

## LOS MÓDULOS “EL MUNDO DE LOS MATERIALES”: UNA CONTRIBUCIÓN DE CIMAV A LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

La educación científica no es actualmente una fortaleza de México. La motivación y el nivel de asimilación de nuestros jóvenes en relación con las llamadas “ciencias duras” son de los más bajos del mundo. Por otro lado, nuestros científicos y técnicos de alta calificación contribuyen escasamente al reforzamiento de los conocimientos científico-técnicos de nuestros maestros en los niveles básico y pre-universitario. Los Módulos “El Mundo de los Materiales” (MWM, por sus siglas en inglés) conforman un efectivo programa de educación científica que sienta un precedente en México en cuanto a la colaboración *escuela-centros de investigación* y que en sus **doce años** de vida ha generado resultados significativos. El presente reporte describe de manera compacta el proyecto MWM, su trayectoria en México y algunos de sus resultados.

Los Módulos MWM son un sistema de unidades teórico-prácticas para la educación de las ciencias a nivel preuniversitario. Cada Módulo se enfoca en una familia de materiales (materiales para el deporte, materiales de construcción, materiales biodegradables,...). Las actividades de los estudiantes al cursar los Módulos tienen una alta componente experimental. Los alumnos, organizados en pequeños grupos, desarmen, predicen, leen, investigan, intercambian y al final de cada Módulo desarrollan un *Proyecto de Diseño* práctico, funcional.

El programa original [MWM](#) nació en USA hace aproximadamente veinte años. Fue creado en *Northwestern University*, con patrocinio de la *National Science Foundation*, por el grupo del laureado [Prof. RPH Chang](#). El programa MWM está recomendado para la educación media superior por la *National Nanotechnology Initiative* del gobierno de los Estados Unidos. La iniciativa de introducir los Módulos en México, así como toda la componente técnica de su desarrollo en varios estados (talleres de entrenamiento, asesoría sistemática a maestros, traducción de los Manuales MWM) ha sido obra de CIMAV. La trayectoria del programa MWM-México está descrita en detalle en su [página web](#) y en las referencias [1 - 3].

En Chihuahua los Módulos han funcionado como un “Club de Ciencias”, los sábados por la mañana, en siete subsistemas de la Secretaría de Educación y Deporte del Estado (SEyD). La Figura 1 muestra las cantidades de estudiantes que han cursado los Módulos desde su inicio en Chihuahua (curso 2005-2006) hasta el presente (curso 2016-2017). Se incluyen los datos correspondientes a Nuevo León. La componente organizativa y el patrocinio fundamental han estado a cargo de la SEyD. Ha habido apoyos suplementarios de CONACYT, FOMIX, Grupo Cementos de Chihuahua y American Industries. El total de estudiantes que ha cursado los Módulos, contando Chihuahua (25,400) y Nuevo León (8,100), ha sido 33,500.

(La curva de participación estudiantil muestra declives coincidentes con los cambios de administración del Estado. Actualmente la gestión de recuperación marcha positivamente).

### Algunos Resultados del Programa MWM-México

- La Figura 2 representa uno de los principales resultados obtenidos por el programa MWM. Se muestran histogramas representativos de calificaciones en pruebas de conocimientos “antes” y “después” de cursar los Módulos. Los conocimientos evaluados son sobre temas de diferentes ciencias relacionados con los Módulos impartidos.

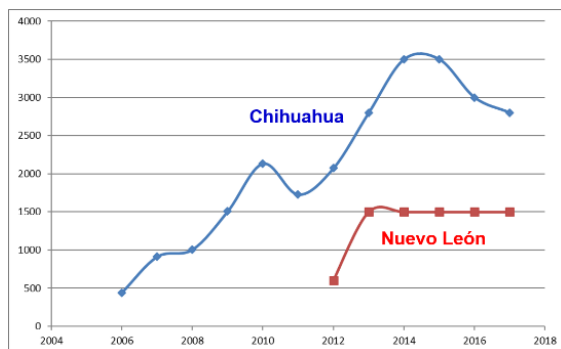


Figura 1: Participación de estudiantes en los MWM.

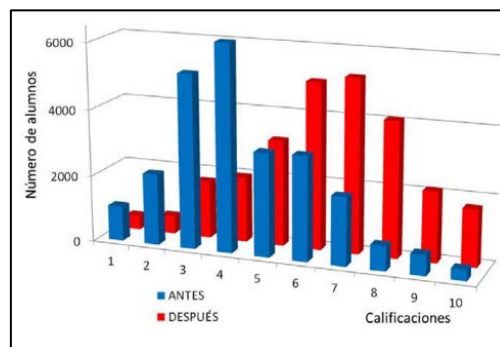


Figura 2: Estadística de la ganancia de conocimientos

- Educación científica en todo el estado, hasta en los confines de la Sierra Tarahumara. La Figura 3 muestra a estudiantes de nivel bachillerato, participantes del programa MWM, en tareas de divulgación científica entre los más jóvenes.



Figura 3: (a) Poblado de Urique, Sierra de Chihuahua. (b) Urique, Octubre de 2011 (Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología). Estudiantes del Plantel EMSAD 24 – CECYTECH explican las propiedades de los “materiales compuestos” a estudiantes de primaria y secundaria.

- Cerca de 400 maestros entrenados en la metodología MWM “*indagación orientada al diseño*”. La abrumadora mayoría de ellos continúan motivados con los Módulos. 43 de estos profesores se han graduado de la Maestría en Educación Científica (MEC) desarrollada como parte del Programa MWM. Algunos de los MEC son hoy líderes en el sistema de educación del estado.
- Los Módulos actualmente están inscritos formalmente en el currículo del sistema CONALEP Nacional como Trayecto Técnico “Utilización de los Materiales”.
- Maestros de Chihuahua han entrenado a sus colegas de Nuevo León y de Puebla en la metodología MWM. Particularmente en Monterrey los Módulos han tenido alta aceptación.
- Incremento de la motivación hacia carreras científico-técnicas y de capacidades diversas, por ejemplo: leer con efectividad, socializar y analizar problemas con mentalidad científica (aunque no se oriente hacia las ciencias). CIMAV ya recibe en sus programas de Posgrado a estudiantes producto de los MWM. Algunos, como parte de su formación académica, apoyan la realización de actividades del proyecto MWM. Algunos testimonios de estos muchachos se pueden encontrar en la página web del programa.

#### Situación actual:

El presente año 2017 es momento de proyectar con la nueva administración estatal el alcance del programa MWM para los próximos años. El panorama, a pesar de serias limitaciones económicas, se muestra favorable. CIMAV, la SEyD, el empresariado y fundaciones internacionales se encuentran enfrascados en el diseño de un Plan de Trabajo conjunto encaminado a introducir los Módulos en determinadas actividades docentes de cursos regulares. Este Plan representa un crecimiento importante respecto de la condición actual de “Club de Ciencia” sabatino. A través del Programa MWM, CIMAV está trabajando en serio, con resultados tangibles, para cambiar el paradigma de “Vinculación”, de manera que incluya la **vinculación de alto impacto social** con el sistema de educación media superior.

#### Referencias:

##### - Artículos sobre los MWM:

- [1] L. Fuentes, R. P. H. Chang, M. Hsu, S. Maloof *et al*: “Versión para América Latina del Programa “Módulos el Mundo de los Materiales”. La\_Educación\_Digital, Num. 144 (2010).
- [2] L. Fuentes, S. Maloof, M. Hsu, R.P.H. Chang. “Introducing the Materials World Modules in Mexico: The Chihuahua Project”. J. Mater. Educ. Vol. 32 (5-6), pp. 245-254 (2010).
- [3] Luis E. Fuentes Cobas, Francisco Espinosa Magaña, Roberto Martínez Sánchez *et al*: Generalización del Club de Ciencias El Mundo de los Materiales”. El Impacto de los Fondos Mixtos en el Desarrollo Regional, Vol. 1, pp. 121-128, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, México DF (2011).



Comunicación Institucional /Boletines/Boletín Buap/2010/Julio 2010/Alumnos BUAP en programa piloto para transformar el bachillerato

## Alumnos BUAP en programa piloto para transformar el bachillerato

Compartir 0

Me gusta 0

G+1 0

Twitter

Domingo 4 de Julio de 2010

El programa “Módulo Mundo de los Materiales” que busca transformar la educación científica a nivel bachillerato, no sólo entre alumnos de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, sino de todo el estado, en breve será aplicado a un grupo piloto.

José Eduardo Espinosa Rosales, Director de Divulgación Científica de la VIEP-BUAP, informó que este programa tiene el propósito de incrementar el ingreso de estudiantes en áreas de ciencias exactas e ingenierías, con el apoyo de un método diferente de enseñanza, que implique mayor comprensión y participación en temas de Física, Química, Biología o Matemáticas a través del conocimiento de la ciencia y tecnología de los materiales.

“En realidad no nos damos cuenta que los materiales tienen características que los hacen especiales; por ejemplo, la arcilla, cuyas propiedades cambian si se le agrega paja, se forma adobe, lo mismo sucede con muchos materiales que forman parte de nuestra vida diaria, y conocer esas propiedades le servirá a los estudiantes para aprender ciencia y desarrollarse”, explicó

En el mes de agosto se prevé iniciar como este curso extracurricular con grupos piloto en las distintas preparatorias de la Universidad; para ello desde hace dos años investigadores de la BUAP y del Centro de Investigación en Materiales Avanzados de Chihuahua, han impartido cursos de capacitación a profesores de los ocho bachilleratos de la Institución.

Explicó que esto forma parte del proyecto de investigación “Estrategias de Divulgación Científica y Tecnológica en Educación Media Superior y Superior a través de los módulos del Mundo de los Materiales”, que por su pertinencia logró obtener financiamiento del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Puebla, para su operación.

Estos recursos, dijo, permitirán adquirir equipo de cómputo, materiales para su operación, así como desarrollar actividades relacionadas con la capacitación de un promedio de 100 docentes y mil estudiantes de educación media superior, para la implementación del Módulo.

“Parte del proyecto establece el compromiso de que los académicos de la BUAP ayudarán a capacitar a 50 docentes de otro subsistema de educación media superior en Puebla; además de que se evaluará a una muestra de 300 alumnos al inicio y al final de dicho programa, para diagnosticar el grado de avance”.

Chihuahua, fue el primer espacio en México donde se echó a andar el Módulo Mundo de los Materiales tras su creación en la Universidad de North Western en Estados Unidos. El proyecto se desarrolla con la participación de la Facultad de Ingeniería Química, la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la BUAP y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla.

“Actualmente contamos con kits para hacer experimentos, manuales para profesores y estudiantes, y se espera lograr mecanismos alternativos y novedosos de formación científica y tecnológica a nivel bachillerato, con resultados comprobados”, concluyó

Radio BUAP

Cartelera BUAP

Gaceta Universidad

Revista Estudiantes

Leer en BiciCleta

Boletines

Enlaces a otros medios

Síntesis Informativa

SCoD

### Noticias



#### Lobos BUAP categoría intermedia de americano pasa a la final de la ONEFA

El partido se jugará el sábado 20 de mayo frente a Pumas FES Acatlán.

### Redes Sociales



### Enlaces



**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
4 sur 104, Centro Histórico C.P. 72000  
Teléfono +52(222) 2295500

Aviso de Protección de Datos  
Directorio Telefónico  
Correo BUAP  
Sitios BUAP

**Dirección de Comunicación Institucional**  
4 sur 303 Centro Histórico C.P. 72000  
Teléfono +52(222) 2295500 ext. 5270 y 5281



**COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS  
DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
PLANTEL SALINAS VICTORIA**



**“GUADALUPE VICTORIA”**



**“EL MUNDO DE LOS MATERIALES”**

**Informe Global**

Como en años anteriores se hizo la propaganda del curso, hubo algunos alumnos interesados, así que logramos la inscripción de los 25 integrantes de esta generación, de forma sencilla y rápida. Responsablemente, los estudiantes entregaron en tiempo y forma las responsivas firmadas por sus padres, así como muy cumplidos en cuanto a la asistencia y permanencia en el seguimiento de los módulos.

El curso fue instaurado para sus trabajos los días jueves de cada semana, en el horario de 13:30 a 17:30hrs. Y por los mismos motivos que antes, puesto que en nuestro plantel los estudiantes reciben clases extras de matemáticas y otras materias los días sábados y los mismos jóvenes expresan preocupación y deseo de mejor quedarse a contra turno para que no se empalmen las dos actividades.

En la inauguración del Curso el Mundo de los Materiales, la máxima autoridad del plantel, el Director Lic. Rodolfo Merla declaró el inició de actividades dedicando unas palabras de bienvenida y de aliento para los jóvenes, y expresando su total apoyo en los requerimientos del mismo.

Durante la presentación de diapositivas del Mundo de los Materiales se les mostró al iniciador del programa en América Latina, tanto como a aquellos que comenzaron en Chihuahua y como llega a Nuevo León, los educandos mostraron su entusiasmo con aplausos.

Las actividades logran activar el pensamiento científico en los educandos, a través del seguimiento de los pasos del método científico Así mismo les permite conocer herramientas y procedimientos observando y analizando procesos de fabricación de materiales.

Los estudiantes Interpretaron conceptos considerando las similitudes, pero sobre todo las diferencias entre dichos conceptos. De tal forma que mediante el dialogo lograron ponerse de acuerdo y emitir un juicio razonado y argumentado. Y lo más sorprendente aún fue la coincidencia entre los diferentes equipos de trabajo, comprobando así la comprensión adecuada.

Cabe mencionar que, al principio, algunos alumnos no querían participar porque sentían que su opinión era muy básica o aññada, pero les explicamos que no se trata de dar respuestas elaboradas o muy intelectuales, más bien nuestro objetivo es la observación, la elaboración de hipótesis adecuadas, y posteriormente la comprobación mediante las actividades y prácticas programadas. Ninguna respuesta argumentada es incorrecta.

Con más confianza los jóvenes fueron expresando sus análisis y reflexiones; luego entre ellos coincidían o discrepaban, pero finalmente en la mayoría de los casos llegaban a un dialogo y lograban observar diferentes enfoques en un proceso. Se mostraron entusiasmados en las actividades de búsqueda y sorprendidos de ver que todos los tipos de materiales que vemos en los módulos son accesibles y los utilizamos en las diversas actividades que realizamos en la vida cotidiana.

Al comienzo, se mostraban interesados y curiosos pero a la vez incrédulos de poder realizarlas, gratamente debo acotar que conforme fuimos avanzando durante todas las diferentes actividades





**COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS  
DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
PLANTEL SALINAS VICTORIA**



**“GUADALUPE VICTORIA”**



de cada modulo, pero con objetivos muy claros y precisos; los estudiantes se fueron motivando a seguir y querer saber más.

En cuanto al trabajo de investigación en la red y la elaboración de presentaciones en power point esto les permite por un lado trabajar en las competencias de búsqueda, manejo y uso de la información; así como practicar sus capacidades comunicativas y de uso de las tecnologías de la comunicación. La elaboración de cálculos y gráficas les posibilita el razonamiento matemático y como están aplicadas en el conocimiento, hace que refuercen las competencias correspondientes.

Los proyectos, así como las actividades propias de laboratorio y análisis, proveen en los estudiantes el reforzamiento de las competencias experimentales. Ya que cuando las están elaborando van labrando conocimientos, así cuando llega el momento de construir un prototipo, tienen claras las ideas, relacionan conceptos y fabrican lo más adecuado en función de un objetivo señalado.

Los alumnos estuvieron interesados diseñando y construyendo, probando y reajustando, donde era necesario el prototipo que reuniera los criterios específicos de diseño; trabajando colaborativamente para establecer y alcanzar la meta; usando los registros apropiados evaluando el proceso y aplicando los conceptos que han aprendido en cada módulo. Los comentarios eran de análisis y discusión sobre la composición de los materiales; sin embargo, cuando tenían dudas no dudaron en preguntarnos y así elaborar un mejor trabajo

El trabajo colaborativo dio resultados y cada equipo expuso sus modelos demostrando la funcionalidad de los mismos, cabe mencionar que algunos implementaron dispositivos especiales que proveían mayor funcionalidad y eficiencia a sus prototipos. En la mayoría de los proyectos todos los equipos lograron las expectativas de resistencia, ligereza, flexibilidad, etc. reglamentarios en cada proyecto. Aún así, con el firme deseo de superación los equipos argumentaron las áreas de oportunidad que tuvieron que trabajar en sus diseños y como los mejoraron hasta el logro de la meta planteada en cada proyecto de cada modulo.

A pesar de que, al trabajar a contra turno los jóvenes muestran cansancio, que no podemos llamar falta de interés porque en cuanto a realizar las actividades se muestran dispuestos y atentos a las explicaciones. Se emocionan cuando se trata de una práctica cuando hacían la demostración de los prototipos se veían orgullosos de sus trabajos.

Debo mencionar que los alumnos disfrutaron el refrigerio que se les provee antes de comenzar con la labor de nuestro curso, esto hace posible que ellos den un respiro, despejen su mente y se dispongan como siempre lo hicieron a trabajar con nosotras; al principio hubo alguno que no comió por pena, pero posteriormente todos disfrutaron de la comida, y llegaban puntuales.

Finalmente, y como una muestra más de la gran disposición que tuvieron nuestros estudiantes hacia el curso, puedo platicar una anécdota: al finalizar el proyecto del geiser preguntaron los alumnos si ya se podían retirar, a lo que nosotras contestamos que sí, nos tomamos la foto del recuerdo, y nos quedamos platicando aún sobre lo mismo, más tarde al regresar al laboratorio, nos dimos cuenta que allí estaban aún los chicos y las chicas del curso esperándonos para que les diéramos la salida formal. ¡¡Muy buenos muchachos(as)!!



SEP  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



**COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS  
DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN  
PLANTEL SALINAS VICTORIA**



**“GUADALUPE VICTORIA”**

Podemos decir que nos sentimos muy contentas con la realización de este curso y dispuestas a seguir compartiendo con nuestros futuros alumnos las experiencias del Mundo de los Materiales.

**Atentamente:**

**Profra. Martha González Cadena y Profra. Ludivina Flores Cantú.**

Salinas Victoria, N. L. a 25 de Junio de 2015.



Chihuahua, Chih., 03 de Octubre de 2016.

**DR. JUAN MÉNDEZ NONELL**  
**DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS, S.C.**  
**P R E S E N T E.-**

Por este conducto hacemos de su conocimiento que las acciones realizadas por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) contempladas en el Programa "*Módulos Mundo de los Materiales (MWM)*", bajo la coordinación técnica del Dr. Luis E. Fuentes Cobas, a través de la cual se ha cumplido con los siguientes objetivos en el ciclo escolar 2015-2016:

1. Se mantuvo la operatividad del Programa MWM en las localidades del Estado, difundiendo la metodología, los conocimientos y la motivación científica asociados a los propósitos del programa en referencia.
2. El Programa se desarrolló de acuerdo al convenio respectivo y al cronograma establecido, destacándose lo siguiente:
  - Se proporcionaron "kits" y refiles" necesarios para los desarrollos experimentales a realizar en cada uno de los módulos que contempla el desarrollo del programa.
  - Se brindó asesoría técnica, la cual tuvo como elemento destacado la realización de Talleres de Actualización para maestros de Ciudad Juárez y de la ciudad de Chihuahua. Las encuestas de satisfacción a los maestros arrojaron resultados significativamente positivos.
  - Se realizó con éxito la 6ª Feria de Ciencia y Tecnología.
  - Se dotó de kits y refiles para iniciar la operatividad con dos módulos del Programa MWM en el ciclo escolar 2016-2017.
  - Se apoyó la ejecución del Trayecto Tecnológico "Utilización de Materiales" en el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP).

Como una contribución al desarrollo de programas de la Subsecretaría de Educación Media Superior de la SEP, el CIMAV durante los meses julio y agosto del presente año nos proporcionó todo tipo de apoyos así como sus instalaciones para llevar a cabo el "Acompañamiento a Becarios del Programa Becas Talento de Educación Media Superior".

Agradecemos todas las facilidades por la acertada coordinación técnica del Programa, manifestándole nuestra satisfacción por los productos entregados y los resultados obtenidos, mismos que han permitido que el Programa MWM logre los impactos hasta ahora obtenidos.

**ATENTAMENTE**  
**"Sufragio Efectivo; No Reelección"**  
**DIRECTORA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR**



**LIC. MARÍA LOURDES VILLANUEVA CHÁVEZ**

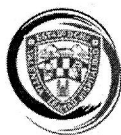
**ESTADO LIBRE Y SOBERANO**  
**DE CHIHUAHUA**  
**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN**  
**MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR**  
**CHIHUAHUA, CHIH.**

c.c. ARCHIVO

MLVCH/SMA/lmgj

Calle Bogotá No. 1905, Fracc. Gloria  
Tel. 614 429 33 00 Ext. 21002 y 21005.  
Chihuahua, Chih. C. P. 31130

"2016, Año de Elisa Griensen Zambrano"



Chihuahua  
Gobierno del Estado  
Secretaría de Educación, Cultura y Deporte



CONACYT  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

## VALUACION FINAL DE LOS SECTORES USUARIOS

Clave del Proyecto: FOMIX CHIH-2011-C03-167572

Título del Proyecto: Generalización del club de ciencias "El Mundo e los Materiales", segunda etapa

Director del Proyecto: Dr. Luis E. Fuentes Cobas

Institución: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

	SI	NO	PARCIAL- MENTE
1. Los productos entregados, de la investigación apoyada con sus aportaciones complementarias, son claras y le permiten un conocimiento satisfactorio de los resultados alcanzados.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Considera que los resultados obtenidos están acordes con las expectativas que usted tenía del proyecto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Considera que los resultados entregados plantean una solución satisfactoria al problema, objeto de la investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Los mecanismos utilizados para transferir los resultados de la investigación, le permitirán promover e implantar acciones posteriores para dar respuesta al problema abordado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Los resultados obtenidos mantienen el interés que su sector, dependencia o institución tiene por participar en otros proyectos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### COMENTARIOS Y/O SUGERENCIAS

Consideramos que el Proyecto *Generalización del Club de Ciencias "El Mundo de los Materiales", Segunda Etapa* ha cumplido a cabalidad los objetivos para los cuales fue planteado: Llevar hasta prácticamente todo el Estado la metodología, los conocimientos y la motivación científica asociados a los Módulos. El Proyecto se desarrolló de acuerdo al cronograma establecido y los fondos aportados por FOMIX se emplearon según lo planificado, básicamente en la confección de cientos de "kits" y miles de manuales.

Gracias al Proyecto, cerca de 100 maestros nuevos ya aplican la moderna pedagogía "MWM" (Materials Would Modules) y la cantidad de alumnos participantes se ha logrado elevar hasta cerca de 3,000 por año. El Proyecto ha asimilado módulos nuevos (con sus manuales para alumnos y profesores), ha generado kits mexicanos, ha sido mostrado en eventos nacionales e internacionales como caso de éxito chihuahuense, se ha desempeñado como asesor en otros estados y ha generado un Trayecto Técnico en CONALEP de nuestro estado, generalizable a nivel nacional.

El apoyo de FOMIX ha permitido al Proyecto MWM alcanzar la condición de madurez, por lo que entendemos que este caso vale como ejemplo del rol de FOMIX como patrocinador de programas potencialmente útiles, en su etapa de despegue.

NOMBRE Y FIRMA USUARIO:

Prof. Salomón Mallof Arzola  
Jefe del Departamento de Enlace Educativo y  
Secretario Técnico de la CEPPEMS  
Secretaría de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno del Estado de Chihuahua,  
1º de Septiembre de 2014



ESTADO LIBRE Y SOBERANO  
DE CHIHUAHUA  
ESTADO DE CHIHUAHUA,  
CULTURA Y DEPORTE  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR  
DEPARTAMENTO DE  
ENLACE EDUCATIVO  
CHIHUAHUA, CHIH.



## Utilización de materiales

### Área(s):

Electricidad y electrónica  
Mantenimiento e Instalación  
Procesos de producción y transformación física  
Procesos de producción y transformación químico biológicos

### Carrera(s):

Profesional Técnico y  
Profesional Técnico-Bachiller en:  
Mantenimiento de sistemas electrónicos  
Mecatrónica  
Electromecánica industrial  
Máquinas herramienta  
Metalmecánica  
Metalurgia  
TRAYECTO TÉCNICO



conalep  
**Programa  
de Estudios**

**Editor:** Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica

**Programa de Estudios del Módulo:** Utilización de materiales.

**Área(s):** Electricidad y electrónica  
Mantenimiento e instalación  
Procesos de producción y transformación física  
Procesos de producción y transformación químico biológicos

**Carrera(s):** Profesional Técnico y Profesional Técnico –Bachiller en:  
Mantenimiento de sistemas electrónicos  
Mecatrónica  
Electromecánica industrial  
Máquinas herramienta  
Metalmeccánica  
Metalurgia

**Semestre(s):** Cuarto.

D.R. 2012, Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica.

Este material es vigente a partir de febrero de 2013.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio, sin autorización por escrito del Conalep, CIMAV o Northwestern University, según corresponda..

Calle 16 de Septiembre 147 Norte, Col. Lázaro Cárdenas, Metepec, Edo. de México, C. P. 52148.

HECHO EN MÉXICO.

Primera Edición.

[www.conalep.edu.mx](http://www.conalep.edu.mx)

Fecha en que se terminó su edición: enero de 2013.

## Directorio

Directora General

**Candita V. Gil Jiménez**

Secretario General

**Ramón Picazo Castelán**

Secretario Académico

**Tomás Pérez Alvarado**

Secretario de Administración

**Hermilo García Christfield**

Secretaria de Planeación y Desarrollo Institucional

**Esther Alicia Díaz Treviño**

Secretario de Servicios Institucionales

**Salvador Alvarado Garibaldi**

Director Corporativo de Asuntos Jurídicos

**Juan Luis Silva Bolio**

Director Corporativo de la Unidad de Estudios e Intercambio Académico

**Roberto Borja Ochoa**

Director Corporativo de Tecnologías Aplicadas

**Miguel Ángel Serrano Perea**

Director de Diseño Curricular

**Julio César Estevané Huertero**

Coordinador de las Áreas de Metalmecánica, Metalurgia y Procesos de Producción y Transformación

**Christian Eduardo López Losoya**

Coordinadora de las Áreas de Comercio, Administración, Informática, Salud y Turismo

**Patricia Toledo Márquez**

Coordinador de las Áreas de Automotriz, Electrónica y Telecomunicaciones e Instalación y Mantenimiento

**Jaime Gustavo Ayala Arellano**

### Grupo de trabajo

Técnico:

**Alfonso Cruz Serrano**

Metodológico:

**Virginia Morales Cruz**

Programa de estudios derivado del

Proyecto original

*Materials World Modules (MWM):*

**Northwestern University (EUA)**



**NORTHWESTERN  
UNIVERSITY**

Representación en México del Programa MWM:

**Centro de Investigación en  
Materiales Avanzados, S.C.**



Con la colaboración de la Secretaría de Educación, Cultura y Deporte del Estado de Chihuahua



**Chihuahua**  
Gobierno del Estado  
Secretaría de Educación,  
Cultura y Deporte

## Utilización de materiales

Contenido	Pág.
Mensaje del Director General	5
Presentación del Secretario Académico	6
<b>Capítulo I: Generalidades de la(s) carrera(s)</b>	
1.1 Objetivo general de la(s) carrera(s)	8
1.2 Competencias transversales al currículum	10
<b>Capítulo II: Aspectos específicos del módulo</b>	
2.1 Presentación	12
Presentación del Director del Programa “Módulos El Mundo de los Materiales” (MWM).	
12122.2 Propósito del módulo	16
2.3 Mapa del módulo	17
2.4 Unidades de aprendizaje	18
2.5 Referencias documentales	35



## Mensaje del Director General

Durante el presente sexenio, la Secretaría de Educación Pública emprendió una tarea de gran importancia para la sociedad mexicana: la Reforma Integral de la Educación Media Superior, cuyo principal objetivo es conformar el Sistema Nacional de Bachillerato. Para ello, nuestro Modelo Académico de Calidad para la Competitividad ha incorporado como líneas estratégicas el establecimiento del Marco Curricular Común con base en competencias; la incorporación del Sistema CONALEP en la regulación de las modalidades de la oferta educativa y el mejoramiento de los mecanismos de gestión y administración de todas las Unidades Administrativas.

En este contexto, resulta imperativo mantener la pertinencia de los contenidos curriculares como un requisito para alcanzar la calidad de los servicios de formación que el Colegio brinda a los jóvenes mexicanos que optan por incorporarse a nuestra institución. Asimismo, los cambios vertiginosos que experimenta la sociedad en su conjunto hacen necesario el intercambio permanente y sistemático con el entorno productivo y social, de tal forma que sea posible conocer oportunamente las necesidades emergentes y su evolución, para incorporarlas al curriculum y a la práctica educativa.

A tres años del diseño y puesta en operación del Modelo Académico de Calidad para la Competitividad, el Sistema CONALEP publica la presente versión de los documentos curriculares que regulan el proceso de enseñanza-aprendizaje en sus aulas, talleres y laboratorios; en estos documentos se incorporan las competencias derivadas de los trabajos interinstitucionales que forman parte de la definición del Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato, además de las experiencias que han sido compartidas por la comunidad académica y administrativa de los planteles del Sistema CONALEP.

Con esta actividad y con el alto compromiso institucional de los docentes y del personal académico administrativo de planteles, autoridades estatales y Oficinas Nacionales, acompañados por los representantes del sector productivo y de los padres de familia, emprendemos la etapa de consolidación del Modelo Académico de Calidad para la Competitividad, lo hacemos con renovado optimismo y con la seguridad de que estos documentos -resultado del trabajo de personal especializado y del esfuerzo colectivo de la comunidad- darán continuidad y permitirán el logro de los propósitos y objetivos contenidos en el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Educación 2007–2012 y el Programa Institucional 2007-2012.

Espero fehacientemente que estos documentos sirvan para reforzar la experiencia y el conocimiento de los docentes y se traduzcan en el desarrollo exitoso de las competencias de los alumnos, que orienten la formación de Profesionales Técnicos de calidad y competitivos, capaces de enfrentar los retos del acelerado desarrollo social, científico y tecnológico que se le presentarán en su vida profesional.

**Wilfrido Perea Curiel**

**Director General**

## **Presentación del Secretario Académico**

En el marco de acciones que se han instrumentado en torno a la Reforma Integral de la Educación Media Superior y de la conformación del Sistema Nacional de Bachillerato, el Modelo Académico de Calidad para la Competitividad del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica es una respuesta orientada a la permanente necesidad de renovar y actualizar los contenidos curriculares para hacerlos pertinentes a los cambios y demandas del entorno laboral y educativo del país, y de cada una de las regiones en las que se encuentran situados nuestros planteles.

Las principales fortalezas del Modelo Académico de Calidad para la Competitividad son los mecanismos institucionales que lo vinculan de manera permanente con los representantes del sector productivo, tanto público, como privado y social; así mismo, destaca la flexibilidad que tiene el Modelo para que el alumno pueda optar por trayectos de formación que le posibiliten su permanencia y posterior egreso como Profesional Técnico o Profesional Técnico-Bachiller.

Con ello se busca proporcionar una formación integral y permanente a nuestros alumnos en un contexto que les permita el desarrollo de competencias profesionales y ciudadanas y los capacite para insertarse y promover el desarrollo humano sustentable; los perfiles de egreso, programas de estudio y guías pedagógicas y de evaluación, se han diseñado a partir de una metodología de competencias y bajo un enfoque constructivista del conocimiento. Nuestra institución brinda la posibilidad de que los egresados se inserten en el mercado laboral, si así lo desean, o bien puedan continuar sus estudios en las instituciones de educación superior.

Asimismo, nuestro Modelo Académico incorpora las líneas estratégicas definidas por la Secretaría de Educación Pública como son: el establecimiento del Marco Curricular Común con base en competencias; la definición y regulación de las modalidades de la oferta educativa de los diferentes subsistemas; el mejoramiento de los mecanismos de gestión y la certificación complementaria del Sistema Nacional de Bachillerato, para fortalecer nuestra vocación.

El Modelo Académico del CONALEP y los documentos que le dan soporte tienen por objetivo lograr un curriculum de calidad y con ello generar escuelas eficaces, es decir, planteles que se caractericen por su sentido de comunidad; apropiado clima escolar y de aula; uso adecuado del tiempo; alta participación de la comunidad escolar y docente; altas expectativas académicas en los estudiantes –que sólo puede generar el docente en estrecha colaboración con el personal directivo y académico-administrativo del plantel- y un uso y aprovechamiento óptimo de las instalaciones y recursos académicos existentes.

El presente programa de estudio es una herramienta de gran utilidad para planear y desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas, talleres y laboratorios de nuestra institución y sólo será útil si cada uno de nuestros maestros e instructores lo utiliza para planear y orientar las acciones pedagógicas y didácticas que lleven a la consecución de nuestra misión institucional: Formar profesionales técnicos de calidad.

Cada programa de estudio es el resultado del esfuerzo intelectual de profesores, instructores, diseñadores curriculares, pedagogos, especialistas y representantes del sector productivo; en este esfuerzo cada uno de ellos procura materializar sus conocimientos, habilidades y experiencias; sin embargo, como programa constituye una propuesta educativa susceptible de aplicación, reflexión, valoración y mejora, pues una de las características fundamentales del proceso educativo es ser un proyecto en constante mejora y perfeccionamiento.

Así pues, invito a la comunidad académica a participar de manera proactiva para que los programas de estudio se conviertan en guía para la reflexión y acción educativa y en punto de encuentro que nos lleven a sumar esfuerzos para lograr la consolidación del Modelo Académico, formando a nuestros alumnos como profesionales técnicos de calidad que sean competitivos, tanto en su inserción al mercado laboral como si desean continuar sus estudios en el nivel superior; sólo así se justificará y tendrá razón de ser este esfuerzo colectivo de nuestra comunidad académica.

**Tomás Pérez Alvarado**

**Secretario Académico**

## CAPÍTULO I: Generalidades de la(s) carrera(s).

### 1.1. Objetivo general de la carrera.

P.T. y P.T–B en Mantenimiento de sistemas electrónicos.

Realizar los servicios de instalación, operación, diagnóstico, mantenimiento y mejora de sistemas y equipos electrónicos, considerando la normatividad vigente y las recomendaciones técnicas del fabricante.

P.T. y P.T–B en Mecatrónica.

Realizar los servicios de instalación, operación, diagnóstico, mantenimiento y actualización de sistemas mecatrónicos presentes en la industria.

P.T. y P.T–B en Electromecánica industrial.

Realizar servicios de instalación, operación, diagnóstico y mantenimiento de máquinas, equipos y sistemas electromecánicos aplicando las normas técnicas vigentes y estándares de calidad.

P.T. y P.T–B en Máquinas Herramienta.

Desempeñarse a nivel de mandos medios en la fabricación de piezas mecánicas conforme a dibujos, diagramas, utilizando la documentación técnica de las órdenes de producción, para ello será capaz de operar diferentes máquinas herramienta en la elaboración de productos metálicos y no metálicos que satisfagan las necesidades del sector productivo y social.

P.T. y P.T–B en Metalmecánica.

Desempeñarse a nivel de mandos medios en la transformación de los metales aplicando procesos metalúrgicos, mecánicos y tratamientos térmicos que modifican las propiedades físicas y químicas de los metales o piezas fabricadas, para cumplir con las especificaciones de producto de los clientes del sector productivo y social.



PT y PT-B en Metalurgia.

Desempeñarse en la supervisión de actividades propias de la metalurgia, capaces de instrumentar y controlar los procesos de obtención, conformado, unión y acabado de metales.

## 1.2. Competencias transversales al currículum ( \* )

Competencias Genéricas	Atributos
<b>Se autodetermina y cuida de sí</b>  1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfrenta las dificultades que se le presentan y es consciente de sus valores, fortalezas y debilidades.</li> <li>• Identifica sus emociones, las maneja de manera constructiva y reconoce la necesidad de solicitar apoyo ante una situación que lo rebase.</li> <li>• Elige alternativas y cursos de acción con base en criterios sustentados y en el marco de un proyecto de vida.</li> <li>• Analiza críticamente los factores que influyen en su toma de decisiones.</li> <li>• Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones.</li> <li>• Administra los recursos disponibles teniendo en cuenta las restricciones para el logro de sus metas.</li> </ul>
2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valora el arte como manifestación de la belleza y expresión de ideas, sensaciones y emociones.</li> <li>• Experimenta el arte como un hecho histórico compartido que permite la comunicación entre individuos y culturas en el tiempo y el espacio, a la vez que desarrolla un sentido de identidad.</li> <li>• Participa en prácticas relacionadas con el arte.</li> </ul>
3. Elige y practica estilos de vida saludables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce la actividad física como un medio para su desarrollo físico, mental y social.</li> <li>• Toma decisiones a partir de la valoración de las consecuencias de distintos hábitos de consumo y conductas de riesgo.</li> <li>• Cultiva relaciones interpersonales que contribuyen a su desarrollo humano y el de quienes lo rodean.</li> </ul>
<b>Se expresa y comunica</b>  4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.</li> <li>• Aplica distintas estrategias comunicativas según quienes sean sus interlocutores, el contexto en el que se encuentra y los objetivos que persigue.</li> <li>• Identifica las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.</li> <li>• Se comunica en una segunda lengua en situaciones cotidianas.</li> <li>• Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas.</li> </ul>
<b>Piensa crítica y reflexivamente</b>  5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.</li> <li>• Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.</li> <li>• Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.</li> <li>• Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.</li> <li>• Sintetiza evidencias obtenidas mediante la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.</li> <li>• Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.</li> </ul>

Competencias Genéricas	Atributos
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.</li> <li>Evalúa argumentos y opiniones e identifica prejuicios y falacias.</li> <li>Reconoce los propios prejuicios, modifica sus puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.</li> <li>Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</li> </ul>
<b>Aprende de forma autónoma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimiento.</li> <li>Identifica las actividades que le resultan de menor y mayor interés y dificultad, reconociendo y controlando sus reacciones frente a retos y obstáculos.</li> <li>Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.</li> </ul>
<b>Trabaja en forma colaborativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.</li> <li>Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.</li> <li>Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.</li> </ul>
<b>Participa con responsabilidad en la sociedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Privilegia el diálogo como mecanismo para la solución de conflictos.</li> <li>Toma decisiones a fin de contribuir a la equidad, bienestar y desarrollo democrático de la sociedad.</li> <li>Conoce sus derechos y obligaciones como mexicano y miembro de distintas comunidades e instituciones, y reconoce el valor de la participación como herramienta para ejercerlos.</li> <li>Contribuye a alcanzar un equilibrio entre el interés y bienestar individual y el interés general de la sociedad.</li> <li>Actúa de manera propositiva frente a fenómenos de la sociedad y se mantiene informado.</li> <li>Advierte que los fenómenos que se desarrollan en los ámbitos local, nacional e internacional ocurren dentro de un contexto global interdependiente.</li> </ul>
10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconoce que la diversidad tiene lugar en un espacio democrático de igualdad de dignidad y derechos de todas las personas, y rechaza toda forma de discriminación.</li> <li>Dialoga y aprende de personas con distintos puntos de vista y tradiciones culturales mediante la ubicación de sus propias circunstancias en un contexto más amplio.</li> <li>Asume que el respeto de las diferencias es el principio de integración y convivencia en los contextos local, nacional e internacional.</li> </ul>
11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asume una actitud que favorece la solución de problemas ambientales en los ámbitos local, nacional e internacional.</li> <li>Reconoce y comprende las implicaciones biológicas, económicas, políticas y sociales del daño ambiental en un contexto global interdependiente.</li> <li>Contribuye al alcance de un equilibrio entre los intereses de corto y largo plazo con relación al ambiente.</li> </ul>

\*Fuente: Acuerdo 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato.

## CAPÍTULO II: Aspectos específicos del módulo

### 2.1. Presentación

El módulo de Utilización de materiales es de tipo transversal y se imparte en el cuarto semestre del Trayecto Técnico de Aplicación de la Nanotecnología de las carreras de Profesional Técnico y Profesional Técnico-Bachiller en Mantenimiento de sistemas electrónicos, Mecatrónica, Electromecánica industrial, Máquinas herramienta, Metalmecánica y Metalurgia. Tiene como finalidad que el alumno utilice materiales de distinta naturaleza y composición, desarrollando gradualmente su entendimiento a partir del conocimiento de las ciencias físicas, químicas, de la vida y de la tierra, para crear nuevos materiales con propósitos específicos.

Para la mayoría de las personas, la *ciencia de materiales* no es un tema que resulte familiar. Pero sin ella, nuestro mundo moderno no sería como lo conocemos. No habría fibras ópticas para transmitir las llamadas telefónicas. No tendríamos computadoras, videocaseteras ni muchos otros aparatos eléctricos. Los autos aún se parecerían al modelo A y los rascacielos de vidrio que se encuentran en nuestras ciudades sólo existirían en la imaginación. La ciencia de los materiales es un campo interdisciplinario que emplea las herramientas de la ciencia, la tecnología y las matemáticas en la búsqueda de nuevos materiales útiles. En su exploración por descubrir los secretos del diseño de materiales, los científicos que se dedican a su estudio han analizado las alas de las libélulas en secciones transversales, han examinado la microestructura del coral y han experimentado con el súper pegamento que los mejillones utilizan para adherirse a las rocas. Al introducir a los alumnos a la ciencia de materiales mediante este trayecto técnico, tendrán la oportunidad de entender el mundo que los rodea de una forma que nunca antes han experimentado.

El presente es el primer módulo del trayecto técnico que responde a estas necesidades y está conformado por cinco unidades de aprendizaje. En la primera unidad se aborda la utilización de materiales compósitos; la segunda unidad aborda la utilización del concreto; la tercera unidad aborda la utilización de materiales biodegradables; la cuarta unidad aborda la utilización de materiales deportivos; y finalmente, en la quinta unidad se aborda el manejo de los fundamentos de la nanoescala.

La contribución del módulo al perfil de egreso de la carrera en la que está considerado implica el desarrollo de competencias profesionales y disciplinares, relacionadas con la ciencia, la tecnología y las matemáticas.

La formación profesional del PT y el PT-B, está diseñada con un enfoque de procesos, lo cual implica un desarrollo en la adquisición de competencias profesionales que incluye funciones productivas integradas en diversas las etapas. En este sentido el módulo de Utilización de materiales introduce a los alumnos a la ciencia de materiales, para promover el gusto e interés por el estudio, desarrollo y aplicación de la nanotecnología.



Además, estas competencias se complementan con la incorporación de otras competencias básicas, las profesionales y genéricas que refuerzan la formación tecnológica y científica, y fortalecen la formación integral de los educandos; que los prepara para comprender los procesos productivos en los que está involucrado para enriquecerlos, transformarlos, resolver problemas, ejercer la toma de decisiones y desempeñarse en diferentes ambientes laborales, con una actitud creadora, crítica, responsable y propositiva; de la misma manera, fomenta el trabajo en equipo, el desarrollo pleno de su potencial en los ámbitos profesional y personal y la convivencia de manera armónica con el medio ambiente y la sociedad.

La tarea del docente tendrá que diversificarse a fin de coadyuvar a que sus alumnos desarrollen las competencias propuestas en el módulo, realizando funciones tanto de facilitador del aprendizaje como de preceptor, y que consistirán en la guía y acompañamiento de los alumnos durante su proceso de formación académica y personal y en la definición de estrategias de participación que permitan incorporar a su familia en un esquema de corresponsabilidad que coadyuve a su desarrollo integral.

En el proceso de evaluación de las competencias, los docentes, en coordinación con el plantel, tienen la facultad de instrumentar las modalidades de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, que están vinculadas a una actividad de evaluación seleccionada para este fin, indicada en este programa de estudios y explicitada en la guía de evaluación correspondiente.

Por último, es necesario que al final de cada unidad de aprendizaje se considere una sesión de clase en la cual se realice la recapitulación de los aprendizajes logrados, en lo general, por los alumnos, con el propósito de verificar que éstos se han alcanzado o, en caso contrario, determinar las acciones de mejora pertinentes. Cabe señalar que en esta sesión el alumno que haya obtenido insuficiencia en sus actividades de evaluación o desee mejorar su resultado, tendrá la oportunidad de entregar nuevas evidencias.

El módulo Utilización de materiales es una adaptación autorizada del Programa “Materials World Modules” (MWM) creado en Northwestern University (EUA) por un grupo multidisciplinario Northwestern University, que concede a CONALEP, sin fines de lucro, la aplicación de los módulos MWM, bajo la condición de que se garanticen en su impartición el nivel técnico y la metodología del programa original. Los docentes que imparten los módulos deben ser capacitados previamente en cuanto a contenidos y metodología MWM. El desarrollo de las prácticas deberá ajustarse a lo dispuesto en los manuales y los materiales a utilizar serán adquiridos con los proveedores recomendados por el sistema MWM. La representación del Programa MWM en México es el Grupo MWM del Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. (CIMA-V). Este Grupo se encarga de la traducción al español de los manuales para el alumno y para el maestro, la producción de la base material para experimentación (“kits”), el entrenamiento de maestros y la asesoría técnica durante la impartición del módulo a estudiantes.

## Mensaje del Director del Programa “Módulos Mundo de los Materiales” (MWM).

Iniciado en 1993, con apoyo de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF - USA), el programa “Módulos Mundo de los Materiales” (MWM) utiliza los principios de la investigación y el diseño para permitir a los estudiantes llevar a cabo el trabajo de los científicos e ingenieros en sus aulas. Diseñado para su uso en las clases de secundaria y preparatoria, así como en horario extra-escolar, los Módulos han sido ampliamente probados en la práctica a lo largo de los Estados Unidos, en México y en Catar. Profesores de una amplia gama de temas, que incluyen la química, la física, la biología, ciencias de la tierra, tecnología, ingeniería y matemáticas han aplicado los Módulos MWM. En promedio, los estudiantes muestran una ganancia superior a 2 *sigma* en sus resultados de las pruebas pre / post Módulos.

Los materiales y sus propiedades son la base para la mayoría de las nuevas tecnologías y desempeñan un papel vital en el desarrollo económico sostenible. Un equipo formado por investigadores de ciencia de materiales de la Universidad Northwestern y profesores de ciencias de nivel pre-universitario ha publicado dieciséis Módulos. Cada Módulo incluye textos de estudiante / maestro y “kits” de laboratorio. Estos módulos fueron desarrollados para relacionar temas de clase con fenómenos del mundo real y aplicaciones prácticas. Cada módulo se vincula con los estándares nacionales de enseñanza de las ciencias en Estados Unidos y con las habilidades técnicas requeridas por los trabajadores del siglo 21.

En nuestra experiencia como investigadores de los materiales, las áreas de oportunidad para investigación se dan frecuentemente en la intersección entre varias disciplinas. La Ciencia de Materiales y la Nanotecnología son excelentes ejemplos. Ambos campos son inherentemente interdisciplinarios y tienen relación directa con las necesidades industriales, sociales y globales. La investigación en estas áreas se ha expandido de manera exponencial en los últimos años y llevar estas ideas a las aulas lo más rápido posible se ha convertido en imprescindible. Los temas para los Módulos MWM se seleccionan con el fin de preparar a los estudiantes para carreras vinculadas con las industrias y tecnologías que serán relevantes dentro de 10 ó 20 años. Por esto, los Módulos se orientan hacia materiales y nanotecnologías aplicados a la industria, la sociedad y desafíos globales como la energía, el medio ambiente, la salud / medicina y la seguridad.

El desarrollo de los Módulos está impulsado por las necesidades de los estudiantes y profesores. Los estudiantes necesitan los Módulos para mejorar su aprendizaje de conceptos científico-tecnológicos, reforzar su confianza mediante la aplicación de estos conceptos y preparar e inspirar su entrada en las carreras de ciencia y de tecnología. Los maestros necesitan Módulos que sean seguros para su uso en las aulas, de bajo costo y relevantes a los conceptos que se enseñan en los programas de física, biología, matemáticas y en general materias científico-tecnológicas, vinculadas a los estándares estatales y nacionales de educación científica.

La metodología de la investigación y el diseño ha demostrado ser muy eficaz. Los estudiantes adquieren práctica en emocionantes experimentos, trabajando como científicos (investigación) e ingenieros (diseño). Esto despierta su curiosidad natural y los motiva a aprender. Los maestros reciben

ayuda en la vinculación de los conceptos científicos y de ingeniería para aplicaciones del mundo real, que los alumnos pueden apreciar. El proceso de desarrollo del módulo es muy riguroso. Se tiene sumo cuidado para asegurar de que el contenido sea relevante y actualizado y que el estudiante tenga una experiencia divertida. Todos los módulos comienzan con una demostración de un fenómeno fascinante que despierta el interés de los estudiantes. Sigue una serie de actividades basadas en la indagación, que enseñan los conceptos destacados en el módulo. Al final del módulo, los estudiantes se agrupan para un proyecto de diseño que les permite mostrar lo bien que realmente han comprendido los conceptos. Los estudiantes trabajan en equipo y comunican sus resultados a través de presentaciones escritas y orales. Estos conocimientos y habilidades se necesitan para sobresalir en la universidad y el mercado de mañana.

En el año 2005, investigadores del Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) comenzaron a trabajar con autoridades y maestros del Estado de Chihuahua para traducir y adaptar los módulos MWM para su uso en centros pre-universitarios mexicanos. Académicos mexicanos trabajaron en estrecha colaboración con profesores de la Universidad Northwestern y se siguió el mismo proceso de formación profesional que se ha descrito anteriormente.

Coincidiendo con el vigésimo aniversario del programa MWM en USA, nos llega la magnífica noticia de que el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) ha decidido introducir en su programa de estudios, a nivel nacional, la asignatura *Utilización de los Materiales*. Esta asignatura consiste, esencialmente, en una selección de los Módulos MWM.

Congratulo a CONALEP por esta iniciativa. Estamos confiados en que los Módulos contribuirán de manera significativa a que los estudiantes que los cursen descubran mediante la *indagación orientada al diseño* el encanto de la ciencia, la tecnología y la innovación. Con los Módulos se reforzarán contenidos particulares, se aprenderá la interrelación entre las diferentes ciencias y este conocimiento se materializará y reforzará en aplicaciones de valor práctico. La colaboración Northwestern-CIMAV-CONALEP generará una retroalimentación de alto valor en todos los sentidos, que propiciará el crecimiento del programa MWM hacia nuevos espacios de la educación científica. CONALEP puede contar con nuestro apoyo amplio en el proceso de introducción, mantenimiento y desarrollo de la metodología MWM. El grupo MWM de la Universidad Northwestern y su representación en Mexico, el CIMAV, trabajaremos con ustedes para garantizar que la aplicación de los módulos en los planteles CONALEP, a nivel nacional, sea exitosa.

### **R.P.H. Chang**

Profesor de Ciencia e Ingeniería de Materiales  
Director del Programa "Módulos Mundo de los Materiales" (MWM)  
Director del Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Northwestern  
Secretario General de la Unión Internacional de Sociedades de Investigación de Materiales

Versión en Español:

**L. E. Fuentes-Cobas**

Investigador Titular del Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.  
Coordinador del Programa MWM-México

## 2.2. Propósito del módulo

Utilizar materiales de distinta naturaleza y composición, desarrollando gradualmente el interés del alumno por la investigación formal, la ciencia, la tecnología y las matemáticas, a partir del conocimiento de las ciencias físicas, químicas, de la vida y de la tierra, para que posteriormente pueda inventar, descubrir y crear nuevos materiales con propósitos específicos.

## 2.1. Mapa del módulo

Nombre del módulo	Unidad de aprendizaje	Resultado de aprendizaje
Utilización de materiales. <b>90 horas</b>	1. Utilización de materiales compósitos <b>15 horas</b>	1.1 Maneja los fundamentos de los compósitos, mediante su clasificación y aplicación. <b>5 horas</b> 1.2 Utiliza compósitos comunes, considerando sus características y componentes en el desarrollo de nuevos materiales. <b>10 horas</b>
	2. Utilización del concreto <b>15 horas</b>	2.1. Maneja los fundamentos del concreto, mediante su clasificación y aplicación. <b>5 horas</b> 2.2. Utiliza diferentes tipos de concreto, considerando sus características y propiedades en el desarrollo de nuevos productos. <b>10 horas</b>
	3. Utilización de materiales biodegradables <b>20 horas</b>	3.1 Compara los materiales biodegradables, desarrollando aplicaciones específicas. <b>5 horas</b> 3.2 Utiliza materiales biodegradables, considerando sus propiedades mecánicas y prospectivas de uso en la obtención de nuevos materiales. <b>15 horas</b>
	4. Utilización de materiales deportivos <b>20 horas</b>	4.1 Explora el diseño y tipo de materiales de construcción de pelotas, midiendo su respuesta al rebote. <b>6 horas</b> 4.2 Utiliza diversos materiales en la construcción de nuevos elementos deportivos, considerando sus propiedades mecánicas. <b>14 horas</b>
	5. Manejo de fundamentos de la nanoescala <b>20 horas</b>	5.1 Maneja las modificaciones de las propiedades de los cuerpos, de acuerdo a su tamaño y medición. <b>8 horas</b> 5.2 Maneja los fundamentos de la nanotecnología a partir del desarrollo de representaciones en nanoescala. <b>12 horas</b>



## 2.2. Unidades de aprendizaje

<b>Unidad de aprendizaje:</b>	Utilización de materiales compósitos	<b>Número</b>	1
<b>Propósito de la unidad:</b>	Utilizar materiales compósitos, identificando sus atributos, ventajas y propiedades mecánicas, para el diseño de proyectos de aplicación específicos y nuevos materiales.	15 horas	
<b>Resultado de aprendizaje:</b>	1.1 Maneja los fundamentos de los compósitos, mediante su clasificación y aplicación.	5 horas	

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<p>A. Manejo de los antecedentes de los compósitos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compósitos <ul style="list-style-type: none"> <li>– ¿Qué son?</li> <li>– ¿Dónde los encontramos?</li> <li>– ¿Por qué son útiles?</li> </ul> </li> <li>• Evolución de los materiales <ul style="list-style-type: none"> <li>– Edad de piedra</li> <li>– Edad de bronce</li> <li>– Edad de hierro</li> <li>– Edad de los compósitos</li> </ul> </li> </ul> <p>B. Prueba de diferentes tipos de hielo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compósitos de hielo</li> <li>• Reforzamiento de compósitos</li> <li>• Identificación de materiales compósitos</li> <li>• Clasificación de compósitos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Compósitos particulados</li> <li>– Compósitos laminares</li> <li>– Compósitos constituyentes</li> </ul> </li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<p>C. Relación entre las ciencias y los compósitos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biología y compósitos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistema celular</li> <li>– Huesos y tejido conectivo</li> <li>– Máquinas voladoras súper ligeras de la naturaleza</li> </ul> </li> <li>• Química y compósitos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Química de los polímeros</li> <li>– Polímeros termoplásticos y termoestables</li> <li>– Química de las fibras sintéticas</li> </ul> </li> <li>• Física y compósitos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elasticidad de materiales</li> <li>– Módulo de Young y su cálculo</li> </ul> </li> <li>• Identificación de compósitos en el entorno</li> </ul>

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

<b>Resultado de aprendizaje:</b>	1.2 Utiliza compósitos comunes, considerando sus características y componentes en el desarrollo de nuevos materiales.	10 horas
----------------------------------	---	----------

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
1.2.1 Diseña y construye una caña de pescar, considerando los fundamentos de los compósitos.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de registro del proyecto.</li> <li>• Prototipo de caña de pescar diseñado, construido y optimizado.</li> </ul>	10%	<p>A. Utilización de compósitos particulados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto</li> <li>• Poli estireno</li> <li>• Lija</li> </ul> <p>B. Utilización de compósitos laminados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capas de polímeros</li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
1.2.2 Diseña y elabora un nuevo material compósito, considerando sus características y propiedades mecánicas.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rúbrica.</li> <li>Hojas de registro del proyecto.</li> <li>Nuevo material compósito diseñado y elaborado.</li> <li>Rúbrica.</li> </ul>	10%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidrio laminado de seguridad</li> <li>Cartón corrugado</li> <li>Compósito Estructural: Triplay</li> <li>Compósito Funcional: Llanta</li> <li>Panel con estructura de espuma               <ul style="list-style-type: none"> <li>Explorando la diferencia                   <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia</li> <li>Rigidez</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Metal cubierto con teflón</li> <li>Caucho reforzado</li> <li>Compósito de caucho/tela</li> <li>Polímeros duros</li> </ul> <p>C. Utilización de compósitos Fibro – reforzados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Polímeros reforzados</li> <li>Aplicaciones específicas               <ul style="list-style-type: none"> <li>Artículos recreativos</li> <li>Aeronaves</li> <li>Plomería</li> <li>Automotriz</li> </ul> </li> </ul> <p>D. Diseño de compósitos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñando compósitos               <ul style="list-style-type: none"> <li>Cómo se refuerzan los materiales</li> <li>Compósitos reforzados con fibras</li> <li>Compósitos laminares</li> <li>Direccionalidad</li> <li>Adhesión</li> </ul> </li> <li>Materiales deportivos y compósitos               <ul style="list-style-type: none"> <li>Salto de garrocha</li> <li>Esgrima</li> <li>Carreras en kayak</li> </ul> </li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiro con arco</li> <li>- Cañas de pescar</li> <li>- Raquetas de tenis</li> <li>• Aeronaves y compósitos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Importancia de la reducción de peso</li> <li>- Nave Impulsada por la fuerza humana</li> <li>- Volando a través del canal de la mancha</li> </ul> </li> <li>- Aeroplanos</li> </ul>
<b>Sesión para recapitulación y entrega de evidencias.</b>						

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

<b>Unidad de aprendizaje:</b>	Utilización del concreto	<b>Número</b>	2
<b>Propósito de la unidad:</b>	Utilizar el concreto en diferentes aplicaciones, identificando cómo se obtiene y cambian sus propiedades mecánicas en el desarrollo de nuevos productos de concreto.	15 horas	
<b>Resultado de aprendizaje:</b>	2.1 Maneja los fundamentos del concreto, mediante su clasificación y aplicación.	5 horas	

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
2.1.1 Diseña y construye una teja de concreto, aplicando los fundamentos de elaboración.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas de registro del proyecto.</li> <li>Teja de concreto diseñada, construida y optimizada.</li> <li>Rúbrica.</li> </ul>	10%	<p>A. Manejo de características de infraestructuras hechas de concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concreto <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué es?</li> <li>¿Cómo se escoge?</li> <li>¿Cómo apoya al entorno?</li> </ul> </li> <li>Antecedentes del concreto</li> <li>Concepto de infraestructura</li> <li>Instalaciones que forman la infraestructura</li> <li>Materiales presentes en la infraestructura</li> <li>Importancia del concreto</li> <li>Objetos hechos de concreto</li> </ul> <p>B. Manejo de las características del cemento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de cemento</li> <li>Ejemplos de cemento <ul style="list-style-type: none"> <li>Cemento hidráulico</li> <li>Cemento Portland</li> </ul> </li> <li>Tipos I, II, III, IV y V. Propiedades. Usos.</li> <li>Comportamiento de las diferentes clases de cemento</li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidratación</li> <li>- Fraguado</li> </ul> <p>C. Obtención de diferentes tipos de concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma de obtención</li> <li>• Tipos de agregados</li> <li>• Proporciones</li> <li>• Dosificaciones de concreto</li> <li>• Cálculo de densidades</li> <li>• Mezclado</li> <li>• Tendido o aplicación</li> <li>• Curado</li> </ul> <p>D. Relación entre las ciencias y el concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos comunes del concreto               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carreteras</li> <li>- Cimientos</li> <li>- Concreto para casas</li> <li>- Rascacielos</li> <li>- Presas</li> </ul> </li> <li>• Química del cemento y el concreto               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción del cemento</li> <li>- Química de la hidratación del cemento</li> <li>- Degradación química del concreto</li> <li>- Ataque por sulfato</li> <li>- Degradación del concreto por álcalis</li> <li>- Corrosión del acero de las barras de refuerzo</li> </ul> </li> <li>• Pruebas física del concreto               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compresión</li> <li>- Esfuerzo</li> <li>- Momento de flexión</li> </ul> </li> </ul>



Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<ul style="list-style-type: none"> <li>• El concreto y el medio ambiente               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Producción de materiales de construcción</li> <li>– Usando desechos para hacer concreto</li> <li>– Energía hidroeléctrica</li> <li>– Reciclaje</li> <li>– Disposición de desechos nucleares</li> </ul> </li> <li>• Materiales biológicos similares al cemento y concreto               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Moluscos</li> <li>– Corales</li> <li>– Termitas</li> </ul> </li> <li>• Degradación química del concreto</li> <li>• Fabricación de concreto flexible</li> </ul>

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

<b>Resultado de aprendizaje:</b>	2.2 Utiliza diferentes tipos de concreto, considerando sus características y propiedades en el desarrollo de nuevos productos.	10 horas
----------------------------------	--	----------

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
2.2.1 Diseña y elabora un nuevo producto de concreto, considerando sus características y propiedades mecánicas.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de registro del proyecto.</li> <li>• Nuevo producto de concreto diseñado y elaborado.</li> <li>• Rúbrica.</li> </ul>	10%	A. Manejo de propiedades de materiales frágiles y del concreto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de materiales frágiles               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Compresión y tensión</li> <li>– Resistencia y fragilidad</li> </ul> </li> <li>• Propiedades del concreto               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dosificación</li> <li>– Resistencia</li> <li>– Fragilidad</li> </ul> </li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<ul style="list-style-type: none"> <li>– Otras propiedades</li> </ul> <p>B. Utilización del concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de infraestructura <ul style="list-style-type: none"> <li>– Estructuras grandes</li> <li>– Estructuras medianas</li> <li>– Estructuras pequeñas</li> </ul> </li> <li>• Recubrimientos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alta densidad</li> <li>– Baja densidad o ligero</li> </ul> </li> </ul> <p>C. Utilización del concreto reforzado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerzas presentes en movimientos telúricos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensión</li> <li>– Compresión</li> </ul> </li> <li>• Concreto reforzado <ul style="list-style-type: none"> <li>– Materiales de reforzamiento</li> <li>– Reforzando el concreto</li> </ul> </li> </ul>
<b>Sesión para recapitulación y entrega de evidencias.</b>						

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

<b>Unidad de aprendizaje:</b>	Utilización de materiales biodegradables					<b>Número</b>	3
<b>Propósito de la unidad:</b>	Utilizar materiales biodegradables, identificando sus atributos, ventajas y propiedades mecánicas, para el diseño de proyectos de aplicación específicos y la obtención de nuevos materiales biodegradables.					20 horas	
<b>Resultado de aprendizaje:</b>	3.1 Compara los materiales biodegradables, desarrollando aplicaciones específicas.					5 horas	
Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos	
3.1.1 Diseña y construye un dispositivo para la liberación prolongada de un medicamento, utilizando materiales biodegradables.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas de registro del proyecto.</li> <li>Dispositivo para la liberación prolongada de un medicamento, diseñado y construido.</li> <li>Rúbrica.</li> </ul>	10%	<p>A. Comparación de materiales de embalaje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales biodegradables <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué son?</li> <li>¿Cómo se identifican?</li> <li>¿Cómo apoyan al entorno?</li> </ul> </li> <li>Tipos de materiales de embalaje <ul style="list-style-type: none"> <li>No degradables</li> <li>Degradables</li> <li>Biodegradables</li> </ul> </li> <li>Diferencias entre materiales biodegradables y no biodegradables <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades</li> <li>Costos</li> </ul> </li> </ul> <p>B. Identificación de necesidades de materiales biodegradables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Características de los materiales biodegradables</li> <li>Elementos de biodegradación <ul style="list-style-type: none"> <li>Bacterias</li> <li>Otros microorganismos</li> </ul> </li> <li>Materiales sintéticos biodegradables <ul style="list-style-type: none"> <li>Clavos</li> </ul> </li> </ul>	

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agujas</li> <li>- Dispositivos de implante</li> <li>• Identificación de objetos biodegradables en el entorno</li> </ul> <p>C. Relación entre las ciencias y los materiales biodegradables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodegradación</li> <li>• Búsqueda de materiales biodegradables</li> <li>- Quitina</li> <li>- Conchas de Ostras</li> <li>- Lana</li> <li>• La química de los materiales biodegradables</li> <li>- Propiedades de los Polímeros</li> <li>- Mecanismos de degradación</li> <li>- Copolimerización</li> <li>• Materiales biodegradables y manejo de desechos</li> <li>- Plásticos biodegradables</li> <li>- Efecto del peso molecular en polímeros</li> </ul> <p>D. Manejo de aplicaciones médicas de materiales biodegradables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suturas biodegradables</li> <li>• Clavos y tornillos ortopédicos</li> <li>• Liberación de medicamento basada en polímeros</li> <li>• Ingeniería del Tejido</li> </ul>

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

Resultado de aprendizaje:		3.2 Utiliza materiales biodegradables, considerando sus propiedades mecánicas y prospectivas de uso en la obtención de nuevos materiales.				15 horas
Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
3.2.1 Diseña y elabora un nuevo producto biodegradable, considerando sus características y propiedades mecánicas.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas de registro del proyecto.</li> <li>Nuevo producto biodegradable diseñado y elaborado.</li> <li>Rúbrica.</li> </ul>	10%	<p>A. Elaboración de gelatina</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Polímeros               <ul style="list-style-type: none"> <li>Degradación de un polímero vía radiación UV</li> </ul> </li> <li>Gelatina- un polímero biodegradable               <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades mecánicas</li> <li>Características químicas</li> <li>Usos</li> </ul> </li> <li>Procesamiento de gelatina en un gel y películas</li> <li>Prueba de propiedades mecánicas</li> <li>Comportamiento de polímeros               <ul style="list-style-type: none"> <li>Polímero lineal</li> <li>Polímero unido entrecruzado</li> </ul> </li> </ul> <p>B. Elaboración de otros materiales biodegradables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Otros materiales biodegradables               <ul style="list-style-type: none"> <li>Polímero E/CO</li> <li>Polímero biodegradable PHBV</li> <li>Polímero relleno de almidón</li> </ul> </li> <li>Rapidez de descomposición de los materiales biodegradables</li> <li>Suposiciones sobre la descomposición de la gelatina</li> <li>Rapidez de descomposición de la gelatina               <ul style="list-style-type: none"> <li>Degradación Tipo I</li> <li>Degradación Tipo II</li> </ul> </li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						– Degradación Tipo III C. Manejo de prospectivas de la utilización de materiales biodegradables <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantes dentales</li> <li>• Fertilizantes</li> <li>• Micro cápsulas de medicación prolongada</li> <li>• Implantes ortopédicos</li> <li>• Materiales para empaquetar</li> <li>• Suturas</li> <li>• Regeneración de tejidos</li> </ul>
<b>Sesión para recapitulación y entrega de evidencias.</b>						

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal



<b>Unidad de aprendizaje:</b>	Utilización de materiales deportivos	<b>Número</b>	4
<b>Propósito de la unidad:</b>	Utilizar materiales deportivos, identificando sus atributos, ventajas y propiedades mecánicas, para el diseño de proyectos de aplicación específicos y la obtención de nuevos materiales.	20 horas	
<b>Resultado de aprendizaje:</b>	4.1 Explora el diseño y tipo de materiales de construcción de pelotas, midiendo su respuesta al rebote.	6 horas	

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
4.1.1 Diseña y construye un juego de mini – golf, considerando las propiedades mecánicas de materiales deportivos.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas de registro del proyecto.</li> <li>Juego de mini – golf, diseñado y construido.</li> <li>Rúbrica.</li> </ul>	10%	<p>A. Exploración del diseño de pelotas deportivas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales deportivos <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué son?</li> <li>¿Cómo se escogen?</li> <li>¿Cómo apoyan al entorno?</li> </ul> </li> <li>Tipos de pelotas deportivas <ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales y sus propiedades</li> <li>Capas</li> <li>Textura</li> <li>Peso y dimensiones</li> </ul> </li> <li>Características mecánicas</li> </ul> <p>B. Medición del rebote de pelotas deportivas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Importancia del rebote <ul style="list-style-type: none"> <li>Elasticidad</li> <li>Especificación de rendimiento</li> </ul> </li> <li>Medición del rebote de pelotas deportivas <ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud</li> <li>Altura</li> <li>Ley de la conservación de la energía</li> <li>Energía cinética y energía potencial</li> </ul> </li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<ul style="list-style-type: none"> <li>– Coeficiente de restitución</li> <li>• Superficies de impacto</li> <li>• Elección de materiales de construcción de pelotas deportivas</li> </ul>

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

<b>Resultado de aprendizaje:</b>	4.2 Utiliza diversos materiales en la construcción de nuevos elementos deportivos, considerando sus propiedades mecánicas.	14 horas
----------------------------------	--	----------

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
4.2.1 Diseña y elabora un nuevo equipo de deporte, considerando características y propiedades mecánicas de los materiales.	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de registro del proyecto.</li> <li>• Nuevo equipo de deporte diseñado y elaborado.</li> <li>• Rúbrica.</li> </ul>	10%	<p>A. Absorción de energía en los materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de superficies</li> <li>• Elasticidad de las superficies</li> <li>• Absorción de energía en superficies</li> <li>• Medición de rebote en superficies</li> </ul> <p>B. Fricción de rodamiento sobre diferentes superficies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fricción cinética o de deslizamiento</li> <li>• Comparación de la fricción de rodamiento en diferentes superficies</li> <li>• Fricción estática</li> <li>• Medición de la fricción de rodamiento</li> </ul> <p>C. Aplicación de materiales deportivos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deportes de raquetas</li> <li>• Calzado para deportes</li> <li>• Bicicletas con diferentes materiales</li> <li>• Uniformes deportivos</li> </ul>

**Sesión para recapitulación y entrega de evidencias.**

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

<b>Unidad de aprendizaje:</b>	Manejo de fundamentos de la nanoescala	<b>Número</b>	5
<b>Propósito de la unidad:</b>	Manejar los fundamentos de la nanoescala, aplicables al desarrollo de la nanotecnología para el diseño de proyectos de aplicación específicos.	20 horas	
<b>Resultado de aprendizaje:</b>	5.1 Maneja las modificaciones de las propiedades de los objetos, de acuerdo a su tamaño y medición.	8 horas	

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<p>A. Manejo de propiedades de los cuerpos dependientes del tamaño</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanotecnología <ul style="list-style-type: none"> <li>– ¿Qué es?</li> <li>– ¿Dónde puedes encontrarla?</li> <li>– ¿Qué la hace especial?</li> </ul> </li> <li>• Concepto de nanoescala <ul style="list-style-type: none"> <li>– Objetos a nanoescala</li> <li>– No sólo lo de adentro cuenta</li> </ul> </li> <li>• Propiedades dependientes del tamaño <ul style="list-style-type: none"> <li>– ¿Se quemará?</li> <li>– Desapareciendo el agua</li> <li>– Formas de ser pequeño</li> </ul> </li> <li>• Dimensionalidad de los objetos</li> </ul> <p>B. Cálculo de potencias de base 10 y escalas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un viaje a través del tamaño <ul style="list-style-type: none"> <li>– El prefijo nano</li> <li>– Primera aproximación</li> <li>– Escala</li> </ul> </li> <li>• Potencias de 10 <ul style="list-style-type: none"> <li>– Todo es relativo: expresar la escala</li> </ul> </li> </ul>

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						10 – Escalando de macro a nano – Escalado Hacia Arriba – Escalado Hacia Abajo • Macroescala y microescala • La verdadera ciencia nanoescalar C. Relación entre las ciencias y la nanoescala • El carbono y la nanotecnología – Dimensionalidad de las estructuras de Carbono • Nano-estructuras de Carbono • La nanoescala en 1-D • La Nanoescala en 2-D • Las Nano-estructuras más esperadas

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

<b>Resultado de aprendizaje:</b>	5.2 Maneja los fundamentos de la nanotecnología a partir del desarrollo de representaciones en nanoescala.	12 horas
----------------------------------	--	----------

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
5.2.1 Diseña y construye un géiser líquido, aplicando los principios de nano escala. AUTOEVALUACIÓN.	✓	✓	✓	• Hojas de registro del proyecto. • Géiser líquido, diseñado y construido. • Rúbrica.	20%	A. Cálculo de área superficial y volumen • Frío o calor – Comodidad – Supervivencia – Regla de Allen – Regla de Bergmann • Área superficial y volumen • Razón área superficial a volumen

Actividades de evaluación	C	P	A	Evidencias a recopilar	Ponderación	Contenidos
						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dos dimensiones</li> <li>- Tres dimensiones—forma</li> <li>- Tamaños extremos</li> </ul> <p>B. Manejo de nano conceptos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El juego de cartas de la nanotecnología</li> <li>• Jugar el juego de cartas de los nano conceptos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reglas del Juego</li> <li>- Juego en línea</li> </ul> </li> </ul>
<b>Sesión para recapitulación y entrega de evidencias.</b>						

**C:** Conceptual

**P:** Procedimental

**A:** Actitudinal

## 2.3. Referencias documentales

### Bibliografía básica:

- Hsu, Maththew; Walhof, Laura y Turner, Ken: *Módulo Compósitos, Manual del alumno*. Traducción al español: Roberto Martínez y María E. Montero. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Hsu, Maththew; Walhof, Laura y Turner, Ken: *Módulo Compósitos, Manual del maestro*. Traducción al español: Roberto Martínez y María E. Montero. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Biernacki, Joseph J., Walhof, Laura: *Módulo Concreto, Manual del alumno*. Traducción al español: Antonino Pérez y Gilberto Peralta. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Biernacki, Joseph J., Walhof, Laura: *Módulo Concreto, Manual del maestro*. Traducción al español: Antonino Pérez y Gilberto Peralta. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Whang, Kiumin; L. McCoy, Sharon L: *Módulo Materiales biodegradables, Manual del alumno*. Traducción al español: María Elena Montero. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Whang, Kiumin; L. McCoy, Sharon L: *Módulo Materiales biodegradables, Manual del maestro*. Traducción al español: María Elena Montero. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Grierson, Anita y Weber, William: *Módulo Materiales deportivos, Manual del alumno*. Traducción al español: Francisco Espinosa y José Martín Herrera. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Grierson, Anita y Weber, William: *Módulo Materiales deportivos, Manual del maestro*. Traducción al español: Francisco Espinosa y José Martín Herrera. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Maynard, Valerie y Hsu, Maththew: *Módulo Introducción a la nanoescala, Manual del alumno*. Traducción al español: Francisco Espinosa y Sion Olive. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.
- Maynard, Valerie y Hsu, Maththew: *Módulo Introducción a la nanoescala, Manual del maestro*. Traducción al español: Francisco Espinosa y Sion Olive. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., México, 2012.



**Bibliografía especializada:**

- Chang, R.P.H.: A call for nanoscience education. *Nanotoday* Vol. 1(2), 6–7 (2006).
- Chang, R.P.H. and Hsu, Matthew: *The materials world modules program. Journal of Materials Education*. Vol.32 (5-6), 181 - 184 (2010).
- Fuentes Cobas Luis E., Espinosa Magaña Francisco, Martínez Sánchez Roberto, Montero Cabrera María E., Pérez Hernández Antonino, Zaragoza Contreras Armando, Chang Robert. P. H., Hsu Matthew, Maloof Arzola Salomón, López de Lara Chávez Víctor H. “*Versión para América Latina del Programa “Módulos el Mundo de los Materiales” (Materials World Modules)*”. *La\_Educación\_Digital*, Num. 144 (2010). [http://www.educoas.org/portal/La\\_Educacion\\_Digital/laeducacion\\_144/studies/luisfuentescobasyotros.pdf](http://www.educoas.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_144/studies/luisfuentescobasyotros.pdf)

**Páginas web:**

- *Sitio Web oficial de los Módulos Mundo de los Materiales*: <http://www.materialsworldmodules.org>.
- *Página web del Programa MWM-México*: <http://mwm.cimav.edu.mx>



COLEGIO DE BACHILLERES  
DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

AR-08

REF: DAC. 158/12

13 de marzo de 2012

*DR. LUIS FUENTES COBAS*

*COORDINADOR DEL PROGRAMA MODULOS: MUNDO DE LOS MATERIALES*

*CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES AVANZADOS*

En relación a la valoración del impacto que ha tenido para esta Institución el Programa "Mundo de los Materiales" que se ha realizado en coordinación con el Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV) podemos afirmar lo siguiente:

Colegio de Bachilleres del Estado de Chihuahua tiene el programa: Módulos: Mundo de los Materiales (MWM), éste se implementa mediante el desarrollo de varios módulos que tiene como finalidad captar el interés del estudiante e inspirar su creatividad, a través de actividades diseñadas para que de forma directa estructure y construya su aprendizaje, enfocando su atención e investigando sobre el campo de la ciencia de materiales.

Con la participación en cada módulo el alumno adquiere habilidades realmente deseadas y toma gusto por asistir a la escuela, descubriendo que es útil tomar una clase. Construye su aprendizaje, eleva su calidad educativa, logra competencias que le permiten ser una persona crítica y reflexiva ya que desarrolla su ingenio y su curiosidad, a su vez logra sensibilizarse con la sociedad, medio ambiente y los seres vivos.

Por experiencia, se ha visto que los estudiantes que asisten al programa: "Mundo de materiales" adquieren una visión muy diferente a la que tenían anteriormente, se despierta en ellos el hambre de saber, el experimentar una y otra vez, en cuanto a su desempeño en las clases dentro del aula, muestran más madurez e interés por las áreas de ciencias, son capaces de imaginar y entender rápidamente un problema de aplicación, por ejemplo, de máximos y mínimos en cálculo y además encontrar relación entre el tema de presión dentro de un cuerpo en física con la turgencia que presenta una célula y predecir el posible resultado al aumentar o disminuir la turgencia en la célula en cuestión.

---

**Dirección General** Av. Juárez No.1402 Col. Centro C.P. 31000 Tel. (614) 238-30-00  
Chihuahua, Chih.

[www.cobachih.edu.mx](http://www.cobachih.edu.mx) [buzon@cobachih.edu.mx](mailto:buzon@cobachih.edu.mx)





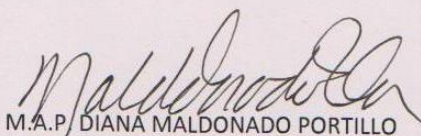
COLEGIO DE BACHILLERES  
DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Resulta muy productivo, que estos programas en base a módulos, se implementen como materia académica, los jóvenes vuelven a ser niños aprendiendo del ensayo y error, desde luego cada persona de acuerdo a sus habilidades desarrolladas se vuelve experto en cada una, logran la capacidad para resolver las situaciones que se presentarán en su campo laboral, encontrarán las oportunidades de tener una mayor calidad de vida y por consiguiente una sociedad dando fruto para lograr un México grande.

El Colegio de Bachilleres ha participado en los Módulos: Compósitos, Concreto, Biodegradables, Deportes, Nanotecnología y Biosensores, capacitando a **99** docentes y beneficiando a **2596** alumnos.

Por lo anterior solamente queremos hacer extensivo nuestro agradecimiento por el apoyo recibido de la Institución que dignamente representa.

ATENTAMENTE



M.A.P. DIANA MALDONADO PORTILLO

DIRECTORA ACADÉMICA

---

**Dirección General** Av. Juárez No.1402 Col. Centro C.P. 31000 Tel. (614) 238-30-00  
Chihuahua, Chih.

[www.cobachih.edu.mx](http://www.cobachih.edu.mx) [buzon@cobachih.edu.mx](mailto:buzon@cobachih.edu.mx)

Chihuahua, Chih., 8 de marzo, 2012

**DR. LUIS FUENTES COBAS**

**Coordinador Técnico del Programa MWM-México**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS**

**Presente.**

Por medio de la presente reciba un cordial saludo y atendiendo a su petición acerca del impacto del Programa Mundo de los Materiales en CECYTECH, le comento lo siguiente: El Programa se está operando en nuestro subsistema desde el 2005, periodo en que hemos sido testigos de cómo las academias docentes del área de matemáticas, física, biología y química han trabajado de manera colegiada y de la mano con subsistemas de educación media superior; en cuanto a los estudiantes se ha logrado impulsar el desarrollo de prototipos científicos y tecnológicos no solo del área de materiales, si no relacionadas con las áreas de especialidad con las que contamos en nuestros planteles CECyT como lo son la informática, mecatrónica y producción; nuestro Colegio cuenta con planteles en zonas marginadas y de difícil acceso donde los kits que incluyen la operación del programa han causado un gran impacto no solo a los jóvenes si no a los padres de familia a los cuales se les han impartido algunas prácticas sencillas de tipo científico; los jóvenes que se integran al programa primero fungen como participantes, después como monitores en la impartición de los módulos de las siguientes generaciones.

Durante el presente ciclo escolar se decidió implementar el programa en los siguientes planteles con el número de alumnos que se indica:

PLANTEL	LOCALIDAD	NUMERO DE ALUMNOS
Emsad 1	Turuachi	34
Emsad 2	El Vergel	36
Emsad 3	Rocheachi	24
Emsad 4	Carichi	25
Emsad 5	Tomochi	70
Emsad 6	Benito Juárez	26
Emsad 7	Lebaron	25
Emsad 9	Atascaderos	25
Emsad 10	Samachique	37



Colegio de  
Estudios Científicos  
y Tecnológicos del  
Estado de Chihuahua

**CECyTECH**

Emsad 12	Satevo	44
Emsad 13	Naica	25
Emsad 14	Mesa de San Rafael	34
Emsad 16	Baborigame	52
Emsad 18	Valle del Rosario	19
Emsad 19	Moris	65
Emsad 20	Santa Isabel	49
Emsad 22	Nonoava	30
Emsad 23	San Francisco de Borja	23
Emsad 24	Urique	24
Cecyt 2	La Junta	15
Cecyt 3	Valle de Allende	25
Cecyt 4	Guadalupe y Calvo	262
Cecyt 5	San Juanito	35
Cecyt 6	Chihuahua	27
Cecyt 7	San Isidro	15
Cecyt 8	Cuauhtemoc	56
Cecyt 11	Ciudad del conocimiento	20

Dichos grupos los atienden docentes previamente capacitados por personal del CIMAV, que en total son 132. El Programa es un proyecto de apoyo académico que constituye una estrategia innovadora en el ámbito de la ciencia y tecnología, la cual impacta en la formación de jóvenes con competencias ingenieriles en el campo de las ciencias duras.

Sin otro particular por el momento, queda de Usted.

ATENTAMENTE

ING. HUGO ALBERTO DOZAL ROCHA  
COORDINADOR ACADÉMICO

ARSC

