la parte de abajo del gancho de masa. Este es el punto de inicio. (desplazamiento del gancho = 0.0 cm.)

Anote la posición del punto del rayo láser en la otra regla: a causa del tamaño del punto, para mejor precisión, siempre anote la posición de la parte de abajo del punto. Esta es la posición inicial. (Desplazamiento = 0.0 cm).

7. Baje el gancho de masa 2 mm. Anote esta posición, y anote la posición de la parte de debajo de punto de láser.
8. Repita este proceso 10 – 15 veces: baje el gancho de masa 2mm cada vez.
9. Para checar si hubo errores de medición, intercambie roles, y repita algunas medidas. Investigue cualquier discrepancia de los datos para descubrir errores de medición.
10. Calcule las discrepancias del gancho de masa y el punto del láser.
11. Si más de un tipo de resorte es usado en su clase, enséñala a su mesa de datos, anote una identificación del resorte. También anote el número de masas ranuradas en su gancho de masa.
12. Cree una curva de calibración: el desplazamiento del gancho de masa es la variable manipulada, y el desplazamiento del punto del láser es la variable que responde.



Interpretaciones de los Datos

1. Si usted duplica el desplazamiento del gancho, y después lo duplica de nuevo, ¿observa usted que el desplazamiento del punto del láser se duplica constantemente?
2. a. Refiriéndose a su gráfica, comente en lo útil de este sistema cerca de un gancho de desplazamiento de cero.
- b. Refiriéndose a su gráfica, comente en lo útil de este sistema cerca del máximo desplazamiento del gancho.

Yo me quedaría con la precisión por encima del poder...

Alexis Arguello
Boxeador Nicaragüense
(Campeón mundial en tres divisiones de peso)

3. a. ¿En que parte de su grafica está el cambio de posición del punto de laser lo más grande por cada cambio de posición del gancho de masa?
b. ¿Cuál es el menor cambio en la posición del punto de laser que usted puede medir?
c. Refiriéndose a sus respuestas de arriba, estime el menor cambio en posición del gancho que usted pueda medir. Describa como obtuvo su estimado. Esta es la sensibilidad más grande para este modelo.
4. ¿Qué tipo de función matemática sería la más adecuada para describir su curva de calibración?

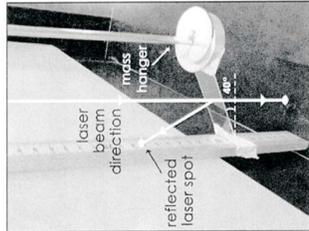
Reflexiones

3. ¿Cómo cambiaría el diseño de su modelo para incrementar su sensibilidad?
4. En un AFM real, cuando la punta se mueve hacia arriba o hacia abajo, ¿a qué movimiento en su modelo esto corresponde?

Parte B

Encontrando Fuerza Usando la Luz Reflejada

En la parte A, usted aprendió nociones básicas de cómo obtener información topográfica de superficies a escalas nano. El AFM ha sido probado ser más valioso ya que los científicos pueden obtener información acerca de fuerzas entre la punta del AFM y los átomos de la superficie. En la Parte A, sus dedos aplicaron fuerzas para bajar el gancho de masa adjuntado a la parte de abajo del resorte. Sin embargo, usted no midió esas fuerzas.



En la Parte B, usted medirá esas fuerzas y creará una curva de calibración diferente. Para usos futuros de su modelo, usando ambas curvas de calibración, las fuerzas pueden ser obtenidas si se conoce el desplazamiento del punto del láser; las fuerzas no tienen que ser medidas de nuevo.



Predicciones

Cuando una fuerza (un empuje o un jalón) es aplicado a un resorte, el desplazamiento resultante depende en la rigidez del resorte. Para su resorte, ¿cómo piensa que la fuerza y el desplazamiento están relacionados? Por ejemplo, ¿qué tipo de función matemática describe su relación? Si usted graficará fuerza vs desplazamiento, ¿cómo sería la curva?

Haga una tabla de datos con espacios para anotar

- El número de masas ranuradas en el gancho de masa
- La fuerza (peso) de cada carga de masas ranuradas
- La posición del punto del láser reflejado para cada carga de masas ranuradas
- El desplazamiento del punto del láser reflejado
- El desplazamiento del gancho para cada carga

Junte estos materiales:

A parte del sistema creado en la Parte A, usted necesitará una balanza para medir el peso de las masas ranuradas.



Procedimiento, Datos, y Observaciones

1. Usando el modelo de la Parte A, sin masas ranuradas en el gancho de masa, anote la posición del punto del láser.
2. Agregue suficientes masas ranuradas al gancho para obtener un desplazamiento del punto del láser significativo. Anote el número de masas ranuradas y su posición en el punto.

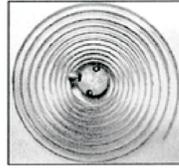
Las leyes de la naturaleza están escritas en el lenguaje de las matemáticas.

Galileo Galilei
Físico toscano, astrónomo, matemático, y filósofo



Repita dos veces (por un total de cuatro líneas en su tabla de datos), agregando suficientes masas ranuradas cada vez de tal manera que la posición del punto cambie significativamente. Anote el número de masas ranuradas y la posición para cada uno.

3. a. Usando una balanza de masa, anote la masa de cada masa ranurada. Luego calcule el promedio de las masas.
 - b. Calcule el peso que corresponde a esta masa.
 - c. Usando este peso como la fuerza debido a cada masa ranurada, anote la fuerza de cada carga de masas ranuradas.
2. Calcule y anote el desplazamiento de la posición del láser.
3. Usando la curva de calibración de la Parte A, anote el desplazamiento del gancho que corresponde a cada desplazamiento de la posición del láser.



Interpretación de los Datos

1. a. Cree una gráfica fuerza vs desplazamiento del gancho.
b. Dibuje una línea recta que una mejor los puntos de los datos.
c. Determine la pendiente de la línea. La pendiente es la cuantificación de la rigidez del resorte. Esta cantidad es llamada la constante del resorte.
 2. ¿Cómo el desplazamiento del gancho corresponde al desplazamiento del resorte?
 3. ¿Significa una constante más grande del resorte que es más fácil o más difícil de estirar un resorte?
- Si usted pudiera cambiar el resorte que uso en alguna manera, enliste tres cambios que harían que la constante cambiara, e indique como cada cambio incrementaría o disminuiría la constante del resorte

5. ¿Qué es la precisión, con respecto a la fuerza, que su sistema puede detectar?



Armandolo todo

6. Ambas partes, A y B, involucran la creación de una curva de calibración. Describa como las gráficas son usadas para obtener un valor de fuerza actuando en el resorte.

7. Un AFM real usa un resorte voladizo en vez de un resorte enrollado. Nombre dos características de un voladizo que afecte su constante de resorte. Explique cómo cambiando el valor de cada característica incrementaría o disminuiría la constante del resorte.

8. ¿Por qué podrían los AFMs usar voladizos en vez de resortes enrollados?

9. Encuentre un diagrama de las partes básicas de un AFM. Cópielo, y luego etiquete al menos tres partes que corresponden a partes del modelo que usted hizo.

Conexión con el diseño

Sería imposible de visualizar las depresiones a escala nano o bordos en una superficie si una manera efectiva de medir tales pequeños cambios en la estructura de la superficie no hubieran sido inventados. ¿Puede pensar en alguna manera para medir cambios superficiales a escala macro usando un sistema que se asemeja más a un AFM que el modelo creado en esta actividad?

Me Imagino

Antes era imposible pensar en visualizar un solo átomo. ¿Qué hallazgos trajeron consigo el desarrollo del AFM? ¿Cuáles son algunas nuevas tecnologías con las que el AFM ha contribuido? ¿Con cuáles nuevas tecnologías

Expansión los CONCEPTOS

Ya que las nanoestructuras son muy pequeñas para verse con un microscopio de luz, nuevas técnicas de

microscopía, como el

Microscopio de Fuerza Atómica (AFM), fueron inventados. Con él, pueden verse detalles a tamaños atómicos.

El desarrollo del AFM y su habilidad de mapear moléculas individuales en una superficie pueden un día permitirnos hacer productos un átomo o molécula a la vez. El AFM ya tiene un gran impacto en el campo de la nanotecnología a causa de su resolución y versatilidad. Puede ser usado:

- * En casi cualquier superficie
 - * En el vacío, aire, o líquidos
 - * Con preparación de muestra mínima
- Por lo tanto, se tiene que convertir en una herramienta común para el estudio de materiales biológicos – en su ambiente nativo o incluso mientras están interactuando.

La Punta y el Voladizo

Una punta de AFM trabaja como la aguja de una toca discos antiguo. Para ambos, la aguja está al final del voladizo (el cual es ~20 cm de longitud para el reproductor de discos; ~0.1 mm de largo para el AFM).

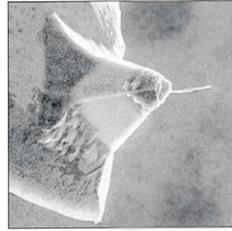
La aguja responde a la topografía en la rutina del disco mientras que una punta del AFM responde a la topografía de la superficie que es escaneada – excepto que la escala de ambas topografías difiere por un factor de $10^3 - 10^4$.

Uno de los primeros obstáculos en diseñar el AFM fue encontrar una punta tan pequeña que pudiera proveer resolución adecuada, pero también suficientemente fuerte para soportar el uso. Las primeras puntas fueron usadas de diamante. La durabilidad y dureza del diamante lo hicieron una opción obvia, pero es difícil hacer puntas de diamante de diferentes formas. Por ejemplo, para hacer tomas de circuitos integrados (CIs) una punta cuadrada es mejor para las formas de prismas rectangulares en el chip. Para los estudios de nano fricción, un punto piramidal, en vez de cónico, es preferido. Tales estudios requieren más fuerza y menos resolución que otras investigaciones con AFM.

Actualmente, la mayoría de las puntas – y voladizos – son hechos de silicio o nitrito de silicio. Ambos son fuertes y químicamente inertes y pueden ser hechos usando tecnología que fue desarrollada para hacer CIs. Una punta aún más fuerte, y de mayor resolución, ya está actualmente disponible para

su venta. Los nanotubos de carbono (CNTs) fueron introducidos en la Actividad 2 (página 18) en una aplicación de 1ra

generación. Los científicos han aprendido como adjuntar un CNT a la punta de un AFM, haciendo un aparato de 2da generación (ver fotografía abajo). Esta punta modificada de AFM hace más fácil la resolución atómica. El diámetro de un CNT es de aproximadamente 1 nm. A causa de su flexibilidad, la longitud del nanotubo para la aplicación al AFM debe de ser de <100 nm. Conforme los ICs se mueven de la escala micro a la escala nano, hay una necesidad para una técnica de imagen de alta resolución en el rango de los $0.1 - 1$ mm. Múltiples CNTs pueden ser combinados para hacer un cilindro que es más ancho y, por lo tanto, más duro que el CNT mostrado en la página 18, y, por lo tanto, puede ser mucho más largo.



Una micrografía electrónica de una punta de AFM con extensión de CNT múltiple

Tal estructura de CNT hasta algunos micrómetros de longitud puede funcionar como punta para un AFM. Aunque se sacrifica un poco de resolución debido al diámetro más grande, la longitud y fuerza de esta punta

oan obtiene imágenes de superficies de alta resolución con estructura profunda e inclinada, incluidos los ICs. La constante del resorte de un AFM real puede ser determinada de manera similar como usted lo hizo con su modelo. Un transductor de fuerza presiona en el voladizo en uno de sus lados, por encima de su punta. Una gráfica de fuerza vs desplazamiento es creada, con la pendiente siendo la constante del resorte (en el orden de 1 o 10 N/m).

Interesantemente, justo antes que el transductor de fuerza toca el voladizo y empieza a presionarlo, la punta del voladizo se mueve hacia arriba hacia el transductor ya que se atraen uno al otro por las fuerzas de atracción de Van der Waals.

Aplicación: Discos Ópticos
Ahora que hemos descrito algunas características físicas de un AFM, hablemos de una aplicación que es usada muchas veces durante el día – chequeando la calidad de los discos ópticos (mayormente los CDs y DVDs).

Datos digitales

son guardados en estos discos por el espacio y tamaño de abolladuras o marcas en el plástico. Los datos son leídos por un haz de luz que va por el lado de atrás (opuesto a la etiqueta a través del plástico) y refleja el lado de atrás de los marcas – llamados bultos – o fuera de la superficie entre los bultos (véase imagen abajo). Los unos y ceros del código digital son determinados por el haz reflejado. La reflexión desde arriba del bulto o entre bultos es definido como cero.

Reflexión desde el lado del bulto (una transición bulto-plano) es un uno.

A causa del rol crítico de la reflexión de luz de estas superficies, su calidad debe de ser monitoreada con exactitud en la fábrica. El tamaño típico de los bultos es: 0.4 – 1.5 μm de largo, 0.3 μm de ancho, y 0.16 μm de alto. Por lo tanto, pueden ser vistos con

microscopios ópticos, pero con una resolución que mostrara solamente si el bulto está ahí o no. Los microscopios electrónicos tienen la resolución a escala nano deseados, pero ellos toman mucho tiempo al usarlos, tienen un muy pequeño campo de visión, muestran solamente información en 2 dimensiones y dañan la superficie. Los AFMs tienen una resolución similar, son mas rápidos, tienen un campo de visión más grande, muestran información en 3 dimensiones y no dañan la superficie. El AFM ha contribuido a tanto mayor productividad y calidad de discos ópticos (ver imagen abajo).

Hemos discutido (y tú has modelado) un tipo de AFM en la cual la punta siente fuerzas de contacto (tan pequeñas como 1 nN). Hay también otros tipos de información obtenible a través de hacer pequeñas modificaciones al diseño simple del AFM. Ellos incluyen conductividad térmica o eléctrico, o fuerza del campo magnético o eléctrico.

Vista inferior de los bultos de un DVD: El haz de leer entra a través del plástico en la parte de atrás del disco para leer el recubrimiento de aluminio de la parte de atrás.

Laser

Microscopio óptico



Microscopio electrónico

Microscopio de fuerza atómica

Microscopio de efecto túnel

Microscopio de sonda atómica

Microscopio de sonda de túnel

Microscopio de sonda de fuerza

Microscopio de sonda de efecto túnel

Microscopio de sonda de fuerza atómica

Microscopio de sonda de efecto túnel

Microscopio de sonda de fuerza atómica

Microscopio de sonda de efecto túnel

Diseñando un Aparato de Escaneo a Escala Nano

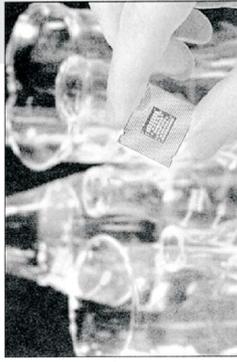
1 PROYECTO DE DISEÑO

Su grupo es un equipo de consultores de investigación en Nanolmagers, Inc. Un nuevo cliente le trae un prototipo de un laboratorio-en-un-chip. Tal aparato es, como su nombre lo indica, un laboratorio de química muy pequeño. Se encarga de hacer múltiples análisis químicos en un aparato que puede sostenerse en la punta de su dedo.

El chip es un pequeño rectángulo de vidrio, plástico, o silicón, aproximadamente de 1 cm en un lado. Su estructura es variable, así como la de un laboratorio de química a escala macro, pero cada uno es muy posible que tenga algunos componentes comunes en la superficie del chip, tales como canales horizontales o tubos con diámetros a escala nano y con válvulas en los bordes, conectados a pozos verticales, análogos a tubos de ensayo, que sostienen volúmenes de líquido a niveles de pocilitros o aun femtolitros.

El desempeño de este aparato está íntimamente relacionado a la exactitud de estas características de tamaño nano en la superficie del chip. El proceso de manufactura depende mayoritariamente en el control preciso de la calidad. Su equipo en Nanolmagers ha sido seleccionado para diseñar un aparato que será una parte importante del control de la calidad. Debe ser capaz de hacer tomas de detalles a escala nano para este proyecto.

La política de diseño en Nanolmagers requiere que su equipo primero construya un modelo a escala grande del aparato y demuestre la técnica con los colegas. Obviamente, el aparato que su equipo desarrolle debe de ser capaz de ser escalado para funcionar a la escala nano sin violar ninguna ley de la física.



Laboratorio-en-un-chip: un aparato que integra muchas funciones de un laboratorio dentro de un microchip.

Piense en estas preguntas en lo que trabaja con su modelo:

? como puede usted detectar detalle en una superficie?

?Cómo puede usted

convertir movimientos de la sonda a una respuesta medible?

?Qué técnicas pueden ser usadas para amplificar una respuesta amplificada?

?Qué tipos de pruebas necesitan ser hechas para mostrar que la caracterización a escala

El Reto del Diseño

Su meta es diseñar un modelo que funcione de un aparato capaz de captar la imagen de los detalles de las superficies de una forma cuantitativa. El modelo debe de ser hecho a escala para medir detalles a escala nano.



Mantenga un Registro de Diseño

Cada grupo debe de mantener un registro mientras participa en el desafío del diseño. Su maestro puede darle hojas para llenar o usted puede hacer su propio registro. Asegúrese de registrar todas sus ideas y datos, aun las ideas que usted piense que no funcionarían por alguna razón. Ellas pueden darle una mejor idea después respecto a algo que usted no entendió al principio. Un buen registro que la redacción de su reporte final sea mucho más fácil.

Preponga Su Modelo

Piense en algunos diseños para el aparato de captación de imagen a la nano escala. El aparato debe de cumplir con los criterios de diseño siguientes, los cuales han sido especificados por su cliente:

1. **a.** el modelo debe de poder captar imágenes en una área de 10 x 10 cm.
- b.** el modelo debe de poder captar imágenes en un rango vertical de 3 mm.
2. Los datos deben de ser cuantitativos y usados para crear una imagen de la estructura analizada.
3. Cualquier comportamiento único de la nano escala debe de ser representado.
4. El modelo debe ser reusable.

1. El modelo no puede dañar o cambiar la estructura siendo captada.

2. Una imagen debe ser obtenida durante un periodo de clase.

Un **Modelo de la Superficie** que se puede usar para probar el modelo captador de imágenes será proveído por el cliente. Tomando en cuenta lo anterior, dibuje propuestas de diseño.

Usted necesitara decidir, por ejemplo, como indagar en detalles de las superficies y también como usar la respuesta medida para crear una representación de la superficie siendo estudiada. Use lo que ha aprendido en las Actividades para diseñar el modelo.

Predicciones Acerca de Su Modelo

Prediga posibles obstáculos que se pueda encontrar al intentar usar su modelo. Sugiera posibles alternativas a estos asuntos para facilitar cualquier modificación que se necesite hacer. Use un Procedimiento Repetitivo para Construir su Modelo

El Proceso de diseño incluye construir un probar un prototipo.

- Escriba una pequeña descripción de los principios operativos de su técnica.
- Anote los materiales que usara y la cantidad aproximada de cada uno.
- Anote los pasos que usted seguirá para construir el modelo.
- Dibuje un diagrama del modelo, incluyendo dimensiones.
- Cree su modelo.

Use un Proceso Repetitivo para Probar su Modelo

- Use una superficie simple de relieve levantado para probar su modelo. Anote los materiales que usted usara y los pasos que seguirá para probar su modelo.
- Haga tablas de datos y cualquier curva de calibración necesaria para crear un mapa cuantitativo de la superficie de prueba.



Un grupo en lluvia de ideas

La suerte es el residuo del diseño.
W. Branch Rickey
El ejecutivo más sobresaliente del Béisbol de las Grandes Ligas

Interprete los Datos de las Pruebas

Saque conclusiones del rendimiento del modelo en general basado en sus interpretaciones de los datos. Use el criterio de la página anterior para apoyarlo o interpretar los datos.

¿Qué aspectos del diseño lo previnieron de un rendimiento óptimo?
¿Cómo pueden estos aspectos cambiar para mejorar el diseño?
Explique las razones de sus conclusiones

Reflexione en sus Predicciones

¿Confirman sus resultados sus predicciones? Explique cómo. Sino, provea posibles razones porque sus resultados difieren de lo que usted esperaba. Hubieron errores en la manera que usted construyó o probó el modelo que pudieran haber dado resultados inesperados?
¿Hubo algún factor que usted no considero cuando hizo sus predicciones? Explique.

Rediseñe su Modelo

1. Proponga un diseño mejorado basado en lo que aprendió de trabajar con su modelo y de retroalimentación de su maestro.
2. Luego repita el ciclo de diseñar, construir, probar y analizar el modelo mejorado – su prototipo.
3. Use una superficie de su “cliente” (maestro) para captar la imagen y mostrar las habilidades de su modelo prototipo

Presente Su Modelo y los Resultados de Sus Pruebas

Muestre su modelo final a sus compañeros de clase:

a) Describa como lo hizo.
b) Presente los resultados de las pruebas, y explique cómo los interpreto.

c. Describa como las mejoras en el rediseño afectaron el rendimiento del modelo.

d. Enuncie como su modelo cumple con los criterios del diseño

Pídale a sus Compañeros que den un Opinión de su Trabajo

Después que su grupo haga la presentación, pídale a sus compañeros que den una crítica constructiva de su trabajo. La clase debe de evaluar:

- Como su modelo fue hecho y probado
- Como los resultados fueron interpretados, basado en los criterios

Los compañeros deben también hacer sugerencias para mejorar su modelo.

Añade los comentarios y sugerencias de sus compañeros.

Prepare un Reporte Final

A Nanomagers le gustaría que usted presentara un reporte final de lo que encontró. Debe de incluir:

- Que hizo para cada paso en el diseño, construcción, prueba, evaluación y proceso de rediseño.
- Que tan bien el modelo cumple con los criterios de diseño;
- Como el aparato puede ser escalado para funcionar a la nanoescala (materiales distintos para cada parte, un diseño diferente para algunas partes).

Si usted piensa que su modelo fue un éxito, trate de convencer a la compañía que debe de adoptar su diseño.



Preparando el reporte final del grupo

Saque Conclusiones del Proceso de Diseño

Explique lo que aprendió de

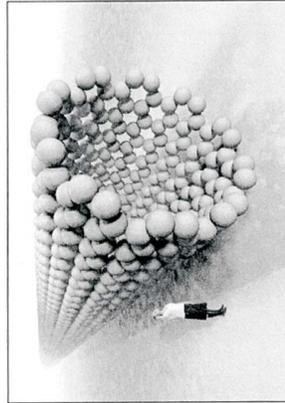
- Los procesos de diseñar, construir, probar, evaluar, y rediseñar el modelo en este proyecto;
- El modelado de la caracterización de superficies a la nanoescala.

Modelando una Aplicación de las Nanociencias

Cada día Nano, Inc. lo ha contratado para una posición en su departamento de relaciones públicas. La compañía crea una serie de productos a la nanoescala, incluyendo algunos mencionados en la Actividad 2. Tales productos son ahora comercialmente viables para la compañía porque ha desarrollado técnicas para hacer estos productos más eficientemente.

Everyday Nano ha incrementado el interés en sus productos al dar recorridos en su fábrica a los gerentes de otras organizaciones y al público en general. Estudios han mostrado que estos recorridos son herramientas positivas de mercadotecnia, tanto para compradores como para inversionistas. A usted y a su equipo se les ha pedido crear un modelo impresionante que estará en el mostrador al comienzo del recorrido.

El modelo mostrará una de las aplicaciones e ilustrará la ciencia y la tecnología que las hace posible. Usted puede modelar como el producto funciona o como lo hace. Por lo tanto, será un modelo funcional. Usted escogerá el producto o proceso que será lo más sorprendente a posibles compradores e inversionistas. Debe de ser tanto interesante como científicamente correcto. Será visto por científicos y no científicos. Este modelo a escala grande ayudará a todo aquel que lo estudie a entender como los productos de Everyday Nano trabajan a la nanoescala



Parado enseña de un modelo gigante de un nanotubo de carbono

El Reto del Diseño

Su meta es diseñar un modelo innovador para mostrar que demuestre como trabaja un producto o tecnología a la nanoescala. El modelo debe de ser interesante y preciso para el fenómeno que usted escoja. Los siguientes pasos lo guiarán a través del proceso de diseño



Mantenga un Registro de Diseño

Cada grupo debe de mantener un registro mientras participa en el desafío del diseño. Su maestro puede darle hojas para llenar o usted puede hacer su propio registro. Asegúrese de registrar todas sus ideas y datos, aun las ideas que usted piense que no funcionarán por alguna razón. Ellas pueden darle una mejor idea después respecto a algo que usted no entendió al principio. Un buen registro que la redacción de su reporte final sea mucho más fácil.

Escoja la Nanotecnología para Modelar

Piense en la nanotecnología que ha sido introducida en este módulo. Haga una lluvia de ideas, refiriéndose a la ciencia, técnicas, y aplicaciones que usted ha aprendido. ¿Qué le llamo más la atención? ¿Qué se le hizo más interesante? Esas cosas muy probablemente le serán interesantes a los visitantes e inversionistas por igual, y pues podrían ser buenas opciones para su proyecto.

Piense en estas preguntas conforme trabaja en su modelo:

- ?Cuál es la el comportamiento a nivel nano que usted quiere modelar?
- ?A qué desafíos usted se enfrenta al diseñar este modelo?
- ?En qué maneras el modelo a macroescala difiere del sistema a nanoescala?
- ?Qué desafíos enfrentaron los científicos en entender este fenómeno de nanoescala? ¿Cómo fueron superados?

Es Bueno tener más de una posibilidad porque usted puede también considerar la factibilidad de llevar una idea a un modelo funcional a la macroescala. Discuta diseños posibles para los temas que está considerando.

Proponga su Modelo

Haga una lluvia de ideas de diseños posibles. Su modelo a macro escala debe de cumplir con los siguientes **criterios de diseño** específicos para su compañía:

- El modelo debe de representar al menos 5 aspectos del sistema a nanoescala que usted ha escogido ilustrar.
 - El modelo no debe de mal representar cualquier estructura o función del sistema a nanoescala.
 - Cualquier comportamiento único a nivel de nanoescala debe de ser representado por algún comportamiento análogo del sistema a macroescala.
 - Todos los materiales usados para hacer el modelo deben de ser proveídos por, o aprobados por, el presidente de la compañía (su maestro).
- Teniendo en cuenta los criterios citados arriba, dibuje propuestas de diseño.

Establezca Criterios para Evaluar su Modelo

Lo más importante de las metas de su criterio es tener un modelo que sea tanto interesante como que represente al menos 5 aspectos del sistema a nanoescala escogido tan exacto como sus recursos y tiempo se lo permitan.

Prediga Como su Modelo se Desempeñara

Prediga posibles obstáculos que usted podría encontrarse al intentar usar su modelo. Sugiera posibles alternativas a estos problemas para poder facilitar cualquier modificación que usted necesite hacer.

Use un Procedimiento Repetitivo para Construir su Modelo

1. Escriba una pequeña descripción de los principios operativos de su modelo.
2. Anote los materiales que usara y la cantidad aproximada de cada uno.
3. Anote los pasos que usted seguirá para construir el modelo.
4. Dibuje un diagrama del modelo, incluyendo dimensiones.
5. Cree su modelo. Agregue cuadros de texto y flechas para explicar los aspectos de la nanoescala representada por sus análogos de nivel macroescala.

Use un Proceso Repetitivo para Probar su Modelo

1. Anote los materiales que usted usara para probar su modelo.
2. Anote observaciones y haga tablas de datos conforme se necesitan.
3. Demuestre que sus observaciones y datos son repetibles.

Interprete los Datos de las Pruebas

Saque conclusiones del rendimiento del modelo en general basado en sus interpretaciones de los datos. Use el criterio de la página anterior para apoyarlo a interpretar los datos.

¿Qué aspectos del diseño lo previnieron de un rendimiento óptimo?
¿Cómo pueden estos aspectos cambiar para mejorar el diseño?
Explique las razones de sus conclusiones.

Reflexione en sus Predicciones

¿Confirman sus resultados sus predicciones? Explique cómo. Sino, provea posibles razones porque sus resultados difieren de lo que usted esperaba. ¿Hubieron errores en la manera que usted construyo o prabo el modelo que pudieron haber dado resultados inesperados?
¿Hubo algún factor que usted no considero cuando hizo sus predicciones? Explique.

Una corazonada es la creatividad intentando decirte algo.

Frank Capra.
Director de cine italiano- americano ganador del Premio de la Academia

Rediseñe Su Modelo

1. Proponga un diseño mejorado basado en lo que aprendió de trabajar con su modelo y de retroalimentación de su maestro.
 2. Luego repita el ciclo de diseñar, construir, probar y analizar el modelo mejorado – su prototipo.
- Presente Su Modelo y los Resultados de Sus Pruebas**
Muestre el modelo final a sus compañeros de clase:
- a) Describa como lo hizo.
 - b) Presente los resultados de las pruebas, y explique cómo las interpretó.
 - c) Describa como las mejoras en el rediseño afectaron el rendimiento del modelo.
 - d) Defina que tan bien su modelo cumple con los criterios de diseño.

Pídales a los Compañeros de Clase que Opinen de su Trabajo

Después de que cada grupo haga su presentación, pídale a los compañeros que critiquen constructivamente su trabajo. La clase debe de evaluar:

- Como fue su modelo hecho y probado
- Como fueron los resultados interpretados, basado en los criterios

Los compañeros también deben de hacer sugerencias para mejorar el modelo.

Anote los comentarios y sugerencias de sus compañeros.

Prepare un Reporte Final

A la compañía Everyday Nano le gustaría que usted presentara algunos pequeños paneles descriptivos que pueden ser puestos cerca del modelo. Deben de incluir:

- Una explicación de cómo y porque usted escogió el tema de su modelo;
- Como este modelo cumple con los criterios de diseño;
- Aspectos clave del sistema de nanoescala que el modelo no representa.

Saque Conclusiones del Proceso de Diseño

Explique lo que aprendió de:

- El proceso de diseñar, construir, probar, evaluar, y rediseñar el modelo en este proyecto;
- Representando fenómenos que no se pueden ver.

Preparando el reporte final



Glosario

Absorber (luz) – cambiar energía luminosa a otra forma de energía. Los objetos que pueden hacer esto, a causa de que pueden cambiar energía para igualar la energía de la luz, son los electrones externos de los átomos.

Absorción – la penetración de moléculas dentro del volumen de un sólido o líquido, formando ya sea una solución o un compuesto.

Amplificación – un proceso básico – a veces visto en la naturaleza y a menudo usado en procesos – que conlleva una señal que debe de hacerse más fuerte.

Compuesto aromático – un compuesto que contiene un anillo aromático (un anillo de átomos excepcionalmente estable con estructuras de resonancia que consiste en enlaces alternos simples y dobles – e.g. el benceno). Los compuestos aromáticos tienen olores fuertes y característicos.

Microscopio de fuerza atómica (AFM) – un tipo de microscopio de escaneo (véase microscopio abajo). Siendo un microscopio, puede tomar imágenes más pequeñas que la que puede ver el ojo a simple vista – de hecho, mucho más pequeñas: tan pequeñas como un átomo. No usa luz o alguna otra forma de energía electromagnética para obtener la imagen. Ni usa electrones. Es un instrumento mecánico; usa el tacto para obtener la imagen.

Curva de mejor ajuste (hecha a mano) – en una gráfica con datos graficados, una pequeña curva suave la más cercana al máximo número de puntos de los datos.

Calibración – 1. Para checar o ajustar la exactitud de un instrumento de medición al compararlo con un estándar; 2. Para marcar la escala de, o crear una curva de calibración de, un instrumento de medición. La definición 2 aplica a la Actividad 4.

Curva de calibración – gráfica, para un sistema de medición, de valores de una variable medida y los valores correspondientes de una variable relacionada. Tal gráfica es creada cuando es más conveniente referirse a la gráfica que medir la variable directamente. Voladizo – una viga soportada solamente en un lado y proyectado hacia el espacio. **Catalizador** – una substancia que incrementa la tasa de reacción química sin ser consumido o producido por la reacción.

Estructura empaquetada estrechamente – una estructura que consiste en esferas iguales y que minimiza el espacio entre las esferas. Más comúnmente, estas estructuras son tridimensionales. En 2 dimensiones, la estructura es hexagonal: cada esfera está en contacto con otras seis esferas.

Dispersiones Coloidales – un sistema de materia de dos fases; un tipo de mezcla intermedia entre las mezclas homogéneas y heterogéneas. (Muchas sustancias conocidas – incluyendo mantequilla, leche, crema, aerosoles [niebla, smog, humo], asfalto, tintas, pinturas, pegamentos, y espuma – son coloides.)

Deflexión – un evento donde un objeto o haz de luz choca y rebota contra una superficie plana.

Nanolitografía Dip-pen (DPN) – (véase litografía abajo) El DPN es una técnica de diseño a escala nano en la cual una punta de AFM (arriba) es usada para descargar moléculas a una superficie vía un solvente.

Ácido Desoxirribonucleico (ADN) - una clase de biomacromoléculas, encontrada en la mayoría de las células, que contiene información genética codificada que son las instrucciones para las estructuras y funciones de todos los organismos conocidos.

Campo eléctrico – propiedad de una región del espacio que ejerce una fuerza en cualquier carga eléctrica en ese espacio. Un campo eléctrico tiene dos causas posibles: cada carga eléctrica tiene un campo eléctrico que la rodea. Cada campo magnético cambiante crea un campo eléctrico. (Esta última causa es parte de la historia de la propagación de las ondas electromagnéticas.)

Onda electromagnética – propagación sinusoidal (véase pag. 69) de campos eléctricos y magnéticos (para campo eléctrico, véase arriba). Ser sinusoidal, cualquier onda electromagnética puede ser caracterizada por su frecuencia (véase abajo) o longitud de onda. Los científicos han dividido el posible rango continuo de frecuencias en categorías basado en las distintas maneras que las ondas interactúan con la materia. Estas categorías son ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz, radiación ultravioleta, rayos X, y rayos gamma.

Nube del electrón – modelo de un electrón que sustituye el modelo de partículas de Bohr. Es una descripción de mecánica cuántica de la densidad de probabilidad de un electrón: el espesor de la nube es proporcional a la probabilidad de la “posición” del electrón. Las nubes de electrones tienen formas específicas que pueden cambiar debido a una fuerza aplicada. **Fuerza electrostática** – la fuerza que surge de cargas eléctricas estáticas (esto es, sin movimiento).

Fuerza – simplemente: impulso o jalón de una masa; más precisamente, aquello que puede causar que la masa acelere; descrito por la primera y segunda ley de Newton.

Frecuencia – medida del número de casos de un evento repetido por unidad de tiempo (v.g., para una onda, el número de crestas de onda que pasan que pasan un punto en el espacio por unidad de tiempo). Unidad común: Cuando la unidad de tiempo es el segundo, la unidad de frecuencia es el Hertz (Hz). (La frecuencia es inversamente proporcional a la longitud de onda: $f = v/\lambda$, donde f es frecuencia, v es velocidad de onda, y λ es longitud de onda.)
Hidrofilia – un tipo de molécula capaz de disolverse mejor en el agua que en aceite u otros disolventes hidrofóbicos. Las moléculas hidrofílicas son comúnmente conocidas como moléculas polares.

Cubiertas hidrofílicas – una cubierta superficial compuesta de moléculas que son al menos parcialmente polarizadas y, por lo tanto, capaces de enlazarse con el hidrogeno. Por consiguiente, son atraídas a otras moléculas polares, incluyendo el agua.

Hidrofóbico – una molécula aceitosa, eléctricamente neutral y no polar que prefiere otros solventes o ambientes moleculares que sean neutrales y no polares.

Litografía – el proceso de imprimir patrones en las superficies.
Configuración de la más baja energía (de esferas) – una estructura estrechamente empaquetada (véase pag. 66). En esta estructura, la probabilidad que cualquier esfera se mueva es mínima.

Escala macroscópica – escala en la cual los objetos son suficientemente grandes para ser observados a simple vista.

Variable manipulada – (la ciencia; aun a veces referida como: variable independiente) – en un experimento, la variable que varía bajo el control del experimentador (es decir, manipulada) para observar su efecto en una variable que responde (véase abajo).
Microscopia – cualquier técnica para producir imágenes visibles de estructuras muy pequeñas para ser observadas a simple vista. Hay tres categorías de microscopia: óptica, electrónica, y de sonda de barrido.

Nanómetro (nm) – una unidad de longitud: $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$; $1.0 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}$ (angstroms).

Nanopartícula (NP) – cuyo tamaño está en el rango de 1-100 nm.

Reflexión (de luz) – el cambio brusco en dirección (usualmente 180 grados) de un frente de onda en una interface.

Variable que responde – (la ciencia; a veces referido como: variable dependiente) – en un experimento, la variable que varía en respuesta a cambios de la variable manipulada (véase arriba).

Onda seno – una onda que puede ser descrita por la función de seno: $y = A \text{ sen}(2\pi ft + \theta)$, donde f es frecuencia, t es tiempo, y θ es fase.

Sinusoidal – describable por una función de seno (véase arriba) o de coseno. Ambas funciones tienen la misma forma; solo difieren en fase.)

Espectroscopia – el análisis de interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Diferentes tipos de radiación interactúan en maneras características con distintas muestras de materia; esa interacción es a menudo única y sirve como una "huella digital" de la presencia de un material en particular en una muestra. La espectroscopia también es una técnica cuantitativa sensible que puede determinar rastros de concentración de las substancias.

Constante de resorte – en cualquier resorte (no solamente un resorte enrollado) es el valor que cuantifica la rigidez del resorte – más precisamente, la constante de proporcionalidad en la relación entre la fuerza y el desplazamiento de un resorte: $F = -kx$. F es la fuerza del (no sobre) el resorte, k es la constante del resorte y x es el desplazamiento.

Superconductividad – un fenómeno que ocurre en ciertos materiales caracterizado por la completa ausencia de resistencia eléctrica.

Transmisión – el movimiento de una onda de luz a través de un medio.

Longitud de onda – distancia entre partes repetidas de una onda (v.g., cresta a cresta o depresión a depresión). La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia (véase página 68): $\lambda = v/f$, donde λ es la longitud de onda, v es la velocidad de la onda y f es frecuencia.



Proyectos Integrales

Instructor: Dr. Otto Ortega Morales

email: dgepi@uacam.mx

Instructora: Mtra. María Cecilia Liotti

email: mcliotti@uacam.mx

Instructor: Mtro. Joaquín Mateo Gutiérrez Sanguino

email: jmgutierr@uacam.mx

Universidad Autónoma de Campeche



La investigación científica en nuestro país es determinante para el desarrollo socioeconómico de las zonas urbanas, pero su impacto es considerablemente significativo en zonas rurales y en Estados donde el crecimiento es emergente, como es el caso de Campeche. Por ello, cómo formular, elaborar y diseñar un proyecto es fundamental para impactar en áreas pertinentes como salud, uso y conservación de recursos naturales, biotecnología, energías renovables, cultura e incluso la política.

Existen por lo menos dos aspectos que sustentan fuertemente la importancia de un curso taller que enseñe a detectar los nichos de oportunidad por medio de la elaboración de proyectos con impacto en el desarrollo rural. Uno es el valor estratégico de los recursos bióticos y las actividades económicas vinculadas a ello en nuestra región. El otro es que la biotecnología se ha desarrollado en varios sectores como medicina, agrícola, pecuario, medio ambiente e industrial. Sus aplicaciones vienen alcanzando progresivamente una mayor variedad de acciones y productos en ramos de actividad, todos ellos de importancia en la economía nacional e internacional, como lo son el farmacéutico, la producción y procesado de alimentos, la industria química y la remediación de ecosistemas, entre otros. Los proyectos de desarrollo rural ofrecen una enorme riqueza para la aplicación del conocimiento de muchas disciplinas, el diálogo entre ellas y el aprendizaje de cómo generar programas de acción para el beneficio de las comunidades de manera sustentable y científica. ¿Te has preguntado alguna vez de qué forma puedes evitar que se desechen al año toneladas de mango? ¿Sabes cuánto cuesta el kilo de mango deshidratado en tiendas departamentales? ¿Sabes cuál sería el impacto de generar proyectos de energía renovable en comunidades rurales? El desarrollo y evaluación de una bioformulación microbiana para el control de la antracnosis (manchas del mango) bajo condiciones semicomerciales nos sirve para aprovechar la fruta. Energías renovables de bajo costo aplicadas a través de secadores solares nos permiten aprovechar recursos naturales típicos de las comunidades y comercializarlos en tiendas que son muy conocidas por todos; además, de detonar la economía de una comunidad. ¿Te imaginas proyectos de esta naturaleza en el 22% de la población de nuestro país? Cambiarían mucho la realidad de muchas comunidades, ¿no te parece? Todo esto permitiría integrar cadenas de valor



en productos vegetales de nuestro estado y generar riqueza en poblaciones vulnerables.

El taller es práctico y al término del mismo el alumno será capaz de identificar, reconocer y plasmar los elementos que conforman un proyecto agroindustrial y empresarial. Del mismo modo, conocerá las partes y los formatos más comunes, y se ejercitará en la correcta orientación y presentación de proyectos siguiendo los estándares de la ingeniería de proyectos.





Ingeniería Genética

Instructoras:

Dra. Aída Martínez Hernández

email: aidamh@colpos.mx

M en C. Elmi Cen Cen

email: 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

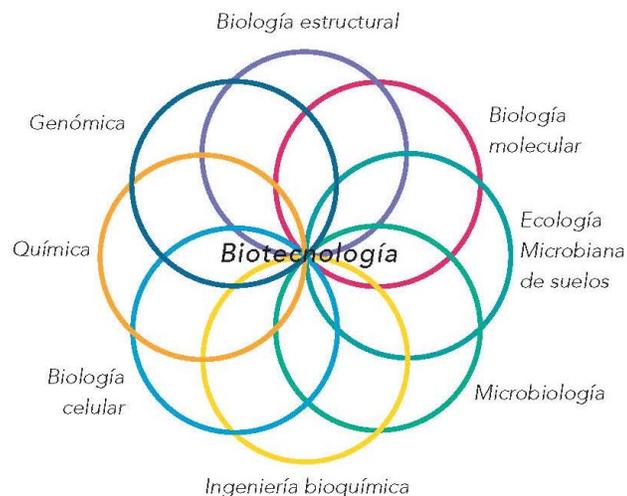


Figura II.1. La biotecnología es una actividad multidisciplinaria, ya que está sustentada en diversas disciplinas

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 \AA del siguiente monómero en el polímero que forma cada una de las dos hélices (un 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.

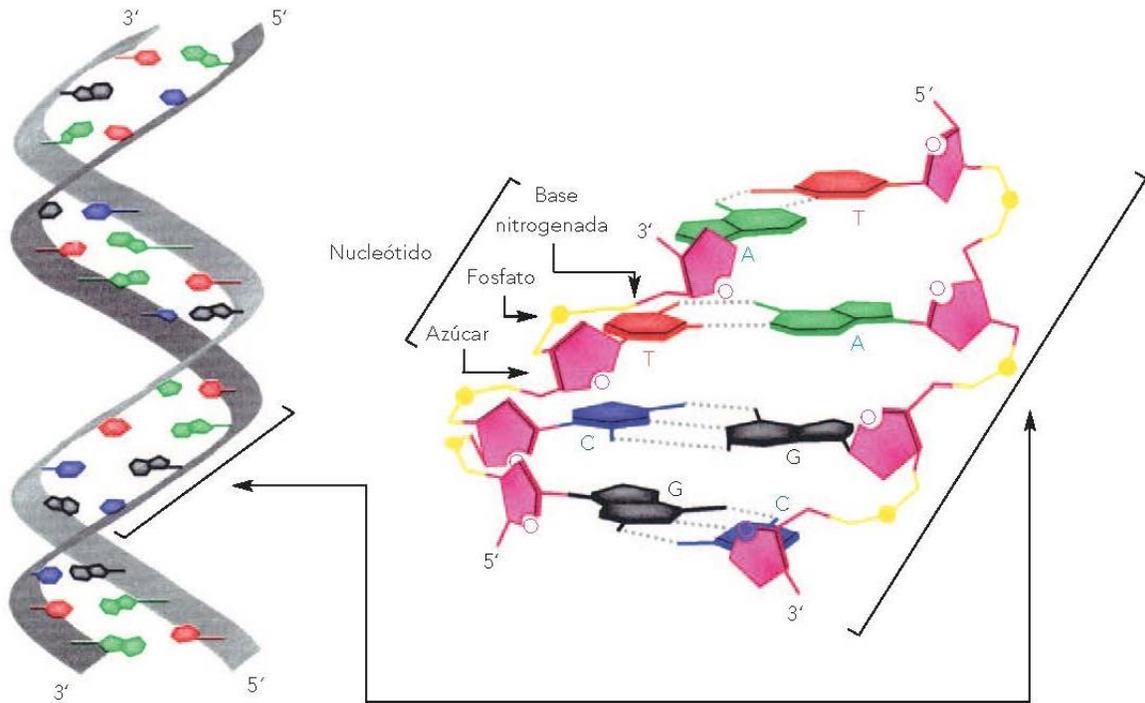


Figura II.2. Estructura del ADN integrado por dos hélices complementarias. Una de estas dos hélices o hebras está integrada por cuatro tipos de nucleótidos (A,G,C,T). Cada nucleótido está formado por un azúcar de ribosa (en morado), un grupo fosfato (en amarillo) y una base purínica (G [en negro] o A [en verde]) o pirimidínica (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

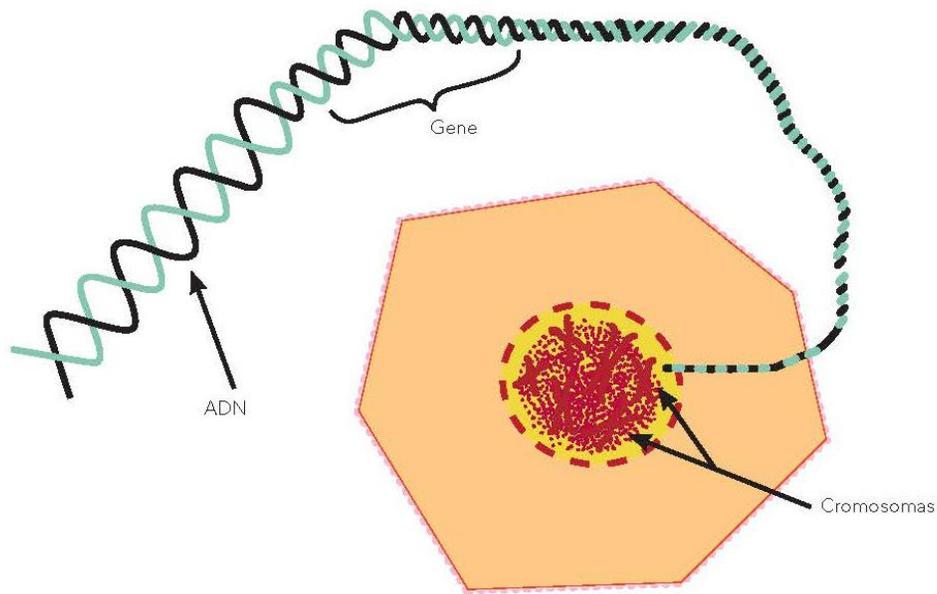


Figura II.3. Composición y organización de los genes en los cromosomas. Los cromosomas son estructuras celulares que se encuentran localizados en el núcleo de la célula y están formados por proteínas y ADN, y los genes son segmentos específicos de esta cinta genética llamada ADN. Cada especie de organismo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

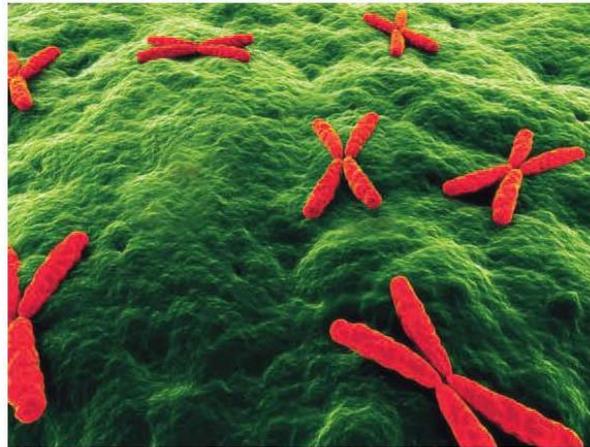


Figura II.4. Cromosomas en el proceso de replicación.

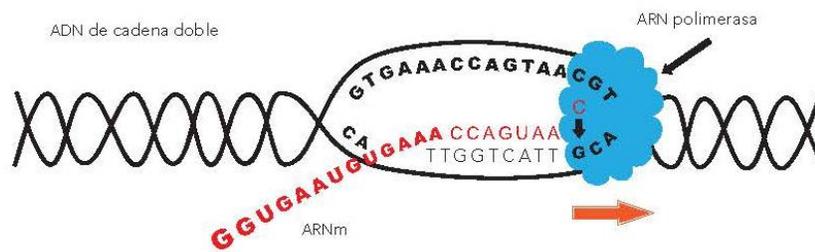


Figura II.5. El fenómeno de la transcripción del ADN permite la síntesis del ARN a partir de los genes.

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	Leucina	Leu	L
Arginina	Arg	R	Lisina	Lys	K
Asparagina	Asn	N	Metionina	Met	M
Ac. aspártico	Asp	C	Prolina	Pro	P
Cisteína	Cys	D	Serina	Ser	S
Fenilalanina	Phe	F	Tirosina	Tyr	Y
Glicina	Gly	G	Treonina	Thr	T
Ac. glutámico	Gln	Q	Triptófano	Trp	W
Glutamina	Glu	E	Valina	Val	V
Histidina	His	H	Terminación		
Isoleucina	Ile	I	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 } Gly GGA } GGT } GGC }	GAG } Glu GAA } GAT } Asp GAC }	GTG } Val GTA } GTT } GTC }	GCG } Ala GCA } GCT } GCC }	G A T C	
	A	AGG } Arg AGA } AGT } Ser AGC }	AAG } Lys AAA } AAT } Asn AAC }	ATG } Met ATA } ATT } Ile ATC }	ACG } Thr ACA } ACT } ACC }	G A T C	
	T	TGG } Trp TGA } fin TGT } Cys TGC }	TAG } fin TAA } TAT } Tyr TAC }	TTG } Leu TTA } TTT } Phe TTC }	TCG } Ser TCA } TCT } TCC }	G A T C	
	C	CGG } Arg CGA } CGT } CGC }	CAG } Gln CAA } CAT } His CAC }	CTG } Leu CTA } CTT } CTC }	CCG } Pro CCA } CCT } CCC }	G A T C	

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



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

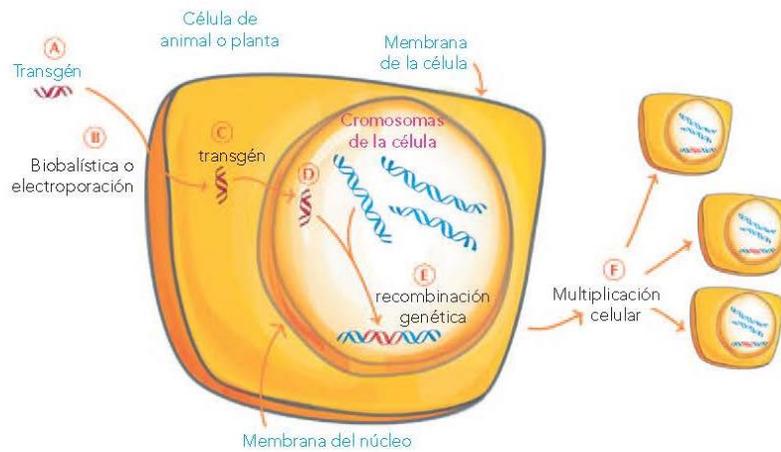


Figura II.8. Esquema general para la construcción de células de animales y de plantas transgénicas.

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

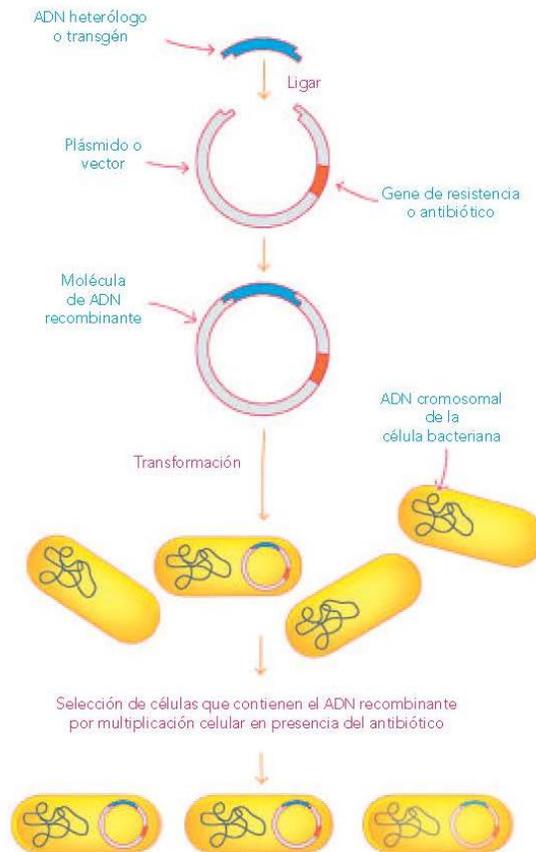


Figura II.9. Esquema general utilizado para construir bacterias transgénicas.



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 II.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.

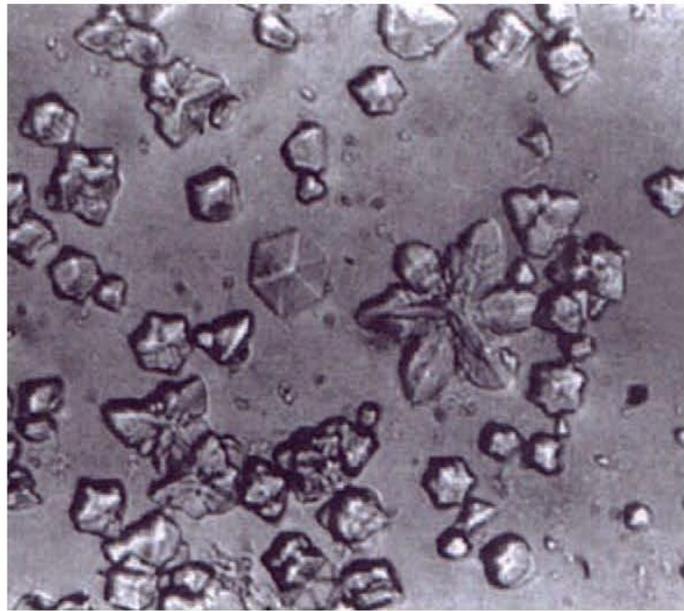


Figura II.13. Proceso para la producción de medicamentos biotecnológicos.





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 utiliza para 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 (ver figura 1.14). Asimismo, las proteasas recombinantes son utilizadas en la elaboración de

detergentes biodegradables. Si bien 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

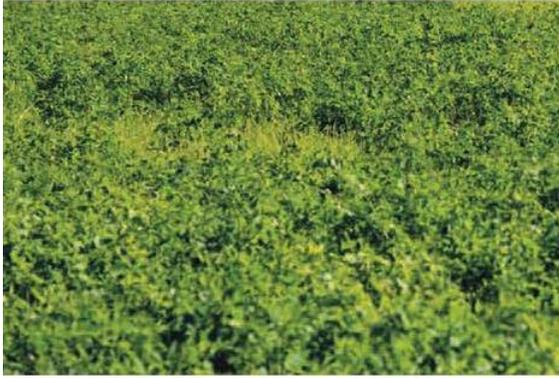


Figura II.15. Diferentes plantas que se cultivan en sus variedades transgénicas: alfalfa, maíz, soya, canola y calabaza.

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.



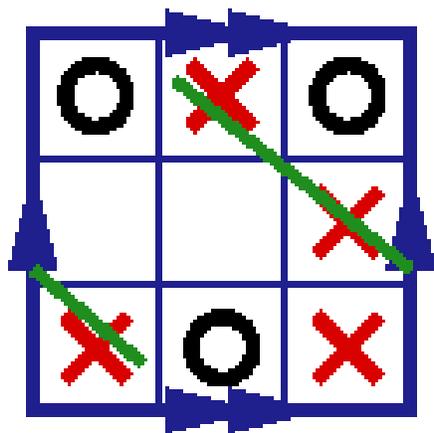
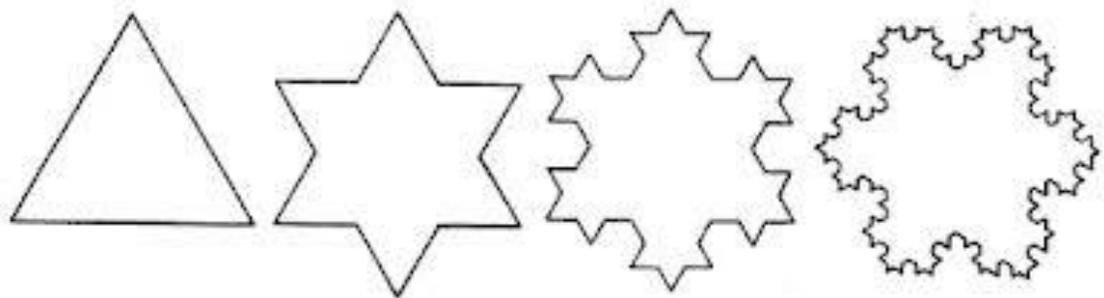
Álgebra y Geometría.

Una combinación perfecta

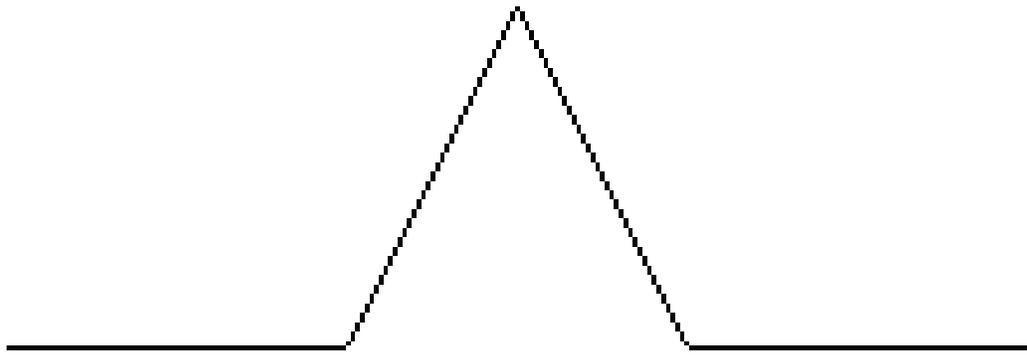
Instructora: Dra. Ma. Isabel Hernández

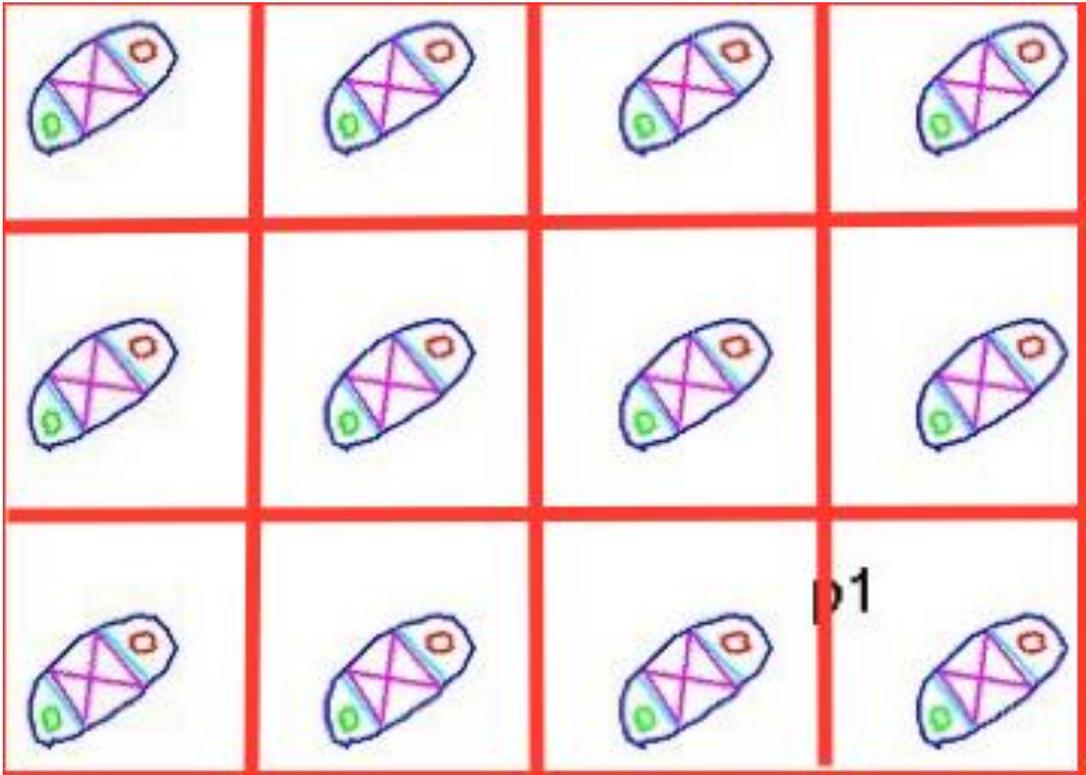
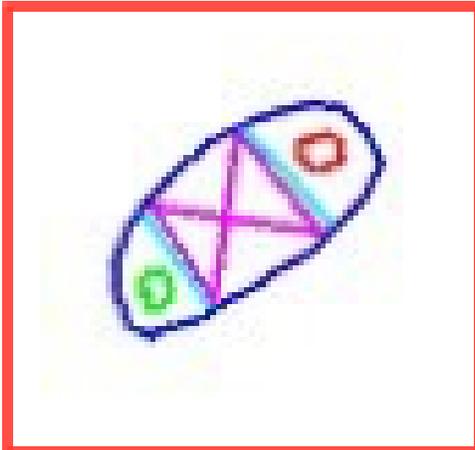
email: isabel@cimat.mx

Centro de Investigación en Matemáticas AC





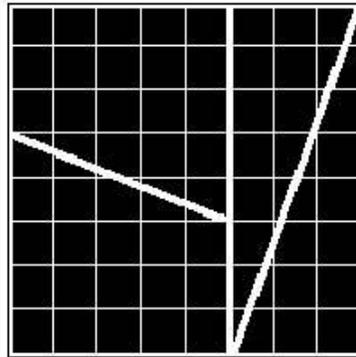




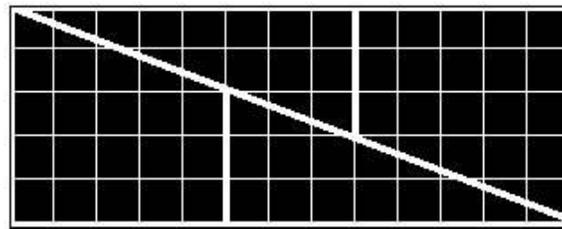
Paradoja Geométrica

Toma un tablero de ajedrez de 8×8 y córtalo en 4 piezas, como se muestra abajo. Luego, rearma las piezas en forma de un rectángulo con área mayor.

Aquí está el cuadrado original:

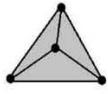


Rearmado, tenemos:

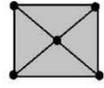


El área del cuadrado es $8 \times 8 = 64$, mientras que el área del rectángulo es $13 \times 5 = 65$. ¿Cómo es posible?

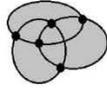
Geometría e imaginación -- Topología - la Característica de Euler



1



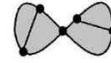
2



3



4



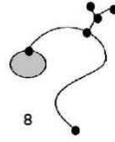
5



6



7



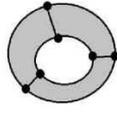
8



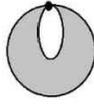
9



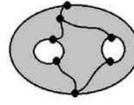
10



11



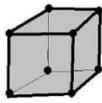
12



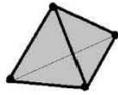
13



14



15



16



17



18



19



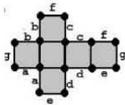
20



21



22



23



24



25



26



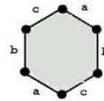
27



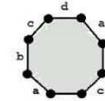
28



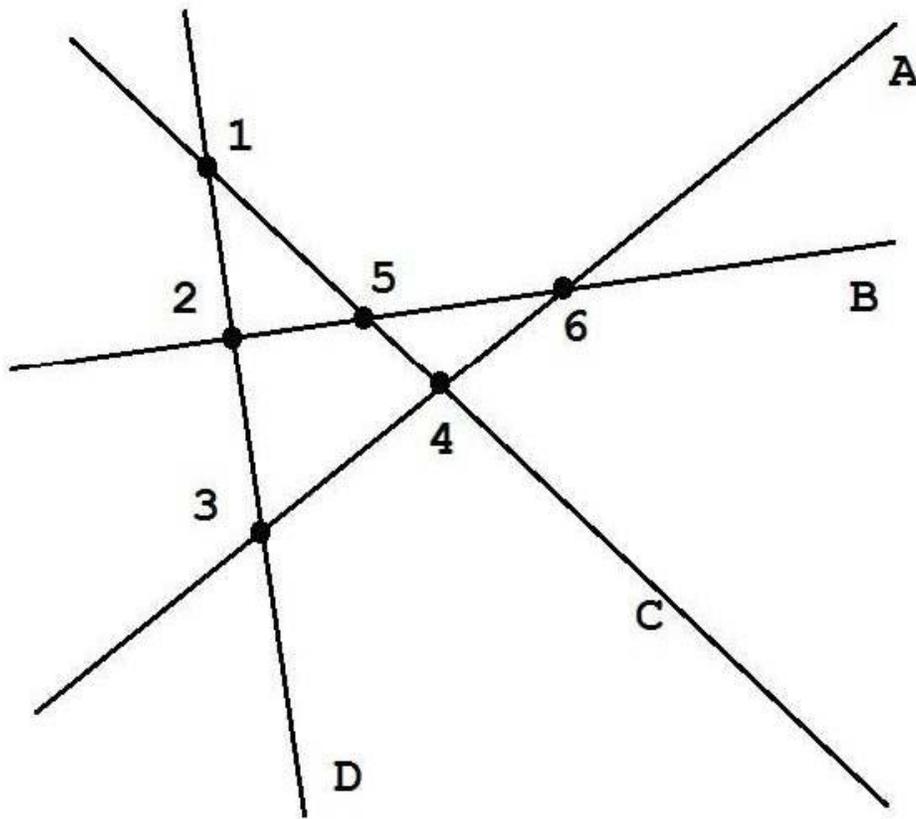
29



30



31



Las 4 hormigas:
sobre cada recta camina una hormiga con
velocidad constante. En 5 de las 6
intersecciones se encontraron. Demuestra
que también se encontraron en la sexta.



Interacciones Planta- Ambiente

Instructora: Dra. Tzitzqui Chávez

email: tztzquichavez@gmail.com

Ing. Ángel Becerra Lucio

email: angel.bec02@gmail.com

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

FERTILIZACIÓN

UNA FERTILIZACIÓN
APROPIADA TOMA EN CUENTA
OPCIONES BIORRACIONALES
QUE COMPLEMENTEN UN
PORTAFOLIO QUÍMICO Y EL
PERFIL DEL SUELO



PROTEJA LA SALUD DEL SUELO

Por Ana Elizabeth Bárcenas Ortega
y Ana Tztzqui Chávez Bárcenas

Las plantas verdes son capaces de producir por sí mismas sus propios compuestos orgánicos, con la ayuda de la energía del sol. Durante este proceso de fotosíntesis — el cual produce la clorofila de la planta — las plantas toman agua con sales minerales del suelo y la conducen hasta las hojas y otras partes del vegetal, además de tomar dióxido de carbono (CO₂) del aire.

La clorofila es un compuesto capaz de atrapar la energía del sol y usarla para construir compuestos orgánicos; mientras que las hojas actúan como laboratorios donde a partir del agua del suelo y del CO₂ del aire y con el uso de la energía del sol — captada por la clorofila — se forman compuestos orgánicos simples tales como azúcares.

A partir de estos compuestos simples, otros más complejos (almidones, aceites, proteínas, enzimas, hormonas, entre otros) son formados. Éstos son transportados a las demás partes del vegetal, como son frutos, raíces y tallos; de ahí que si una planta tiene las condiciones óptimas para que se realice la fotosíntesis, va a elaborar suficientes compuestos orgánicos y por lo tanto, va a ser capaz de producir buenas cosechas. Por ello es importante que una planta reciba suficiente luz, esté bien aireada

y reciba cantidades adecuadas de agua y sales minerales.

Interacción entre nutrientes

El inadecuado suministro de elementos esenciales en las plantas ocasiona desórdenes nutricionales que se manifiestan en síntomas de deficiencia o toxicidad característicos.

La fertilidad del suelo puede verse afectada por la facilidad o dificultad con que los nutrimentos son absorbidos por la raíz.

La deficiencia se entiende como la falta de niveles óptimos de un elemento necesario para el buen funcionamiento y desarrollo de la planta.

La toxicidad, por el contrario, hace referencia a excesos en los niveles óptimos de un elemento requerido para el crecimiento y desarrollo de una planta adecuados.

Si son varios los elementos que están en baja proporción, pero sin que la de ninguno sea demasiado baja, el aumento de cualquiera de

ellos, aumentará el rendimiento.

Pero, si se aplican dos o más elementos juntos, pueden interaccionar de distintas maneras, de modo que:

1.) Si la respuesta del cultivo a los dos juntos, es mayor que la suma de las respuestas para cada uno de ellos separadamente, se trata de una interacción positiva.

2.) Si la respuesta del cultivo a los dos juntos es igual a la suma de sus respuestas por separado, entonces se dice que no muestran interacción.

3.) Si la respuesta a los dos factores unidos es menor que la suma de las respuestas a cada uno de ellos por separado, presentan interacción negativa.

De ahí que uno de los aspectos más importantes a la hora de abordar la nutrición vegetal sea las interacciones iónicas que ocurren cuando el suministro de un nutriente afecta a la absorción, distribución o función de algún otro, conocidos como antagonismos y sinergismos entre los diferentes elementos.

Sinergia entre los elementos

El antagonismo consiste en que el aumento por encima de cierto nivel

de la concentración de un elemento reduce la absorción de otro; mientras que en el sinergismo, el aumento en la concentración de un elemento favorece la absorción de otro.

Puede darse el caso de existir “sinergismo negativo” donde la carencia de un determinado elemento propicia la deficiencia de otro, como el caso B/Ca.

En muchas ocasiones dos elementos pueden comportarse como sinérgicos o antagonísticos en función de sus proporciones relativas, de tal forma que si guardan un correcto equilibrio se muestran como sinérgicos.

Los nutrientes y otros compuestos, se encuentran en un estado dinámico en el suelo; se añaden o remueven de manera continua mediante diversas vías.

Un suelo que provee a las plantas de los elementos esenciales que requiere para su nutrición se considera un suelo fértil.

Factores de fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo depende del material del que éste se formó, desde las propiedades físicas del mismo, como son su textura, estructura y profundidad, hasta las fertilizaciones



6 FACTORES QUE AFECTAN A LA FERTILIDAD DEL SUELO

1. Facilidad o dificultad con que los nutrientes son absorbidos por la raíz
2. Lavados del suelo por la lluvia o el movimiento del agua subterránea
3. Concentración de nutrientes en la solución
4. El pH del suelo
5. Contenido de oxígeno
6. La capacidad de intercambio iónico del suelo

hechas anteriormente, y de los cultivos previamente establecidos — los cuales representan las tasas relativas de adición y remoción de las sustancias nutritivas.

Utilización adecuada de fertilizantes

El fertilizante es un insumo que estimula el crecimiento, enriquece el suelo y aumenta el rendimiento de las plantas.

Los terrenos que nunca han sido cultivados necesitan muy poco o ningún tipo de fertilizante. Sin embargo, cada cosecha extrae del suelo elementos esenciales — al cabo de un tiempo, éste llega a perder su fertilidad a menos que se le renueve mediante fertilizantes o abonos.

El objetivo de la fertilización es de devolverle al suelo los elementos esenciales que han sido extraídos por los cultivos.

Aunque las técnicas y métodos de la agricultura moderna trajeron consigo abundantes cosechas, desafortunadamente también provocaron la pérdida de la fertilidad

natural del suelo. La utilización desmedida de los agroquímicos tiene un efecto negativo sobre los organismos del suelo tales como lombrices, hongos, bacterias y otros que, de manera natural, producen los alimentos que serán aprovechados por las plantas.

Sin embargo, no se trata de sustituir los abonos químicos por abonos orgánicos solamente, sino de un manejo adecuado de la fertilidad del suelo.

Uso de abonos naturales

Dra. Andrea Brechtel, autora del libro *Manejo Ecológico del Suelo*, explica que los abonos orgánicos no pueden resolver inmediatamente una deficiencia nutricional específica. Éstos necesitan tiempo de planificación, preparación y descomposición.



Investigaciones muestran que la capacidad de un cultivo de resistir o tolerar el ataque de insectos plaga y enfermedades está ligada a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Elementos esenciales para la vida

carbono (C)	nitrógeno (N)	magnesio (Mg)	cobre (Cu)	cloro (Cl)
hidrógeno (H)	fósforo (P)	azufre (S)	zinc (Zn)	níquel (Ni)
oxígeno (O)	potasio (K)	hierro (Fe)	boro (B)	
	calcio (Ca)	manganeso (Mn)	molibdeno (Mo)	

Suelos con alto contenido de materia orgánica y una alta actividad biológica, generalmente exhiben buena fertilidad, así como cadenas tróficas complejas y organismos benéficos abundantes que previenen la infección por organismos patógenos. Por estas razones, debemos ser muy cuidadosos a la hora de elegir las técnicas a usar para nutrir nuestros cultivos.

Lamentablemente, en la mayor parte de los casos no se toma en cuenta el contenido nutrimental del suelo y la planta, lo que repercute en la cantidad y calidad de la producción.

Es importante recordar que la aplicación de nutrimentos en cantidades insuficientes puede causar la disminución de la producción o su mala calidad,

BENEFICIO A LARGO PLAZO DE LOS ABONOS NATURALES

1. Mejoran el contenido de los nutrientes y la estructura del suelo
2. Estabilizan el pH
3. Fomentan un círculo natural de fijación, descomposición y liberación de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos.
4. Mejoran la productividad de un terreno sin grandes inversiones económicas.



mientras que la aplicación excesiva puede provocar desbalances nutrimentales. Estos desequilibrios afectan a la absorción, distribución o función de algún otro elemento en la planta, o como sucede con N, Zn y Cu, que al aplicarlos en demasía propician un crecimiento foliar muy vigoroso que inhibe o disminuye la floración, y en consecuencia la producción de frutos.

Complemento natural al uso de agroquímicos

Una solución biorracional para la nutrición de las plantas es el uso de alternativas como son los abonos orgánicos, los acolchados orgánicos, los extractos húmicos concentrados, los abonos verdes y los biofertilizantes. En el cuadro adjunto les presentaremos una breve descripción de algunos de ellos. ♦

Fertilización de su suelo

Mulchs o acolchados orgánicos	Extractos húmicos concentrados	Abonos verdes (cultivos de cobertura)	Biofertilizantes
Se colocan residuos orgánicos encima de la superficie de la tierra	Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas	Generalmente se siembran sólo leguminosas o en combinación con cereales, las cuales son cortadas en la época de la floración e incorporadas al suelo.	Productos biológicos compuestos por uno o varios microorganismos como pueden ser: bacterias (Rhizobium, Azotobacter, Azospirillum u hongos (formadores de micorrizas)
<ul style="list-style-type: none"> • promueve la actividad microbiana • estabilizadores de la estructura del suelo • evitan el crecimiento de malas hierbas • mantienen la humedad • permiten que se establezca una microflora y microfauna beneficiosa • controlar enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • favorecen la formación de agregados • mejoran la estructura del suelo • aumentan la capacidad de retención de agua • favorecen la aeración de los suelos • incrementan la disponibilidad y almacenaje de nutrimentos • optimizan la asimilación de los fertilizantes aplicados • bloquean los sitios de fijación del fósforo • mejoran las condiciones de drenaje • incrementan la fertilidad natural del suelo • promueven la actividad de los microorganismos 	<ul style="list-style-type: none"> • fijan el nitrógeno de la atmósfera • enriquece el suelo con nitrógeno y carbono • mejora sus propiedades físicas y biológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • permiten que las plantas puedan absorber y aprovechar en mejor forma los elementos nutritivos contenidos en el suelo • permiten una producción a bajo costo • protegen el medio ambiente • mantienen la fertilidad y biodiversidad del suelo



MANUAL DE PRÁCTICAS

PRÁCTICA N° 1. – SEPARACIÓN DE PIGMENTOS VEGETALES

La fotosíntesis es un proceso que permite a los vegetales obtener la energía necesaria para desarrollar funciones vitales, esta se lleva a cabo gracias a los pigmentos presentes en las hojas y tallos jóvenes.

Entre los distintos métodos que existen para separar esos pigmentos se encuentra la cromatografía, que es una técnica que permite la separación de las sustancias de una mezcla, considerando sus diferencias en afinidad por el disolvente en que se encuentran.

La clorofila en hojas y su ocasional presencia en otros tejidos vegetales es la causa de que permanezcan verdes, pero en algunas hojas la clorofila enmascara otros pigmentos a nuestra vista.

Entre la diversidad de pigmentos presentes en diferentes organismos, podemos encontrar:

- Clorofilas (a, b, c, d y bacterioclorofilas): color verde.
- Carotenoides (carotenos y xantofilas): color amarillo a rojo.
- Ficobilinas: color azul y roja (algas verde-azules).
- Antocianinas: color azul a morado.

OBJETIVO

Extraer pigmentos vegetales y separarlos mediante una técnica sencilla de cromatografía de papel. **MATERIALES**

- Mortero con pistilo
- Embudo
- Papel filtro
- Hojas de herbáceas y pétalos
- Cajas de Petri

REACTIVOS

- Alcohol al 96 %
- Ca_2CO_3



METODOLOGÍA

1. Lava las hojas y los pétalos, colócalos por separado en agua hirviendo con 1 g de carbonato de calcio por dos minutos.
2. Transfiérelas con cuidado a un papel secante y sécalas.
3. Macera las hojas y los pétalos por separado en un mortero, usando 40 mL de alcohol.
4. Filtra el macerado en recipiente de vidrio o tubo de ensaye.
5. En una caja de Petri o un recipiente similar coloca un poco del extracto filtrado.
6. Sumerge en la caja Petri dos cilindros de papel absorbente.
7. Saca uno de los cilindros cuando la solución ascienda de 2 a 3 cm, pasa el cilindro a un vaso de precipitados o un recipiente similar con 20 mL de alcohol, tapa y deja reposar por 5 minutos. El cilindro número dos déjalo en la caja de Petri durante 45 minutos.
8. Después de transcurrido el tiempo para cada uno de los cilindros, saca y extiende sobre una superficie plana.
9. Observa e identifica los pigmentos separados.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

- Tom Kins SP y Miller MB.** 1994. A rapid extraction and fast separation of leaf pigments using thin layer chromatography. *School Science review.* 75:69-72

PRÁCTICA N° 2 – PRODUCCIÓN DE ALMIDÓN EN LA FOTOSÍNTESIS

Sabemos que las plantas utilizan la energía solar para sintetizar nutrientes orgánicos a partir de moléculas simples.

Durante el proceso de la fotosíntesis los productos principales son carbohidratos, que son almacenados en forma de almidón en los tejidos de la planta. De esta manera, en periodos de oscuridad, la planta continúa consumiendo energía y para ello se abastece de los compuestos de carbono almacenados.

Los fotosintatos son trasladados de las hojas a los órganos consumidores, en muchos de ellos esta energía química es almacenada en forma de almidón, para dar soporte a procesos de desarrollo posteriores.

OBJETIVO

Identificar la presencia de almidón en tejidos fotosintéticamente activos y en órganos acumuladores de fotosintatos.

MATERIALES

- Plantas de malva con hojas cubiertas y no cubiertas
- Frutos de aguacate en diferentes estados de maduración
- Mechero de gas
- Caja Petri
- Pinzas
- Vasos de precipitado
- Baño María
- Papel aluminio

REACTIVOS

- Alcohol al 96 %
- Lugol o tintura de yodo

METODOLOGÍA

Planta de malva:

1. Cubre una hoja de malva con papel aluminio 72 horas antes del experimento.

- 
2. Toma dos hojas de malva, una cubierta y otra descubierta, somételas a ebullición con alcohol al 96 % en baño María durante 5 minutos para extraer la clorofila.
 3. Introduce ambas hojas en una solución de lugol (el lugol tiñe el almidón a un color café oscuro).

Frutos de aguacate:

1. Corta los frutos por la mitad y colocarlos en una caja Petri que contenga 5 mL de la solución de lugol. Déjalos ahí durante 15 minutos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

Shawn O. Farrell, Ryan T. Rallano. 1999. Experiments in biochemistry: A hands – on Approach publisher: Brooks Cole.

Donald Voet. 1995. Biochemistry Publisher: 2nd edition

Wilson K y Walker J. 2000. Principles and techniques of practical biochemistry. 5a ed. Cambridge University Press.



PRÁCTICA N° 3 – CUANTIFICACIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA (UFC)

El suelo es un ecosistema con una gran variedad y cantidad de microorganismos. Algunos de estos microorganismos pueden generar enfermedades a las plantas, pero más del 90 % de estos microorganismos son benéficos para las mismas.

Existen relaciones simbióticas mutualistas entre microorganismos y plantas a través de sus raíces. Entre los beneficios que pueden proporcionar los microorganismos a las plantas son: promover en el crecimiento radical, regular de la actividad metabólica de la raíz, modificar las propiedades físicas y químicas del suelo, así como promover la tolerancia a patógenos y a metales pesados.

La biomasa y actividad microbiana son cruciales para el funcionamiento de los ecosistemas.

OBJETIVO

Comparar la abundancia bacteriana en dos tipos de suelo (uno agrícola y uno forestal).

MATERIALES

- 250 g de papas
- 5 g de azúcar
- Cajas Petri
- 10 g de suelo agrícola
- 10 g de suelo forestal
- 2 Matraces Erlenmeyer (250 mL)
- 12 Tubos de ensayo
- Pipetas (1 mL)
- Probeta graduada (10 mL)
- Papel aluminio
- Agitador
- Varillas de vidrio (“L”)

REACTIVOS

- Agua destilada
- Agar bacteriológico
- Alcohol 96 %

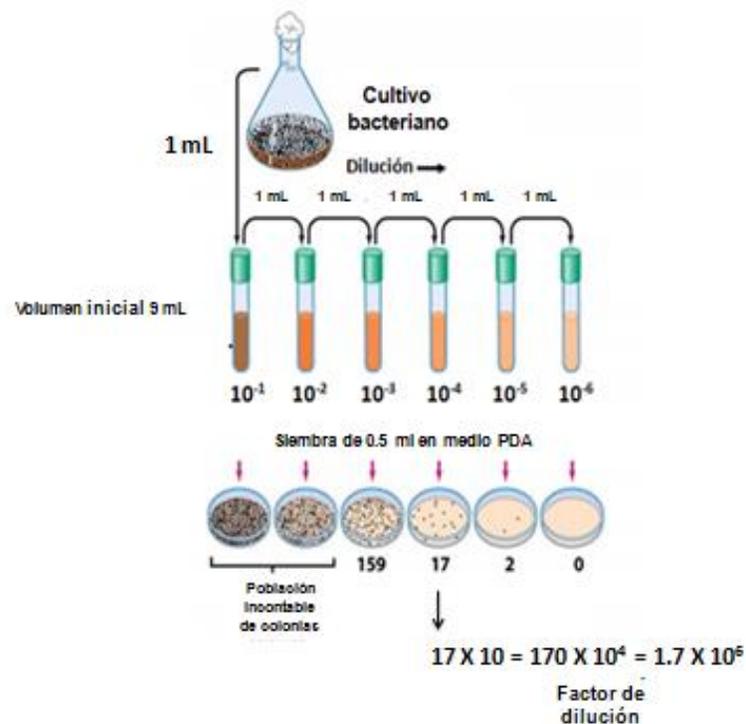
METODOLOGÍA

1. Coloca 90 mL de agua destilada y 10 g de suelo agrícola en un matraz de 250 mL (repetir paso para suelo forestal).
2. Agita la solución por un lapso de 10 min (eliminar terrones formados).
3. Realiza diluciones seriales (10^{-6}) de las soluciones de los suelos.
4. Toma 0.5 mL de las diluciones 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6} y colócala ese volumen en cajas Petri con medio PDA*, esparce de manera uniforme en toda la caja con ayuda de una varilla en forma de "L" (estéril).
5. Incuba las cajas con PDA y la solución del suelo 24 horas a 28 °C.
6. Determina las unidades formadoras de colonias bacterianas de cada solución de suelo, con base en la siguiente fórmula (McCrary, 1915):

$$(A * 10) \text{ (Dilución utilizada } 10^{-x}\text{)}$$

A = número de colonias contadas en la caja

10 = constante



*Medio Papa-dextrosa-agar (PDA) Para preparar 1 L de medio se colocan 200 g de papa en aproximadamente 1.5 L de agua destilada y se hierve durante 20 min,



a continuación se coloca 1 L del caldo de papa en un matraz, se le agregan 5 g de azúcar y 16 g de agar bacteriológico, posteriormente se esteriliza a 120 kPa de presión durante 20 minutos y finalmente se vierte en cajas Petri.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA

McCrary, M. H. (1915). The numerical interpretation of fermentation-tube results. The Journal of Infectious Diseases, 183-212.



PRÁCTICA N° 4 - MICORRIZAS ARBUSCULARES

En la relación suelo-planta existen diversos microorganismos que benefician la calidad del suelo y desarrollo de las plantas. En el suelo, cohabitan numerosos microorganismos que pueden influir positivamente en el crecimiento y desarrollo vegetal. Entre dichas interacciones se destaca la simbiosis que se establece entre las raíces de las plantas y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en diferentes ecosistemas agrícolas y naturales, los cuales son simbioses obligados que forman asociaciones mutualistas con el 90 % de las plantas.

Durante la simbiosis, las funciones de estos hongos son múltiples, dentro de las ventajas que obtienen de dicho proceso encontramos el incremento en la absorción de nutrientes minerales y de agua, la resistencia a condiciones de estrés, además de mejorar la estructura del suelo, a cambio el hongo recibe fuente de carbono y un nicho ecológico.

PRACTICA 4.1 – EXTRACCIÓN DE ESPORAS

OBJETIVO

Extraer y observar esporas de distintos géneros de hongos micorrizogenos arbusculares, a partir de muestras de suelo.

MATERIALES

- 100 g de suelo
- Tubos Falcon de 50 mL
- Centrífuga
- Tamices (0.038, 0.149 y 0.420 μm)
- Recipiente de plástico (1 L)
- Espátula
- Estereoscopio
- Cajas Petri

REACTIVOS

- Agua corriente
- Solución de sacarosa al 48 %

METODOLOGÍA

1. Coloca 100 g de suelo en un recipiente de plástico.
 2. Adiciona agua para resuspender (aproximadamente 1L) y agita vigorosamente con ayuda de una espátula.
 3. Decanta el sobrenadante en los tamices colocados en el siguiente orden:
 - Tamiz 0.420 μm : para eliminar partículas grandes de suelo
 - Tamiz 0.149 μm : elimina partículas de tamaño medio del suelo
 - Tamiz 0.038 μm : retiene gran cantidad de las esporas que tiene un tamaño promedio de 50 - 600 μm
 4. Repite los pasos 2 y 3 en el suelo remanente hasta que el agua quede casi transparente.
 5. Retira los tamices superiores y toma el tamiz de 0.038 μm , enjuaga suavemente el suelo tamizado.
 6. Toma aproximadamente 10 g del suelo tamizado y colócalo en un tubo Falcon con agua, a continuación somete a centrifugación a 2500 rpm durante 5 minutos.
 7. Elimina el sobrenadante y agrega aproximadamente 30 mL de una solución de *sacarosa al 48 %. Agita y vuelve a centrifugar, a 2500 rpm durante 2 minutos.
 8. Después de centrifugar decanta el sobrenadante en el tamiz de 0.038 mm.
 9. Lava para retirar el exceso de sacarosa y recupera los residuos de suelo en una caja Petri.
 10. Observa la muestra en un estereoscopio y extrae las esporas de micorriza arbuscular.
- * Preparación de sacarosa 48 %: Pesar 480 g de azúcar y disolverlos en 500 mL de agua poco a poco, una vez disuelto aforar a 1 L.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA

Gerdemann, J.W., T.H. Nicolson, 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycolical Society 46:235–244.

PRACTICA 4.2 – MONTAJE DE ESPORAS

MATERIALES

- Portaobjetos y cubreobjetos
- Esporas de HMA
- Agujas de disección

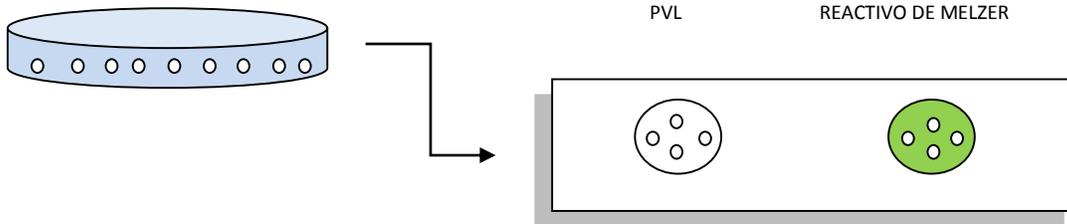
REACTIVOS

- Alcohol polivinílico
- Reactivo de Melzer

1. Coloca una gota de alcohol polivinílico (*PVL) en un costado de un portaobjetos. Ubica esporas de las mismas características (tamaño, color y forma) sobre el centro de la gota de PVL.

2. En el otro costado del porta objetos coloca una gota de PVL combinada con una gota de *reactivo de Melzer, y coloca esporas de igual forma que en la anterior, como se muestra en la figura.

Placa Petri con esporas
de características
similares



PORTA OBJETOS CON UNA GOTAS DE PVL, Y UNA
GOTA CONVINADA DE PVL Y REACTIVO DE
MELZER.

3. Observa e identifica en un microscopio compuesto.*PVL

- 100 ml de agua destilada
- 100 ml de ácido láctico
- 10 ml de glicerol
- 16.6 g de polivinil alcohol

*Reactivo de Melzer

- 100 g de hidrato de cloral
- 100 ml de agua destilada
- 1.5 g de yodo
- 5 g de yoduro de potasio

PRACTICA 4.3 – TINCIÓN DE RAICES

MATERIALES

- Raíces
- Frascos de vidrio
- Olla de presión

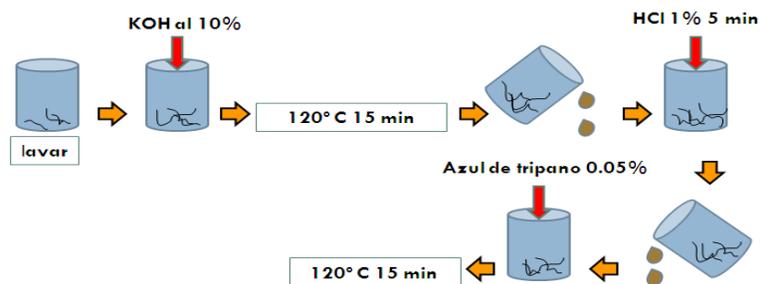
REACTIVOS

- Hidróxido de potasio (KOH) al 10 %
- Azul de tripano al 0.05 % en acetoglicerol
- Ácido clorhídrico (HCl) 1 %

METODOLOGÍA

NOTA: todo el procedimiento se realiza bajo la protección de bata, cubrebocas y guantes.

1. Separa las raíces y lávalas con abundante agua hasta eliminar cualquier residuo de suelo.
2. Seca las raíces a 70 °C durante 48 h en horno de alta temperatura.
3. Coloca las raíces en un frasco de vidrio.
4. Añade KOH al 10 % hasta cubrir perfectamente las raíces.
5. Calienta a 120 °C durante 15 min en autoclave.
6. Decanta el KOH y lava con abundante agua hasta que esta el agua de enjuague quede transparente.
7. Añade HCl 1 % hasta cubrir las raíces y deja reposar por 5 min.
8. Decanta el HCl y añade *azul de tripano al 0.05 % hasta cubrir las raíces.
9. Calienta a 120° C durante 15 min en autoclave



*Azúl de tripano al 0.05 % en acetoglicerol

Reactivos (un litro de solución)

- Acido acético 85 % 270 mL
- Glicerol 330 mL
- Agua destilada 400 mL
- Azul de tripano 0.5 g

Procedimiento de preparación de reactivo azul de tripano

1. En un matraz coloca todos los reactivos, al final el ácido.
2. Agita hasta homogeneizar.
3. Guarda en frasco etiquetado.

PRACTICA 4.3.2 – MONTAJE DE RAICES

MATERIALES

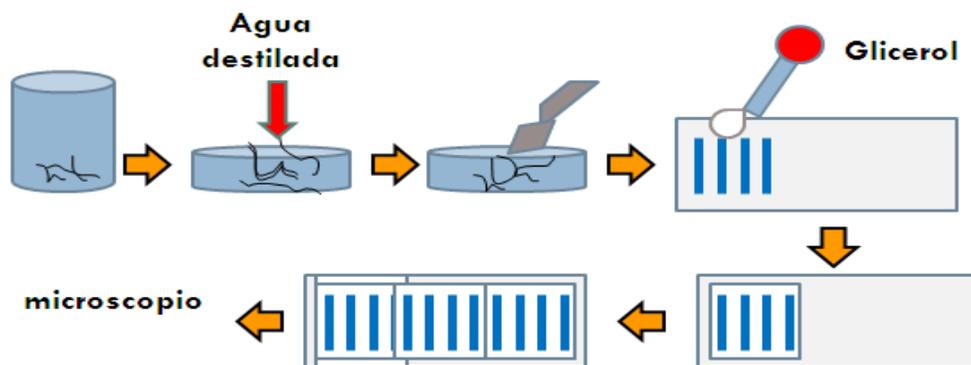
- Cajas Petri
- Pinzas de disección
- Bisturí
- Gotero
- Portaobjetos
- Cubreobjetos

REACTIVOS

- Glicerol

METODOLOGÍA

1. Coloca las raíces teñidas en una caja Petri con ayuda de unas pinzas de disección, eliminando el exceso de azul de tripano.
2. Añade agua destilada.
3. Corta las raíces más suaves en segmentos de aproximadamente 1 cm con ayuda de un bisturí.
4. Coloca los segmentos en un portaobjetos en grupos de 4 raíces, añadir una gota de glicerol y poner un cubre objetos, realizar este mismo proceso 3 veces por cada portaobjetos.
5. Realiza cada muestra por triplicado, como se indica en la figura.
6. Observa al microscopio.



RESULTADOS Y CONCLUSIONES



Género y Medio Ambiente

Instructora: Dra. Dolores Molina Rosales

email: dmolina@ecosur.mx

El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche

¿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.¹

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

¹ Al respecto consultan Dora Cardaci, Mary Goldsmith y Lorenia Panscho, "Los programas y centros de estudios de la mujer y de género en México", en Gisela Cárdenas (coord.), *Feminismo en México. Visiones históricas, críticas del siglo que termina*. TUBUZUNAMA, México, 2002, pp. 247-262.

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-

² 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). Es a partir de 1940 cuando se abre la etapa contemporánea moderna de las universidades, una etapa de reconfiguración y desarrollo en las relaciones entre el Estado y las universidades públicas del país (Acosta, 1998, 2000).

preñada entre 1940 y la actualidad,² 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,

Michoacán, Puebla y, en Jalisco, un establecimiento público y otro privado: la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma de Guadalajara.³ En la década comprendida entre 1940 y 1950 se establecieron otras tres instituciones privadas⁴ 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

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 2.2% 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.

³ En el desarrollo de este tema, los autores se basaron principalmente en Coillay y De-Quier, 1997; Díaz-Barriga, 2002; Rodríguez, 1999, 2002, 2003; Acosta, 1998, 2000; Anuies, 1999, 2000, 2002.

⁴ Para las instituciones son: el Tecnológico de Monterrey, el Instituto Tecnológico Autónomo de México y el Centro Cultural Universitario que se convirtieron 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

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.

Si se desglosa 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-

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-

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

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 período 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 período 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 período 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

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

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, 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 diversas instituciones de educación superior mexicanas.⁵ 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

⁵ Mercedes Blanco, Mercedes Carreras, Yolanda Corona, Mary Goldsmith, Martha Sánchez, Flomda Riquiera, María Luisa Tarrés.

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.

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 señaló 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

que los abordan y en qué etapa de la formación se cursan?⁶

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. Ponemos 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 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 identificó⁷ 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.

⁶ 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. Pensamos que es imprescindible, por tanto, que en futuras investigaciones, como señala Cluemo-Schistler (1995), se realice el análisis curricular que considere no solamente sus contenidos (fundamentales y formativos), sino también los objetivos pedagógicos y acciones prácticas por medio de las que se midieron y expresan contenidos y temas.

⁷ 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.

Cuadro 4

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

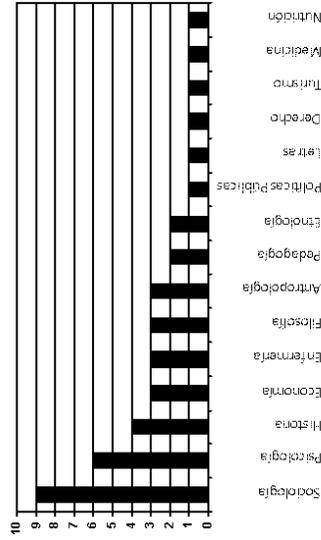
INSTITUCIÓN	ORGANIZACIÓN CURRICULAR	ETAPA DE LA FORMACIÓN EN QUE SE INCORPORAN	CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
Psicología Instituto Politécnico Nacional	Por asignaturas	Tercer año	Obligatorias (2)
Psicología Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco	Por módulos	Segundo año	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)



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	Opcativa (1)
Economía Universidad Autónoma de Baja California	Por asignaturas	Desde tercer año	Opcativa (1)
Historia Universidad Autónoma de Puebla	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Opcativas (2)
Historia Universidad Autónoma de Guanajuato	Por asignaturas	Desde tercer año	Opcativa (1)
Historia Universidad de Nvo. León	Por asignaturas	Desde tercer año	Opcativa (1)
Filosofía Universidad Veracruzana	Por asignaturas	En cualquier año segundo año	Opcativas (2) Obligatoria (1)
Etnología Escuela Nacional de Antropología e Historia	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Opcativas (2)
Letras UNAM	Por asignaturas	Desde el tercer año	Opcativa (1)
Turismo Universidad de Guadalajara	Por asignaturas	En cualquiera de los cuatro años	Opcativa (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	Opcativa (1)
Nutrición Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco	Por módulos	Segundo año	Obligatoria (1)
Enfermería Escuela Nal. 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)

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 que 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

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 ubicaron un módulo y dos asignaturas que incluían contenidos sobre cómo las relaciones intergenéricas y la situación de inequidad 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 Sadovnik, 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-

ción se encuentran cuatro carreras de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-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 evidencia⁸ 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.

⁸ 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 medicina de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, que incluye al género y la promoción de la salud como categorías transversales. Ver al respecto: Halvachsain, 2003.

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 nitidamente 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

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,

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*.⁹ Con esta expresión se aludía a los tipos de es-

⁹ Esta polémica se hizo particularmente visible en las universidades de los Congresos anuales de la National Women's Studies Association (NWSA) en 1983, editados por Glan Beckley y Fernane D'Veall Klein, *Theories of Women's Studies*.

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

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-

centes cuya motivación surgía de alguna actividad coordinada por profesoras de dichos programas.¹⁰

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 intergenéricas 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 disciplinarias 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

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

¹⁰ No puede dejar de señalarse que en numerosos casos tal actividad había sido coordinada por Guacela Herrera quien tanto desde su trabajo como directora del Programa Universitario de Estudios de Género (PUEG/UNAM) como desde su docencia en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM sembró inquietudes en numerosos/as docentes y colegas.

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)*. ICF/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 CABRERAS, Yolanda CORONA, Mary GOLDSMITH, Martha SÁNCHEZ, Florinda RIQUEY y María Luisa TABRÉS. *La docencia*

universitaria sobre la problemática femenina. Posibilidades y obstáculos. CISE-UNAM, 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-IANAH-México, 1987.

CARDACE, 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/UNAM, UAM, 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/UNAM, México, 2002.

CASILLAS, Manuel y Adrián de GARNAY. "El contexto de la constitución del cuerpo académico en la educación superior", en Gil, Manuel et al. (eds.), *Académicos: Un botón de muestra*. UAM-A, México, 1992.

CETINA VADILLO, Eugenio. *Ponencia presentada en el Seminario Repensando la Universidad*. UAM-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*. CESU/UNAM/Porrúa, México, 2002, pp. 167-188.

- 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 SACRISTÁN, José. *El currículo. Una reflexión sobre la práctica*. Morata, Madrid, 1995.
- GIROUX, Henry y Myrsiades Kostas (eds.). *Beyond the Corporate University*. Rowman and Littlefield Publishers, Boston, 2001.
- HARICHAIN, Hilda. "El género como categoría transversal necesaria", en *Zona Franca*, año XI, núms. 11-12, 2003, pp. 4-9.
- INAWATULAH, Sohail y Jennifer GINLEY (comps.). *La universidad en transformación. Perspectivas globales sobre los futuros de la universidad*. Pomares, Barcelona, 2003.
- KEMR, 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.
- LEES, Sue. "United Kingdom", en KRORS, 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, Lilliana. "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*. CESU/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.
- SADOWNIK, 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.



Sincronización y Caos

Instructora: Dr. Joaquín Escalona Segura

email: dmolina@ecosur.mx

El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche





Fauna Silvestre

Instructor: Dr. Rafael Reyna Hurtado

email: rreyna@ecosur.mx

El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche





Bioquímica

Instructor: Dr. Yuri Jorge Peña Ramírez

email: ypena@ecosur.mx

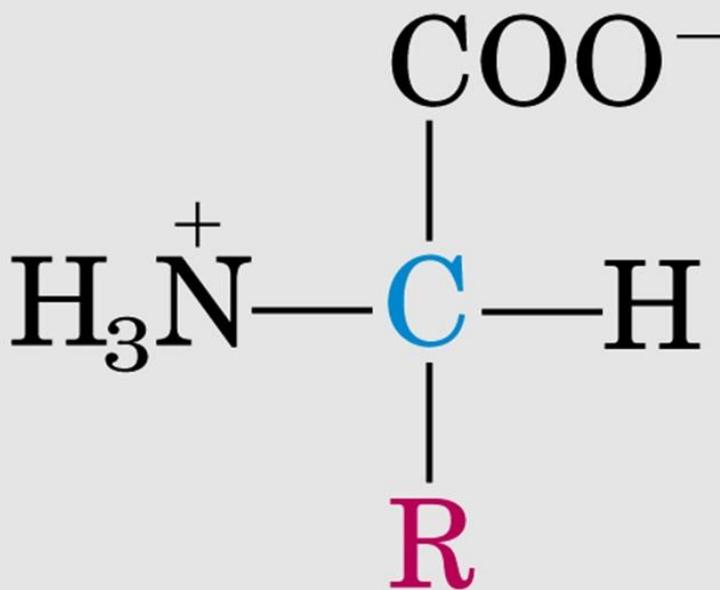
El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche

proteína.

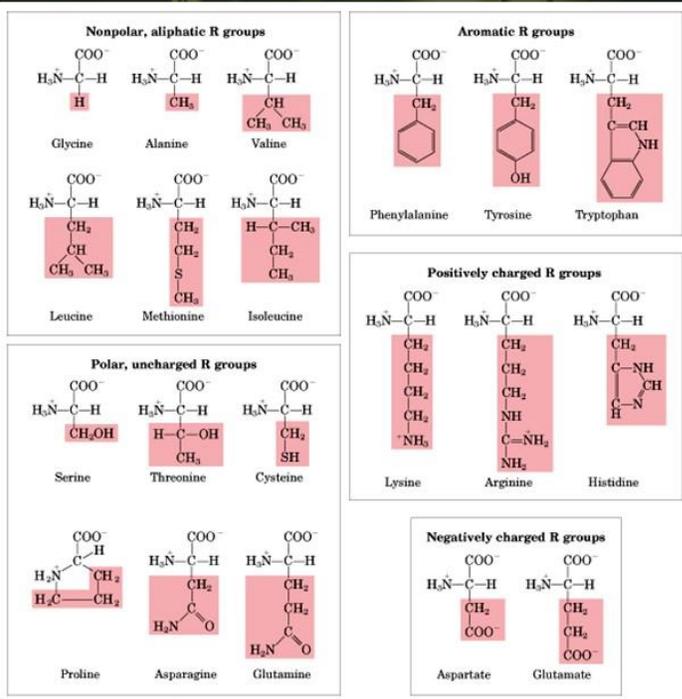
(Del fr. *protéine*, y este del gr. πρωτεῖος, preeminente, de primera calidad, e *-ine*, *-ina*).

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

Aminoácidos



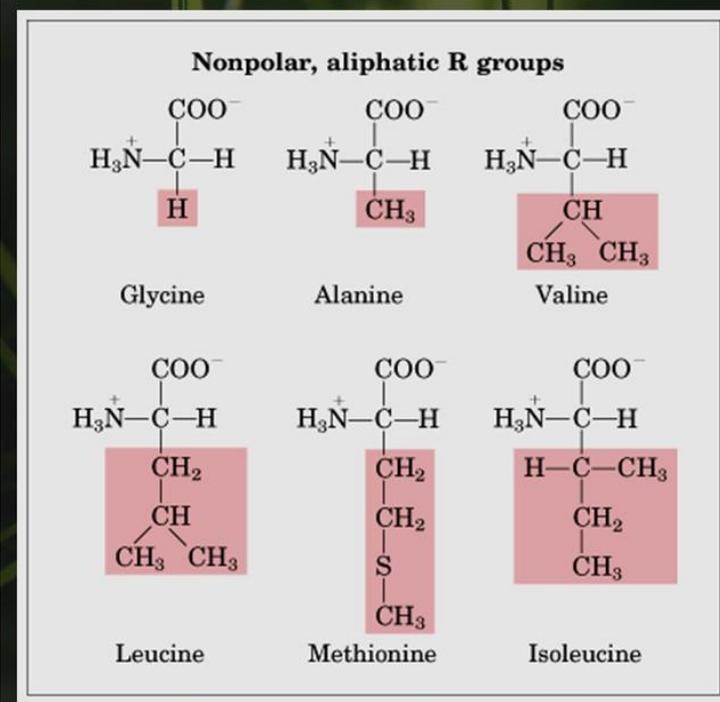
La caja bioquímica de herramientas



20 herramientas distintas

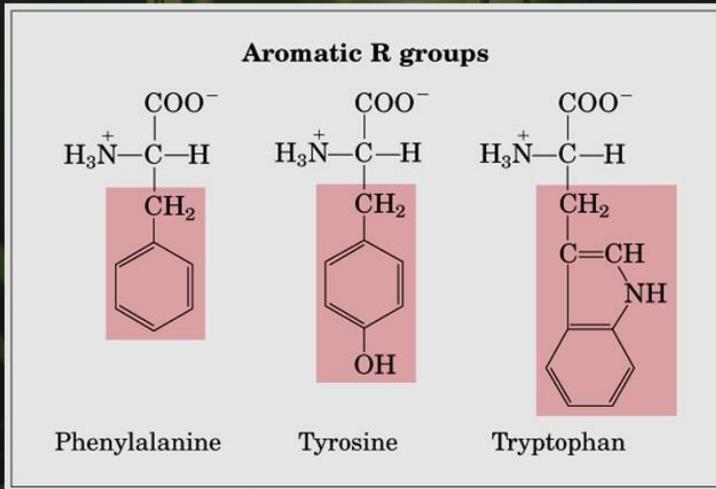


Aminoácidos alifáticos no polares

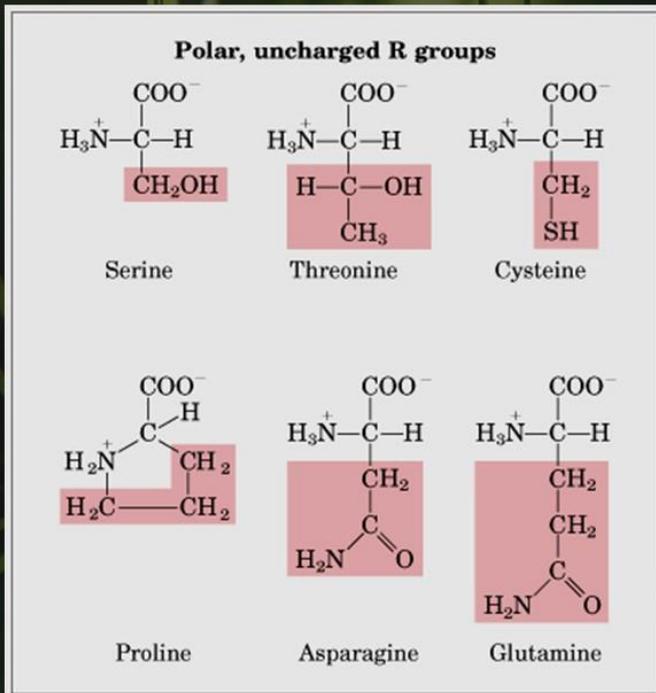


© School Division, Houghton Mifflin Company

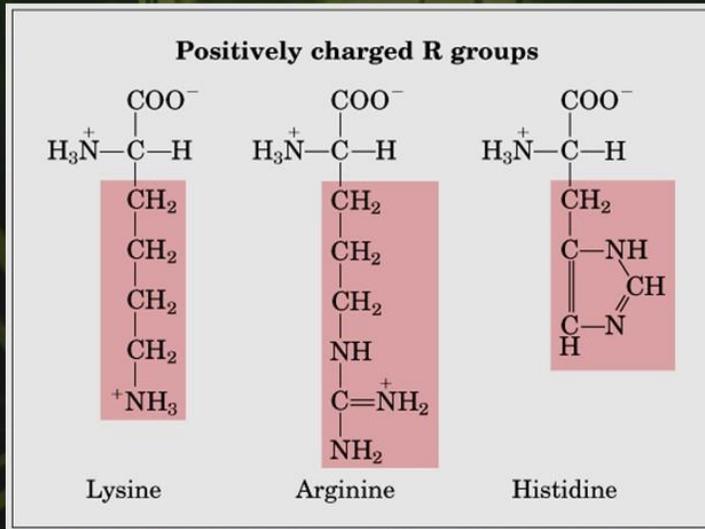
Aminoácidos aromáticos



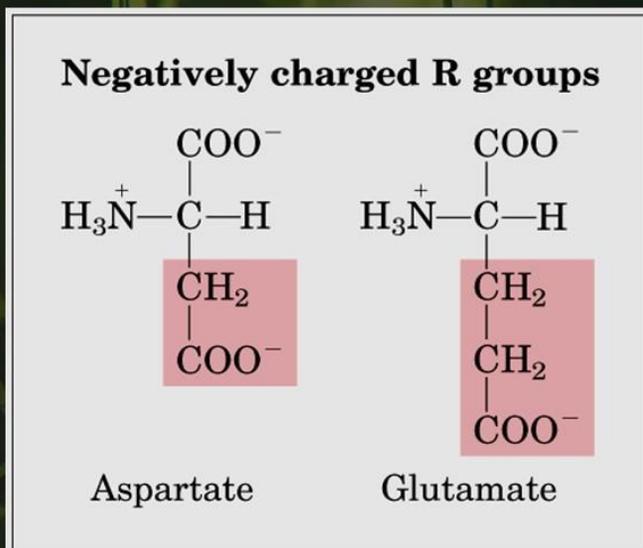
Aminoácidos polares sin carga



Aminoácidos con carga positiva



Aminoácidos con carga negativa



La estructura y las propiedades permiten la función:

1



2



() Apretar / aflojar tuercas

() Apretar / aflojar tornillos

() Perforar

() Recoger material

() Golpear, romper

3



4



5



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

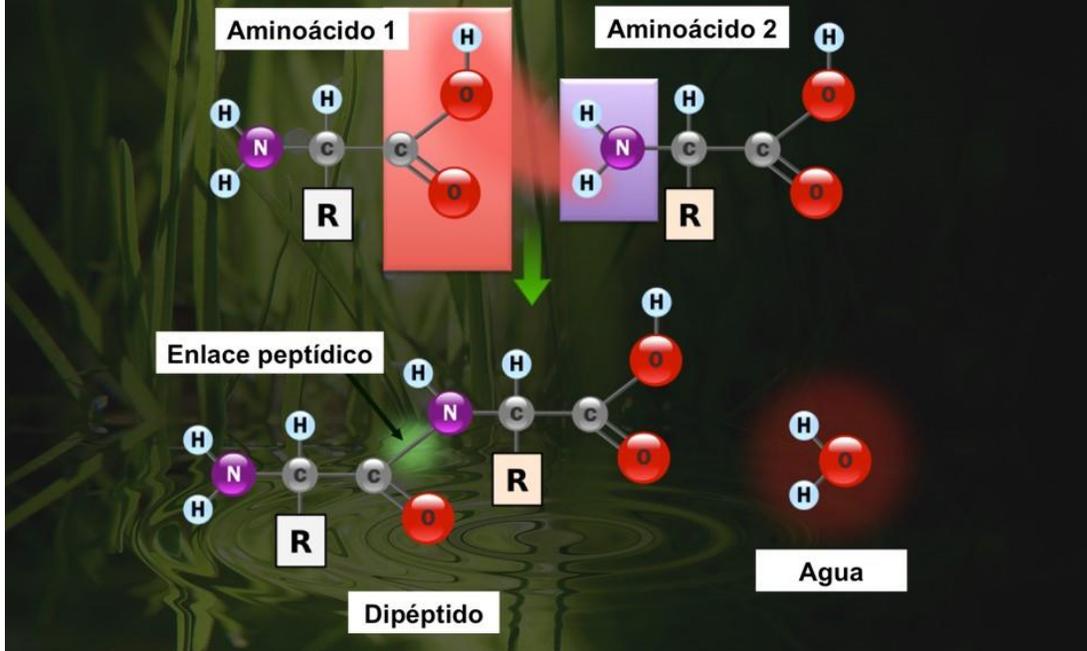
() Trabajan con moléculas hidrofóbicas

5. Aminoácidos cargados negativamente

() Trabajan con moléculas hidrofílicas

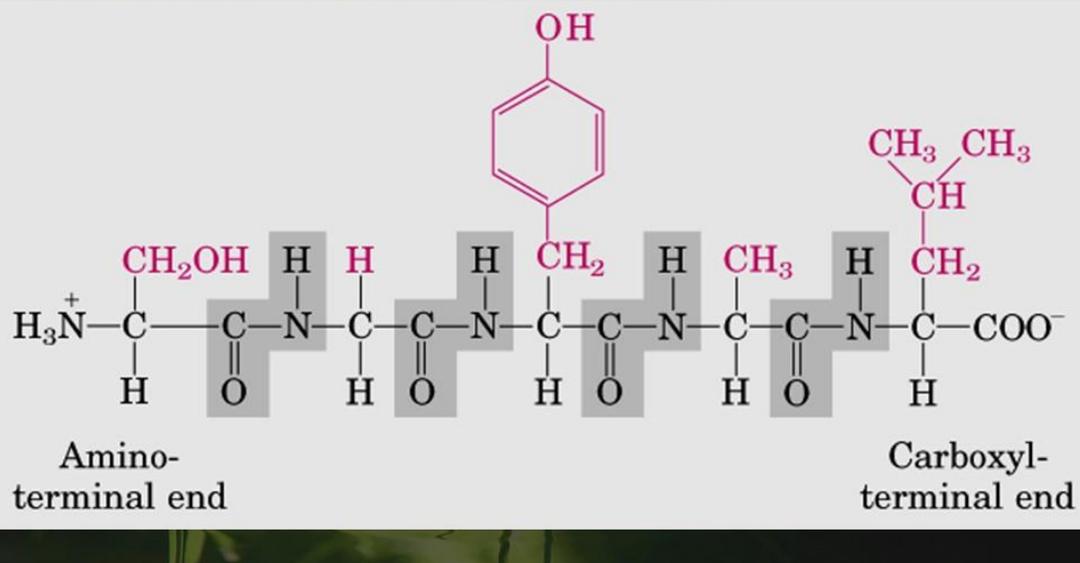
Un cinturón de herramientas bioquímicas

El enlace peptídico



Un cinturón de herramientas bioquímicas

Las proteínas!!!



Un cinturón de herramientas:



Péptidos y proteínas

La representación de los péptidos y proteínas puede hacerse mediante la escritura del código de cada aminoácido de acuerdo a la secuencia de ellos en la cadena.

Ejemplo:

Un tripéptido de Glicina: GGG

Un decapeptido de Alanina y Prolina: APAPAPAPAP

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



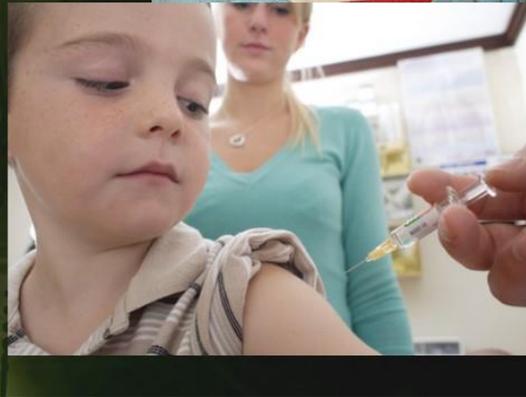
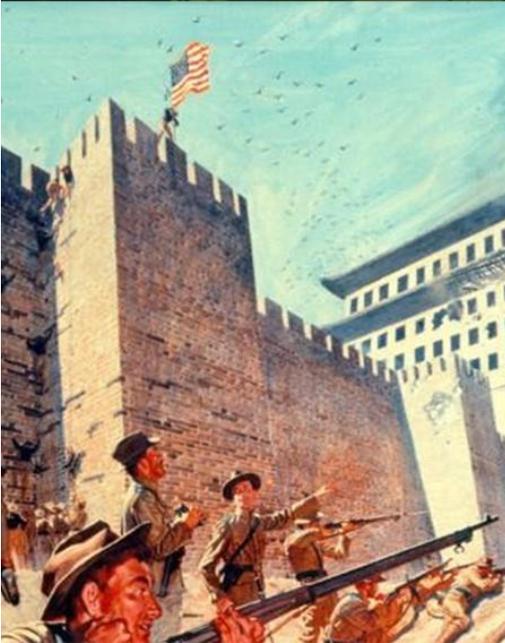
Diversidad en función de las proteínas

3) Proteínas de transporte

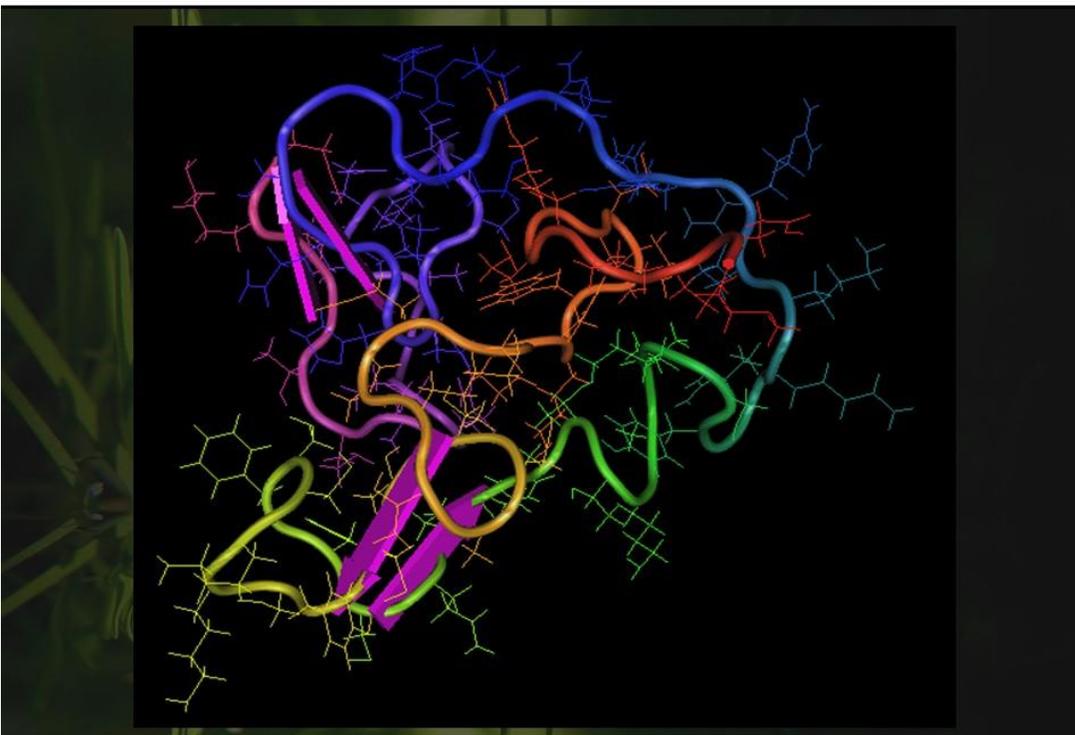


Diversidad en función de las proteínas

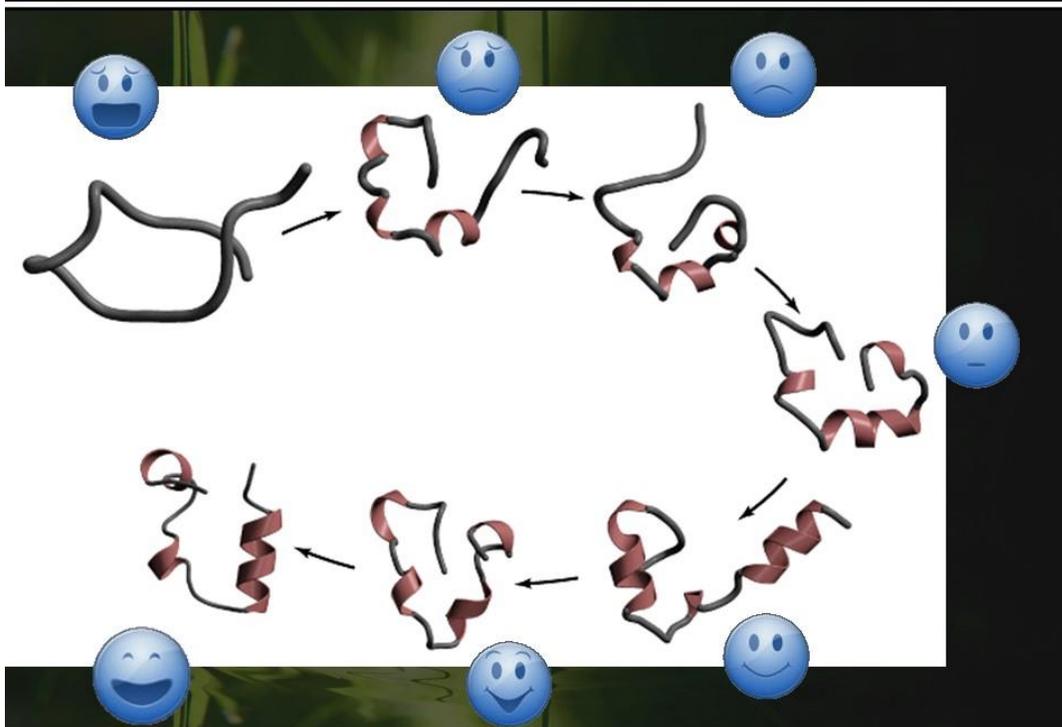
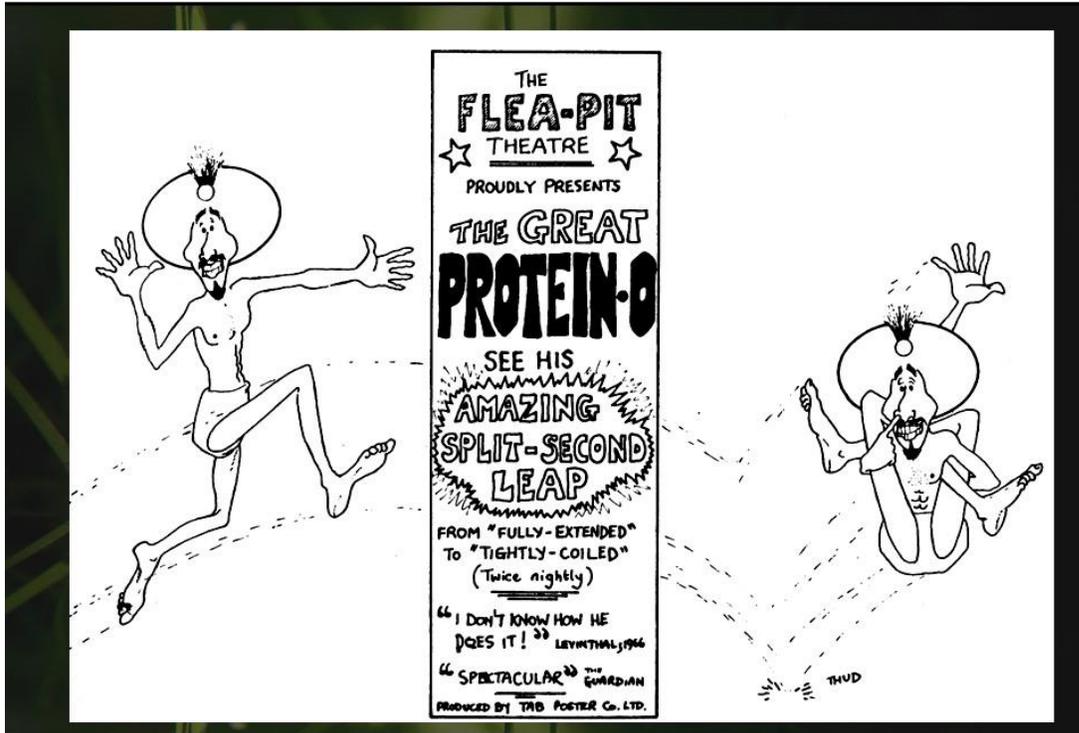
4) Proteínas de defensa

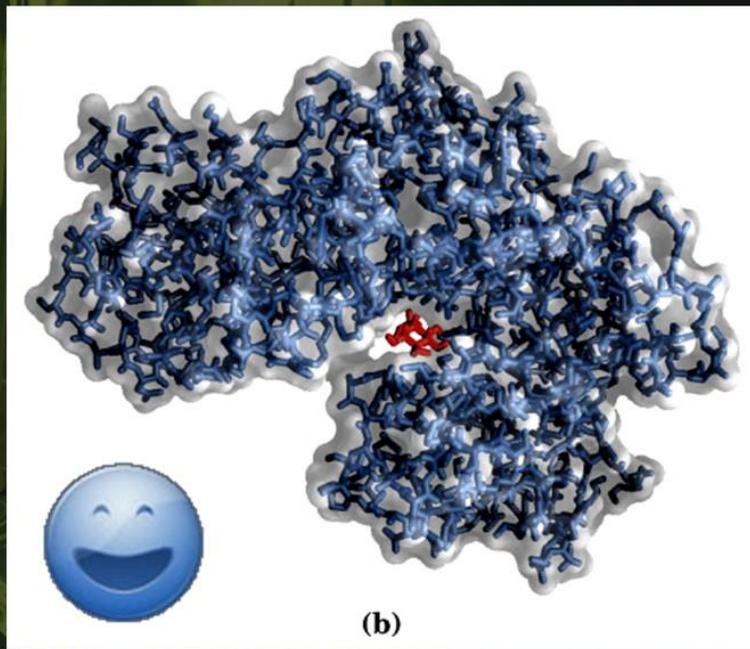
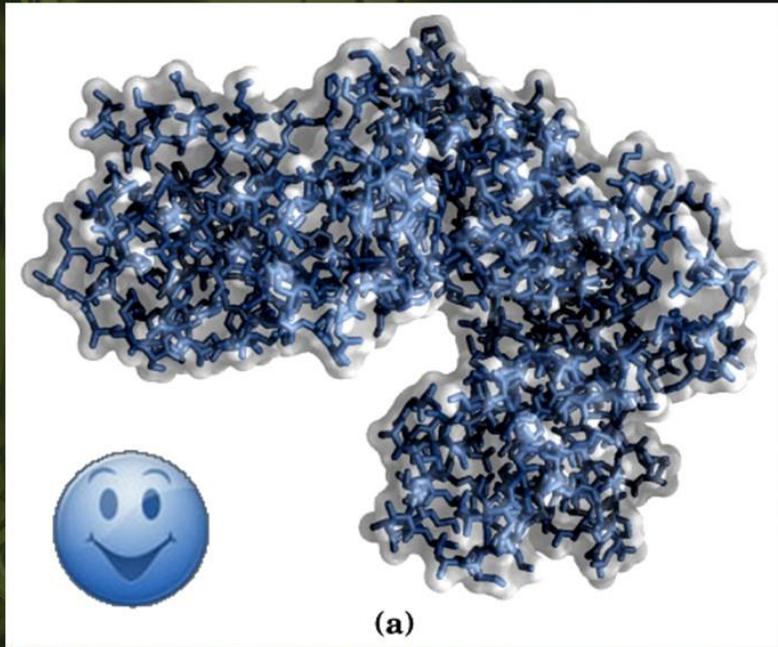


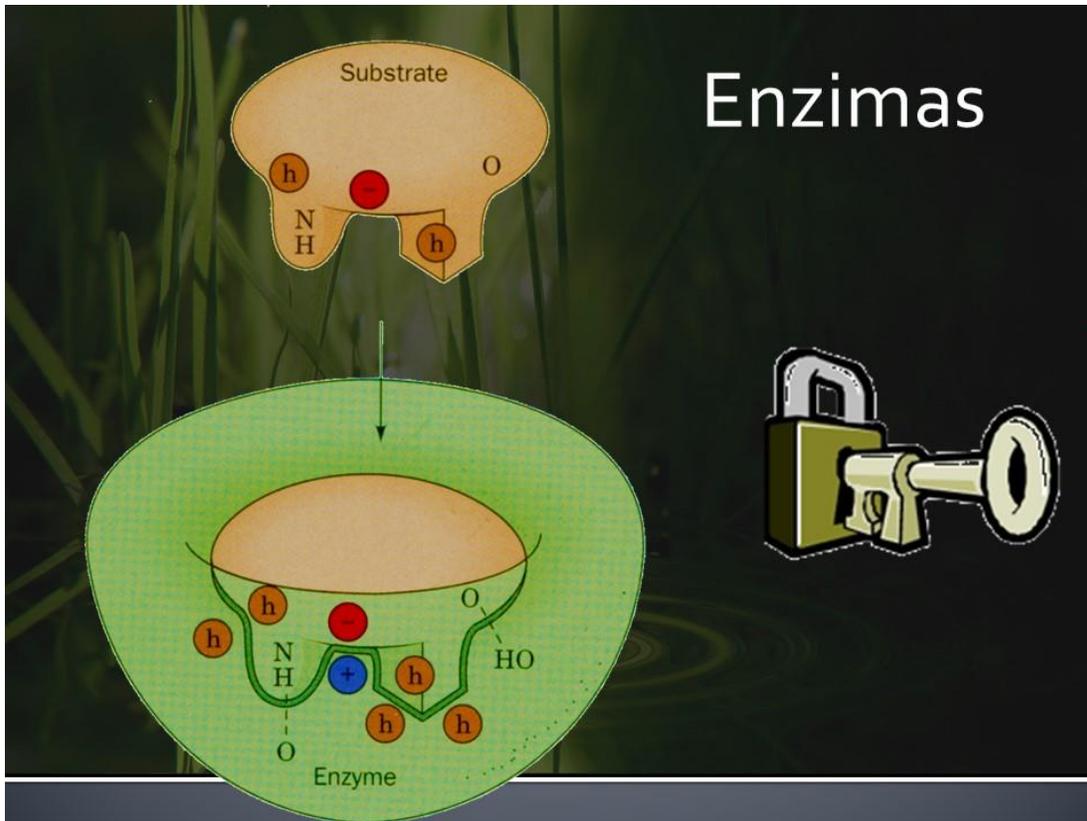
Estructura tridimensional de las proteínas



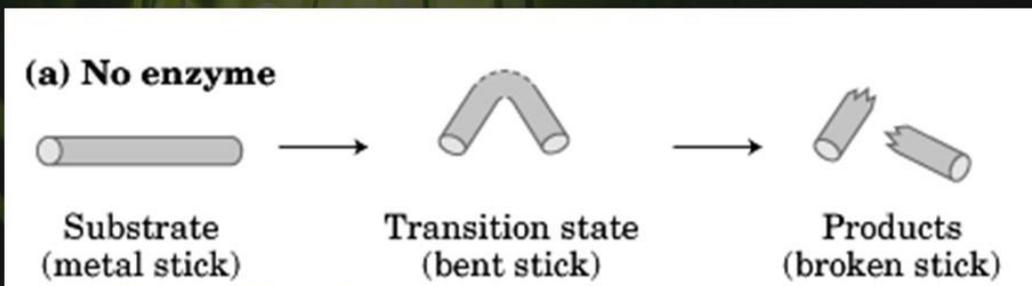
Plegamiento de proteínas





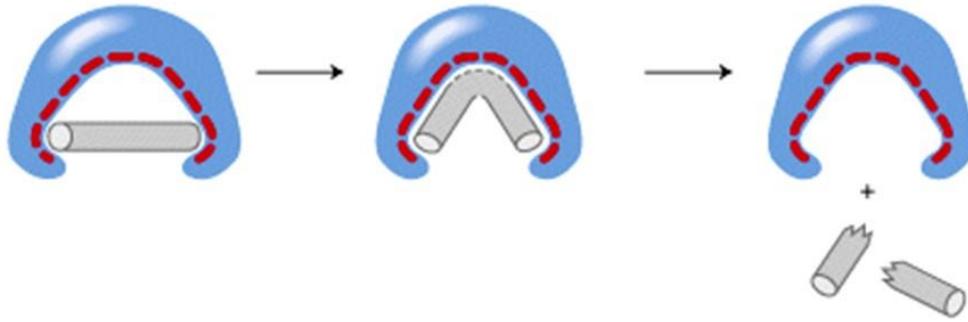


Reacción química



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
β -Lactamase	Benzylpenicillin	2,000
Fumarase	Fumarate	800
RecA protein (an ATPase)	ATP	0.4



Catalasa





Murciélagos

Instructor: Dr. Jorge Albino Vargas Contreras

email: jalbino64@hotmail.com

Universidad Autónoma de Campeche



MURCIÉLAGOS: LOS AMIGOS DE LA NOCHE

Jorge Albino Vargas Contreras

Los murciélagos son mamíferos que pueden formar grandes colonias; corresponde al segundo grupo, después de los roedores, con mayor riqueza de especies (1100 especies). 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, el porque estudiarlos y conservarlos.

El curso tiene como propósito enseñar a capturar e identificar especies de 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 12 temas con los cuales se ampliará el conocimiento sobre los murciélagos.













Metagenómica

Instructora: Dra. Leticia Arena Ortiz

email: leticia.arena@ciencias.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Campus Sissal

Metagenómica de suelos: grandes desafíos y nuevas oportunidades biotecnológicas

Soil Metagenomics: new challenges and biotechnological opportunities

Hernández-León R, I Velázquez-Sepúlveda, MC Orozco-Mosqueda, G Santoyo

Resumen. El suelo es un sistema complejo que alberga una gran cantidad y diversidad de microorganismos. Hasta hace poco, sólo se podía tener acceso al estudio de un pequeño porcentaje de la microbiota que habita en este ecosistema. Actualmente, con la metagenómica se ha logrado conocer y estudiar en más detalle todo ese material genómico desconocido. Se han descubierto nuevas moléculas con aplicaciones biotecnológicas y se ha profundizado en entender mejor las diferentes interacciones microbiológicas en diversos ambientes, algunos con características extremas. En este ensayo se analizaron los trabajos más recientes en el área de la metagenómica, con énfasis en aquellos relacionados con el suelo. Asimismo, se describen los logros alcanzados por el proyecto Metacontrol (metagenómica de suelos supresores de enfermedades), y finalmente, proponemos los diferentes desafíos que ha de superar la metagenómica, así como las nuevas oportunidades biotecnológicas que surgen con esta nueva ciencia.

Palabras clave: Metagenómica; Suelo; Microorganismos.

Abstract. Soil is a complex system that includes a great number and diversity of microorganisms. Until recently, only a small percentage of the bioma was known and could be studied. Currently, it is possible to have a deeper knowledge of all that unknown genomic material with the development of new tools, like metagenomics. New molecules have been discovered with various biotechnological applications, and knowledge of the diverse microbiological interactions in several environments, some of them with extreme life conditions, is much higher. We analyze the most recent literature in the field of metagenomics in this study, especially that related with the soil. Achievements of the Metacontrol project (metagenomics of disease-suppressive soils) are also described. We finally propose various challenges to be overcome in metagenomics, and new biotechnological opportunities emerging with this new science.

Keywords: Metagenomics; Soil; Microorganisms.

INTRODUCCIÓN

La metagenómica es una ciencia que surge como una rama de las ciencias genómicas, la cual se refiere al estudio del metagenoma de un nicho en particular (Handelsman, 2004; Riesenfeld et al., 2004). El metagenoma se puede definir como el total de ADN de una muestra ambiental. Hasta el momento, se han investigado metagenomas de diversos ambientes, incluyendo ecosistemas acuáticos, minas, suelos agrícolas y forestales, entre otros (Rondon et al., 2000; Wang et al., 2000; Lee et al., 2004; Tyson et al., 2004; Craig et al., 2009). Lo relevante de estos estudios es que cada uno de ellos ha mostrado diferentes aspectos para estudiar y analizar. En algunos casos, se han descubierto novedosos elementos genéticos que podrían tener aplicación en la industria (Rondon et al., 2000; Wang et al., 2009), mientras que en otros, han aportado novedosos aspectos de la ecología microbiana en un ecosistema en particular (Tyson et al., 2004).

Mediante técnicas convencionales de cultivo en laboratorio se ha estudiado la diversidad microbiana y sus metabolitos. En particular, se ha propuesto que entre 80-90% de los microorganismos que habitan el suelo son desconocidos (Alexander 1977). Esto representa una limitante para descubrir el verdadero potencial genético de estos sistemas. Al estudiar el metagenoma de un ambiente en particular, es muy probable que este consista en gran parte de bacterias u otros organismos no cultivables; sólo conocemos una pequeña proporción de éstos, los cuales podemos reproducir en condiciones de laboratorio (Handelsman 2004; Riesenfeld et al., 2004). De esta manera, el ADN metagenómico se puede clonar en vectores y expresar en diversos huéspedes procariotes, dependiendo de los objetivos del estudio (Rondon et al., 2000; Wang et al., 2000). Todo este material genético podría codificar nuevas o mejores actividades metabólicas. De la misma manera, se pueden emplear métodos de secuenciación masiva que generarán genomas completos de organismos no cultivables (Handelsman, 2004; Tyson et al., 2004).

Metagenómica de la diversidad microbiana no cultivable

Los microorganismos son responsables de una parte importante de los ciclos biogeoquímicos, y por lo tanto, influyen significativamente en la vida terrestre. Sin embargo, nuestro conocimiento de la vida microbiana, y el papel que ésta juega en el ambiente, es todavía poco entendido. Más difícil aún es tratar de conocer la diversidad microbiana; por ejemplo, se ha estimado que existen alrededor de 2×10^6 especies bacterianas en el ambiente marino, mientras que una muestra de suelo podría contener hasta 4×10^6 diferentes taxa (Curtis et al., 2002). Esto indica que su estudio es un gran desafío de la microbiología actual.

Un problema obvio al que nos enfrentamos para conocer la diversidad microbiana, y en particular las bacterias, es que estas son invisibles para el ojo humano, por lo que

se han desarrollado métodos para cultivarlas en laboratorio (Handelsman, 2004).

Desafortunadamente, se estima que sólo un pequeño porcentaje (0,1 - 10%) de las bacterias son cultivables (Rondon, 1999). Esto implica que la gran mayoría de las bacterias son no cultivables, y por lo tanto, desconocidas para el ser humano. Una probable explicación es el desconocimiento de sus requerimientos nutricionales y fisiológicos para su crecimiento. Este hecho ha limitado enormemente nuestro conocimiento sobre la diversidad bacteriana. Para contrarrestar esta limitante, se han desarrollado métodos para poder aislar y amplificar el material genético de bacterias no cultivables en diferentes ambientes.

Una de las técnicas más usadas desde hace algunas décadas es la amplificación de los genes ribosomales que codifican para la subunidad 16S (ADNr 16S). Este marcador es una poderosa herramienta que ha sido ampliamente usada en clasificaciones filogenéticas, debido a que su secuencia es altamente conservada (Woese y Fox, 1977; Pace et al., 1986; Woese, 1987). La amplificación de los ADNr 16S se realiza por medio de la reacción en cadena de la polimerasa o PCR, por sus siglas en inglés, empleando oligonucleótidos o primers específicos. Esto se realiza para amplificar los ADNr 16S de bacterias u otros grupos como arqueobacterias. En el caso de organismos eucariotes, se emplean las secuencias ADNr 18S (Baker et al., 2003). Los 16S posteriormente se pueden clonar en vectores o plásmidos. Dichos vectores son transferidos a bacterias huésped como *Escherichia coli*, para crear bibliotecas o bancos de clonas, conteniendo las secuencias ADNr 16S de diversos microorganismos de forma separada. Esto permite el análisis individual de cada una de las secuencias clonadas utilizando diversos métodos, tales como secuenciación, restricción de los 16S ribosomales con nucleasas (ARDRA), etc. (Escalante-Lozada et al., 2004).

De esta manera, miles de secuencias de ADNr 16S de diversos microorganismos, cultivables y no cultivables, son reportadas a las bases de datos como el GenBank del National Center for Biotechnology Information (NCBI), y el Ribosomal Database Project (RDP), cuya información crece continuamente. Asimismo, se ha informado el descubrimiento de nuevos grupos taxonómicos a través de los ADNr 16S usando la amplificación de secuencias de organismos no cultivables obtenidas de ADN ambiental (Hugenholtz y Pace, 1996; Huber et al., 2002). Actualmente, un gran porcentaje de los genes 16S eubacterianos que se han reportado, corresponden a bacterias que no se han podido cultivar en laboratorio. La situación es más drástica en el caso de arqueobacterias, debido a que se las puede encontrar en ambientes extremos, con altas temperaturas, bajos pHs, metales pesados, concentraciones salinas, etc. Incluso, la división Korarquiteota (o Korarchaeota) contiene únicamente secuencias ribosomales sin alguna especie cultivable hasta el momento (Birtrim et al., 1997; Garrett y Klenk, 2007). Sin embargo, cabe destacar que existe un gran

esfuerzo internacional por secuenciar genomas completos de organismos no cultivables. Esto aportará un mayor conocimiento de su fisiología y probablemente se podrán establecer condiciones en laboratorio para su cultivo.

Estrategias y métodos para la construcción de bibliotecas metagenómicas

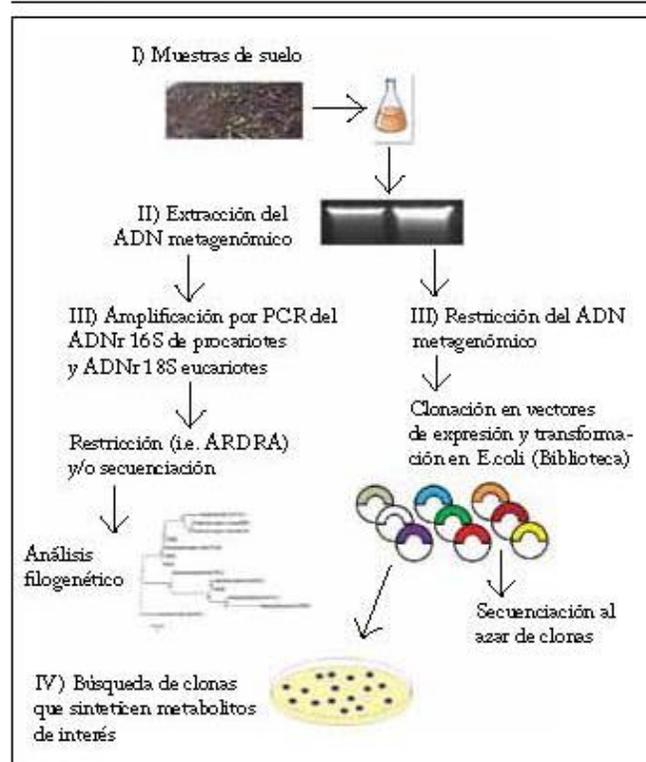
La metagenómica estudia el total del ADN que podemos encontrar en un nicho específico. Para acceder a este metagenoma se han desarrollado diferentes metodologías y vías para su análisis. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de un estudio metagenómico con una estrategia general y siguiendo los pasos básicos en la investigación: (I) Se colecta la muestra de interés; (II) se aísla el ADN metagenómico (en estudios de metagenómica funcional se puede aislar ARN); (III) el metagenoma puede tomar tres vías: a) aislamiento por PCR de los 16S para conocer la diversidad bacteriana (o de otras divisiones como arqueas o eucariotes) del metagenoma, b) digestión y clonación en vectores de expresión, y/o c) secuenciación directa de la muestra. En el paso final, (IV) se analizan las clonas en busca de actividades de interés. Estos son los pasos esenciales para la construcción de bibliotecas metagenómicas, lo cual puede resultar rutinario en algunos laboratorios; sin embargo, el aislamiento de ADN metagenómico de algunos suelos, con una pureza suficiente como para ser usado como templado en reacciones de PCR, digestión y clonación, puede ser complicado. Algunos suelos pueden contener una gran cantidad de ácidos húmicos o metales pesados, los cuales pueden inhibir la actividad de ADN polimerasas o nucleasas (Tsai et al., 1992). Debido a esto, se recomienda emplear diversos protocolos o kits comerciales específicos para cada tipo de suelo que mejoren la pureza del ADN metagenómico, así como el uso de ADN polimerasas modificadas que pueden polimerizar reacciones en presencia de compuestos inhibidores (Kermekchiev et al., 2009).

Metagenómica de diversos ambientes

El conocimiento del metagenoma de un ambiente en particular puede permitirnos conocer diversos aspectos de la vida microbiana que allí se está generando, genes que se expresan bajo esas condiciones ambientales, o quizás, las diferentes interacciones ecológicas de ese nicho particular. Persiguiendo estos objetivos se ha investigado el metagenoma de ambientes muy diversos. Por ejemplo, Venter y colaboradores (2004) secuenciaron más de un billón de pares de bases de ADN del mar Sargasso. Los autores reportan el descubrimiento de alrededor de 1800 especies genómicas; 1,2 millones de nuevos genes y más de 700 genes nuevos tipo rodopsina (Venter et al., 2004). Martín-Cuadrado y colegas (2007) también publicaron otro trabajo sobre metagenómica de ambientes marinos. Ellos aislaron el metagenoma y construyeron una biblioteca del mar Mediterráneo a 3.000 m de profundidad. Asimismo, analizaron la diversidad bacteriana

Fig. 1. Protocolo general de análisis del metagenoma de una muestra de suelo. En un primer paso se aísla el suelo que se desea estudiar (I) y se extrae el ADN metagenómico (II). Posteriormente se puede analizar la diversidad microbiana a través de la amplificación de los genes ribosomales 16S y/o llevar a cabo la restricción del ADN, así como su clonación en vectores (III). Finalmente se realiza la búsqueda de funciones o actividades enzimáticas (IV).

Fig. 1. Diagram showing the metagenomics analysis of a soil sample. (I) Soil isolation for study. (II) Extraction of metagenomics DNA. (III) Analysis of the microbial density through amplification of ribosomal genes 16S and/or DNA restriction, or its cloning in vectors. (IV) Search for enzymatic functions or activities.



por medio de la secuenciación de los 16S, encontrando que el grupo más abundante fue el de rizobiales, dentro de las alfaproteobacterias, seguido de bacterias gram-positivas, actinobacterias y firmicutes. Del grupo de las arqueas, el genoma de *Cenarchaeum symbiosum* fue el que presentó mayor proporción. Algunos otros planctomycetes fueron también reportados, tales como *Blastopirellula marina* y *Rhodopirellula báltica*, los cuales son organismos comunes de océanos oligotróficos. En el análisis de la biblioteca metagenómica reportaron la presencia de altos porcentajes de genes que codifican para deshidrogenasas, tales como algunos genes *cox*. Esto sugiere que la oxidación del monóxido de carbono podría ser una fuente importante de energía en aguas marinas profundas (Martín-Cuadrado et al., 2007).

Por medio de la metagenómica también es posible la reconstrucción de genomas completos a partir de organismos no cultivables o desconocidos. Tal es el caso del estudio realizado

en la Mina Richmond de California, donde se encontró una limitada diversidad microbiana, principalmente por los géneros bacterianos *Leptospirillum*, *Sulfobacillus* y *Acidimicrobium*, además de una especie bacteriana, *Ferroplasma acidarmanus*. Cabe destacar que el pH de la mina era de 0 a 1, contenía altos niveles de Fe, Zn, Cu y As, el agua tenía poco oxígeno, y su temperatura era de 42 °C. Adicionalmente las únicas fuentes de carbono y nitrógeno sólo fueron en forma de gases. Estas condiciones ambientales son extremas para cualquier tipo de vida microbiana. Sin embargo, son perfectas e interesantes para estudios metagenómicos, debido a que la limitada diversidad bacteriana permitió la reconstrucción casi total de los genomas de *Leptospirillum* grupo II y *Ferroplasma* tipo II. En consecuencia, se reportaron diversos genes que codificaban para resistencia a metales pesados, bombas de expulsión de protones, etc. Esta información muestra la adaptación que han tenido estos organismos a ambientes extremos, siendo la metagenómica muy importante para acceder al conocimiento de estos genomas no cultivables en laboratorio (Tyson et al., 2004).

Existen otros estudios metagenómicos: (1) la secuenciación completa de una bacteria del género *Buchnera*, un endosimbionte de áfidos (Pérez-Brocal et al., 2006), (2) metagenómica del intestino (Gill et al., 2006) y dentadura de humanos (Rudney et al., 2010), etc. Mediante la metagenómica se pudo reconstruir en gran parte el genoma del mamut, una especie extinta (Poinar et al., 2006). Esto nos muestra el potencial que tienen los estudios metagenómicos, y que pronto veremos más publicaciones que generarán un mayor conocimiento de los más diversos ambientes, incluyendo aquellos relacionados con el suelo.

Metagenómica de suelos

El suelo es probablemente uno de los ambientes más complejos por su diversidad y complejidad microbiológica (Daniel, 2005; Mocallí y Benedetti, 2010). Entender la ecología de los microorganismos es otro desafío para la biología, debido a la gran cantidad de interacciones con factores bióticos y abióticos. Es también una excelente oportunidad para lograr un mayor entendimiento de los aspectos evolutivos y biológicos de los microorganismos, así como de sus aspectos ecológicos. Desde el punto de vista de la biotecnología, este ambiente es visto como una gran reserva de enzimas, antibióticos y otros productos naturales por descubrir (Handelsman 2004; Riese-Field et al., 2004a; Mori et al., 2008). De hecho, una gran parte de drogas contra el cáncer han sido descubiertas a partir de microorganismos del suelo (Pettit, 2004): por ejemplo, la bleomicina y actinomicina D, que fueron aisladas de *Streptomyces verticillius* y *Actinomyces* spp., respectivamente.

Con las herramientas que provee la metagenómica se pretende acelerar el descubrimiento de nuevos compuestos con diversas actividades. En la Tabla 1 se muestran algunos trabajos relevantes de la metagenómica de suelos. Uno de los primeros trabajos sobre metagenómica de suelos fue

realizado por Henne y colaboradores (1999). Estos autores construyeron una biblioteca basada en plásmidos con más de 900.000 clonas, buscando aquellas que crecieran en 4-hydroxybutirato como única fuente de energía y carbono. Así, encontraron cinco clonas positivas y con fenotipo estable para utilizar 4-hydroxybutirato. Análisis de la secuencia de los plásmidos aislados resultaron en genes que codificaron para 4-hydroxybutirato deshidrogenasas. Sorprendentemente, algunas secuencias no mostraron similitud con aquellas depositadas en el NCBI (National Center for Biotechnology Information). Esto demuestra que pueden encontrarse nuevas secuencias con funciones conocidas en bibliotecas metagenómicas.

Tabla 1. Trabajos relevantes sobre actividades biológicas encontradas en bibliotecas metagenómicas de suelos.

Table 1. Major research works on biological activities found in metagenomics soil libraries.

Descripción del suelo	Tipo de vector/Huésped	Actividad biológica encontrada	Referencia
Suelo de Madison, Wisconsin	pBeloBAC11/ <i>E. coli</i>	Lipasa, Amilasa, ADNasa, Hemolítica	Rondon et al., 2000
Suelo de Madison, Wisconsin	pBeloBAC11/ <i>E. coli</i>	Antibacteriana de amplio espectro	Gillespie et al., 2002
Suelo de bosque	<i>E. coli</i>	Celulasa	Wang et al., 2009
Suelo	pJWC1/ <i>R. metallidurans</i>	Antibacteriana	Craig et al., 2009
Suelo	<i>Streptomyces lividans</i>	Nuevos metabolitos	Wang et al., 2000
Suelo	Cósmido/ <i>E. coli</i>	Antimicrobiana	Brady et al., 2000
Suelo	pEpiFOS-5/ <i>E. coli</i>	Lipolítica	Lee et al., 2004

Una desventaja de utilizar plásmidos que puedan contener únicamente secuencias pequeñas de ADN (2-10 Kb) muestra la limitante de no poder clonar operones o rutas biosintéticas completas. Para ello, se utilizan vectores tipo BAC (Bacterial Artificial Chromosomes), los cuales pueden llevar clonado hasta 750 kb. Sin embargo, generalmente se trabaja en el orden de 100 a 300 kb (Handelsman, 2004). Los fasmidos (o Fosmid, por sus siglas en inglés), que pueden llevar entre 30 y 40 kb, son otro tipo de vectores con mayor capacidad para llevar ADN de mayor tamaño que los plásmidos. El primer reporte de bibliotecas metagenómicas del suelo, la cual contenía grandes fragmentos de ADN, fue realizado por Rondon y colaboradores (2000). Las bibliotecas están basadas en el vector pBeloBAC11 (Kim et al., 1996), una con más 3.500 clonas y la otra con 24.000 clonas; el tamaño promedio de los insertos fue de 27 kb, aunque algunos fueron de más de 80 kb. Entre las clonas se encontraron actividades de lipasa, amilasa y nucleasa. De las bibliotecas encontraron genes 16S

Conclusiones: desafíos y oportunidades

El suelo es uno de los ambientes donde se presentan muchos desafíos, que lo hacen al mismo tiempo interesante para ser estudiado. Un solo gramo de suelo puede contener miles de especies de organismos procariontes, la mayoría de los cuales reside en la superficie terrestre. De hecho, la mayoría de la biomasa que reside en nuestro planeta es microbiana (Daniel, 2005). Sin embargo, existen aún diversos desafíos que vencer (en la metagenómica y otras áreas relacionadas) para poder acceder a toda esa diversidad microbiana, conocer sus genomas, sus relaciones filogenéticas o sus capacidades metabólicas. En una revisión reciente, Chistoserdova (2010) analizó las diferentes técnicas y novedosas ramas de la metagenómica, como la metatranscriptómica y metaproteómica. Éstas se consideran, junto con las nuevas técnicas de secuenciación, la siguiente generación de tecnologías que acelerarán el descubrimiento de nuevos compuestos. A continuación proponemos algunos desafíos que aún deben superarse: (1) se necesita mejorar los métodos de análisis ("screening") de nuevas o mejores funciones enzimáticas o síntesis de metabolitos, antibióticos. Esto ayudará a analizar miles de clonas en poco tiempo, ahorrando costos y esfuerzo; (2) se requiere desarrollar nuevos vectores de expresión con alta capacidad para clonar fragmentos grandes de ADN (>50 kb), y que además, sean replicables en bacterias gram-positivas (ej. *Bacillus* sp) y gram-negativas (ej. *Escherichia coli*). Esto ayudará a la expresión de genes en huéspedes diferentes, ampliando la posibilidad de selección de las funciones de interés; (3) los métodos de secuenciación han mejorado bastante y son cada vez más eficientes; sin embargo, los costos son aún muy altos (en especial los de pirosecuenciación) para la mayoría de los laboratorios en países en desarrollo; (4) se requiere construir bibliotecas empleando huéspedes distintos a *E. coli*, que no sólo sean huéspedes procariontes sino que incluyan otros grupos como arqueas o eucariontes (*Saccharomyces cerevisiae*, por ejemplo); (5) se requiere de estudiantes e investigadores en el área de la metagenómica, en especial en países de Latinoamérica, ya que esto permitiría la colaboración multidisciplinaria entre colegas para competir con proyectos internacionales.

Podemos concluir diciendo que la metagenómica es una ciencia relativamente nueva, que está ayudando a entender cómo los microorganismos, cultivables o desconocidos, se adaptan e interactúan con factores bióticos y abióticos en el suelo. A la vez, la metagenómica promete revelar nuevas moléculas, las cuales pueden mejorar diversas aplicaciones biotecnológicas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores por las sugerencias que en gran parte han mejorado el artículo. También a la CIC-UMSNH (Proyectos 2009-2010) por financiar los proyectos en el laboratorio. I.V.-S. y R.H.-L. son becarias de maestría del Conacyt-México.

REFERENCIAS

- Alexander, M. (1977). Introduction to soil microbiology. John Wiley & Sons, New York. p. 472.
- Baker, G.C., J.J. Smith y D.A. Cowan (2003). Review and re-analysis of domain-specific 16S primers. *Journal of Microbiological Methods* 55: 541-555.
- Birtrim, S.B., T.J. Donohue, J. Handelsman, G.P. Roberts y R.M. Goodman (1997). Molecular phylogeny of archaea from soil. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94: 277-282.
- Chistoserdova, L. (2010). Recent progress and new challenges in metagenomics for biotechnology. *Biotechnol Letters* En prensa.
- Courtois, S., C.M. Cappellano, M. Ball, F.X. Francou, P. Normand, G. Helyneck, A. Martinez, S. J. Kolvek, J. Hopke, M.S. Osburne, P.R. August, R. Nalin, M. Guérineau, P. Jeannin, P. Simonet y J.L. Pernodet (2003). Recombinant environmental libraries provide access to microbial diversity for drug discovery from natural products. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 49-55.
- Craig, J.W., F.Y. Chang y S.F. Brady (2009). Natural products from environmental DNA hosted in *Ralstonia metallidurans*. *ACS Chemical Biology* 4: 23-28.
- Curtis, T.P., W.T. Sloan y J.W. Scannell (2002). Estimating prokaryotic diversity and its limits. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 10494-10499.
- Daniel, R. (2005). The metagenomics of soil. *Nature Review Microbiology* 3: 470-478.
- Escalante-Lozada, A., G. Gosset-Lagarda, A. Martínez-Jiménez y F. Bolívar-Zapata (2004). Diversidad bacteriana del suelo: métodos de estudio no dependientes del cultivo microbiano e implicaciones biotecnológicas. *Agrociencia* 38: 583-592.
- Garrett, R.A. y H.P. Klenk (2007). Archaea: evolution, physiology and molecular biology. Blackwell Publishing. p. 388.
- Gill, S.R., M. Pop, R.T. DeBoy, P.B. Eckburg, P.J. Turnbaugh, B.S. Samuel, J.I. Gordon, D.A. Relman, C.M. Fraser-Liggett y K.E. Nelson (2006). Metagenomic analysis of the human distal gut microbiome. *Science* 312: 1355-1359.
- Ginolhac, A., C. Jarrin, B. Gillet, P. Robe, P. Pujic, K. Tophile, H. Bertrand, T.M. Vogel, G. Perrière, P. Simonet y R. Nalin (2004). Phylogenetic analysis of polyketide synthase domains from soil metagenomic libraries allows selection of promising clones. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 5522-5527.
- Handelsman, J. (2004). Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 68: 669-685.
- Henne, A., R. Daniel, R.A. Schmitz y G. Gottschalk (1999). Construction of environmental DNA libraries in *Escherichia coli* and screening for the presence of genes conferring utilization of 4-hydroxybutyrate. *Applied and Environmental Microbiology* 65: 3901-3907.
- Huber, J.A., D.A. Butterfield y J.A. Baross (2002). Temporal changes in archaeal diversity and chemistry in a mid-ocean ridge seafloor habitat. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 1585-1594.
- Hugenholtz, P. y N.R. Pace (1996). Identifying microbial diversity in the natural environment: a molecular phylogenetic approach. *Trends in Biotechnology* 14: 190-197.
- Kermekchiev, M.B., L.I. Kirilova, E.E. Vail y W.M. Barnes (2009). Mutants of Taq DNA polymerase resistant to PCR inhibitors allow DNA amplification from whole blood and crude soil samples. *Nucleic Acids Research* 37:e40.



Bioacústica

Instructora: Dra. Griselda Escalona Segura

email: gescalon@ecosur.mx

El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche



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.



