

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA DE
JALPA DE MÉNDEZ



**PROPUESTA DE CREACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIO DE
INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA**

Abril 2014

INDICE

1. PRESENTACIÓN	1
1.1 Nombre de la Licenciatura	1
1.2 División Académica donde se imparte.....	1
1.3 Título que se otorga.....	1
1.4 Modalidad en que se imparte.....	1
1.5 Total de créditos	1
2. FUNDAMENTACIÓN.....	2
2.1 Análisis de las políticas educativas y la ubicación del proyecto en la planeación institucional.....	2
2.2 Análisis histórico del desarrollo socioeconómico, científico, y tecnológico de la profesión en un contexto regional, nacional e internacional.....	13
2.3 Vinculación universidad-sociedad.....	18
2.4 Estudios del campo profesional.....	21
2.5 Análisis del mercado. Demanda real y potencial.....	22
2.6 Oferta Educativa y Análisis comparativo de Planes de Estudio.....	25
3. DEFINICIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL	29
3.1 Misión de la Licenciatura	29
3.2 Visión de la Licenciatura	29
3.3 Objetivos de la Licenciatura.....	29
3.4 Perfil de ingreso.....	30
3.5 Perfil de egreso.....	30
4. EL CURRÍCULUM.....	34
4.1 Socio económico.....	34
4.2 Epistemológico.....	38
4.3 Pedagógico	41
5. EXPLICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	45

6. ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS	47
<i>6.1 Descripción del Plan de Estudios.....</i>	<i>47</i>
7. FACTIBILIDAD ACADÉMICA	54
<i>7.1 Infraestructura necesaria a mediano plazo para la correcta implementación del Programa Educativo</i>	<i>54</i>
<i>7.2 Personal académico</i>	<i>57</i>
<i>7.3 Recursos bibliográficos</i>	<i>58</i>
<i>7.4 Presupuesto.....</i>	<i>59</i>
8. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	60
<i>8.1 Requisitos de ingreso y egreso.....</i>	<i>60</i>
<i>8.2 Antecedentes académicos</i>	<i>60</i>
<i>8.3 Límites de tiempo para cursar el plan de estudios</i>	<i>60</i>
<i>8.4 Créditos mínimos y máximos por cada ciclo escolar</i>	<i>60</i>
<i>8.5 Ciclos largos y ciclos cortos.....</i>	<i>60</i>
<i>8.6 Examen de competencia</i>	<i>61</i>
<i>8.7 Movilidad estudiantil</i>	<i>61</i>
<i>8.8 Servicio Social y Prácticas Profesionales.....</i>	<i>61</i>
<i>8.9 Actividades obligatorias sin valor crediticio</i>	<i>62</i>
PROGRAMAS DE ESTUDIO	64
ANEXO 1. Formato de encuesta empleada para análisis de mercado de trabajo	71
ANEXO 2. Encuesta empleada para estudio de demanda potencial	73
ANEXO 3. Comparativo de Planes de Estudio.....	74
ANEXO 4. Propuestas de Trayectorias Académicas	90

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez

Rector

Dra. Dora María Frías Márquez

Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez

Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M.A. Rubicel Cruz Romero

Secretario de Servicios Administrativos

L. C. P. Marina Moreno Tejero

Secretaria de Finanzas

Comisión de Planes y Programas de Ingeniería en Nanotecnología

Dr. Carlos Ernesto Lobato García

Dr. Rosendo López González

Dra. Mayra Angélica Álvarez Lemus

Dr. Cristino Ricárdez Jiménez

Dr. Richart Falconi Calderón

Asesor Externo

Dr. Noboru Takeuchi Tan

Centro de Nanociencias y Nanotecnología. UNAM

Asesor Estadístico

M.C. Francisco Alberto Hernández de la Rosa

1. PRESENTACIÓN

1.1 Nombre de la Licenciatura

Ingeniería en Nanotecnología

1.2 División Académica donde se imparte

División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez

1.3 Título que se otorga

Ingeniero en Nanotecnología

1.4 Modalidad en que se imparte

Escolarizada

1.5 Total de créditos

349

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1 Análisis de las políticas educativas y la ubicación del proyecto en la planeación institucional.

Actualmente, estamos en una era impulsada por la tecnología sumamente ligada a proyectos empresariales de alta rentabilidad debido a que son fuentes generadoras de un considerable valor económico. De acuerdo con el Banco Mundial (BM) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Ciencia y la Tecnología se ven como los detonadores más importante en el proceso de transformación productiva de las economías tanto emergentes como en vías de desarrollo.¹

En este contexto, el surgimiento y desarrollo de la nanotecnología está dando origen a cambios trascendentales tanto en la comprensión del comportamiento de la materia a escala nanométrica como en el avance de las Tecnologías, cuyo impacto se percibe equivalente a una nueva Revolución Industrial que, como resultado natural, transformará la economía global de las próximas décadas.

- **Políticas internacionales**

El término nanotecnología, acuñado en 1974 por el científico japonés Norio Tamiguchi, encuentra su campo de acción en una enorme cantidad de aplicaciones que van desde la salud y alimentación hasta la generación de energía y el cuidado del medio ambiente, pasando por la industria aeroespacial, la automovilística, los nuevos materiales, la electrónica, las comunicaciones, la generación de energía y la industria de cosméticos. Por ser una rama del conocimiento donde convergen múltiples disciplinas, la nanotecnología trae consigo un gran potencial para la solución de problemáticas que hoy en día no han podido ser resueltas, lo que a mediano plazo puede convertirla en una pieza estratégica para la competitividad de un sistema económico.

¹ Záyago-Lau, E., Foladori, G. (2010). La nanotecnología en México: un desarrollo incierto. *Economía Sociedad y Territorio*, X(32), 143-178.

Sin embargo, los retos que impone esta disciplina del conocimiento incluyen implicaciones éticas y sociales, así como la ruptura de paradigmas para que un país pueda afrontar exitosamente su incursión en el desarrollo y creación de empresas basadas en nanotecnología.

En este sentido, la educación a nivel superior desempeña un papel primordial por ser la principal fuente generadora de recursos humanos capaces de incorporarse al campo laboral o de realizar estudios de posgrado que generen investigación y desarrollo. Por ello es una necesidad que siendo un área emergente, se incorporen a la oferta educativa a nivel superior programas en el área de las nanociencias y la nanotecnología, tendencia clara a nivel internacional, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Oferta Internacional de Programas Educativos a Nivel Superior en el área de Nanotecnología

País	Número de Programas Educativos a Nivel Superior
Alemania	12
Australia	14
Brasil	1
Canadá	12
Dinamarca	3
Estados Unidos	6
Holanda	1
India	2
Irlanda	2
Nueva Zelanda	2
Polonia	1
Reino Unido	6
República Checa	1
Suiza	1

La ciencia y la tecnología conforman uno de los roles más importantes de competencia reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) tal como fue señalado en las dos conferencias mundiales de reflexión y análisis del papel de la educación superior

(1998) donde se establecieron como elementos insustituibles para el desarrollo sostenible y el mejoramiento del conjunto de la sociedad.²

El Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y del Caribe de la UNESCO convocó en 2008 a una conferencia regional de educación superior, en donde se coincidió que uno de los desafíos más importantes es la transformación profunda de la educación superior. Una reunión más reciente: el IV Encuentro de Redes Universitarias y Consejos Rectores de América Latina y del Caribe, celebrada en el año 2011, reafirmó que los sistemas de educación superior tienen la responsabilidad de aportar para la construcción de una sociedad centrada en las personas y orientada al desarrollo pleno, y deben dar a sus graduados las herramientas para sortear con éxito el carácter selectivo y asimétrico de la globalización (IESALC-UNESCO).³

La OCDE ha señalado que la inversión en investigación y desarrollo en nanotecnologías ha ido en creciente aumento en los últimos años, tanto por organismos públicos como privados. Los países desarrollados han apostado a la inversión en esta área considerándola como prioritaria. Tan sólo en los Estados Unidos, la Iniciativa Nacional en Nanotecnología, propone una inversión de \$1.7 billones de dólares para el 2014, lo que refleja su permanencia y tendencia creciente en cuanto a inversión en esta área.⁴

De acuerdo con el Banco Mundial, México se encuentra ubicado en la posición 59 en la clasificación de capacidad de los países para transitar a una economía del conocimiento, debajo de países como Dinamarca (1), Estados Unidos (9), Corea del Sur (31) e incluso de Brasil (54). El argumento del deficiente desempeño de México, se basa en la falta de acumulación de conocimiento y de la poca difusión del mismo.

² UNESCO (1998). Conferencia mundial sobre la educación superior, La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción. París: UNESCO.

³ IESALC-UNESCO (2008). Declaración de la conferencia regional de educación superior en América Latina y el Caribe. Cartagena de Indias: IESALC-UNESCO.

⁴ OECD. (2009). Nanotechnology: an overview based on indicators and statistics. STI Working Paper Series. París: OECD-OCDE.

Por estas razones, la política de ciencia y tecnología de México se vincula con la creación de una economía del conocimiento competitiva.^{5,6}

Por su parte, la Unión Europea desde el 2004 ha generado un Plan de Acción sobre nanotecnología en donde se establecen las estrategias europeas sobre el tema,⁷ derivado de ello ha creado diversos fondos (FONCICYT, FP7, Fondos de cooperación específica con países de economías emergentes) para el desarrollo de investigación conjunta con países del resto del mundo dando prioridad a la aplicación de la nanotecnología para el desarrollo de PyMES en donde anualmente se destinan recursos de hasta 3.5 billones de euros.⁸

Las anteriores declaraciones apremian a las universidades, en particular a las públicas, a renovar su pacto con la sociedad para no ser simples espacios de conciencia crítica, sino estar preparadas y proporcionar las respuestas oportunas para realizar los cambios necesarios en la educación superior, así como favorecer la adquisición de nuevos conocimientos, ofrecer programas pertinentes, incrementar su matrícula y mejorar la calidad de la educación.

- **Políticas Nacionales**

México es un país cuya economía se encuentra entre las principales de Latinoamérica, sin embargo no ha podido crecer como se esperaría debido en gran parte a la situación de la educación en el país. La falta de actualización en los programas así como el bajo porcentaje de egresados de nivel superior es uno de los retos con los que cada uno de los gobiernos se ha enfrentado. Como se ha mencionado, la experiencia internacional ha demostrado que la educación va de la mano con el crecimiento económico de un país. En este sentido, es importante contar no solo con la oferta de programas que generen recursos humanos capaces

⁵ OCDE (2009). *Reviews of Regional Innovation: 15 Mexican Status*. París: OCDE.

⁶ National Science and Technology Council (2013). *The National Nanotechnology Initiative*. [en línea] URL: <http://www.nano.gov/node/1016>.

⁷ European Commission. (2004). *Towards a European Strategy for Nanotechnology*. Luxemburgo: European Communities.

⁸ CORDIS. (2013). *Nanosciences, nanotechnologies, materials & new production technologies*. [en línea] URL: http://cordis.europa.eu/fp7/cooperation/nanotechnology_en.html

de contribuir al crecimiento de la Nación, sino que al mismo tiempo, esta oferta cuenta con la calidad y estándares para ser competitivos a nivel internacional.

En nuestro país, la inversión en ciencia y tecnología es bastante pobre en comparación con otros países de economías similares. Sin embargo, a nivel internacional se ha reconocido que la investigación realizada en México es de calidad y significativa. En 2008, se realizó un estudio conjunto entre la Secretaría de Economía y el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV),⁹ en donde se indicó que existían 56 Instituciones en las que se encontraban 449 investigadores con temas relacionados a la nanotecnología. De éstos, 51 pertenecían al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), concentrando un 70% en centros CONACYT, UNAM, IMP e IPN y solo un 30% distribuidos en el resto del país. De acuerdo con el documento, México se encuentra entre los tres países de Latinoamérica con mayor producción científica en este ámbito.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2006-2012 se abrió la oportunidad para esta ciencia emergente al ser considerada como prioritaria, lo que impulsó el crecimiento y reconocimiento de la nanotecnología en el país. Aun cuando el PDN 2013-2018 no la contempla específicamente, la presente administración considera una mayor inversión en ciencia y tecnología y el CONACYT considera el desarrollo de la nanotecnología como una actividad primordial.¹⁰

Incluido en “Las cinco Metas Nacionales” en el PND, la meta número tres “México con Educación de Calidad” indica que se debe garantizar un desarrollo integro en todos los mexicanos para poder contar con capital humano preparado, que sea fuente de innovación y lleve a todos los estudiantes a su mayor potencial.

⁹ Secretaría de Economía. (2008). Diagnóstico y prospectiva de la Nanotecnología en México. México: CIMAV.

¹⁰ Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República (2013). Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018. México: Presidencia de la República.

México tiene ante sí el reto de impulsar la creación de programas educativos actuales, adecuados a las necesidades de un mundo globalizado como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que se requiere para una inserción eficiente en la sociedad de la información.

Entre las estrategias para alcanzar una educación superior de alto nivel se encuentran:

- Modernizar la infraestructura y el equipamiento de los centros educativos.
- Garantizar que los planes y programas de estudio sean pertinentes y contribuyan a que los estudiantes puedan avanzar exitosamente en su trayectoria educativa, al tiempo que desarrollen aprendizajes significativos y competencias que les sirvan a lo largo de la vida.
- Ampliar las oportunidades de acceso a la educación en todas las regiones y sectores de la población.
- Crear nuevos servicios educativos, ampliar los existentes y aprovechar la capacidad instalada de los planteles.
- Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB.
- Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.
- Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
- Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.

Considerando además que las líneas de acción más sobresalientes en el contexto actual del país son:

- Fomentar desde la educación básica los conocimientos, las habilidades y las aptitudes que estimulen la investigación y la innovación científica y tecnológica.

- Impulsar programas de posgrado conjuntos con instituciones extranjeras de educación superior en áreas prioritarias para el país.
- Incrementar de manera sostenida la cobertura en educación media superior y superior, hasta alcanzar al menos 80% en media superior y 40% en superior.
- Fomentar la creación de nuevas opciones educativas, a la vanguardia del conocimiento científico y tecnológico.
- Apoyar al establecimiento de ecosistemas científico-tecnológicos que favorezcan el desarrollo regional.

De manera correspondiente, en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT),¹¹ se destaca la importancia de la formación y consolidación de recursos capacitados en investigación como uno de los ejes de la política científica de los últimos años fortaleciéndolo a través del desarrollo, la educación de calidad, el fortalecimiento de ciencia básica y aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación. El PECyT, en el sector ciencia y tecnología, establece 9 áreas como prioritarias entre las que se encuentran **energía, medio ambiente, y nanotecnología**.

- **Políticas Estatales**

En su Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018 (PED),¹² el gobierno del estado de Tabasco, contempla el sector de la educación en el eje rector 5 “Educación, cultura, ciencia, tecnología y deporte, para el desarrollo integral de la persona y la sociedad”, en el cual se refiere a la educación como el medio para alcanzar también otros derechos, un bien social y un instrumento clave para la transformación y modernización de la sociedad, representando el punto de partida insustituible para el progreso de los pueblos y con ello, alcanzar mejores niveles de vida. Por lo cual, resulta indispensable impulsar el desarrollo de las competencias fundamentales que los estudiantes de hoy reclaman en un mundo globalizado.

¹¹ Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. CONACYT. (2008). Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012. México: CONACYT.

¹² Gobierno del Constitucional del Estado de Tabasco. (2013). *Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018*. Villahermosa: Gobierno del Estado.

La eficiencia terminal del nivel medio en los últimos veinte años ha pasado del 53 % al 69 %, lo que ha producido como consecuencia una mayor demanda de una educación superior que actualmente es insuficiente. Actualmente los egresados de la educación superior encuentran una oferta deficiente de educación especializada de alto nivel a nivel posgrado, encontrando pocos espacios que propicien investigación de calidad. Esta demanda aumentará en corto y mediano plazo conforme se incrementen los índices de egreso del nivel medio y superior, como lo indica la tendencia.

Estos resultados apuntan a que el sistema educativo y las instituciones de educación superior en particular, no están respondiendo a las expectativas de los jóvenes que eligen una carrera universitaria, ni son lo suficientemente pertinentes para enfrentar el reto de contribuir a los objetivos del desarrollo e incremento en la competitividad y producción.

En esta nueva etapa, el gobierno del estado de Tabasco impulsará el desarrollo científico y tecnológico potencializando el talento local, teniendo los alumnos acercamientos con especialistas de prestigio tanto nacional como internacional para que de esta forma sean capaces de generar soluciones a los retos estatales, nacionales y mundiales en temas prioritarios.

Entre los objetivos plasmados en el PED está incrementar el capital humano de alto nivel que consolide el sistema estatal de ciencia, tecnología e innovación para responder a las necesidades del desarrollo de Tabasco hacia una sociedad del conocimiento.

Como estrategias y líneas de acción para lograr los objetivos están:

- Contribuir al incremento de la oferta estatal de estudios de licenciatura y posgrado de calidad en el estado.
- Fomentar la creación y fortalecimiento de carreras y posgrados que respondan a las necesidades de desarrollo científico y tecnológico del estado.

- Fomentar el estudio de carreras y posgrados con énfasis en investigación, innovación y desarrollo tecnológico para formar capital humano de alto nivel que aporte sus capacidades y talentos en la solución de problemas del estado.
- Apoyar la transformación de los jóvenes talentos en investigadores de alto nivel, especializados en materia científica, tecnológica y de innovación.

- **Políticas institucionales**

Debido a los retos de la globalización y los desafíos que le presenta el contexto regional en el que se desenvuelve, la Universidad ha buscado ampliar y fortalecer su infraestructura así como su oferta educativa para atender las necesidades de la sociedad. El Plan de Desarrollo Institucional 2012-2016 (PDI UJAT 2012-2016),¹³ remarca que la misión de nuestra Institución es contribuir de manera significativa a la transformación de la sociedad y al desarrollo del país, con mayor interés en el estado de Tabasco; a través de la formación de profesionales capaces de adquirir, generar y aplicar el conocimiento científico, tecnológico y humanístico.

En el mismo documento, se recalca que el modelo educativo de la UJAT se sostiene en los principios y paradigmas vigentes de las teorías psicológica y pedagógica, particularmente, de las teorías constructivistas y humanistas. Resalta la singularidad e integralidad del sujeto que aprende, la libertad, como principio para la construcción del aprendizaje, la autogestión y la autonomía como propósitos y contextos para aprender y, particularmente, la significatividad del aprendizaje, hacia la cual confluyen todos los esfuerzos de organización del proceso educativo, con la intención de formar profesionales competentes, comprometidos con su entorno, capaces de aprender a aprender.

Se reconoce que el sistema educativo en Tabasco, afronta retos importantes como ampliar y diversificar la oferta en todos sus niveles y modalidades; garantizar la

¹³ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2013). Plan de Desarrollo Institucional 2012-2016. Colección Justo Sierra. Villahermosa: UJAT.

calidad de sus servicios fomentando el uso de las tecnologías de información y comunicación; mejorar la equidad, el acceso y la permanencia; fortalecer la pertinencia de sus programas educativos; realizar aportes significativos para la solución de los problemas de la sociedad a través de la investigación y la formación; asegurar la igualdad de oportunidades; promover el respeto a la diversidad; así como apoyar la construcción de una sociedad del conocimiento que permita un desarrollo sustentable del estado y la elevación de los niveles de calidad de vida de sus habitantes.

La Universidad analiza con gran detalle la oferta educativa de técnico superior universitario, licenciaturas y de posgrado, para reformularla e incrementarla de acuerdo a los cambios que exigen las nuevas condiciones sociales, económicas, culturales, de mercado y de competitividad en un nuevo universo que rebasa las fronteras del estado. Con ello se asegura la pertinencia y calidad de los Programas Educativos ofertados por la Institución.

El crecimiento en la oferta educativa y en la matrícula permitirá aprovechar la infraestructura física, tecnológica y el gran capital humano con que cuenta la Institución, de tal forma que el impacto de la presencia de la Universidad en el estado de Tabasco tenga una respuesta acertada hacia las necesidades de la población tabasqueña; si bien es cierto, no se resolverán todos los problemas de la sociedad, indudablemente su participación coadyuvará a que esta sociedad tenga una mejor calidad de vida, con mejor educación y mayor bienestar social.

Aunado a lo anterior, el PDI-UJAT 2012-2016 recalca que a pesar de los grandes esfuerzos nacionales para mejorar el acceso y asegurar la equidad, la tasa de cobertura educativa es inferior a los niveles que ostentan los países desarrollados. También las estadísticas nacionales muestran que en los próximos años el mayor estrato poblacional corresponderá a los jóvenes adultos del grupo de 19 a 23 años de edad, lo que representará un crecimiento proporcional en la necesidad de espacios de educación superior. Otro factor que elevará esta demanda es la decisión

del poder legislativo en relación con la obligatoriedad de la educación media superior mediante una reforma constitucional.

Es un reto para la Universidad el ampliar el acceso a la educación superior con equidad, pertinencia y manteniendo los niveles de calidad alcanzados. En este sentido se requiere diversificar e incrementar la oferta educativa que responda de manera pertinente a las circunstancias y demandas actuales; que incorpore la información más actualizada; que llegue a una mayor población estudiantil y que pueda equipararse con ventaja a la que se imparte en las mejores Instituciones de Educación Superior (IES). De lo anterior se indica que uno de los retos principales que enfrenta la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco es sin duda: ampliar la cobertura con pertinencia, calidad y equidad con la apertura de nuevos espacios educativos y el fortalecimiento de la oferta educativa a distancia. Por ello, dentro de las líneas de desarrollo que orientarán el rumbo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco durante la Gestión Rectoral 2012-2016, se encuentra aquella dirigida a la Cobertura, Calidad y Oferta Educativa Pertinente.

Las políticas a seguir dentro de esta línea de desarrollo, expresan claramente la posibilidad de ampliar la cobertura de los programas educativos de la UJAT en sus distintas modalidades y niveles comprobando su pertinencia y equidad. Además de asegurar que la formulación, revisión y actualización de planes y programas de estudio se sustente en un perfil explícito del egresado; con el soporte cognitivo, axiológico, social y humano necesario para el desempeño profesional.

En función de lo anterior, se marca como un objetivo importante: ampliar, diversificar y reestructurar la oferta educativa de técnico superior, licenciatura y posgrado de buena calidad que responda a las necesidades del estado, la región y del país y en concordancia con los Planes Nacionales y Estatales de Desarrollo para asegurar la sólida formación de los estudiantes.

Para ello se establecen las siguientes estrategias:

- Realizar un estudio de las condiciones de oferta y demanda de servicios educativos en el estado y la región.
- Realizar estudios de factibilidad para verificar la posibilidad de instalar un nuevo campus universitario con carácter multidisciplinario, que atienda la demanda de educación superior del estado.
- Incrementar y regular el crecimiento de la matrícula estudiantil de Licenciatura y Posgrado.
- Realizar, a través de las Comisiones Divisionales correspondientes, los estudios de Seguimiento de Egresados y de Empleadores de todos los PE analizando su pertinencia, calidad y equidad.
- Considerar en la nueva oferta educativa aspectos de sustentabilidad.

En concordancia con lo expuesto anteriormente, el programa educativo de Ingeniería en Nanotecnología está diseñado para contribuir como una oferta educativa de un campo de investigación novedoso y de innovación que permitirá que el sector educativo de la entidad tenga un mayor impacto científico y social en la entidad.

2.2 Análisis histórico del desarrollo socioeconómico, científico, y tecnológico de la profesión en un contexto regional, nacional e internacional.

Los cambios radicales provocados por la tercera revolución industrial, la de las nuevas tecnologías, han creado de hecho una nueva dinámica mundial, porque desde mediados del siglo XX la formación de las personas y los grupos, así como los adelantos científicos y técnicos y las expresiones culturales, están en constante evolución, sobre todo hacia una interdependencia cada vez mayor. Con el descubrimiento de los primeros sistemas nanoscópicos en 1985 (los fulerenos), se ingresó a la era de los nanomateriales,¹⁴ la cual está gestando una revolución tecnológica con un amplio espectro de aplicaciones. Esto es posible, gracias a que se ha logrado el acceso a prácticamente el control mismo del átomo, con todas las implicaciones sorprendentes que esto trae consigo. Los materiales nanométricos, y el

¹⁴ Wahab-Mohammad, A., Lau, C.H., Zaharim, A., Mohd-Zaidi, O. (2012). Elements of Nanotechnology Education in Engineering Curriculum Worldwide. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 60, 405-412

empleo de técnicas avanzadas para su estudio y manipulación, han creado una vorágine científico-tecnológica sin precedentes que busca en la nanomateria, soluciones prácticas a problemas urgentes que van desde la energía, hasta la salud y el medio ambiente, pasando por la demanda de tecnologías informáticas cada vez más capaces. El resultado natural ha sido el surgimiento de una nueva ciencia: la nanotecnología, en la cual convergen una variedad de disciplinas, entre ellas: física, química, ciencia de los materiales y biología, cada una proporcionando las herramientas para el dominio de la materia en su nivel casi esencial.

La nanotecnología es un campo de las ciencias aplicadas enfocadas al control de la materia condensada en dimensiones que van desde uno a cien nanómetros. Involucra también la manipulación y el control de átomos individuales y moléculas para diseñar y crear nuevos materiales, nanomáquinas, nanodispositivos para aplicaciones diversas. Se ha estimado que para este año, 2013, el mercado de la nanotecnología en la manufactura de bienes sería de 1.8 trillones de dólares.¹⁵

La investigación en este campo requiere cambios fundamentales en las prácticas tradicionales de diseño, síntesis, manipulación y aplicación de los fenómenos y propiedades de la materia nanométrica. Esto ha dado origen a la búsqueda, por parte de las comunidades académicas, de nuevas formas de transmitir eficientemente el conocimiento, entendimiento y las habilidades necesarias para interactuar con el mundo de la nanotecnología. Por ello a nivel global, los países se han enfilado y van ingresando a esta nueva dinámica asumiendo cambios y retos, algunos moderados y otros de gran magnitud y en distintas coyunturas pero todos estratégicamente en el rubro de la educación en sus diferentes niveles.

Los descubrimientos científicos recientes y los desarrollos de tecnologías de punta son frecuentemente dejados a un lado en las aulas educativas, creando así barreras que separan a aquellos que hacen ciencia de aquellos que las enseñan. Más

¹⁵ *Idem.*

importante aún, la ciencia permanece dividida en disciplinas como biología, química y física con una marcada separación de las matemáticas e ingeniería. En la actualidad, no pocos científicos creen que el entendimiento del mundo que nos rodea requiere una visión más integrada y ha venido a ser claro que la interdisciplinariedad es crítica para resolver los retos globales.¹⁶

Varios países altamente desarrollados, como Alemania, Estados Unidos y Japón, realizan fuertes inversiones en la investigación en nanociencias cuyos resultados están siendo continuamente trasladados hacia nanotecnologías, para dar respuesta a una variedad de necesidades tales como: nuevas fuentes de energía, mejoras en el ambiente, innovaciones tecnológicas, principalmente en informática y comunicaciones; así como el desarrollo de bio-nanomateriales y nanofármacos en el ámbito de la salud. Cabe destacar que a nivel global, el país que destina una mayor proporción de su producto interno bruto a la investigación y desarrollo en nanotecnología es Corea del Sur (350 dólares por cada millón de dólares del PIB, seguido por Japón (250), Estados Unidos (90) y la Unión Europea (86 dólares).

En América Latina, los países que cuentan con avances, aunque modestos, y que buscan el desarrollo de la nanotecnología, son: Argentina, Brasil y México. A diferencia de México, los dos primeros cuentan con iniciativas o programas dedicados a la investigación, desarrollo e innovación de la nanotecnología. En Brasil, se cuenta con el Programa Nacional de Nanotecnología con un presupuesto asignado en 2005 de 33 millones de dólares. La mayor parte de este recurso está dirigido, primero al apoyo de laboratorios nacionales y estratégicos y, segundo, a la formación de redes en nanociencias.

Argentina por otra parte, colabora con Brasil mediante el Centro Argentino Brasileño de Nanociencias y Nanotecnología. En México aún no existe un programa o plan nacional de nanotecnología a pesar de que en 2002 la investigación en nanotecnología fue declarada como un área de investigación estratégica. Sin

¹⁶ Chang, R. P. H., (2006). A Call for Nanoscience Education. *Nanotoday* 1(2), 6-7.

embargo, México participa ya en las investigaciones realizadas en este campo en instituciones tales como: la UNAM, el CINVESTAV, el IPICYT, la UANL y el CIMAV entre otras (ver Tabla 2).

Tabla 2. Instituciones Nacionales con Publicaciones en el Área de Nanociencias*

Top	Institución	Número de Artículos	Porcentaje en Productividad Nacional
1	UNAM	4360	37.08%
2	IPN	1969	16.75%
3	UAM	1050	8.93%
4	IMP	617	5.25%
5	BUAP	500	4.25%
6	SSA	362	3.08%
7	UASLP	359	3.05%
8	UGto	268	2.28%
9	UAEMor	241	2.05%
10	UNISON	231	1.96%

*Robles Belmont (2012)

La capacidad del país quedo manifiesta al destacar que en 2008 México ocupó el segundo lugar en producción de nanociencia en América Latina.¹⁷ Entre las fortalezas que en la actualidad se observan en México para el desarrollo de la nanotecnología, destacan:

- Una masa crítica para investigación y desarrollo en las plataformas tecnológicas con capacidades para su crecimiento en México.
- Infraestructura básica para investigación.
- Acuerdos y tratados internacionales.

En este contexto y a partir del desarrollo nanotecnológico, se vislumbran para nuestro país las siguientes oportunidades prioritarias:

- La posibilidad de insertarse en la megatendencia mundial de la nanotecnología.
- La atención de un amplio mercado potencial de productos nanotecnológicos

¹⁷ Robles-Belmont, E. (2012). Un panorama de sobre los desarrollos en nanociencias en México: métodos de monitoreo y bibliometría. [en línea] URL: <http://www.transdisciplinario.cinvestav.mx/Portals/0/SiteDoc/Slides11a12/RoblesBelmont.pdf>

- La generación de opciones pertinentes para la formación y capacitación de recursos humanos.

De este modo, es entendible que una de las recomendaciones de los estudios pertinentes en el área, sea el apoyo a la educación en ciencia y tecnología desde niveles básicos hasta los programas de posgrado en nanotecnología. Esto ha sido clave tanto en Estados Unidos como en Europa y Asia donde se cuenta con una comunidad de ciencia y tecnología del ámbito de la nanoescala y se fomenta una sólida cultura de la investigación interdisciplinaria. De igual forma, la educación en nanotecnología se ha ampliado sistemáticamente a niveles inferiores, incluidos los preuniversitarios, las escuelas secundarias, la educación informal los museos de ciencia y el público en general.

Hasta 2008, en México se identificaron 56 instituciones que en el ámbito nacional desarrollan actividades de investigación y/o docencia relacionadas con nanotecnología. En tales instituciones, concentradas principalmente en la región centro-norte del país, se contabilizaron un total de 449 investigadores relacionados con la temática y 99 programas afines a la nanotecnología de los cuales, 12 de ellos, pertenecen al nivel licenciatura.¹⁸

En la región sureste de México particularmente en Tabasco, no existe dentro del marco de la educación a nivel superior, alguna institución que oferte actualmente un plan de estudios enfocado hacia el diseño, creación, manipulación y aplicación de la materia en la escala nanométrica. En 2010, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco dio un paso pionero creando un programa afín, pero a nivel posgrado; la maestría en ciencias con orientación en: nanociencias, materiales, química orgánica, misma que actualmente se encuentra dentro del PNPC. En este contexto la creación del programa de Ingeniería en Nanotecnología en la UJAT será un referente en Tabasco que abrirá nuevos derroteros para el desarrollo a nivel estatal y nacional.

¹⁸ Secretaría de Economía (2008). *Op. Cit.*

2.3 Vinculación universidad-sociedad.

La nanociencia y la nanotecnología están logrando un desarrollo vertiginoso a nivel mundial, debido a la gran variedad de nuevas propiedades de la materia a escala nanométrica que se están descubriendo y a la relativa facilidad para incluirlos en dispositivos para aplicaciones específicas en los diferentes campos de la ciencia y la tecnología. Por esta razón, los países desarrollados están invirtiendo una gran cantidad de recursos, tanto materiales como humanos para la investigación en esta disciplina.¹⁹

Según un informe publicado por *Lux Research* del 2004, la inversión total en el sector de nanotecnología en todo el mundo está repartida entre Estados Unidos (35%), Asia (35%), Europa (28%) y el resto del mundo (2%). Diversos especialistas coinciden que, como resultado de toda esta inversión y esfuerzos, aproximadamente después del año 2015, la aplicación en gran escala de las nanotecnologías traerá cambios dramáticos en la economía y sociedad en general de toda la humanidad.²⁰

Como toda revolución tecnológica, la nanotecnología ofrece una oportunidad de desarrollo en la medida que sea asimilada, recreada y difundida por la sociedad. En este proceso, es fundamental la participación de las universidades y las instituciones de investigación para generar nuevos recursos humanos de alto nivel que se incorporen a grupos interdisciplinarios nacionales e internacionales para resolver problemas específicos de la sociedad.²¹

En México, la nanotecnología ya está siendo incorporada a los planes de estudios por diversas instituciones como el Instituto Politécnico Nacional, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), UAM Iztapalapa, Universidad Autónoma de Querétaro, la UNAM y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), entre otras. En la UNAM, han sido destacables los avances

¹⁹ Santiago-Contreras, J. (2012). La Nanotecnología en el Perú. *Rev. Soc. Quím.* 78(3),159.

²⁰ Rojas-Tapia, J., Landuro-Sánchez, C.V. (2011). El reto de la divulgación y la formación en nanociencia y nanotecnología en Perú. *Mundo Nano.* 4(2), 65-71

²¹ Lux Research. (2004). *The Nanotech Report.* New York: Lux Research.

en diversos estudios como tratamientos para el mal de Parkinson y cada vez son más los proyectos de investigación en desarrollo en otras instituciones, como la creación de material antiséptico para hospitales a base de plata, limpieza del agua y otros factores ambientales.

En el campo empresarial, la nanotecnología en México cada día implementa nuevos productos, tal es el caso de los nanorecubrimientos para diferentes superficies, los cuales pueden beneficiar a diversos proyectos de la construcción: hoteles, hospitales, automóviles, el hogar, entre otros. Una sola aplicación es capaz de proteger por años contra partículas de polvo, agua, aceite, suciedad, evitando la propagación de microorganismos.

Por otra parte, la nanotecnología ha extendido sus avances a áreas de investigación como la biología y la medicina, y en particular ha tenido importantes aportaciones en el diseño de nuevas formas de liberación de fármacos y moléculas biológicamente activas. Investigadores de la Universidad de Georgia descubrieron una técnica que utiliza nanopartículas para conseguir que sea el propio organismo el que elimine los tumores, misma que se perfila como una de las alternativas más prometedoras para combatir el cáncer.²² Esta vinculación entre la nanotecnología y los diferentes actores sociales, se esquematiza claramente en la figura 1.

²² Loera-Serna, S., Ruiz-Angeles, J., Flores-Moreno, J., Soto-Portas, L. (2012). Protegiendo fármacos con nanomateriales inteligentes. *Mundo Nano*. 5(1), 59-68.

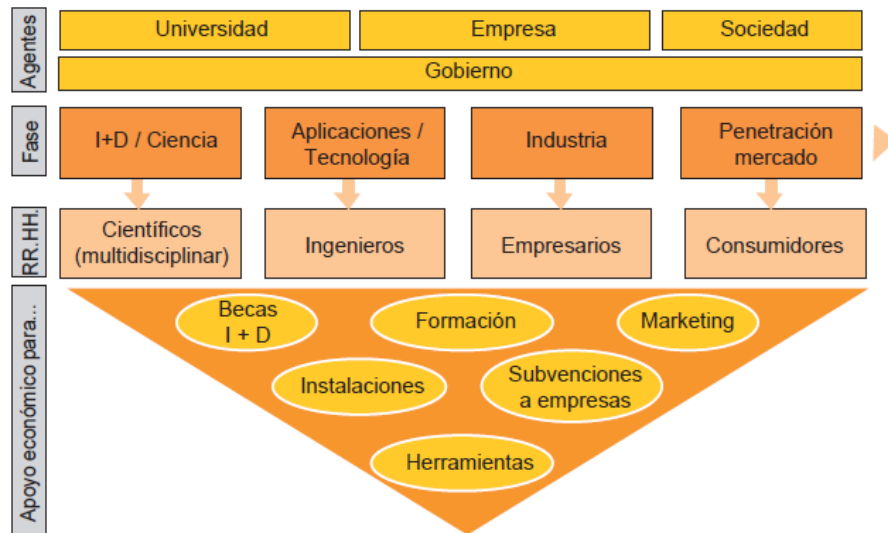


Figura 1. Relación gobierno-universidad-empresa en nanotecnología²³

La Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en su nueva División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez (DAMJalpa) contempla una serie de acciones estratégicas que permitirán una vinculación más directa con los distintos sectores productivos, empleadores potenciales y organismos de investigación básica y aplicada. Las estrategias a realizar son: la participación dinámica de los Cuerpos Académicos (CA), la adecuada implementación del Sistema Institucional de Emprendedores, los Programas Institucionales de Servicio Social, las Prácticas Profesionales y el Programa Institucional de Movilidad Académica, entre otras.

Así mismo, se fomentará que los Cuerpos Académicos ahí conformados, aborden problemas específicos de la región mediante proyectos de investigación, organizándose en equipos interdisciplinarios de investigación y conformando redes de colaboración interinstitucionales; con la finalidad de proponer soluciones y difundir los resultados a la sociedad. De esta forma, se vislumbra la generación de un espacio propicio para que los estudiantes y egresados de Ingeniería en Nanotecnología puedan vincularse con los diferentes sectores productivos y grupos interdisciplinarios de investigación.

²³ Fundación de la Innovación Bankinter. (2006). Nanotecnología: la revolución industrial del siglo XXI. Madrid: Fundación Bankinter.

2.4 Estudios del campo profesional.

En un área emergente como la nanotecnología, la pregunta obligada es: ¿en dónde se encuentra el campo de trabajo? Hace una década se realizó un estudio acerca de las perspectivas de trabajo en este campo en donde se señala que en el año 2000, el mercado de la nanotecnología y productos relacionados con la nanotecnología fue de 40 billones de dólares, suma que se incrementó a 250 billones para el 2009 con un aproximado de 2 millones de trabajos estimándose con éstas cifras que para el 2015 se tendrán cerca de 2 millones de empleos a nivel mundial.²⁴

En México, el número de empresas dedicadas a la nanotecnología es aún bastante pequeño, algunas de las empresas dedicadas a la investigación y desarrollo de nanotecnología que tienen mayor impacto económico en el país son PEMEX, VITRO, GIRSA, BASF y RESISTOL. Existen además algunas otras PyMES, cuyo giro oficialmente es la nanotecnología como *Nanosoluciones*, *Gresmex*, *Sanki*, *Distribuidora Nano de América*, *Soluciones Nano*, *Vago de México*, *Sigma Alimentos*, *Lamosa*, *Grupo Colomer*, *Grupo Terapéutica*, *Nano Technology*, *Drywash México*, *ANS México*, *C.V.O* y *Grupo KUO*; además en nuestro país se tiene la presencia de al menos siete de las compañías con mayores aplicaciones nanotecnológicas en el mundo: *L'oreal*, *Henkel*, *Sanofi-Aventis*, *Glaxo Smith Kline*, *Kodak*, *Novartis* y *Cognis*.

En 2008, se llevó a cabo una encuesta aplicada a 94 empresas de diferentes sectores potencialmente usuarias de la nanotecnología y distribuidas en 15 estados de la república, para conocer su posición y disposición hacia esta nueva tecnología. De estas empresas, el 64% son grandes, el 20% medianas, el 12% pequeñas y el 4% micro.²⁵ A raíz de esta encuesta, se encontró que si bien, la realidad es que la demanda laboral aún no solicita “nanotecnólogos” como tal, la necesidad de profesionales con conocimientos en ésta área es evidente, en profesionistas de diversas áreas como por ejemplo: Ingeniero de microfabricación, Ingeniero físico, Director de *marketing* de productos, Ingeniero de aplicaciones, Ingeniero de

²⁴ Roco M., Hersam M., Mirkin C. (2011). *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020*. New York: Springer.

²⁵ Secretaría de Economía. (2008). *Op. Cit.*

manufactura, Técnico en óptica, Ingeniero textil, Ingenieros en investigación y desarrollo de productos, Ingeniero Mecánico, Directores de investigación, Científicos o Profesores, entre otras.

Existen solo algunos empleos en donde los conocimientos en nanotecnología son requisito indispensable, como son las empresas que desarrollan técnicas médicas de diagnóstico, terapias dirigidas, materiales avanzados, dispositivos móviles, microelectrónica, herramientas metrológicas o catálisis química.

De lo anterior, podemos observar las siguientes tendencias generales:

- A nivel mundial, la estimación del crecimiento del campo laboral en profesiones que requieran de especialistas con conocimiento en nanotecnología tenderá a incrementarse significativamente, de acuerdo a las proyecciones de países de economías avanzadas como Estados Unidos.
- A nivel nacional, la incorporación de herramientas nanotecnológicas en los procesos productivos es una realidad y esto hará que en los siguientes años, se tenga un crecimiento en este sector, generando espacios laborales para especialistas con estudios desde licenciatura hasta posgrado.

2.5 Análisis del mercado. Demanda real y potencial.

Con la finalidad de conocer el mercado profesional y la demanda real y potencial para este nuevo programa educativo, se diseñaron dos instrumentos basados en cuestionarios, dirigidos a empleadores potenciales y estudiantes del nivel medio superior de la Región. Ejemplos de ambos instrumentos se presentan respectivamente, en los anexos 1 y 2.

- **Análisis del mercado profesional**

Para el análisis de mercado de trabajo, se aplicó un muestreo no probabilístico para seleccionar las unidades más importantes de la población que están relacionadas con la nanotecnología, con presencia a nivel nacional e internacional. Las seis instituciones o empresas se enlistan a continuación:

- Corporación Mexicana de Investigación en materiales
- Comercializadora NAENS de bienes y servicios
- Grupo GOMCALL
- Instituto Mexicano del Petróleo
- Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM
- Grupo Malaquías S.A. de C. V.

De la muestra seleccionada se obtuvieron los siguientes resultados:

- El 83% son instituciones públicas.
- Las instituciones están vinculadas con los siguientes sectores: impacto ambiental (24%), petroquímica (24%) y educativo (15%).
- Las instituciones manifiestan realizar diversas actividades dedicadas a resolver problemas relacionados con las siguientes áreas: materiales 32%, medio ambiente (25%) y refinación de gas y petróleo (25%).
- El 67% de las instituciones tienen empleados con estudios de licenciatura.
- El 83% de las instituciones manifiestan que el nivel de estudio deseable para contratar al personal es de licenciatura.
- La principal debilidad que afrontan las instituciones en la contratación de recursos humanos es debido a la falta de conocimientos necesarios (60%).
- El 100% de las instituciones encuestadas, contratarían empleados con habilidades en el manejo de tecnología de punta y que se desenvuelven laboralmente de manera multidisciplinaria.

Los resultados muestran que existen áreas de oportunidad para la inclusión en el mercado laboral de los egresados del programa de Ingeniería en Nanotecnología: en primer término, las dos terceras partes de los empleos en las empresas encuestadas son de personal que cuenta con estudios de licenciatura; sin embargo, se observa que para las empresas les resulta difícil la contratación de personal debido a la escasez de personal calificado, además es importante destacar el hecho de que existe la apertura para contratar personal que cuente con un perfil multidisciplinario,

capaz de manejar tecnología de punta, tal y como es el caso de los Ingenieros en Nanotecnología.

- **Demanda real y potencial**

Respecto a la demanda real y potencial, se aplicaron 572 encuestas a estudiantes de nivel medio superior en el estado, seleccionados a través de un muestreo probabilístico, considerando una muestra significativa desde los municipios más representativos de la población en el estado. De acuerdo con el censo poblacional INEGI 2010 existen alrededor de 97,000 estudiantes del nivel medio superior en el estado. Por lo que el estudio lleva asociado un error del 4%, un nivel de confiabilidad del 94%, con una proporción del 50%.

Se consideraron instituciones pertenecientes a los sistemas COBATAB, CBTIS y colegios privados, geográficamente dispuestos en las regiones Centro y Chontalpa del estado, con cercanía a la División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez de la Universidad. La lista de escuelas en donde se aplicaron encuestas es la siguiente:

- COBATAB Plantel 21
- COBATAB Plantel 6
- COBATAB Plantel 14
- COBATAB Plantel 01
- COBATAB Plantel 28
- COBATAB Plantel 20
- CBTIS 32
- Preparatoria Gregorio Méndez Magaña
- COBATAB Plantel 3
- COBATAB Plantel 34
- COBATAB Plantel 27
- COBATAB Plantel 02
- COBATAB Plantel 50
- COBATAB Plantel 29
- Colegio Tabasco

Los resultados obtenidos de las encuestas a los estudiantes del nivel medio superior, son los siguientes:

- El 35% de los estudiantes cursan la especialidad o bloque de Químico-Biólogo en los subsistemas de nivel medio superior.
- El 60% de los casos manifestaron tener conocimiento que la nanotecnología se encarga de estudiar, obtener y manipular la materia a nivel atómico y molecular.
- El 60% de los encuestados conoce que el campo de acción de la nanotecnología se encuentra en múltiples áreas como la ingeniería, biotecnología, química, petroquímica, física, química de alimentos y medicina.
- El 58% de los estudiantes encuestados le interesan estudiar una carrera relacionada con la ciencia y la tecnología como la nanotecnología.
- El 52% de los estudiantes encuestados mostraron interés por cursar la Ingeniería en Nanotecnología en la UJAT.

Los resultados indican que la nanotecnología es una disciplina que les resulta familiar a los estudiantes de bachillerato y un buen porcentaje de los alumnos del nivel medio superior considerarían la posibilidad de estudiar la Ingeniería en Nanotecnología en la UJAT.

2.6 Oferta Educativa y Análisis comparativo de Planes de Estudio.

- ***Análisis de Planes de Estudio de IES nacionales***

Se analizaron ocho programas educativos (PE) relacionados con la Ingeniería en Nanotecnología ofertados en IES nacionales: Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la Universidad de las Américas-Puebla (UDLA); Licenciatura en Nanotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Ingeniería en Nanotecnología del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO); Ingeniería en Nanotecnología de la Universidad de la Ciénega del estado de Michoacán de Ocampo (UCEMO); Ingeniería en Nanotecnología y Ciencias Químicas del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM); Ingeniería en Nanotecnología del Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT); Ingeniería en Bionanotecnología de la Universidad Iberoamericana León (UIAL);

Ingeniería en Nanotecnología de la Universidad Politécnica del Valle de México (UPVM).

Se encontró información escasa con respecto al perfil de ingreso del aspirante. La UIAL menciona el gusto por las ciencias, el trabajo en equipo y la responsabilidad como características deseables para ingresar al PE. La UPVM igualmente enfatiza la necesidad de que el aspirante cuente con conocimientos a nivel bachillerato de física y matemáticas y el gusto por el trabajo en el laboratorio, creatividad e ingenio, así como una mentalidad analítica crítica. La UNAM, además del gusto por la ciencia y el trabajo en equipo, señala la necesidad de que los estudiantes dediquen un tiempo considerable para actividades extra a las clases, así como enfatiza la necesidad de que el estudiante cuente con un buen dominio del idioma inglés.

Es importante señalar que para el caso de la UNAM, el proceso de admisión es bastante estricto: el aspirante debe ser previamente aceptado en alguna de las carreras en las áreas de Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías, o de las Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud. Una vez aceptado, procede a solicitar su registro en el Proceso de Selección de los alumnos para la Licenciatura en Nanotecnología, donde presentan un examen interno de admisión, en las áreas de física, química, biología, matemáticas e inglés; además de participar en una entrevista con un Sub-comité de Ingreso quien se encarga de seleccionar a los alumnos de acuerdo a su trayectoria escolar, los resultados del examen de selección y la entrevista.

En el análisis de los perfiles de egreso, se encontraron coincidencias en los ocho PE sobre todo en el diseño y análisis de los materiales nanoestructurados, con direcciones específicas dependiendo del campo de acción hacia donde se dirige cada programa, como por ejemplo están el énfasis en biotecnología, tecnología ambiental, nanoestructuras y física de biomoléculas, entre otras.

Además se pone de manifiesto la necesidad de que el egresado participe en trabajos multidisciplinarios y la posibilidad de que continúe desarrollando estudios de

posgrado. Por otro lado, se incluyen además características de liderazgo, comunicación asertiva y la capacidad para la toma de decisiones como aspectos complementarios al perfil del egresado.

Dentro del campo laboral, se incluyen las distintas áreas en donde este profesionista puede incidir, la descripción de las mismas depende igualmente de las áreas de especialización de cada programa, incluyéndose por ejemplo: salud, energía y medio ambiente, transporte, ciencia de los materiales, entre otras.

El número de créditos es muy variable, va desde un mínimo de 300 (UDLAP) hasta un máximo de 438 (ITESM), encontrándose un promedio de 389. La duración de los estudios se sitúa entre 4 y 4.5 años. En la mayoría de los PE analizados se incluyen prácticas o estancias profesionales como parte del *curriculum*.

Con respecto a la distribución de los créditos en las asignaturas, pueden definirse cinco grandes áreas: a) formación universitaria general b) ciencias básicas e ingeniería, c) matemáticas, d) nanociencias y nanoingeniería, y e) asignaturas de apoyo complementario. El peso específico de estas áreas dentro de los mapas curriculares sigue una tendencia general en donde las ciencias básicas e ingeniería, las matemáticas y las disciplinares propias de cada programa, constituyen alrededor del 80% del total de créditos; siendo el 20% restante dedicadas a las asignaturas de apoyo y de formación general.

- **Análisis de Planes de Estudio de IES internacionales**

Se analizaron los programas educativos ofertados en cinco universidades extranjeras: tres norteamericanas: *B. S. in Nanotechnology* de la *Boston University* (BU), *B.S. in Nanoengineering* de la *University of California-San Diego* (UC), y el *minor* para el *B.S.* del *Michigan Tech* (MT); se analizó además el programa educativo de una universidad canadiense: *B.A.S. in Nanotechnology Engineering* de la *University of Waterloo* (UW) y el de una universidad inglesa: *B.Sc. in Nanotechnology* de la *University of Leeds* (UL).

En el caso de los tres PE de las universidades norteamericanas, se encontró como coincidencia que la nanotecnología se considera como salida terminal en programas de ingeniería, por lo que sólo se detallan cursos específicos que están dirigidos a delinear el perfil del egresado. Esto es mucho más evidente en el programa educativo del MT en donde el programa tiene el estatus de *minor*. En el caso de la UW, el programa educativo no es una especialización o salida terminal, sino que tiene su propia estructura académica: es un programa académico de cinco años, caracterizado por una formación científica básica, la integración de proyectos de investigación en nanoingeniería y materias optativas finales. La propuesta educativa de la UL, igualmente se trata de un programa educativo específico, el cual tiene dos áreas de especialización: nanofísica y nanoquímica.

Mención especial en este análisis comparativo de programas educativos, merece el estudio realizado por la Universidad de Essex para el proyecto europeo *Nanocap*, donde se hace un recuento de la oferta educativa en nanotecnología en el Reino Unido,²⁶ ahí se menciona que en el año 2006, el Reino Unido contaba con 10 programas de licenciatura en el área de nanotecnología, mientras que para el año 2009, había 13 programas educativos en esta área: 4 con el título de *Bachelor in Engineering* (B. Eng.) y 9 con el título de *Bachelor in Sciences* (B. Sc.). El análisis muestra que existe una tendencia al crecimiento de los programas educativos con énfasis en la nanotecnología y que los mismos cuentan con una gran aceptación por parte de la población estudiantil.

Un resumen de las características de los PE educativos analizados se presenta en el anexo 3.

²⁶ University of Essex. (2009). UK University Education in Nanotechnology. [en línea]. URL: <http://www.nanocap.eu/Flex/Site/Downloadc3b3.pdf>

3. DEFINICIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL

3.1 Misión de la Licenciatura

El programa de Ingeniería en Nanotecnología tiene como misión proveer a la sociedad de profesionistas con conocimientos y competencias en el diseño, creación, manipulación y aplicación de la materia a escala nanométrica, a través de un modelo educativo flexible, centrado en el aprendizaje integral y multidisciplinario, que fomente la innovación e investigación para la solución de problemas científico-tecnológicos en las áreas de: salud, medio ambiente, energía e innovación tecnológica; de una manera responsable, sustentable y comprometida con la sociedad.

3.2 Visión de la Licenciatura

Ser un programa acreditado, de reconocimiento nacional e internacional, flexible y en constante actualización; que cubra las necesidades científicas, tecnológicas y sociales emergentes en el área de la Ingeniería en Nanotecnología; generando profesionistas responsables, íntegros y competitivos, con el apoyo de una planta académica de calidad, comprometida con el país y con una infraestructura de vanguardia.

3.3 Objetivos de la Licenciatura

3.3.1 General

Formar Ingenieros en Nanotecnología con los conocimientos y herramientas científico-tecnológicas para diseñar, crear, manipular y aplicar la materia a escala nanométrica, que les permitan dar soluciones innovadoras ante problemáticas de las áreas de: salud, medio ambiente, energía e innovación tecnológica.

3.3.2 Específicos

- Desarrollar en los egresados de este programa educativo, amplios conocimientos en nanociencias y nanotecnología, además de un alto sentido

crítico y de innovación; que permitan su participación activa en la búsqueda de soluciones ante problemáticas específicas.

- Impulsar su capacidad de participación en trabajos multidisciplinarios que incluyan a la nanotecnología en las áreas de salud, medio ambiente, energía e innovación tecnológica.
- Incentivar su participación en proyectos de investigación que les permitan, si así lo desean, la continuación de estudios de posgrado.
- Promover la vinculación de la ciencia y la tecnología asociadas a los fenómenos y propiedades de la materia en su escala nanométrica, para el diseño de proyectos de innovación tecnológica.
- Fortalecer el desarrollo regional y nacional a través de la incorporación de especialistas con habilidades para el escalamiento de procesos nanotecnológicos innovadores y sustentables.

3.4 Perfil de ingreso

El aspirante a la carrera de Ingeniería en Nanotecnología deberá:

- Tener gusto por las ciencias naturales y las actividades experimentales.
- Estar dispuesto para el trabajo en equipo.
- Tener gusto por la investigación.
- Mostrar facilidad en el manejo de textos en inglés.
- Poseer habilidades creativas.
- Ser responsable.
- Estar comprometido con el tiempo de dedicación que esta carrera demanda.
- Mostrar una cultura de respeto por el medio ambiente.
- Contar con capacidad analítica y crítica.

3.5 Perfil de egreso

El egresado del Programa Educativo de Ingeniería en Nanotecnología será un profesional con un profundo conocimiento de la estructura de la materia en su escala nanométrica desde el punto de vista químico, físico y biológico; con una comprensión integral de las interacciones, correlaciones y fenómenos que la materia presenta a

esta escala aportando soluciones sustentables, con responsabilidad social a través de la vinculación de la ciencia y la tecnología.

Competencias del Egresado

Al término de sus estudios, el Ingeniero en Nanotecnología desarrollará las siguientes competencias:

Generales

- Transmitir con claridad de manera verbal y escrita los conocimientos adquiridos.
- Poseer un nivel adecuado de dominio del inglés para la comprensión de textos científicos fomentando su desenvolvimiento para la transmisión de sus ideas en ese idioma.
- Desarrollar las actividades propias de su campo laboral de manera responsable y en beneficio de la sociedad.
- Integrarse y colaborar en ambientes de trabajo multidisciplinarios.
- Realizar actividades de vinculación y gestión tecnológica.

Específicas

- Comprender las propiedades físicas, químicas y biológicas de la materia a nanoescala.
- Modificar y manipular la materia a escala nanométrica para obtener materiales con propiedades específicas que se apliquen en la solución de problemas de salud, ambientales, energía e innovación tecnológica.
- Aplicar técnicas avanzadas de caracterización físicas y químicas para el estudio de las propiedades de materiales y dispositivos nanoscópicos y su posible interacción con sistemas biológicos.
- Modelar materiales y sistemas nanométricos aplicando herramientas teórico-computacionales.
- Contar con una formación disciplinar sólida que le brinde la capacidad para realizar estudios de posgrado en las áreas de nanociencias y nanotecnología.

Para desarrollar las competencias mencionadas, el Ingeniero en Nanotecnología desarrollará conocimientos, habilidades, actitudes y valores, tal y como se describe a continuación:

Conocimientos

- Comprensión y manejo de la estructura y transformaciones de la materia.
- Estructura y reactividad de compuestos orgánicos e inorgánicos.
- Fundamentos teóricos del análisis químico.
- Leyes mecánico-cuánticas y termoestadísticas que rigen el comportamiento de la materia a nivel atómico y su interacción con la radiación.
- Composición, estructura y función de los sistemas biológicos dirigidos al estudio de la interface biomolécula-nanosistema.
- Un nivel adecuado de matemáticas que le permitirá comprender el fundamento sobre el que se sustentan las interpretaciones de los fenómenos a escala nanométrica y que posteriormente le permitirán continuar con una especialización en el campo de la nanociencias y nanotecnología.
- El conocimiento para la aplicación de técnicas y procedimientos en la creación, perfeccionamiento e implementación de procesos que involucran desarrollos en nanotecnología.

Habilidades

- Capacidad para la búsqueda y procesamiento de bibliografía especializada
- Uso adecuado de las Tecnologías de Información y Comunicación.
- Destreza en el trabajo de laboratorio.
- Manejo de procesos experimentales de síntesis y análisis fisicoquímico.
- Manejo de técnicas avanzadas de caracterización.
- Procesar adecuadamente la información escrita en idioma inglés.

Actitudes

- Proactividad
- Innovación

- Creatividad
- Ingenio
- Sensibilidad

Valores

- Ético
- Responsable
- Con sentido social
- Respeto al medio ambiente
- Honestidad

4. EL CURRICULUM

En toda propuesta de formación, la elección de un marco teórico, implica necesariamente considerar la disciplina científica a partir de la cual se construye el programa y las características de las situaciones de enseñanza–aprendizaje que en ella se dan. El triángulo interactivo que forman los principales actores: alumno, el contenido y el profesor pasan a formar el núcleo del proceso formativo.

Ante tal reconocimiento se vuelve imperante poseer un marco educativo para analizar, comprender y explicar los procesos escolares; esto conduce a identificar una serie de principios explicativos que además de aportar respuestas a cuestiones planteadas, contribuyan a profundizar y comprender mejor el diseño, desarrollo y evaluación del Programa educativo.

Antes de plantear la propuesta curricular del Programa de Ingeniería en Nanotecnología, es necesario reconocer los principales puntos de fundamentación de esta propuesta:

4.1 Socio económico.

El área iberoamericana, al igual que otras regiones del mundo actual, enfrenta el reto de transformar rápidamente sus sociedades tradicionales en nuevas sociedades de la información y del conocimiento, para aprovechar así las enormes potencialidades de las nuevas tecnologías y promover mejores niveles de vida entre su población. La situación de cada uno de los países en este proceso de transición es sumamente diferente y, por consiguiente, cada uno de los casos requerirá de una decidida voluntad, esfuerzo y creatividad para alcanzar los niveles superiores. Hay estudios que muestran las condiciones, las posibilidades y las limitaciones de los países y los sistemas educativos de esta área, pero en un movimiento de tanta envergadura conviene tomar muy en cuenta las directrices, los procesos y los instrumentos que han sido usados con éxito en otras sociedades del mundo actual.

En este sentido, todo apunta hacia la importancia fundamental del factor conocimiento, de su producción, aplicación y utilización en los distintos campos del saber. En consecuencia, el instrumento principal para los complejos procesos de transformación y modernización de estas sociedades es la educación y, dentro de ella, la universidad ocupa un lugar especial. Pero no se trata de la educación y la universidad en sus formas usuales y tradicionales, sino de todo un repensar de formas nuevas y diferentes, tanto de la educación como de la institución universitaria, impulsando tales cambios mediante los nuevos procesos y teorías de la innovación.

En un mundo como el actual, caracterizado por un cambio incesante e inesperado, y por una creciente globalización, el paradigma clásico de una universidad tradicional y casi inmutable no resulta muy congruente con las nuevas realidades y demandas sociales y científicas, tanto actuales como futuras.

Los sistemas de educación superior deberían aumentar su capacidad para vivir en medio de la incertidumbre, para transformarse y provocar el cambio. La incertidumbre no debe conducirnos a la perplejidad, sino a la disposición para el cambio y a la ampliación y renovación incesante del conocimiento. Si el siglo XX fue el siglo de la búsqueda de certezas científicas y del desarrollo acelerado de las diferentes disciplinas del conocimiento humano, el presente siglo está llamado a ser el siglo de la incertidumbre y la interdisciplinariedad.

Hoy día, las economías más avanzadas se basan en la mayor disponibilidad de conocimiento. Las ventajas comparativas dependen cada vez más del uso competitivo del conocimiento y de las innovaciones tecnológicas. Esta centralidad hace del conocimiento un pilar fundamental de la riqueza y del poder de las naciones, pero, a la vez, estimula la tendencia a su consideración como simple mercancía sujeta a las reglas del mercado y susceptible de apropiación privada. De

allí la importancia de la universidad como factor fundamental para la transformación y el progreso de las sociedades actuales, sean desarrolladas o subdesarrolladas.²⁷

De manera particular, es importante señalar la emergencia de las llamadas tecnologías convergentes que forman parte de la dinámica contemporánea del desarrollo científico-técnico. Con este nombre se hace referencia a la combinación sinérgica de diferentes tecnologías transformadoras: a) nanociencia y nanotecnología; b) biotecnología y biomedicina que incluyen además a la ingeniería genética; c) tecnologías de la información, incluyendo comunicación y computación avanzada y d) ciencias cognitivas, incluyendo la neurociencia cognitiva. Estas tecnologías convergentes constituyen la combinación del conocimiento para la manipulación de la materia viva con la inerte.²⁸

Reconociendo su enorme potencial, varios países o grupos de países han avanzado en la formulación de propuestas para desarrollar intensamente las Tecnologías Convergentes. Actores poderosos imaginan a la nanotecnología como una reorganización paradigmática de las técnicas de investigación y las habilidades en la nanoescala con potencial para inducir amplias y transformadoras implicaciones sociales, económicas y políticas.²⁹

Por eso es necesario, desde el punto de vista de la educación superior y el análisis social, examinar e interpretar la nanotecnología y otros campos relacionados que comparten con ella la dinámica genérica social, económica y política, no solamente como un campo emergente de investigación y experimentación científica, sino también como estando constituida a través del despliegue de una gama de repertorios discursivos de promesa y expectativa.

²⁷ Casas-Armengol, M. (2005). Nueva universidad ante la sociedad del conocimiento. [en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. 2(2). UOC. URL: <http://www.uoc.edu/rusc/2/2/dt/esp/casas.pdf>.

²⁸ ETC Group (Action Group on Erosion, Technology and Concentration). (2004). Down on the Farm: The Impact of Nano-Scale Technologies on Food and Agriculture. [en línea]. URL: <http://www.etcgroup.org/content/down-farm-impact-nano-scale-technologies-food-and-agriculture>

²⁹ Roco, M., Bainbridge, W.S. (2005). Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology: Maximizing Human Benefit. *Journal of Nanoparticle Research*. 7, 1-13.

El papel que juegan las instituciones de educación superior en la conformación de nuevas expresiones de sociedad, de cultura, de relaciones sociales, de economía, de globalidad, de movimientos y cambios locales intensos, de regionalización y de conformación de bloques subregionales o regionales diversos y contrastantes, permite identificar tendencias generales, que pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Existe hoy en día una reorganización del conjunto de las esferas de la vida política, social y económica, por la intermediación de la producción y la transferencia de nuevos conocimientos y tecnologías sobre todo relacionadas con la informatización, las telecomunicaciones, así como en la biotecnología y en la nanotecnología.
- La educación superior es uno de los sectores principales en este proceso de reorganización, pero también resiente fuertemente los impactos de estos cambios, en virtud de que sus tareas y trabajos se relacionan directamente con el carácter de los niveles de desarrollo e innovación de los principales componentes de la ciencia y la tecnología.
- En consecuencia, las Instituciones de Educación Superior están destinadas a marcar pautas en las perspectivas para una sociedad del conocimiento, siempre y cuando puedan llevar a cabo cambios fundamentales en sus modelos de formación, de aprendizaje y de innovación.³⁰

En el caso específico de América Latina y el Caribe, se presenta además un marco de brechas y asimetrías en las que ocurre la división internacional de los conocimientos, de la innovación tecnológica y de la revolución de la ciencia y de sus aplicaciones, y esto aparece día a día de manera contrastante y desalentadora para las instituciones educativas de la región, que se ven constreñidas a llevar a cabo procesos que tienen que ver más con la transferencia de conocimientos o con su imitación, que con la innovación y creatividad desde la perspectiva de una cultura

³⁰ Didriksson, A., Medina, E., Rojas, M., Bizzozero, L., Hermo, J. (2008). Contexto Global y Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. En: Gazzola A., Didriksson A. (ed). *Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe*. Caracas: IESALC-UNESCO.

propia y de una identificación clara de las prioridades sociales y económicas en beneficio de las mayorías de sus poblaciones.

Se reconoce que la generación y adopción de la tecnología y el logro y mejora consiguientes de la competitividad internacional constituyen procesos de naturaleza sistémica; el sistema de innovación depende de un conjunto de sinergias y externalidades de varias clases, más allá de las reacciones maximizadoras de las firmas frente a los cambios de incentivos. En efecto, en la mayoría de los países de la región se argumenta, al menos a nivel del discurso, que hay una necesidad de desarrollar prácticas de innovación tecnológica como una forma de mejorar sus sistemas productivos ampliando las bases para los intercambios entre los diferentes sectores y agentes económicos; se propone especialmente hacer que cada sociedad se convierta en un espacio económico más competitivo en diferentes mercados, tanto a nivel nacional como internacional, con las implicaciones que esto implica en el sistema de educación superior.³¹

La nanotecnología tiene aplicaciones más allá de lo imaginable. Actualmente se emplean nanomateriales en la industria farmacéutica, alimentaria, de construcción, medicina, electrónica, así como en el control de contaminantes. La gama de áreas de oportunidad de la nanotecnología va en crecimiento, por lo que el Ingeniero en nanotecnología puede participar en desarrollos que beneficien a la sociedad en áreas de salud, alimentos, combustibles, entre otras, teniendo impacto a nivel social y económico en el Estado.

4.2 Epistemológico.

Todo diseño de programas educativos debe considerar un análisis de su disciplina en sus aspectos teórico-disciplinares, señalando el tipo de relación que se establece entre el sujeto y el objeto de conocimiento.

³¹ Vessuri, H., Cruces, J.M., Ribeiro, R. J., Ramírez, J. L., (2008). El Futuro nos Alcanza: Mutaciones previsibles de la Ciencia y la Tecnología. En: Gazzola A., Didriksson A. (ed). Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Caracas: IESALC-UNESCO.

Actualmente estamos viviendo lo que se considera una nueva era: la revolución nanotecnológica. Cuando en 1959, el Dr. Richard Feynman dejó ver la posibilidad de manipular la materia a nivel atómico para la construcción de estructuras, detonó numerosas investigaciones para conocer y mejorar los sistemas y procesos. Desde entonces, se buscan nuevas formas de ciencia y tecnología basadas en la manipulación atómica y molecular que estén en armonía con la naturaleza y sociedad, lo cual ha desembocado en una nueva tecnología para el siglo XXI.³²

En su concepción, la nanotecnología se refiere al conocimiento y aplicación de tecnologías en el diseño, creación y manipulación de la materia a escala nanométrica. En este sentido, la investigación a nanoescala tiene una doble función: la de entender y transformar la naturaleza. Los conceptos de átomo y molécula hasta los procesos de autoensamblaje y el trabajo de la mecánica cuántica son términos que no se pueden traducir a la percepción natural de manera mecánica, por el contrario para su aprehensión se requiere de imaginación, abstracción y síntesis; expresándose en neologismos ingenieriles, científicos, lógicos y metodológicos: una nueva ciencia crea una realidad nueva y por ende un nuevo lenguaje.

La filosofía en la que subyace la nanotecnología no se puede calificar como meramente reduccionista, en el sentido literal el trabajo e investigación en nanotecnología abrió una dimensión que rompe con paradigmas científicos, tecnológicos, filosóficos y culturales. Podría decirse que es una dimensión química, física y biológica con un campo de aplicación impresionantemente amplio. El principal motivo y sustento de la nanotecnología es el concepto mismo de la escala. El mundo nanoescalar tiene su propia estructura, misma que muestra incompatibilidad con la macro y microescala. La creación átomo-por-átomo de nuevos materiales y maquinarias implica el entendimiento del complejo comportamiento de la materia nanoscópica. Los logros recientes de la ingeniería nanoescalar, obligan a tomar en serio las contradicciones y las inconsistencias entre

³²Drexler, E., Peterson C., Pergamit, G. (1991). *Unbounding the future: the nanotechnology revolution*. New York: William Morrow and Company, Inc.

el macro y nano cosmos, ampliando la lógica formal clásica. Siendo esto otro de los vasos comunicantes con el estudio de los fenómenos no-lineales.³³

Desde su concepción, la nanotecnología surge con una naturaleza multidisciplinaria: requiere de la cooperación entre diversas ciencias y disciplinas científicas para analizar, comprender y resolver una problemática. Como resultado, los nuevos especialistas o nanotecnólogos deberán ser capaces de desenvolverse en grupos multidisciplinarios, pero no solo eso, el nanotecnólogo ha apostado que en un futuro no muy lejano, la nanotecnología ofrecerá soluciones a problemas de diversa índole disminuyendo costos, volviendo más eficientes los procesos y de manera amigable con el medio ambiente.

A pesar de que muchos conceptos relacionados con la nanotecnología son los mismos conceptos que se han utilizado en el pasado, especialistas en el tema coinciden en que una de las principales cualidades para entender la nanotecnología es comprender como esos conceptos interactúan como un sistema: la comprensión de los fenómenos a nanoescala requiere del entendimiento de los diferentes niveles de un sistema. Por tanto, es necesario comprender simultáneamente lo que está sucediendo con un sistema a nivel nano y macroescala.³⁴

Hay dos formas en las que el análisis epistemológico del conocimiento afirma que puede dar luz sobre la identificación de temas sociales relacionados con la nanotecnología: por un lado está la conceptualización de los objetos nanotecnológicos (nanomateriales y su funcionamiento), es decir cómo se realizan los procesos necesarios para obtenerlos; por otro lado, está el tipo de conocimiento que se acepta como apropiado para su análisis: esto es si se define como un sistema complejo o simplemente como nanoscópicos. Estas dos aproximaciones a los sistemas nanoestructurados son aconsejables para determinar las subsecuentes

³³Maldonado C.E. (2007). Filosofía de la ciencia y nanotecnología. En Nociones preliminares sobre el universo microscópico. Bogotá: Bunaima.

³⁴Streveler, R. A., Magana, A. (2010). Thinking in a Brand New Way: Exploring the Epistemology of Nanotechnology Researchers. Washington, DC: 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference.

actitudes de amplio alcance hacia los impactos ético, social y político de la nanotecnología.

Junto con sus preocupaciones epistémicas afines, se han identificado los grados de predictibilidad, aseguramiento y manejo de riesgos en algunos escenarios nanocientíficos, dando pie a ciertas proyecciones catastróficas del uso desregulado de la nanotecnología. Aunque algunos de estos pronosticados e incontrolables “efectos adversos” de la nanotecnología son vistos actualmente con gran suspicacia por algunos científicos y hay aún mucho por explorar en el campo de la ética y filosofía de la nanotecnología, así como de la normatividad que puede regirla; la nanotecnología puede ser adecuada para ayudarnos a tener avances en preguntas epistemológicas como la impredecibilidad y complejidad de sistemas mecánicos no lineales.

En lo que respecta a lo epistémico curricular, se reconoce que cada sujeto construye su propio conocimiento. Por bien estructurada que sea la enseñanza, los contenidos científicos nanotecnológicos no pasan de manera directa del sujeto que enseña al que aprende. El profesor construye objetos de conocimiento dado que selecciona información, la ordena y no hace un traspaso directo del saber científico, sino que toma de este saber contenidos para armar un programa particular. A su vez el sujeto que aprende selecciona e integra entre esos contenidos, sus propios objetos de conocimiento. Sin duda alguna, se espera una correspondencia entre los objetos enseñados y los aprendidos, pero más que el deseo de una absoluta correspondencia, debe mover a los educadores de esta disciplina, el afán por reconocer los objetos de conocimiento que sobre nanotecnología construyen los estudiantes y sus propios estilos de aprendizajes.

4.3 Pedagógico

El Programa Educativo de Ingeniería en Nanotecnología tiene como base el Modelo Educativo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, el cual se fundamenta en el paradigma centrado en el aprendizaje y la construcción del conocimiento.

En tal paradigma subyacen dos corrientes principales en cuanto a la concepción de la enseñanza y del aprendizaje: la cognoscitivista y la histórica – cultural. En ambas hay de fondo una postura epistémico abierta y organicista así como constructivista, de ahí devienen conceptos como construcción del conocimiento, estrategias de aprendizaje, interacción, entre otros.

Se articulan dentro de estas corrientes la teoría cognitiva de Piaget y el enfoque teórico socio-cultural de Vigotsky.

En cuanto a la teoría cognitiva, proporciona el marco para desarrollar y promover la autonomía moral e intelectual del alumno para formar hombres creativos, inventivos, descubridores y críticos que posean la capacidad de transformarse y transformar su entorno.³⁵

La implicación de esta teoría al campo de lo educativo, del diseño curricular y en este caso específico para el Programa de Ingeniería en Nanotecnología, consistirá fundamentalmente en fomentar en los alumnos sus propios procesos constructivos y dejar de transmitir conocimientos en formas preestablecidas.

En lo que respecta a la teoría socio-cultural de Vigotsky, es el marco explicativo que permite entender la promoción y el desarrollo socio-cultural e integral del alumno. La educación es un hecho consubstancial al desarrollo humano en el proceso de evolución histórica cultural del hombre,³⁶ no se puede hablar de desarrollo sin ubicarlo dentro de un contexto histórico –cultural determinado y este programa está situado en el análisis y demanda de profesionales en el campo de la nanotecnología; por lo que el papel del maestro debe ser el de un facilitador que provea situaciones de aprendizaje científico para propiciar zonas de desarrollo próximo en los estudiantes y futuros profesionales, que conduzcan a la integralidad de sus conocimientos y experiencias.

³⁵ Pozo, J. I. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.

³⁶ Guzmán, J. C., Hernández-Rojas, G. (1993). Implicaciones educativas de seis teorías psicológicas. México: Educalte.

Hay en estas posturas teóricas, principios explicativos que permiten poseer una concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje para analizar, comprender y explicar el desarrollo de este programa educativo así como el papel de sus actores que en él intervienen.

Con base en ello, las características que se adscriben al Modelo Educativo, son las siguientes: la flexibilidad curricular y académica, la centralidad del aprendizaje y del estudiante, la definición de competencias profesionales, la redefinición de los roles del docente y del estudiante; la diversificación de las experiencias de aprendizaje y evaluación, y la pertinencia y suficiencia de las condiciones institucionales para la operatividad del Modelo. De igual manera se considera como sus principales ejes sustanciales: la Formación Integral del Estudiante, Centrado en el Aprendizaje y con un Curriculum Flexible.

Otra característica esencial del Modelo Educativo es que se privilegia una formación que pone al estudiante en el centro de la atención del proceso académico, construye su propio conocimiento, diseña y define sus propias trayectorias e intensidades de trabajo, dejando de lado la concepción tradicional del estudiante como receptor de conocimientos y de información.

El curriculum flexible, como eje de construcción del Modelo Educativo, permite la adecuación de los estudios universitarios considerando circunstancias externas y las propias características de los estudiantes, la flexibilidad incluye también la movilidad estudiantil caracterizada por estancias y/o prácticas profesionales, y contempla la diversidad de espacios, las adecuaciones temporales y la flexibilidad en el tratamiento de los contenidos, además de incorporarse el tutor como figura principal en sus funciones académicas, profesionales y de apoyo al desarrollo socio afectivo del estudiante.

Para la UJAT es sumamente importante tener en cuenta que los conocimientos que se transmiten en sus aulas, así como los temas que se investigan deben vincularse

con los problemas y necesidades reales de una sociedad compleja y cambiante como la nuestra y sobre todo, dirigirlos a atender a los que sobresalen en el estado y la región Sureste.

En este sentido, se buscan los mecanismos que permitan que las Divisiones Académicas, a través de sus programas educativos se vinculen con los problemas del entorno social de la región, mediante actividades extracurriculares, relaciones de intercambio, estancias académicas, el servicio social, y las prácticas profesionales. Asimismo, la participación de los Cuerpos Académicos en equipos de trabajo que aborden objetos de estudio como resultado de los problemas específicos de las comunidades del estado es una condición indispensable para que nuestra Universidad cumpla con su misión.

La creación de un programa educativo en Ingeniería en Nanotecnología se vuelve de suma importancia debido a que las nanotecnologías auguran un sustantivo impacto en las técnicas y los procesos de producción industrial y, por ende, en el crecimiento económico del país, a través de la generación de recursos humanos capacitados en la implementación de desarrollos tecnológicos que generen soluciones de alto valor agregado tanto a nivel económico como social. Sumado a ello, al incrementar la oferta educativa y abrir opciones de desarrollo profesional multidisciplinario se fortalece el compromiso social de la Universidad en tanto atender la creciente demanda por espacios en la educación superior. Independientemente de ello, la creación de un programa educativo en nanotecnología reconoce el papel emergente de esta disciplina, que en los últimos años ha desarrollado estrategias, procedimientos y materiales que le permiten posicionarse como una alternativa sumamente viable para encontrar soluciones a las complejas problemáticas del mundo actual.

5. EXPLICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Para el diseño del plan de estudios de la Ingeniería en Nanotecnología, se consideraron por un lado las necesidades expresadas por empleadores potenciales, así como los intereses y afinidades mostrados por la población de bachillerato encuestada. Además, se tomó como prioritario el diseñar un programa educativo que estuviera acorde con las tendencias actuales en la síntesis, desarrollo y aplicación de sistemas nanoestructurados, sin dejar de atender las problemáticas estratégicas que se presentan en el estado y la región sureste del país y en donde el Ingeniero en Nanotecnología puede tener una participación activa en la propuesta de soluciones.

De esta forma, se ha diseñado un programa educativo que lleva a la formación de un profesional de carácter multidisciplinario, en donde se ha procurado un sólido bagaje científico, además de asignaturas propias del área de las nanociencias y la nanotecnología. Este conjunto de conocimientos disciplinares le permitirán al egresado de este programa, establecer de manera creativa diseños estructurales, procesos y aplicaciones en estructuras moleculares en la escala nanométrica, con aplicaciones potenciales en cuatro grandes rubros agrupados en dos líneas terminales de formación: la primera enfocada a salud y medio ambiente, y la segunda dirigida hacia energía e innovación tecnológica.

El diseño del plan de estudios, está acorde con el Modelo Educativo de la Universidad, que centra el énfasis en el aprendizaje y en el estudiante, resaltando la flexibilidad en tiempo, contenido y espacio. La estructura del mapa curricular permite que se diseñen trayectorias académicas individuales para los estudiantes dependiendo de sus necesidades y expectativas, considerando la culminación de los estudios en los tiempos marcados por el Reglamento Escolar vigente. Los contenidos están agrupados a lo largo de las cuatro áreas de formación del Modelo Educativo.

En el aspecto disciplinar, se cuenta con asignaturas que permiten la adquisición de conocimientos en ciencias exactas y naturales (matemáticas, física, química y biología) que desembocan en asignaturas propias de la nanociencia y la

nanotecnología, enfatizando el desarrollo y aplicación de sistemas nanoestructurados en diversas vertientes. Asimismo, no se han descuidado los aspectos sociales y de vinculación que tienen la nanociencia y la nanotecnología, pues se incluyen asignaturas y seminarios destinados a fomentar el carácter emprendedor y la transferencia tecnológica de manera ética, eficiente y de acuerdo con las regulaciones nacionales e internacionales vigentes. En la estructura curricular del programa están incluidos el servicio social y las prácticas profesionales, como actividades obligatorias con valor en créditos.

Por otra parte, se incluye un seminario de investigación que está destinado como espacio para que el alumno pueda avanzar en su proyecto de trabajo recepcional que le permita obtener su titulación a la brevedad, una vez que haya concluido los créditos del programa.

Con el fin de fomentar la formación integral del estudiante, se incluyen también requisitos de actividades extracurriculares sin valor en créditos, las cuales se describen en el apartado correspondiente.

6. ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS

6.1 Descripción del Plan de Estudios

La estructura curricular del Programa Educativo de Ingeniería en Nanotecnología incluye un total de 349 créditos, de los cuales 331 son obligatorios y 18 son optativos orientados a dos líneas estratégicas: la primera denominada salud y medio ambiente; y la segunda, relacionada con energía e innovación tecnológica. La totalidad de los créditos a cursar se divide en un total de 60 asignaturas, más el Servicio Social y las Prácticas Profesionales. La distribución y ponderación de los créditos en las cuatro áreas de formación del modelo educativo de la UJAT,³⁷ se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Distribución y ponderación de los créditos y asignaturas que se deben cursar en las cuatro áreas de formación

Área de Formación	Créditos		Total	Porcentaje	Asignaturas
	Obligatorios	Optativos			
General	106	0	106	30%	19
Sustantiva Profesional	162	0	162	46%	28
Integral Profesional	27	18	45	13%	10
Transversal*	36	0	36	10%	5
Total	331	18	349	100%	62

*Incluye al Servicio Social con un valor de 10 créditos y a las Prácticas Profesionales con un valor de 8 créditos

La descripción de cada una de las áreas de formación se describe a continuación.

- **Área de Formación General**

Conformada por 106 créditos obligatorios. Es el área que pretende lograr la comprensión del entorno y la construcción de conocimientos propicios para la integración a una disciplina.³⁸ Se estructura por las nueve asignaturas institucionales: Derechos Humanos, Cultura Ambiental, Pensamiento Matemático, Herramientas de Computación, Lectura y Redacción, Filosofía, Lengua Extranjera, Ética, Metodología,

³⁷ UJAT (2006). Modelo Educativo. Colección Justo Sierra. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

³⁸ *Idem.*

así como por diez asignaturas de iniciación disciplinar. Las asignaturas que integran el Área de Formación General se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Asignaturas del Área de Formación General

Área de Formación General 106 créditos obligatorios (30% del total)						
Clave	Asignatura	HT	HP	H	CR	CAR
F1001	Ética	2	1	3	5	OB
F1002	Filosofía	2	1	3	5	OB
F1003	Metodología	2	1	3	5	OB
F1004	Cultura Ambiental	2	1	3	5	OB
F1005	Lengua Extranjera	1	2	3	4	OB
F1006	Lectura y Redacción	1	3	4	5	OB
F1007	Derechos Humanos	2	1	3	5	OB
F1008	Pensamiento Matemático	1	4	5	6	OB
F1009	Herramientas de Computación	0	4	4	4	OB
	Fundamentos de Química General	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Física	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Biología	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Matemáticas	2	2	4	6	OB
	Cálculo Diferencial e Integral	3	2	5	8	OB
	Ecuaciones Diferenciales	2	2	4	6	OB
	Probabilidad y Estadística	2	2	4	6	OB
	Calculo Vectorial	2	2	4	6	OB
	Biología Molecular	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Nanociencias y Nanotecnología	2	2	4	6	OB
Total de asignaturas: 19 obligatorias		34	38	72	106	

HT: Horas Teoría, HP: Horas Práctica, H: Total de Horas, CR: Créditos. CAR: Carácter, OB: Obligatoria

- **Área de Formación Sustantiva Profesional**

Conformada por 162 créditos obligatorios. Esta área promueve la formación que dota de identidad a una profesión determinada, se orienta hacia la adquisición del conocimiento y la experiencia práctica de una disciplina.³⁹ La naturaleza multidisciplinaria de este programa educativo permite incorporar en esta área el conjunto de asignaturas que se requieren para la formación del Ingeniero en Nanotecnología. El total de asignaturas del área de formación sustantiva profesional es de 28 y se presentan en la tabla 4.

³⁹ *Idem.*

Tabla 4. Asignaturas del Área de Formación Sustantiva Profesional

Área de Formación Sustantiva Profesional 162 créditos obligatorios (46% del total)						
Clave	Asignatura	HT	HP	H	CR	CAR
	Química Inorgánica	2	2	4	6	OB
	Química Orgánica	2	2	4	6	OB
	Laboratorio Integral de Física	0	4	4	4	OB
	Laboratorio Integral de Química	0	4	4	4	OB
	Bioquímica	2	2	4	6	OB
	Química Analítica	2	2	4	6	OB
	Mecánica Clásica	2	2	4	6	OB
	Electromagnetismo	2	2	4	6	OB
	Fisicoquímica	2	2	4	6	OB
	Sólidos y Nanoestructuras	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Física Moderna	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Óptica	2	2	4	6	OB
	Métodos Fisicoquímicos de Análisis	2	2	4	6	OB
	Fisicoquímica de Sistemas Biológicos	2	2	4	6	OB
	Espectroscopías	2	2	4	6	OB
	Modelación de Sistemas Nanoscópicos	2	2	4	6	OB
	Métodos Complementarios de Análisis	2	2	4	6	OB
	Microscopías	2	2	4	6	OB
	Nanociencias Aplicadas a la Ingeniería	2	2	4	6	OB
	Nanotecnología y Salud	2	2	4	6	OB
	Nanotecnología y Electrónica	2	2	4	6	OB
	Síntesis de Nanoestructuras y Laboratorio	2	2	4	6	OB
	Caracterización de Nanoestructuras y Laboratorio	2	2	4	6	OB
	Nanotecnología y Procesos Catalíticos	2	2	4	6	OB
	Nanotecnología y Energía Sustentable	2	2	4	6	OB
	Técnicas Biológicas Aplicadas a Nanociencias	0	4	4	4	OB
	Fenómenos de Transporte a Escala Nanométrica	2	2	4	6	OB
	Nanotecnología y Procesos Biotecnológicos	2	2	4	6	OB
Total de asignaturas: 28 obligatorias		50	62	112	162	

HT: Horas Teoría, HP: Horas Práctica, H: Total de Horas, CR: Créditos. CAR: Carácter, OB: Obligatoria

- **Área de Formación Integral Profesional**

Conformada por 27 créditos obligatorios y 18 optativos. En esta área se procura la formación dirigida a la profundización de una disciplina determinada, se orienta a ofrecer competencias profesionales, para la redefinición de la formación técnico-profesional, en el marco de las transformaciones profesionales derivadas de los

cambios socio-productivos en la región y de las formas de intervención en los mercados de trabajo.⁴⁰ Para este Programa Educativo, se integra por diez asignaturas, siete de las cuales son obligatorias y tres son optativas. Cabe señalar que en ésta área, se incluyen asignaturas cuyo objetivo es desarrollar la capacidad emprendedora del estudiante, tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Asignaturas del Área de Formación Integral Profesional

Área de Formación Integral Profesional 27 créditos obligatorios + 18 créditos optativos (13% del total)						
Clave	Asignatura	HT	HP	H	CR	CAR
	Seminario de Innovación y Gestión	0	3	3	3	OB
	Aspectos Éticos y Sociales de la Nanotecnología	2	2	4	6	OB
	Seminario de Investigación	0	3	3	3	OB
	Seminario de Propiedad Intelectual	0	3	3	3	OB
	Seminario de Comercialización y Nanotecnología	0	3	3	3	OB
	Temas Selectos de Nanotecnología	2	2	4	6	OB
	Seminario de Procesos Industriales Sustentables	0	3	3	3	OB
	Optativa 1	3	0	3	6	OP
	Optativa 2	3	0	3	6	OP
	Optativa 3	3	0	3	6	OP
Total de asignaturas: 7 obligatorias + 3 optativas		13	19	32	45	

HT: Horas Teoría, HP: Horas Práctica, H: Total de Horas, CR: Créditos. CAR: Carácter, OB: Obligatoria, OP: Optativa.

Las asignaturas optativas están diseñadas para afinar el perfil profesional del Ingeniero en Nanotecnología ya sea en medio ambiente y salud o bien en energía e innovación tecnológica. La tabla 6 presenta la oferta de asignaturas optativas del Área de Formación Integral Profesional, el alumno deberá seleccionar tres de ellas, de acuerdo con el área en la cual desee profundizar su aprendizaje.

Tabla 6. Oferta de Asignaturas Optativas del Área de Formación Integral Profesional

Clave	Asignatura	HT	HP	H	CR	CAR
Área de Salud y Medio Ambiente						
	Tecnologías Avanzadas de Remediación	3	0	3	6	OP
	Nanotoxicología y Medio Ambiente	3	0	3	6	OP
	Nanomedicina	3	0	3	6	OP
	Biosistemas a Nanoescala	3	0	3	6	OP

⁴⁰ *Idem.*

Área de Energía e Innovación Tecnológica						
	Diseño y Marketing de Proyectos	3	0	3	6	OP
	Gestión de Innovación en Nanotecnología	3	0	3	6	OP
	Energías Alternas con base en Nanotecnología	3	0	3	6	OP
	Nanotecnología en el Almacenamiento de Energía	3	0	3	6	OP

HT: Horas Teoría, HP: Horas Práctica, H: Total de Horas, CR: Créditos. CAR: Carácter, OP: Optativa.

- **Área de Formación Transversal**

Conformada por 29 créditos obligatorios. La particular aportación de esta área consiste en hacer explícitas una serie de aspiraciones de cambio en la práctica educativa y en el perfil del futuro profesional que los constantes cambios producidos en la sociedad reclaman, tanto en el ámbito teórico como práctico.⁴¹ En función de lo anterior es que se incluyen tres asignaturas obligatorias de inglés, que impactan de manera transversal en la formación del Ingeniero en Nanotecnología al aportar las herramientas fundamentales que permitan el abordaje de contenidos disciplinares en esta lengua. También se han incluido en esta área dos actividades obligatorias con valor en créditos: Servicio Social (10 créditos) y Prácticas Profesionales (8 créditos).

Tabla 7. Asignaturas y actividades curriculares del Área de Formación Transversal

Área de Formación Transversal 36 créditos obligatorios (10% del total)						
Clave	Asignatura	HT	HP	H	CR	CAR
	Inglés Básico	2	2	4	6	OB
	Inglés Intermedio	2	2	4	6	OB
	Inglés Avanzado	2	2	4	6	OB
F9999	Servicio Social				10	OB
	Prácticas Profesionales				8	OB
Total de asignaturas: 3 + Servicio Social + Prácticas Profesionales		6	6	12	36	

HT: Horas Teoría, HP: Horas Práctica, H: Total de Horas, CR: Créditos. CAR: Carácter, OB: Obligatoria.

El mapa curricular y el mapa de seriación del programa educativo de Ingeniería en Nanotecnología se presentan a continuación. Se han diseñado trayectorias académicas para cubrir la totalidad de los créditos de este Programa Educativo en 3.5, 4.5, 5 y 7 años. Estas propuestas de trayectorias se presentan en el anexo 4.

⁴¹ *Idem.*



Mapa curricular
UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
 División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez
Ingeniería en Nanotecnología
 MAPA CURRICULAR

Área General 29 %			Área Sustantiva Profesional 48%				Integral Profesional 14 %		Tranversal 9%					
Ética	Pensamiento Matemático	Fundamentos de Matemáticas	Química Inorgánica	Química Orgánica	Laboratorio Integral de Física	Laboratorio Integral de Química	Seminario de Innovación y Gestión	Aspectos Éticos y Sociales de la Nanotecnología	Inglés Básico					
2 1 5	1 4 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	0 4 4	0 4 4	0 3 3	2 2 6	2 2 6					
Filosofía	Herramientas de Computación	Cálculo Diferencial e Integral	Bioquímica	Química Analítica	Mecánica Clásica	Electromagnetismo	Seminario de Investigación	Seminario de Propiedad Intelectual	Inglés Intermedio					
2 1 5	0 4 4	3 2 8	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	0 3 3	0 3 3	2 2 6					
Metodología	Lengua Extranjera	Ecuaciones Diferenciales	Fisicoquímica	Fundamentos de Física Moderna	Fundamentos de Óptica	Métodos Fisicoquímicos de Análisis	Seminario de Comercialización y Nanotecnología	Temas Selectos de Nanotecnología	Inglés Avanzado					
2 1 5	1 2 4	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	0 3 3	2 2 6	2 2 6					
Cultura Ambiental	Fundamentos de Química General	Cálculo Vectorial	Fisicoquímica de Sistemas Biológicos	Espectroscopias	Métodos Complementarios de Análisis	Microscopias	Seminario de Procesos Industriales Sustentables	Optativa 1	Servicio Social					
2 1 5	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	0 3 3	3 0 6	10					
Lectura y Redacción	Fundamentos de Física	Biología Molecular	Modelación de Sistemas Nanoscópicos	Nanociencias Aplicadas a la Ingeniería	Nanotecnología y Salud	Nanotecnología y Electrónica	Optativa 2	Optativa 3	Prácticas Profesionales					
1 3 5	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	3 0 6	3 0 6	8					
Derechos Humanos	Fundamentos de Biología	Fundamentos de Nanociencias y Nanotecnología	Sólidos y Nanoestructuras	Síntesis de Nanoestructuras y Laboratorio	Caracterización de Nanoestructuras y Laboratorio	Nanotecnología y Procesos Catalíticos								
2 1 5	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6	2 2 6								
Probabilidad y Estadística			Nanotecnología y Energía Sustentable	Técnicas Biológicas Aplicadas a Nanociencias	Fenómenos de Transporte a Escala Nanométrica	Nanotecnología y Procesos Biotecnológicos								
2 2 6			2 2 6	0 4 4	2 2 6	2 2 6								
Créditos	106		Créditos	162				Créditos	45		Créditos	36		
Asignaturas	19		Asignaturas	28				Asignaturas	10		Asignaturas	5		
57 Asignaturas obligatorias + 3 Optativas + Servicio Social + Prácticas Profesionales							Total de Créditos		349					

Mapa de Seriación



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
 División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez
 Ingeniería en Nanotecnología
 Mapa de Seriación

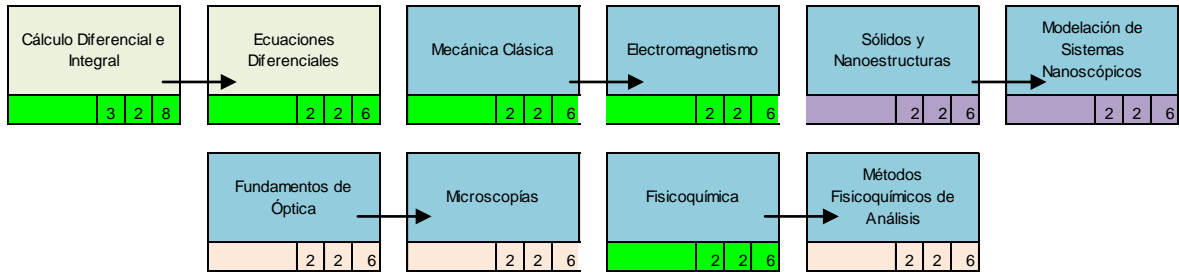


Tabla 8. Seriación de asignaturas obligatorias

Asignaturas con Seriación Explícita			
Clave	Asignatura Antecedente	Clave	Asignatura
	Cálculo Diferencial e Integral		Ecuaciones Diferenciales
	Mecánica Clásica		Electromagnetismo
	Sólidos y Nanoestructuras		Modelación de Sistemas Nanoscópicos
	Fundamentos de Óptica		Microscopías
	Físicoquímica		Métodos Físicoquímicos de Análisis

7. FACTIBILIDAD ACADÉMICA

7.1 Infraestructura necesaria a mediano plazo para la correcta implementación del Programa Educativo

La correcta aplicación del plan de estudios está basada en contar con la infraestructura adecuada que de sustento a la enseñanza-aprendizaje de la nanotecnología. Para tal efecto, la infraestructura se puede desglosar en: docencia, básica experimental y de investigación.

La infraestructura en docencia hace referencia al número de aulas en función de los alumnos inscritos en el programa, las cuales deben estar climatizadas y con el mobiliario adecuado para poder realizar diferentes dinámicas y estrategias de aprendizaje. Además debe considerarse el equipamiento multimedia que cada aula deberá tener como lo es: contar con pizarrón interactivo, proyector de video, sistema de audio, red inalámbrica de internet y tomas de corriente eléctrica suficientes para la conexión de equipos de cómputo portátiles, ya que la descripción y visualización de sistemas a nivel nanoescala requiere de un enorme apoyo gráfico.

También se deberá contar con salas audiovisuales para impartir y recibir videoconferencias, salas y laboratorios de cómputo con acceso a internet, equipo de cómputo con *software* especializado, biblioteca y auditorio para conferencias.

La infraestructura básica experimental se refiere aquella en donde los alumnos tienen sus primeros encuentros formales con la experimentación científica, adquiriendo los conocimientos necesarios para iniciar la experimentación en nanotecnología. La infraestructura básica experimental deberá contar con laboratorios de química, física y biología general que cubran las necesidades de los primeros semestres. Además, es deseable considerar los contenidos experimentales más especializados en el área de química como son: química inorgánica, química orgánica y química analítica; así como óptica, electromagnetismo y fisicoquímica, para el área de física; y en el caso de biología deberá contemplarse la ejecución de actividades experimentales en las

áreas de bioquímica y biofísicoquímica. Las características de equipamiento deseables en los laboratorios antes mencionados se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Infraestructura de laboratorios mínima sugerida por área

Química	Física	Biología
<ul style="list-style-type: none"> • Reactivos. • Material de vidrio (kits para química inorgánica y orgánica). • Campanas de extracción. • Líneas de aire, gas, vacío y agua. • Parrillas de agitación magnética. • Mantas de calentamiento. • Baños térmicos. • Espectrofotómetro infrarrojo y UV-Vis de haz sencillo. • Potenciómetros. • Calorímetros. • Densímetros. • Balanzas analíticas. • Hornos de secado. • Muflas. • Centrifugas. • Autoclaves. • Bombas de vacío. • Rotavapor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Material de vidrio. • Kits de física mecánica. • Kits de física hidrostática. • Kits especializados (conductividad eléctrica, efecto Hall, conductividad térmica, difracción de electrones, efecto fotoeléctrico). • Bancos ópticos (lentes, espejos, bi-prismas, polarizadores). • Osciloscopios. • Líneas de aire, gas, vacío y agua. • Parrillas de agitación magnética. • Calorímetros. • Densímetros • Balanzas granatarias. • Hornos de secado. • Muflas. • Bombas de vacío. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reactivos. • Material de vidrio • Cuarto de cultivo celular. • Campanas de extracción. • Campana de flujo laminar. • Líneas de aire, gas, vacío y agua. • Parrillas de agitación magnética. • Mantas de calentamiento. • Baños térmicos. • Potenciómetros. • Balanzas analíticas. • Autoclave. • Estufa. • Refrigeradores. • Microscopios ópticos con cámara integrada (invertidos) • Incubadoras. • Micropipetas. • Cámaras de Neubauer. • Colección de placas histológicas y cortes celulares. • Micropipetas. • Centrifuga con refrigeración • Cámaras de electroforesis • Lector de placas • Vórtex

La nanotecnología no puede ser concebida sin investigación científica formal. Para lo cual la planta académica dedicada a la investigación deberá tener laboratorios propios en donde desarrollen sus LGAC. Estos laboratorios deben estar en constante actualización y equipados con tecnología especializada que permita a los alumnos desarrollar habilidades experimentales, así como reforzar los conocimientos teóricos adquiridos. Mediante este proceso, se fortalecerá su pensamiento científico y se impulsará el desarrollo de creatividad para la solución de problemas. El equipamiento inicial deberá ser adquirido con recursos institucionales y posteriormente ser

complementado por los distintos grupos de investigación a través de proyectos con financiamiento externo. En la tabla 10 se enlistan algunos de los equipos de investigación que se requerirán a lo largo del proceso enseñanza-aprendizaje.

Tabla 10. Infraestructura de laboratorios de investigación deseable

Infraestructura de investigación
<ul style="list-style-type: none"> • Microscopio electrónico de transmisión de alta resolución (HRTEM) • Microscopio electrónico de barrido de alta resolución (HRSEM) • Espectrofotómetro ultravioleta-visible de última generación • Microscopio confocal de fluorescencia • Difractómetro de rayos X de última generación • Analizador de tamaño de partícula por potencial zeta • Espectrofotómetro Infrarrojo-infrarrojo cercano por transformada de Fourier • Equipo de adsorción de gases para determinación de área • Cromatógrafo de gases (flama, conductividad, iónico) • Cromatógrafo de líquidos acoplado a espectrómetro de masas (HPLC-MS) • Analizador térmico diferencial • Equipo para obtención de películas por deposición de vapor • Equipo de pulverización catódica para síntesis de películas delgadas • Elipsómetro • Microscopio de fuerza atómica acoplado a un espectrofotómetro Raman

Es importante señalar que debido a que el Ingeniero en nanotecnología debe contar con conocimientos de ciencias experimentales como Física, Química y Biología, los laboratorios destinados para asignaturas de éstas áreas pueden compartirse con los otros programas educativos que se imparten en la DAMJalpa, e incluso en algunos de los cursos más avanzados también existe la posibilidad de compartir el equipamiento disponible, esto beneficiará la optimización de recursos materiales.

Es necesario señalar, que para el adecuado funcionamiento de los equipos y por ende de los laboratorios, las instalaciones estarán diseñadas con base en requerimientos técnicos específicos como: control de humedad, instalaciones eléctricas, ausencia de campos magnéticos, ruido y vibraciones.

Adicionalmente, el personal docente y administrativo deberá contar con oficinas adecuadas equipadas con el mobiliario, equipo de cómputo y conectividad necesarios para sus actividades.

Finalmente, para promover la formación integral del estudiante, es necesario contemplar espacios de esparcimiento y práctica deportiva, como son por ejemplo: áreas verdes, jardines y canchas deportivas.

7.2 Personal académico

El programa deberá ser impulsado con una base sólida de profesores-investigadores que cuenten con estudios de posgrado, preferentemente de nivel doctorado (física, química, biología, etc.). Dada la reciente incorporación de México en programas en nanotecnología, la contratación de nanotecnólogos a nivel de doctorado es todavía escasa, por lo que se recomendará al comité encargado de las contrataciones la posibilidad de incluir especialistas en nanotecnología, con grado de maestría.

El presente plan incluye dos líneas estratégicas de estudio: a) salud y medio ambiente; y b) energía e innovación tecnológica, razón por la cual la planta académica deberá contar con experiencia comprobable en disciplinas afines, además de experiencia docente.

El número de académicos necesarios para la implementación del plan de estudios está relacionado con el número de alumnos inscritos, sin embargo no se debe dejar de lado la formación de grupos de investigación científica en las dos líneas estratégicas para garantizar la excelencia en la formación de los estudiantes. Por esta razón, se propone que el arranque del programa inicie con al menos cuatro académicos de tiempo completo por línea estratégica de estudio (ocho profesores en total) tal y como se resume en la tabla 11; se considera que se contará con el apoyo docente de profesores de medio tiempo en las asignaturas que se requieran.

Tabla 11. Perfil deseable del personal académico para Ingeniería en Nanotecnología

Número	Máximo grado	Disciplina	Área
8	Doctor(a) o Maestro(a)	Nanotecnología	Salud Medio Ambiente Energía Innovación Tecnológica
	Doctor(a)	Ciencias (Biología) o afín	
	Doctor(a)	Ciencias (Química) o afín	
	Doctor(a)	Ciencias (Física) o afín	

La planta docente del área de formación general, se puede compartir con los otros Programas Educativos de la DAMJalpa, con la finalidad de optimizar recursos humanos; aunque los contenidos de los programas de las asignaturas no pueden ser comunes debido a la orientación y profundidad de los temas que se requiere para cada Programa Educativo.

7.3 Recursos bibliográficos

Para el desarrollo del Programa Educativo se considera el apoyo del Sistema Bibliotecario de la UJAT, en el cual existe el programa de Movimiento de Colecciones, el cual tiene como objetivo apoyar el desempeño de las actividades de docencia, investigación, difusión y extensión de la cultura con el préstamo de las colecciones en el interior de las bibliotecas, a domicilio y renovación de las mismas. Esto se aplica a las colecciones de acervo general, consulta, reserva, posgrado, especiales, UJAT, INEGI, club de lectores, audiovisual, cartográfica, tesis y realias del Sistema Bibliotecario. El Movimiento de Colecciones se apega al Reglamento vigente del Sistema Bibliotecario de la UJAT.

Dentro del mismo Sistema Bibliotecario existen Recursos Electrónicos y Digitales (Bases de datos referenciales y publicaciones periódicas con acceso por Internet) que apoyan directamente el quehacer académico y que se resumen en la tabla 12.

Tabla 12. Recursos Electrónicos y Digitales

Libros Electrónicos	
Springer Link	e-Libro
Revistas Electrónicas (Agregadores y Editores de Información)	
Gale Cengage Learning (Academic One File/Informe)	Ebsco (Acad. Search Complete, Fuente Académica, MedicLatina.)
Journal of Chemical Education (Indizada por ACS)	Science (American Association for the Advancement of Science)
Science Direct	BioOne
Annual Reviews	American Mathematical Society (MathSciNet)
Nature (Nature Publishing Group)	Thomson – Reuters
Journal of The Mexican Chemical Society	Springer Link
Revista Mexicana de Física	IEEE América Latina
VLex	

Además, es posible el acceso al Catálogo Colectivo de Publicaciones de la Red de Bibliotecas de la Región Sur-Sureste de la ANUIES cuya dirección electrónica es: <http://www.bibliotecas.ujat.mx/rebiss/index.html>, cuyo objetivo es integrar la red de colaboración en línea entre las instituciones participantes a través de acceso y difusión de información científica y tecnológica.

Sin embargo, se requiere prever la adquisición de bibliografía especializada, tomando como base las recomendaciones señaladas en los programas de las diferentes asignaturas del plan de estudios, así como la gestión para el acceso a revistas electrónicas especializadas.

7.4 Presupuesto

El costo anual por alumno es de veinticinco mil doscientos cincuenta y cuatro pesos, con 94 centavos (**\$25,254.94**); considerando una matrícula inicial de 30 alumnos se estima un presupuesto de \$ 757,648.20 para el primer año lectivo.

8. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

8.1 Requisitos de ingreso y egreso

Los requisitos de ingreso y egreso son los indicados por el Reglamento Escolar vigente.

8.2 Antecedentes académicos

El estudiante que desee cursar el Programa Educativo de Ingeniería en Nanotecnología debe tener concluido los estudios correspondientes al nivel medio superior.

8.3 Límites de tiempo para cursar el plan de estudios

Los estudios de Ingeniería en Nanotecnología deben cubrirse en un plazo comprendido entre tres años y medio y siete años, de acuerdo con la legislación universitaria.

8.4 Créditos mínimos y máximos por cada ciclo escolar

Para culminar sus estudios en los tiempos marcados por la legislación universitaria, el estudiante de Ingeniería en Nanotecnología debe cursar como mínimo 23 y como máximo 50 créditos por ciclo largo.

8.5 Ciclos largos y ciclos cortos

En un año escolar están establecidos dos ciclos largos y un ciclo corto, definidos por la legislación universitaria. Todas las asignaturas que integran el plan de estudios, son factibles de ser ofertadas durante los ciclos cortos, excepto las asignaturas que se enlistan en la tabla 13.

Tabla 13. Asignaturas que no pueden ofertarse en ciclo corto

Clave	Asignatura	HT	HP	H	CR	CAR
	Mecánica Clásica	2	2	4	6	OB
	Química Inorgánica	2	2	4	6	OB
	Química Orgánica	2	2	4	6	OB
	Biología Molecular	2	2	4	6	OB

	Laboratorio Integral de Física	0	4	4	4	OB
	Cálculo Diferencial e Integral	3	2	4	8	OB
	Cálculo Vectorial	2	2	4	6	OB
	Electromagnetismo	2	2	4	6	OB
	Fisicoquímica	2	2	4	6	OB
	Química Analítica	2	2	4	6	OB
	Laboratorio Integral de Química	0	4	4	4	OB
	Técnicas Biológicas Aplicadas a Nanociencias	0	4	4	4	OB
	Bioquímica	2	2	4	6	OB
	Métodos Fisicoquímicos de Análisis	2	2	4	6	OB
	Fisicoquímica de Sistemas Biológicos	2	2	4	6	OB
	Sólidos y Nanoestructuras	2	2	4	6	OB
	Síntesis de Nanoestructuras y Laboratorio	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Física Moderna	2	2	4	6	OB
	Fundamentos de Óptica	2	2	4	6	OB
	Microscopías	2	2	4	6	OB
	Espectroscopías	2	2	4	6	OB
	Fenómenos de Transporte a Escala Nanométrica	2	2	4	6	OB
	Métodos Complementarios de Análisis	2	2	4	6	OB
	Nanociencias Aplicadas a la Ingeniería	2	2	4	6	OB
	Nanotecnología y Energía Sustentable	2	2	4	6	OB
	Nanotecnología y Procesos Catalíticos	2	2	4	6	OB
	Caracterización de Nanoestructuras y Laboratorio	2	2	4	6	OB

HT: horas teoría, HP: horas práctica, H: total de horas, CR: créditos, CAR: Carácter, OB: Obligatoria

8.6 Examen de competencia

Para la realización de los exámenes de competencia el estudiante se ajustará a lo marcado por los Lineamientos para los Exámenes de Competencia.

8.7 Movilidad estudiantil

El estudiante de Ingeniería en Nanotecnología podrá realizar actividades de movilidad estudiantil ajustándose a los requerimientos marcados por el Reglamento Escolar del Modelo Educativo Flexible.

8.8 Servicio Social y Prácticas Profesionales

El Servicio Social y las Prácticas Profesionales serán de carácter obligatorio. En el caso de Servicio Social con un valor de 10 créditos (seis meses con 480 horas) y las

Prácticas Profesionales con un valor de 8 créditos (cuatro meses y 320 horas). Su realización estará sujeta al Reglamento de Servicio Social y Prácticas Profesionales. Dentro de los lugares en donde se recomienda la realización de las Prácticas Profesionales están: Laboratorios de Investigación de Divisiones Académicas de la Universidad con áreas afines al Ingeniero en Nanotecnología como por ejemplo: DACB, DAIA, DACBiol, DAMC, así como Laboratorios de Investigación de Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación del país o extranjeros en donde se realicen trabajos relacionados con nanociencias o nanotecnología. Espacios adecuados pueden encontrarse también en: el Instituto Mexicano del Petróleo, Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad Institutos de Salud que cuenten con departamentos de investigación además de PyMES de la región que desarrollen productos o brinden servicios relacionados con las áreas de salud, medioambiente o energía y en donde puedan explorarse aplicaciones relativas a innovación y desarrollo mediados por nanotecnología.

8.9 Actividades obligatorias sin valor crediticio

Además de lo indicado en la normatividad universitaria vigente, el alumno deberá cumplir con las actividades obligatorias sin valor crediticio que se describen a continuación.

- Constancia de dominio del Idioma Inglés: El alumno de este programa educativo deberá presentar el examen TOEFL y obtener una puntuación mínima de 350 puntos, pudiendo presentar dicho examen a partir de que haya alcanzado el 75% de créditos del plan de estudios y antes de concluir el total de créditos.
- Realizar al menos una de las siguientes actividades:
 - a) Presentar un trabajo de investigación (bibliográfico o experimental) en un evento de carácter institucional, local, regional, nacional o internacional (ejemplos de eventos en donde pueden presentarse estos

trabajos son: foros, seminarios, congresos, simposios, entre otros) esta actividad será avalada con la constancia de participación respectiva;

b) Asistir a un mínimo de tres cursos extracurriculares de formación disciplinar, cada curso con una duración mínima de 25 horas. Este rubro estará avalado con las constancias de asistencia correspondientes.

- Participar en un evento o taller institucional de carácter deportivo, artístico o cultural, el cual será avalado mediante constancia expedida por la Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez.
- Participar en una actividad de carácter emprendedor, entendiéndose ésta como toda actividad donde el alumno por iniciativa propia y en base a sus intereses, desarrolle y genere un resultado susceptible de ser presentado en espacios de difusión apropiados (foros, talleres, ferias, exposiciones, entre otros), la cual será avalada mediante constancia expedida por la Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez. Esta actividad puede también ser cubierta por la asistencia a un curso o taller de temática emprendedora con una duración mínima de 15 horas, siendo avalada por la presentación de la constancia de asistencia correspondiente.

PROGRAMAS DE ESTUDIO

PROGRAMA DE ESTUDIO	Programa Educativo:	Ingeniería en Nanotecnología
	Área de Formación :	General
Fundamentos de Nanociencias y Nanotecnología	Horas teóricas:	2
	Horas prácticas:	2
	Total de Horas:	4
	Total de créditos:	6
	Clave:	
	Tipo :	Asignatura
	Carácter de la asignatura	Obligatorio
Programa elaborado por:	Dr. Rosendo López González, Dra. Mayra A. Álvarez Lemus, Dr. Carlos Ernesto Lobato García	
Fecha de creación:	07-02-2014	

Seriación explícita	No
Asignatura antecedente	Asignatura Subsecuente

Seriación implícita	Sí
Conocimientos previos	Conocimientos fundamentales de física y química a nivel bachillerato

Presentación

El presente programa de Introducción a la Nanotecnología y Nanociencias está orientado a proporcionar al alumno las bases necesarias para comprender el campo de estudio de la nanotecnología y las nanociencias, la evolución desde su concepción como una posibilidad de diseñar materiales a nivel atómico y molecular hasta los desarrollos e investigaciones más actuales. De igual manera, permitirá conocer a quienes postularon el surgimiento de esta nueva tecnología y como dio origen a las nanociencias. Abordará de manera general las diversas investigaciones en las que la nanotecnología se ha involucrado hasta nuestros días, siendo un curso introductorio para que identifique los principales puntos de convergencia entre la nanotecnología y nanociencias con otras disciplinas del conocimiento.

Objetivo General

Que el alumno conozca los conceptos generales sobre las nanociencias y la nanotecnología, su relación con otras ciencias y disciplinas del conocimiento para entender el lenguaje propio de las nanociencias y contextualizarlas en el panorama actual a nivel nacional e internacional.

Competencias que se desarrollarán en esta asignatura

- Aplicar los términos fundamentales de estructura de la materia en el campo de las nanociencias y nanotecnología para su desenvolvimiento adecuado en estas áreas.
- Manejar bibliografía especializada, para conocer el estado del arte en nanotecnología y nanociencias
- Analizar el campo de aplicación de las nanociencias y nanotecnologías, para entender su naturaleza multidisciplinaria.
- Comparar el grado de avance en las ciencias y las nanotecnologías entre México y el resto del mundo, para identificar la tendencia en ésta área en los próximos años.

Competencias del perfil de egreso que apoya esta asignatura

- Transmitir con claridad de manera verbal y escrita los conocimientos adquiridos.
- Manejo de las propiedades físicas, químicas y biológicas de la materia a nanoescala.
- Procesar adecuadamente la información escrita en idioma inglés.

Escenario de aprendizaje

Salón de clases, audiovisual y demás espacios apropiados para la asignatura

Perfil sugerido del docente

Grado de Maestro o Doctor en Nanotecnología, Grado de Doctor en Física, Química o en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Con actitud proactiva para promover el aprendizaje colaborativo. Capaz de fomentar un clima de respeto en el aula.

Contenido Temático

Unidad No.	1	La Materia a Escala Nanométrica
Objetivo particular	El alumno identificará los términos fundamentales empleados en nanociencias y nanotecnología para aplicarlos adecuadamente en su campo de desarrollo profesional.	
Hrs. Estimadas	16	

Temas	Resultados del aprendizaje	Sugerencias didácticas	Estrategias y criterios de evaluación
1.1 Materia y escalas 1.2 La importancia de la nanoescala 1.3 Antecedentes de la nanotecnología 1.4 Definición de nanotecnología y nanociencia	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un mapa conceptual sobre nanociencias y nanotecnología • Reconocer los conceptos nanotecnología y nanociencia • Elaborar una línea de tiempo sobre la nanotecnología. • Identificar el concepto de nanotecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollará habilidades de búsqueda bibliográfica en diferentes fuentes sobre el tema. • Realizará exposiciones de los temas abordados en clase. • Coordinará en debates dentro del aula sobre las exposiciones de los temas. • Desarrollará actividades grupales para la elaboración de reportes de búsquedas bibliográficas realizadas. • Favorecerá el trabajo fuera del aula para la discusión a través de grupos de trabajo para el planteamiento y solución de problemas. • Propiciará el manejo adecuado de conceptos y de terminología científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una evaluación diagnóstica inicial • Entrega de portafolio de reportes escritos sobre los temas asignados • Participación en clase • Exposición oral individual sobre temas seleccionados • Evaluación escrita

Unidad No.	2	<i>La Construcción de Materiales en Nanotecnología</i>
Objetivo particular	El alumno identificará y comprenderá los dos principales enfoques de construcción de nanomateriales, para su aplicación en la obtención de nanomateriales.	
Hrs. estimadas	16	

Temas	Resultados del aprendizaje	Sugerencias didácticas	Estrategias y criterios de evaluación
2.1 Aproximaciones de la nanotecnología : reducción de tamaño (<i>top-down</i>) y autoensamblado (<i>bottom-up</i>) 2.2 Tipos de nanomateriales 2.3 Tecnologías para la manufactura de nanomateriales	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar los aspectos de las aproximaciones para la construcción de nanomateriales. • Elaborar un resumen sobre las principales tecnologías empleadas para obtener nanomateriales. • Clasificar los métodos de síntesis de nanomateriales de acuerdo al fundamento sobre el que se basan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar la habilidad de búsqueda bibliográfica sobre el tema de la unidad. • Facilitar la comprensión de los temas mediante la exposición oral. • Complementar la información teórica con la visita a un laboratorio de síntesis de nanomateriales. • Fomentar la lectura de textos en inglés mediante el análisis de artículos del área.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación escrita • Exposición oral de un tema seleccionado • Elaboración de un portafolio de evidencias. • Entrega de un reporte de la visita a laboratorio. • Participación en clase • Evaluación de modelos sobre las diferentes aproximaciones para la construcción de nanomateriales.

Unidad No.	3	<i>Relación de la Nanotecnología y otras Áreas del Conocimiento</i>
Objetivo particular	El alumno relacionará la nanotecnología y las nanociencias con las ciencias básicas y otras disciplinas del conocimiento, para identificar los puntos de convergencia entre las nanotecnologías y la investigación y desarrollo.	
Hrs. Estimadas	16	

Temas	Resultados del aprendizaje	Sugerencias didácticas	Estrategias y criterios de evaluación
3.1 Aplicación de las nanociencias y nanotecnología en	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un mapa conceptual sobre las 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentará la habilidad de comprensión de textos 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral sobre la interacción de las

<p>Química, Física y Biología</p> <p>3.2 Aplicación de las nanociencias y nanotecnología en electrónica.</p> <p>3.3 Aplicación de la nanotecnología en Medicina y salud</p> <p>3.4 Aplicación e impacto de la nanotecnología en el medioambiente</p>	<p>disciplinas relacionadas con la nanotecnología.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la relación y campo de aplicación de la nanotecnología con las ciencias básicas. • Elaborar una monografía sobre las áreas de convergencia entre la nanotecnología y demás áreas, para visualizar desafíos en términos de investigación y desarrollo tecnológico. 	<p>especializados en inglés a través de la discusión de artículos apropiados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilitará la comprensión de los conceptos inter y multidisciplinario en el contexto de la nanotecnología. • Desarrollará habilidades en el planteamiento de soluciones a un problema específico • Fomentará el trabajo en equipo para el desarrollo de un proyecto que plantee el uso de la nanotecnología en la atención de un problema particular. • Facilitará la interacción y exposición de ideas mediante la discusión en grupo de los proyectos realizados. 	<p>diferentes ciencias y campos del conocimiento con la nanotecnología y las nanociencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de un proyecto sobre las potenciales aplicaciones de las nanociencias y la nanotecnología en la solución de un problema nacional.
--	--	--	--

Unidad No.	4	Industria y Nanotecnología
Objetivo particular	El alumno identificará el estado actual de la normatividad y desarrollo de la industria en nanotecnología a nivel mundial para ubicar la postura de México en el contexto internacional.	
Hrs. Estimadas	16	

Temas	Resultados del aprendizaje	Sugerencias didácticas	Estrategias y criterios de evaluación
4.1 Campo de acción del nanotecnólogo 4.2 La nanotecnología a nivel	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar el quehacer del nanotecnólogo • Elaborar un resumen sobre 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionará información actual sobre el campo laboral del nanotecnólogo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación oral de una presentación final sobre Introducción a la

<p>industrial 4.3 Regulación en nanotecnología</p>	<p>el campo laboral del nanotecnólogo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar la situación de la industria nanotecnológica de México con el resto del mundo. nanotecnológica mundial y nacional. • Identificar los organismos y políticas actuales en torno a la regulación sobre el uso de la nanotecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> • Favorecerá la búsqueda bibliográfica sobre el estado actual de la industria nanotecnológica. • Desarrollará habilidades sobre el análisis de datos y gráficos que reflejen cifras actuales sobre la industria nanotecnológica. • Fomentará la exposición de informes a través de la elaboración de la presentación oral que incluya todo lo visto en el curso. • Favorecerá el manejo y comprensión de textos en inglés a través del análisis de algún documento emitido por la International Organization for Standarization (ISO) relacionado con la regulación sobre nanomateriales. • Reforzará las habilidades de debate sobre la perspectiva de la industria nanotecnológica en el mundo y nuestro país. 	<p>Nanotecnología y Nanociencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de un reporte escrito sobre la industria nanotecnológica y su perspectiva en México. • Participación en clase.
--	--	--	---

Bibliografía básica

- Drexler E., Peterson C. (1991) *Unbounding the Future: the Nanotechnology Revolution*, New York, USA: William Morrow and Company.
- Poole, C. Jr., Owens, F. (2003), *Introduction to Nanotechnology*, New York, USA: John Wiley & sons.
- Bandyopadhyay, A.K. (2008) *Nano Materials*, Daryaganj, New Delhi, India: New Age International Limited publisher.
- *Drexler, K.E. (1996) *Engines of creation: The Coming Era of Nanotechnology*. London: Fourth State.
- Takeuchi N. (2009) *Nanociencia y Nanotecnología: La Construcción De Un Mundo Mejor Átomo Por Átomo*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Karkare M. (2008) *Nanotechnology: Fundamentals And Applications*, New Delhi India: I.K. International Publishing House Pvt.Ltd

*Este texto es una obra clásica ya que fue una de las primeras publicaciones sobre el concepto actual de nanotecnología.

Bibliografía complementaria

- Brushan, B. (Ed) (2012) *Encyclopedia of Nanotechnology*. USA: Springer Ltd.
- Boehm, F.J.(2013) *Nanomaterials and Nanomedicine: Challenges, Possibilities, Visions*. Ontario, Canada: CRC Press
- Ramsden, J.R. (2003) *Applied Nanotechnology: The Conversion of Research Results to Products (Micro and Nano Technologies)*, 2nd Edition, Burlington, MA: William Andrew-Elsevier

- Consulta de revistas electrónicas especializadas,: Nature Nanomaterials, Nano Letters, Journal of Nanoscience and Nanotechnology.

ANEXO 1. Formato de encuesta empleada para análisis de mercado de trabajo



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

SECRETARÍA DE SERVICIOS ACADÉMICOS

ENCUESTA DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA

Señor Empleador: la información que nos proporcione será de gran importancia para el diseño de un Plan de estudios en el área de nanotecnología. Se garantiza la confidencialidad de la información proporcionada.

INSTITUCIÓN: _____

UBICACIÓN: _____

CARÁCTER: Público Privado

1.- Sector:

Agroindustria	<input type="checkbox"/>	Materiales para construcción	<input type="checkbox"/>	Cerámicos	<input type="checkbox"/>
Petroquímica	<input type="checkbox"/>	Computación/informática	<input type="checkbox"/>	Salud	<input type="checkbox"/>
Educación	<input type="checkbox"/>	Procesamiento de Alimentos	<input type="checkbox"/>	Farmacéutica	<input type="checkbox"/>
Electrónica/electricidad	<input type="checkbox"/>	Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>
Impacto ambiental	<input type="checkbox"/>	Textil	<input type="checkbox"/>	Cuál: _____	<input type="checkbox"/>

2.- En su institución se aplica o utilizan conocimientos o habilidades para resolver problemas tecnológicos relacionados con:

Biotecnología	<input type="checkbox"/>	Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/>	Ingeniería Biomédica	<input type="checkbox"/>
Medio ambiente	<input type="checkbox"/>	Refinación de gas y petróleo	<input type="checkbox"/>	Medicina y Salud	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Materiales	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

3.- ¿Cuál es el nivel de estudios de la mayoría de sus empleados?

Nivel básico	<input type="checkbox"/>	Técnico/Bachillerato	<input type="checkbox"/>	Licenciatura	<input type="checkbox"/>
Maestría	<input type="checkbox"/>	Doctorado	<input type="checkbox"/>		

4.- ¿Cuál es el nivel de estudios *deseable* del personal que prefiere contratar en su institución?

Nivel básico	<input type="checkbox"/>	Técnico/Bachillerato	<input type="checkbox"/>	Licenciatura	<input type="checkbox"/>
Maestría	<input type="checkbox"/>	Doctorado	<input type="checkbox"/>		





**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

SECRETARÍA DE SERVICIOS ACADÉMICOS

5.- ¿Cuál es la principal debilidad que afronta su institución en la contratación de Recursos Humanos?

No poseen las habilidades necesarias

No poseen los conocimientos necesarios

Otra

¿Cuál? _____

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

6.- En su empresa/institución, contrataría empleados con habilidades en el manejo de tecnologías de punta y que se desenvuelvan laboralmente de manera multidisciplinaria?

Si

No

8.- Información o comentarios adicionales que desee expresar:

ANEXO 2. Encuesta empleada para estudio de demanda potencial



SECRETARÍA DE SERVICIOS ACADÉMICOS

ENCUESTA PARA CONOCER EL INTERÉS POR ESTUDIAR LA LICENCIATURA EN NANOTECNOLOGÍA

Este cuestionario está destinado para conocer tu opinión sobre la creación de una nueva carrera en la UJAT.

La información proporcionada se manejará de forma totalmente confidencial y será utilizada con fines informativos y estadísticos.

INSTRUCCIONES: Indica con una X el cuadro de la respuesta que selecciones y contesta en donde se solicite.

DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO

Género: M F Edad: _____ años

Nombre de la institución de enseñanza media superior donde estudias:

Carrera o especialidad que estudias:

La Institución donde estudias es: Pública Privada

- | | SÍ | No |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. ¿Sabes que la Nanotecnología se encarga de estudiar, obtener y manipular la materia a nivel atómico y molecular? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. ¿Te interesaría estudiar una carrera que vincula a la ciencia y la tecnología como es la Nanotecnología? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. ¿Sabes que actualmente el campo de acción de la nanotecnología se encuentra en múltiples áreas como la ingeniería, biotecnología, química, petroquímica, física, química de alimentos y medicina? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. La UJAT en su nueva Unidad Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, construirá laboratorios, con equipos especializados para la enseñanza de la Ingeniería en Nanotecnología. ¿Te interesaría cursar esta licenciatura en la UJAT? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ANEXO 3. Comparativo de Planes de Estudio

Universidades Nacionales

Universidad: Universidad de las Américas Puebla				
Nombre del Programa Educativo: Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
<p>Convicción de trabajar por el bien común y el alcance del éxito</p> <p>Apertura en el área del conocimiento, la cultura y las relaciones interpersonales</p> <p>Visión para cosechar logros a través del aprendizaje</p> <p>Interés por la situación que enfrenta el país con respecto al desarrollo</p> <p>Compromiso con las futuras tareas de investigación científica</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Sólidas habilidades para comprender, diseñar, caracterizar, producir y aplicar de manera innovadora y multidisciplinaria, las propiedades de los materiales avanzados y nanoestructurados. •Conocimientos sólidos de química, matemáticas, física y biología, los cuales puedes aplicar en la ingeniería y la nanotecnología. •Capacidad para formar parte de grupos multidisciplinarios y dar soluciones a diferentes problemas, con el propósito de beneficiar el desarrollo científico y tecnológico del país. •Pericia para generar y aplicar conocimientos en las áreas de la nanociencia y nanotecnología. •Destreza para realizar trabajos escritos y exposiciones orales sobre los distintos criterios que se presentan en el área de la nanociencia y la nanotecnología 	300	Ninguna	<p>No hay optativas ni bloques específicos</p> <p>En el ciclo 7 se cursa la asignatura Temas selectos I</p> <p>En el ciclo 8 se cursan las asignaturas temas selectos II y III</p> <p>No hay información sobre la titulación</p> <p>No hay</p>
				<p>Distribución de asignaturas por área</p> <p>8 ciclos</p>

Universidad: Universidad Nacional Autónoma de México (Centro de Nanociencias y Nanotecnología)				
Nombre del Programa Educativo: Licenciatura en Nanotecnología				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
<p>Los alumnos deberán residir en la Cd. de Ensenada, Baja California. Dirigida a estudiantes con alta capacidad analítica que gustan de afrontar retos, que tienen gran imaginación, curiosidad y creatividad, que son independientes y muestran dedicación, constancia y disciplina en el trabajo, con inclinación hacia las ciencias físicas, biológicas y químicas, con interés en el ejercicio de las matemáticas y conocimientos básicos del idioma inglés.</p> <p>Existe un proceso especial de selección posterior al examen de admisión general de la universidad.</p> <p>Por el tipo de programa</p>	<p>El egresado contará con los conocimientos y habilidades necesarios para continuar de manera exitosa estudios de posgrado, en las áreas de ciencias, ingeniería o tecnología, o para incorporarse a la industria del país, con una actitud ética, responsable y bien informada. Contará con los conocimientos necesarios para aplicar técnicas de preparación, síntesis, caracterización, diseño y aplicación de materiales, con énfasis en la nanoescala. Tendrá entrenamiento para analizar y resolver problemas utilizando sus conocimientos científicos. Además, podrá tener un área de pre-especialización, entre las siguientes: Biotecnología, Tecnología Ambiental y Nanoestructuras. Tendrá habilidades de análisis y diseño, independencia de pensamiento y creatividad, rigurosidad en la deducción aunada a un alto nivel de manejo de las matemáticas y expresión clara de forma verbal y escrita, en inglés y en español. Podrá participar en grupos interdisciplinarios que desarrollan labores de difusión científica. Tendrá hábitos de trabajo apropiados para ambientes de</p>	<p>356 (mínimo)</p>	<p>a. Biotecnología b. Tecnología ambiental c. Nanoestructuras</p>	<p>Diferentes modalidades de titulación: tesina, por estudios de posgrado, alto nivel académico, apoyo a la docencia, trabajo profesional, ampliación y profundización de conocimientos, actividad de investigación solo llevan dos cursos de inglés</p> <hr/> <p>Distribución de asignaturas por área Cuatro etapas 1. Básica: 1-IV semestre, 186 cred. 2. Disciplinaria V-VII semestre 106 créd. 3. Profundización V al VIII 48 créd. (áreas de especialización) 4. Terminal semestre VIII 16 créd.</p> <hr/> <p>Campo de Trabajo En particular, podrá trabajar en empresas del sector privado, de alta o mediana tecnología, o en el sector público; por ejemplo, en los sectores energéticos, de comunicaciones, de salud, etc.</p>

educativo se espera que los alumnos dediquen 40 horas a la semana a los cursos, estudios y tareas y que tengan disposición para asistir a clases en los turnos matutino y vespertino y a prepararse en el estudio del idioma inglés (se cuenta con un programa de autoaprendizaje del idioma inglés por medio de software especializado, con supervisión individual).	laboratorio.			
---	--------------	--	--	--

Universidad: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente				
Nombre del Programa Educativo: Ingeniería en Nanotecnología				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
Innovar y crear, utilizar la tecnología, aplicar las matemáticas, analizar y estudiar los fenómenos de la naturaleza a nivel nano, y estudiar las ciencias.	Al estudiar en Nanotecnología profundizas en las ciencias de la ingeniería, física y matemáticas para crear e innovar productos a partir de nanomateriales. Conoces principios y técnicas experimentales para entender, caracterizar, manipular y explotar las propiedades de las nanoestructuras. Propones nuevas aplicaciones tecnológicas. Utilizas laboratorios con equipo y tecnología de punta, para modelar nanomateriales con características específicas que resuelvan problemas de la industria o mejoren productos.	9 semestres	No incluye	<p>Distribución de asignaturas:</p> <p>Ciencias de la ingeniería: 8 Matemáticas: 6 Física y nanotecnología: 17 Complementarias: 6 Curriculum universitario: 10 Inglés: 5 cursos Proyectos: 1</p> <p>Campo de Trabajo Analizar, innovar y crear tecnología de frontera para resolver problemas de la industria e impulsar el desarrollo y rentabilidad de empresas y organizaciones del ramo electrónico y de telecomunicaciones; alimenticio; farmacéutico; médico y de salud; agrícola; ambiental, y de investigación. integrarte a empresas que requieran diseño de nuevos materiales para crear nuevos productos. Realizar caracterización de materiales de productos existentes en centros de investigación o crear tu propia empresa</p>

Universidad: Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo				
Nombre del Programa Educativo: Ingeniería en Nanotecnología				
Requisitos/ Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso/Objetivo/Campo de Trabajo	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
Bachillerato concluido	<p>Objetivo de la Carrera: Formar profesionistas en el área de la nanotecnología, que mediante una visión ética, interdisciplinaria e innovadora pueda solucionar problemas de su entorno a través de la asimilación de conocimientos en las ciencias básicas relacionadas con la nanotecnología, los materiales, la electrónica molecular, la fabricación y diseño de dispositivos.</p> <p>Perfil de Egreso: El ingeniero en nanotecnología tendrá una sólida formación en ciencias básicas y aplicadas, así como en los aspectos más importantes y actuales de las nanociencias y la nanotecnología; capacidad para comprender, diseñar y aplicar materiales moleculares y nanoestructurados, dispositivos micro y optoelectrónicos, micromáquinas, y sus respectivas aplicaciones, capacidad de desenvolverse con éxito en un entorno global, con un comportamiento ético y de responsabilidad social</p>	<p>8 semestres (40 asignaturas)</p> <p>379 créditos</p>	<p>Celdas solares de películas delgadas</p> <p>Nanoestructuras sobre superficies metálicas</p> <p>Materia correlacionada y efecto Kondo</p> <p>Física de Biomoléculas y aplicaciones de la Física Estadística a la Biología</p> <p>Síntesis, caracterización y medición de propiedades físicas de electrolitos de estado sólido con aplicaciones.</p>	Énfasis en implicaciones sociales de la nanotecnología (trasversal)
				Distribución de asignaturas por área
				<p>Formación básica e interdisciplinaria: 359 créditos (35 asignaturas)</p> <p>Módulo de acentuación: 50 créditos (5 asignaturas optativas)</p> <p>2 cursos de comprensión de textos en inglés</p> <p>5 asignaturas de formación general</p> <p>12 asignaturas de ciencia básica</p> <p>2 seminarios de titulación</p> <p>No considera Servicio Social, no incluye prácticas profesionales</p>
Campo de Trabajo:				<p>Computación y almacenamiento de datos, Materiales y su manufactura, Salud y Medicina, Energía y medio ambiente, Transporte</p>

Universidad: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey				
Nombre del Programa Educativo: Ingeniero en Nanotecnología y Ciencias Químicas				
Requisitos / Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
	<p>El Ingeniero en Nanotecnología y Ciencias Químicas es un profesional con una sólida formación en ciencias químicas que se especializa en la ingeniería molecular para el desarrollo de nanomateriales y materiales avanzados. Tiene competencias profesionales que le permiten diseñar, caracterizar y construir moléculas y materiales para la obtención de productos nano y macro estructurados para la industria farmacéutica, biomédica, cosmética, de biomateriales y productos de consumo. Aprovecha las propiedades particulares de los nanomateriales para la generación de fuentes alternativas de energía y el cuidado del medio ambiente.</p> <p>Competencias Diseñar, modelar y sintetizar moléculas y nanomateriales con diversas aplicaciones en las industrias farmacéutica, tecnología cosmética, de pigmentos, adhesivos, etc., a través de rutas químicas eficientes y sustentables. Relacionar la estructura molecular de un principio activo de origen químico o biológico con sus propiedades, como base para desarrollar, implementar y validar estrategias para la formulación y obtención de productos para su aplicación en la generación de materiales avanzados,</p>	<p>9 semestres</p> <p>438 créditos</p> <p>54 asignaturas</p>		<p>Distribución de asignaturas por área</p> <p>Matemáticas: 48 créditos (6 asig) Ciencias básicas: 56 (7) Ciencias químicas: 56 (7) Química aplicada e ingeniería molecular: 56 (7) Química de nanomateriales: 68 (9) Métodos y técnicas para la investigación: 58 (6) Optativas: 32 (4) Generales: 64 (8)</p> <p>Campo de Trabajo</p> <p>Campo de trabajo: Empresas especializadas en la industrialización de: Dispositivos para la generación de fuentes alternativas de energía Desarrollo de productos de construcción: cementos, polímeros, aleaciones metálicas, vidrio, etc. Nanomateriales para pinturas, recubrimientos, fibras textiles, etc. Metodologías de diagnóstico molecular para la Biotecnología y la Nano química Fármacos y biomateriales Metodologías y técnicas para el monitoreo ambiental y desarrollo de</p>

	<p>nanomateriales y biomateriales como por ejemplo: nanofibras, nanopartículas, polímeros, cerámicos, aleaciones metálicas, etc.</p> <p>Utilizar métodos químicos y físicos para la fabricación nanomateriales poliméricos, cerámicos y aleaciones metálicas, para su aplicación en la generación y técnicas espectroscópicas, térmicas y nanoscópicas (SEM, AFM) para su caracterización.</p> <p>Estudiar las interacciones entre sustancias químicas y nanopartículas con moléculas biológicas (proteínas, DNA, etc.) con el objetivo de diagnosticar efectos metabólicos, terapéuticos o tóxicos de fármacos y otras sustancias.</p> <p>Seleccionar, desarrollar y validar técnicas analíticas instrumentales para identificar las propiedades químicas y estructurales de las sustancias químicas y los nanomateriales presentes en la Naturaleza y en los procesos industriales para obtener información sobre el efecto de las sustancias químicas en los ámbitos: salud, industrial, económico y ambiental.</p> <p>Realizar desarrollo nanotecnológico e investigación científica para la generación y transferencia de conocimientos, los cuales son la base para la innovación de tecnologías sustentables y el desarrollo económico.</p>			<p>materiales para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p> <p>Formulación y desarrollo de nuevos productos Aseguramiento de la calidad Mejoramiento y protección ambiental</p>
--	--	--	--	--

Universidad: Instituto Tecnológico de Tijuana				
Nombre del Programa Educativo: Ingeniería en Nanotecnología				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
No se mencionan	<p>Disposición para investigar los avances propios de la nanotecnología.</p> <p>Especial interés por estudiar, investigar y aprender.</p> <p>Formación con base sólida de conocimientos y habilidades prácticas para la investigación.</p> <p>Gran capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>Aplicación de técnicas establecidas de trabajo-aprendizaje y el desarrollo de nuevas metodologías.</p> <p>Aplicar sus conocimientos teóricos y prácticos, a la solución de problemas en nanotecnología.</p> <p>Utilizar, aplicar y desarrollar técnicas analíticas.</p> <p>Usar las técnicas modernas de informática y comunicación aplicadas a la nanotecnología.</p> <p>Realizar investigaciones encaminadas al desarrollo de nuevos productos nanotecnológicos.</p> <p>Conocimiento de un segundo idioma.</p> <p>Capacidad de planificación y organización.</p>	Duración de 9 semestres	No se mencionan	<p>No muestra distribución de asignaturas por área.</p> <p>Campo de Trabajo Áreas de la medicina, electrónica, automotriz, cosmetología, óptica, computación, minería, entre otros.</p> <p>En el Sector Público: Instituciones de educación y centros de investigación. Dependencias de Gobierno. Mejoramiento del medio ambiente y aprovechamiento de recursos naturales.</p> <p>En el Sector Privado: Sector salud en aplicaciones biométricas. Sector educativo. Aplicaciones energéticas. Cerámica, electrónica, química, mecánica, computacionales, nanometrología.</p> <p>Como profesional independiente en: Asesoría y capacitación de personal. Para realizar estudios de proyectos. Prestación de servicios profesionales independientes en al área.</p>

Universidad: Universidad Iberoamericana de León				
Nombre del Programa Educativo: Ingeniería en Bionanotecnología				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
<p>Interesado por las áreas básicas y el trabajo de laboratorio.</p> <p>Ávido por los descubrimientos científicos que apoyan la calidad de vida de las personas, así como por los problemas ambientales y sociales.</p> <p>Dispuesto para el trabajo interdisciplinario y en equipo.</p> <p>Responsable éticamente de las consecuencias de su trabajo.</p>	<p>IncurSIONAR en los procesos de mejoramiento de la producción de alimentos, así como de sus empaques.</p> <p>Aplicar los conceptos adquiridos en procesos biotecnológicos con nanoestructuras, comprobando sus propiedades.</p> <p>Participar en proyectos de recuperación de la biodiversidad para un mejor manejo de recursos naturales.</p> <p>Trabajar de manera interdisciplinaria y con responsabilidad ética, buscando siempre un beneficio social</p>	5 años	No se mencionan	<p>Distribución de asignaturas por área. Cronología del Aprendizaje</p> <p>Primer Año: Fortalecerás una mejor comprensión de las asignaturas posteriores. Además, generarás un reforzamiento en el método de aprendizaje y podrás lograr una homologación de conceptos.</p> <p>Segundo Año: Adquirirás conocimientos relacionados con tu licenciatura y los trabajarás de una manera integral, interrelacionando las asignaturas de formación humanista.</p> <p>Tercer Año: Podrás relacionar los conocimientos que hasta ahora has adquirido con problemáticas reales.</p> <p>Cuarto Año: En este periodo desarrollarás nuevos materiales y generarás nuevos productos. Pondrás en práctica las competencias adquiridas a lo largo de tu estancia en la universidad.</p> <p>Quinto Año: Aplicarás tus nuevos productos y realizarás una evaluación de los mismos en el ámbito social.</p> <p>Campo de trabajo: Optimiza conocimientos para el mejor uso de la energía, el agua, etc., con un compromiso social y ético hacia el entorno.</p>

Universidad: Universidad Politécnica del Valle de México				
Nombre del Programa Educativo: Ingeniero en Nanotecnología				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
<p>Requisitos: Haber aprobado en su totalidad el plan de estudios del tipo medio superior; Cubrir los requisitos señalados en la convocatoria y, en su caso, instructivos que al efecto emita la Universidad; Presentar la solicitud correspondiente; Ser aceptado mediante la evaluación de selección que al efecto tenga establecida la Universidad, y Cubrir las cuotas establecidas por la Universidad.</p> <p>Perfil de Ingreso: Poseer conocimientos, habilidades y aptitudes</p>	<p>El egresado del Programa Académico de Ingeniería en Nanotecnología tiene formación en Educación Basada en Competencias, en las áreas de síntesis, caracterización y desarrollo de nanomateriales, nanodispositivos, nanobiosensores y gestión de proyectos, con visión en la investigación aplicada; y preparación para la certificación de competencias en cada uno de sus ciclos de formación. Con sólidos <i>conocimientos</i> y <i>habilidades</i> desarrolladas en liderazgo, comunicación asertiva, toma de decisiones, trabajo en equipo, autoaprendizaje, dominio de una segunda lengua y manejo de herramientas, instrumentos y equipos de cómputo que le permiten innovar en su desempeño profesional. Su <i>actitud</i> es creativa, innovadora, proactiva, de pensamiento crítico, de autodisciplina y colaboración, fundamentada en los <i>valores</i> de honestidad, lealtad,</p>	<p>Cuatrimestre cero obligatorio</p>	<p>Síntesis, caracterización y desarrollo de nanomateriales, nanodispositivos y nanobiosensores</p> <p>Gestión de proyectos, con visión en la investigación aplicada</p>	<p>Modelo de Competencias.</p>
		<p>10 Cuatrimestres</p> <p>62 asignaturas + estancia + estadía obligatorias con valor en créditos</p> <p>377 créditos</p>		<p>Distribución de asignaturas por área</p> <p>3 ciclos de Formación. 21 Asignaturas por Ciclo de Formación Dos estancias en los sectores productivos de bienes y servicios. Estadía en el décimo cuatrimestre (600 Hrs). 9 cursos de inglés (45) 6 asignaturas de formación universitaria (18 créditos) Ciencias e ingeniería 19 (103) Matemáticas: 6 (36) Nanociencias y nanotecnología 18 (89) Computación y electrónica 4 (20) Administrativas 4 (21) No considera asignaturas optativas</p>

<p>que le permitan un paso sólido durante su estancia y una conclusión exitosa del plan de estudios. Tener conocimiento a nivel medio superior de ciencias básicas: Matemáticas, física y química. Tener aptitudes para el trabajo en laboratorio e interés por la experimentación con dedicación y disciplina. Poseer creatividad e ingenio así como la mentalidad analítica crítica. Manejar los instrumentos elementales de medición. Tener el hábito de resolver, criterios de decisión y un manejo adecuado de las relaciones humanas.</p>	<p>responsabilidad, perseverancia, ética profesional y social.</p> <p>Objetivo Ofrecer bajo las normas de calidad educativa, la formación de profesionales multidisciplinares que puedan solucionar los problemas científicos y tecnológicos que existen en las industrias química, electrónica y biomédica, a través de la comprensión de las distintas ciencias básicas relacionadas con materiales nanoestructurados, optoelectrónicos, nanobiotecnológicos, así como en el diseño y fabricación de dispositivos micro y nano electromecánicos.</p>			<p>Campo de trabajo El Ingeniero en Nanotecnología es el profesionista con capacidad de diseñar y analizar la calidad de los productos nanoestructurados, dispositivos micro, optoelectrónicos y micromáquinas. Consultor de proyectos de nanotecnología y nanomateriales. Gestor tecnológico en empresas que diseñan y producen equipos utilizando nanotecnología.</p>
--	--	--	--	---

Universidades Internacionales

Boston University				
Nombre del Programa Educativo: B. S. in Nanotechnology				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
	Preparar líderes en investigación o desarrollo de tecnología en la industria o la academia.	16 del área de concentración. Cualquier alumno del colegio de ingeniería puede ingresar al programa.	Medicina Energía Defensa	<p>Visión general, no se menciona los distintos programas de concentración.</p> <hr/> <p>Distribución de asignaturas por área Fundamentos de nanomateriales y nanotecnología, materia obligatoria. 3 cursos optativos según área de concentración</p>

University of California, San Diego, Jacobs School of Engineering				
Nombre del Programa Educativo: B. S. in Nanoengineering				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
-Conocimientos en calculo	Capacitados para trabajar en ciencia tradicional en la industria, gobierno y laboratorios así como en nanotecnología	192 unidades. Las unidades finales son para el área de elección.	-Nanotecnología biomédica -Nanomateriales y moléculas -Nanotecnología para ingeniería el medio ambiente	-

Michigan Tech				
Nombre del Programa Educativo: <i>Minor in Nanoscale Science and Engineering (Nanotechnology)</i>				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
Tener un major en área científica	No indica	<p>Debe cursar al menos 16 créditos electivos, de una oferta de 42 asignaturas.</p> <p>Debe cursar al menos un curso de análisis, de una oferta de 8 asignaturas</p>	No presenta áreas de especialización, el universo de asignaturas cubre un espectro amplio de aplicaciones de la nanotecnología.	-

University of Waterloo				
Nombre del Programa Educativo: B. A. S. in Nanotechnology Engineering				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
-Cumplir con los requisitos solicitados a los aspirantes en el área de ingeniería	Cubrir con el total de créditos del programa.	Programa educativo a 5 años.	No presenta áreas, las asignaturas optativas son de una amplia gama de aplicaciones nanotecnológicas.	-

University of Leeds				
Nombre del Programa Educativo: B. Sc. in Nanotechnology (Physics) & (Chemistry)				
Requisitos/Perfil de Ingreso	Requisitos/ Perfil de Egreso	Duración / Créditos	Áreas de especialización	Otras características del PE
-Especifica cursos de bachillerato con especialidad en química o física según la línea que se desee estudiar. Propone un año propedéutico para aquellos alumnos que no satisfagan los requisitos académicos	Cubrir con el total de créditos del programa.	Programa educativo a 3 años. Integrado por un total de 30 módulos obligatorios y 5 módulos optativos.	El programa contiene dos especializaciones separadas, en física o en química, con un programa curricular para cada especialización independiente.	-

ANEXO 4. Propuestas de Trayectorias Académicas

INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA

Trayectoria Académica para 3.5 años

Primer Ciclo Largo	Segundo Ciclo Largo	Primer Ciclo Corto	Tercer Ciclo Largo	Cuarto Ciclo Largo	Segundo Ciclo Corto	Quinto Ciclo Largo	Sexto Ciclo Largo	Tercer Ciclo Corto	Séptimo Ciclo Largo
Pensamiento Matemático 1 4 6	Cálculo Diferencial e Integral 3 2 8	Ética 2 1 5	Cálculo Vectorial 2 2 6	Ecuaciones Diferenciales 2 2 6	Cultura Ambiental 2 1 5	Modelación de Sistemas Nanoscópicos 2 2 6	Prácticas Profesionales 8	Metodología 2 1 5	Seminario de Procesos Industriales Sustentables 0 3 3
Fundamentos de Matemáticas 2 2 6	Lectura y Redacción 1 3 5	Inglés Básico 2 2 6	Electromagnetismo 2 2 6	Inglés Intermedio 2 2 6	Derechos Humanos 2 1 5	Inglés Avanzado 2 2 6	Nanociencias Aplicadas a la Ingeniería 2 2 6	Optativa 3 3 0 6	Servicio Social 10
Fundamentos de Nanociencias y Nanotecnología 2 2 6	Lengua Extranjera 1 2 4		Fisicoquímica 2 2 6	Fundamentos de Óptica 2 2 6		Microscopías 2 2 6	Nanotecnología y Energía Sustentable 2 2 6		Seminario de Investigación 0 3 3
Fundamentos de Física 2 2 6	Mecánica Clásica 2 2 6		Química Analítica 2 2 6	Fundamentos de Física Moderna 2 2 6		Espectroscopías 2 2 6	Nanotecnología y Procesos Catalíticos 2 2 6		Seminario de Propiedad Intelectual 0 3 3
Fundamentos de Química General 2 2 6	Química Inorgánica 2 2 6		Laboratorio Integral de Química 0 4 4	Síntesis de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6		Fenómenos de Transporte a Escala Nanométrica 2 2 6	Caracterización de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6		Seminario de Comercialización y Nanotecnología 0 3 3
Herramientas de Computación 0 4 4	Química Orgánica 2 2 6		Técnicas Biológicas Aplicadas a Nanociencias 0 4 4	Sólidos y Nanoestructuras 2 2 6		Métodos Complementarios de Análisis 2 2 6	Temas Selectos de Nanotecnología 2 2 6		Seminario de Innovación y Gestión 0 3 3
Fundamentos de Biología 2 2 6	Biología Molecular 2 2 6		Bioquímica 2 2 6	Fisicoquímica de Sistemas Biológicos 2 2 6		Nanotecnología y Salud 2 2 6	Optativa 1 3 0 6		Aspectos Éticos y Sociales de la Nanotecnología 2 2 6
	Laboratorio Integral de Física 0 4 4		Métodos Fisicoquímicos de Análisis 2 2 6	Nanotecnología y Procesos Biotecnológicos 2 2 6		Nanotecnología y Electrónica 2 2 6			Optativa 2 3 0 6
	Filosofía 2 1 5		Probabilidad y Estadística 2 2 6						
Créditos 40 Asignaturas 7	Créditos 50 Asignaturas 9	Créditos 11 Asignaturas 2	Créditos 50 Asignaturas 9	Créditos 48 Asignaturas 8	Créditos 10 Asignaturas 2	Créditos 48 Asignaturas 8	Créditos 44 Asignaturas 7	Créditos 11 Asignaturas 2	Créditos 37 Asignaturas 8
57 Asignaturas obligatorias + 3 Optativas + Servicio Social + Prácticas Profesionales						Total de Créditos 349			

División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez. UJAT

INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA
 Trayectoria Académica para 4.5 años

Primer Ciclo Largo	Segundo Ciclo Largo	Tercer Ciclo Largo	Cuarto Ciclo Largo	Quinto Ciclo Largo	Sexto Ciclo Largo	Séptimo Ciclo Largo	Octavo Ciclo Largo	Noveno Ciclo Largo
Pensamiento Matemático 1 4 6	Cálculo Diferencial e Integral 3 2 8	Cálculo Vectorial 2 2 6	Ecuaciones Diferenciales 2 2 6	Síntesis de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6	Modelación de Sistemas Nanoscópicos 2 2 6	Metodología 2 1 5	Optativa 1 3 0 6	Servicio Social 10
Fundamentos de Matemáticas 2 2 6	Lectura y Redacción 1 3 5	Lengua Extranjera 1 2 4	Inglés Básico 2 2 6	Inglés Intermedio 2 2 6	Inglés Avanzado 2 2 6	Seminario de Procesos Industriales Sustentables 0 3 3	Prácticas Profesionales 8	Optativa 3 3 0 6
Fundamentos de Nanociencias y Nanotecnología 2 2 6	Ética 2 1 5	Aspectos Éticos y Sociales de la Nanotecnología 2 2 6	Fundamentos de Óptica 2 2 6	Microscopías 2 2 6	Espectroscopías 2 2 6	Nanociencias Aplicadas a la Ingeniería 2 2 6	Optativa 2 3 0 6	Seminario de Investigación 0 3 3
Fundamentos de Física 2 2 6	Mecánica Clásica 2 2 6	Electromagnetismo 2 2 6	Fundamentos de Física Moderna 2 2 6	Sólidos y Nanoestructuras 2 2 6	Fenómenos de Transporte a Escala Nanométrica 2 2 6	Nanotecnología y Energía Sustentable 2 2 6	Seminario de Propiedad Intelectual 0 3 3	Temas Selectos de Nanotecnología 2 2 6
Fundamentos de Química General 2 2 6	Química Inorgánica 2 2 6	Laboratorio Integral de Física 0 4 4	Fisicoquímica 2 2 6	Métodos Fisicoquímicos de Análisis 2 2 6	Métodos Complementarios de Análisis 2 2 6	Nanotecnología y Procesos Catalíticos 2 2 6	Seminario de Comercialización y Nanotecnología 0 3 3	
Herramientas de Computación 0 4 4	Química Orgánica 2 2 6	Química Analítica 2 2 6	Filosofía 2 1 5	Cultura Ambiental 2 1 5	Derechos Humanos 2 1 5	Nanotecnología y Electrónica 2 2 6	Seminario de Innovación y Gestión 0 3 3	
Fundamentos de Biología 2 2 6	Biología Molecular 2 2 6	Laboratorio Integral de Química 0 4 4	Bioquímica 2 2 6	Fisicoquímica de Sistemas Biológicos 2 2 6	Nanotecnología y Procesos Biotecnológicos 2 2 6	Nanotecnología y Salud 2 2 6		
		Técnicas Biológicas Aplicadas a Nanociencias 0 4 4	Probabilidad y Estadística 2 2 6			Caracterización de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6		
Créditos 40 Asignaturas 7	Créditos 42 Asignaturas 7	Créditos 40 Asignaturas 8	Créditos 47 Asignaturas 8	Créditos 41 Asignaturas 7	Créditos 41 Asignaturas 7	Créditos 44 Asignaturas 8	Créditos 29 Asignaturas 6	Créditos 25 Asignaturas 4
57 Asignaturas obligatorias + 3 Optativas + Servicio Social + Prácticas Profesionales							Total de Créditos 349	

INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA

Trayectoria Académica para 5 años

Primer Ciclo Largo	Segundo Ciclo Largo	Tercer Ciclo Largo	Cuarto Ciclo Largo	Quinto Ciclo Largo	Sexto Ciclo Largo	Séptimo Ciclo Largo	Octavo Ciclo Largo	Noveno Ciclo Largo	Décimo Ciclo Largo
Pensamiento Matemático 1 4 6	Cálculo Diferencial e Integral 3 2 8	Cálculo Vectorial 2 2 6	Ecuaciones Diferenciales 2 2 6	Síntesis de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6	Modelación de Sistemas Nanoscópicos 2 2 6	Derechos Humanos 2 1 5	Metodología 2 1 5	Optativa 1 3 0 6	Prácticas Profesionales 8
Fundamentos de Matemáticas 2 2 6	Lectura y Redacción 1 3 5	Lengua Extranjera 1 2 4	Inglés Básico 2 2 6	Inglés Intermedio 2 2 6	Inglés Avanzado 2 2 6	Fenómenos de Transporte a Escala Nanométrica 2 2 6	Seminario de Procesos Industriales Sustentables 0 3 3	Servicio Social 10	Optativa 3 3 0 6
Fundamentos de Nanociencias y Nanotecnología 2 2 6	Ética 2 1 5	Aspectos Éticos y Sociales de la Nanotecnología 2 2 6	Fundamentos de Óptica 2 2 6	Microscopías 2 2 6	Espectroscopías 2 2 6	Nanotecnología y Procesos Biotecnológicos 2 2 6	Nanociencias Aplicadas a la Ingeniería 2 2 6	Optativa 2 3 0 6	Seminario de Investigación 0 3 3
Fundamentos de Física 2 2 6	Mecánica Clásica 2 2 6	Electromagnetismo 2 2 6	Fundamentos de Física Moderna 2 2 6	Sólidos y Nanoestructuras 2 2 6	Caracterización de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6	Seminario de Innovación y Gestión 0 3 3	Nanotecnología y Energía Sustentable 2 2 6	Seminario de Propiedad Intelectual 0 3 3	Temas Selectos de Nanotecnología 2 2 6
Fundamentos de Química General 2 2 6	Química Inorgánica 2 2 6	Laboratorio Integral de Física 0 4 4	Fisicoquímica 2 2 6	Métodos Fisicoquímicos de Análisis 2 2 6	Métodos Complementarios de Análisis 2 2 6	Nanotecnología y Procesos Catalíticos 2 2 6	Seminario de Comercialización y Nanotecnología 0 3 3		
Herramientas de Computación 0 4 4	Química Orgánica 2 2 6	Química Analítica 2 2 6	Técnicas Biológicas Aplicadas a Nanociencias 0 4 4	Filosofía 2 1 5	Cultura Ambiental 2 1 5	Nanotecnología y Electrónica 2 2 6			
Fundamentos de Biología 2 2 6	Biología Molecular 2 2 6	Laboratorio Integral de Química 0 4 4	Bioquímica 2 2 6	Fisicoquímica de Sistemas Biológicos 2 2 6	Probabilidad y Estadística 2 2 6	Nanotecnología y Salud 2 2 6			
Créditos 40 Asignaturas 7	Créditos 42 Asignaturas 7	Créditos 36 Asignaturas 7	Créditos 40 Asignaturas 7	Créditos 41 Asignaturas 7	Créditos 41 Asignaturas 6	Créditos 38 Asignaturas 7	Créditos 23 Asignaturas 5	Créditos 25 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 4
57 Asignaturas obligatorias + 3 Optativas + Servicio Social + Prácticas Profesionales							Total de Créditos 349		

División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez. UJAT

INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA

Trayectoria Académica para 7 años

Primer Ciclo Largo	Segundo Ciclo Largo	Tercer Ciclo Largo	Cuarto Ciclo Largo	Quinto Ciclo Largo	Sexto Ciclo Largo	Séptimo Ciclo Largo
Pensamiento Matemático 1 4 6	Cálculo Diferencial e Integral 3 2 8	Química Analítica 2 2 6	Cálculo Vectorial 2 2 6	Laboratorio Integral de Química 0 4 4	Inglés Intermedio 2 2 6	Fundamentos de Óptica 2 2 6
Fundamentos de Matemáticas 2 2 6	Mecánica Clásica 2 2 6	Química Orgánica 2 2 6	Ética 2 1 5	Ecuaciones Diferenciales 2 2 6	Probabilidad y Estadística 2 2 6	Inglés Avanzado 2 2 6
Fundamentos de Nanociencias y Nanotecnología 2 2 6	Química Inorgánica 2 2 6	Biología Molecular 2 2 6	Electromagnetismo 2 2 6	Laboratorio Integral de Física 0 4 4	Bioquímica 2 2 6	Sólidos y Nanoestructuras 2 2 6
Fundamentos de Física 2 2 6	Lengua Extranjera 1 1 4 4	Lectura y Redacción 1 3 5	Inglés Básico 2 2 6	Fisicoquímica 2 2 6	Fundamentos de Física Moderna 2 2 6	Métodos Físicoquímicos de Análisis 2 2 6
Fundamentos de Química General 2 2 6				Seminario de Comercialización y Nanotecnología 0 3 3	Técnicas Biológicas Aplicadas a Nanociencias 0 4 4	
Herramientas de Computación 0 4 4						
Fundamentos de Biología 2 2 6						
Créditos 40 Asignaturas 7	Créditos 24 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 5	Créditos 28 Asignaturas 5	Créditos 24 Asignaturas 4
Octavo Ciclo Largo	Noveno Ciclo Largo	Décimo Ciclo Largo	Undécimo Ciclo Largo	Duodécimo Ciclo Largo	Décimo Tercer Ciclo Largo	Décimo Cuarto Ciclo Largo
Fisicoquímica de Sistemas Biológicos 2 2 6	Espectroscopias 2 2 6	Derechos Humanos 2 1 5	Nanotecnología y Procesos Biotecnológicos 2 2 6	Optativa 1 3 0 6	Metodología 2 1 5	Prácticas Profesionales 3 0 8
Microscopias 2 2 6	Síntesis de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6	Caracterización de Nanoestructuras y Laboratorio 2 2 6	Nanotecnología y Procesos Catalíticos 2 2 6	Seminario de Procesos Industriales Sustentables 0 3 3	Servicio Social 10	Optativa 3 3 0 6
Modelación de Sistemas Nanoscópicos 2 2 6	Métodos Complementarios de Análisis 2 2 6	Nanotecnología y Electrónica 2 2 6	Nanociencias Aplicadas a la Ingeniería 2 2 6	Seminario de Propiedad Intelectual 0 3 3	Optativa 2 3 0 6	Temas Selectos de Nanotecnología 2 2 6
Fenómenos de Transporte a Escala Nanométrica 2 2 6	Cultura Ambiental 2 1 5	Nanotecnología y Salud 2 2 6	Filosofía 2 1 5	Nanotecnología y Energía Sustentable 2 2 6	Seminario de Innovación y Gestión 0 3 3	Seminario de Investigación 0 3 3
				Aspectos Éticos y Sociales de la Nanotecnología 2 2 6		
Créditos 24 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 4	Créditos 24 Asignaturas 5	Créditos 24 Asignaturas 4	Créditos 23 Asignaturas 4
57 Asignaturas obligatorias + 3 Opativas + Servicio Social + Prácticas Profesionales					Total de Créditos 349	