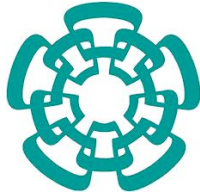


**Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del
Instituto Politécnico Nacional**



**Programa de Doctorado Transdisciplinario en Desarrollo Científico y
Tecnológico para la Sociedad**

Proyecto de Tesis:

**Estudio de la Ingeniería Biomédica en México:
Identificación de Áreas de Oportunidad para el Desarrollo de la
Industria Biomédica**

Doctorante:

Luis Guillermo Ayala Torres

Co-directores:

Dr. Ernesto Suaste Gómez

Sección de Bioelectrónica, Departamento de Ingeniería Eléctrica. CINVESTAV

Dr. Jaime Parada Ávila

Director del Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología del Gobierno del Estado de Nuevo León

Asesores:

Dra. María del Pilar Monserrat Pérez Hernández

Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales. IPN

Dr. José Luis Reyes Sánchez

Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias. CINVESTAV

CONTENIDO

Problema	3
Pregunta de Investigación	3
Objetivo	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis	4
Justificación	4
Ingeniería Biomédica	5
Salud en la Población Mexicana	6
Sistema de Innovación en Ingeniería Biomédica	10
Propuesta del Método	12
Revistas para Publicación	13
Cronograma	16
Fuentes	17
Gráficas	
Gráfica 1	6
Transición epidemiológica en México. Mortalidad por causas seleccionadas en 1976 y 2012 (porcentajes)	
Gráfica 2	9
Reemplazo de rodilla, cadera y diversos dispositivos cardiacos en el IMSS (1995-2004)	
Tablas	
Tabla 1	7
Consultas totales, pacientes bajo tratamiento, egresos hospitalarios y estimaciones del gasto médico por componente, 2012	
Tabla 2	8
Amputaciones e incapacidades permanentes por amputación de muñeca y mano debidas a accidentes en el trabajo durante el periodo 2009-2011.	
Tabla 3	9
Amputación del miembro inferior.	
Tabla 4	10
Equipo médico adquirido en 2012 por categoría funcional del régimen ordinario IMSS-Oportunidades (número de bienes e importe en pesos)	
Figuras	
Figura 1	12
Descripción gráfica de los orígenes de la oferta y la demanda de ingeniería biomédica. Se realiza una diferenciación en el origen de la oferta mostrando a los componentes del SIIB en el contexto mexicano y en el internacional	

PROYECTO DE TESIS

Estudio de la Ingeniería Biomédica en México: Identificación de Áreas de Oportunidad para el Desarrollo de la Industria Biomédica

Problema

En México no existe un estudio que precise las áreas de oportunidad para la consolidación y desarrollo de la industria de ingeniería biomédica.

Pregunta de Investigación

A partir de la capacidad instalada de ingeniería biomédica (IB) en México ¿Cuáles son las áreas de oportunidad que se pueden desarrollar para robustecer y consolidar a la IB como industria nacional?

Objetivo

Realizar un estudio de la ingeniería biomédica en México para identificar las áreas de oportunidad para el desarrollo y consolidación de la industria biomédica.

Objetivos Específicos

- Definir ingeniería biomédica y realizar un repaso histórico de la misma.
- Realizar una investigación teórica de innovación y Sistema Nacional de Innovación.
- Conocer el estado del arte del conocimiento científico.
- Conocer el estado técnico del arte.
- Analizar el estado en el que se encuentran los actores del Sistema de Innovación en Ingeniería Biomédica (SIIB) nacional e internacional (capital humano, centros de investigación (CI), universidades, legislación, apoyos económicos, patentes y empresas)
- Generar estudios con fuentes primarias y secundarias de información para saber el tamaño, la demanda y los oferentes de tecnologías de ingeniería biomédica.
- Realizar un análisis del mercado nacional e internacional de los equipos biomédicos.
- Estudiar el marco normativo y regulatorio nacional e internacional para este tipo de tecnología.

- Conocer la capacidad instalada de las empresas de ingeniería biomédica.
- Identificar las áreas de oportunidad en las que el SIIB puede realizar desarrollos.
- Diseñar una plataforma tecnológica para los procesos de transferencia de tecnología en ingeniería biomédica.

Hipótesis

Una vez identificadas las áreas de oportunidad en el SIIB y partiendo de la capacidad tecnológica y de investigación instaladas, así como de la normatividad existente, se podrán fortalecer o crear los mecanismos para la consolidación y desarrollo de la industria en ingeniería biomédica.

Justificación

La creación de institutos de salud durante el siglo XX permitió la realización de investigaciones y desarrollos técnicos necesarios para la salud de la población mexicana (Kumate, 2010) (Suaste Gómez, 1998). Estos institutos de salud junto con la consolidación de las universidades y centros de investigación públicos y privados han permitido el desarrollo de equipos biomédicos para diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Algunos ejemplos de la capacidad científica y tecnológica desarrolladas en el país son: la Unidad de Cuidados Intensivos desarrollada para el Instituto Mexicano del Seguro Social en Irapuato, Guanajuato en el año 1979, la Planta Piloto de Fermentaciones en el año de 1986 o el Opto-oculógrafo de 1997, ambos instalados en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Suaste Gómez, 1998). Más recientemente la tecnología para el diagnóstico del cáncer cervical asistido por visión de computadora del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica o el corazón artificial desarrollado por un grupo interdisciplinario e interinstitucional comandado por la Universidad Autónoma Metropolitana plantel Iztapalapa (UAM-I) (Sandoval Ríos, Carreón Sánchez, Ortiz Porcayo, & Moreno Blat, 2011). Sin embargo aunque existen en México ejemplos de desarrollos tecnológicos y capacidad técnica, científica y humana para realizarlos; actuando por separado; no han logrado consolidar a la ingeniería biomédica como una industria clave en el desarrollo del país, siendo empresas extranjeras las líderes en este mercado, dedicándose solo el ensamblado y comercialización del equipo y realizando la investigación y el diseño de los componentes fuera del territorio nacional (Sandoval Ríos, Carreón Sánchez, Ortiz Porcayo, & Moreno Blat, 2011).

Ingeniería Biomédica (IB)

La ingeniería biomédica es un campo interdisciplinario del conocimiento que combina la ingeniería con las ciencias de la vida y la medicina (Webster, 2006).

Esta definición puede generar confusión en la actividad que realiza un profesional en este campo debido a que la biomedicina se encargan del mismo tipo de estudios (ACIMED, 1997). Dentro de la biomedicina quedarán contenidos los estudios relacionados al desarrollo de fármacos, biotecnología en plantas y animales, alimentos y materiales compatibles con los sistemas biológicos.

Sin embargo, al conocer las labores que el ingeniero biomédico realiza, se logran entender los alcances y motivaciones de la ingeniería biomédica. El ingeniero biomédico es el profesional que aplica principios de ingeniería eléctrica, mecánica, química y óptica para entender, modificar o controlar sistemas biológicos, así como manufacturar productos que puedan monitorear funciones fisiológicas y asistir en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes (Bronzino, 1995).

Se entiende entonces que dentro de las ciencias biomédicas está la ingeniería biomédica que es aquella que estudia a los sistemas biológicos y que a partir de este conocimiento y la aplicación de técnicas de ingeniería puede intervenir en ellos desarrollando instrumental especializado en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades; particularmente dirigidas al ser humano.

En México se han cumplido 40 años de la primera ocasión en que la carrera de ingeniería biomédica fue impartida en la Universidad Iberoamericana en el año de 1973, a la que siguieron otros centros educativos como la UAM-I en el año 1975. La creación de sociedades en esta disciplina llegó en el año de 1978 con la constitución de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB) (Suaste Gómez, 1998).

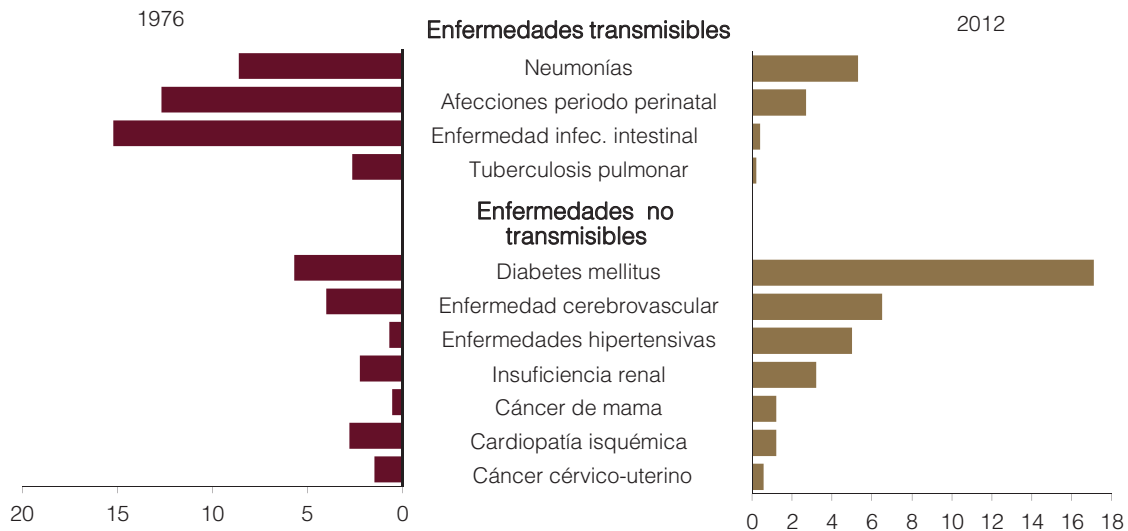
Las repercusiones del desarrollo de estas técnicas y conocimientos en la sociedad en general de una región o país, serán directas cuando la población reciba tratamientos y diagnósticos eficientes, oportunos y precisos, a partir de la tecnología desarrollada, para el tratamiento de enfermedades que aumenten su esperanza y calidad de vida.

Salud en la Población Mexicana

México es un país con más de 112 millones de habitantes (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010) y según cifras oficiales siete de cada diez adultos mayores de 20 años tiene problemas de sobrepeso u obesidad (Gutiérrez, et al., 2012). Esta condición es propicia para desarrollar enfermedades del sistema circulatorio, nervioso y locomotor además de diabetes e insuficiencia renal (Organización Mundial de la Salud, 2013).

Las causas de mortalidad en la sociedad mexicana han pasado de ser enfermedades infecciosas durante casi toda la historia del país, a enfermedades crónico degenerativas no transmisibles para inicios del siglo XXI (Kumate, 2010). Este fenómeno encuentra su explicación durante el siglo XX con el descubrimiento y la eventual creación de antibióticos y tratamientos cada vez más eficientes; una cobertura en salud más extensa y la exposición de la población a factores de riesgo como el sedentarismo o una dieta rica en azúcares y grasas; entre otros factores. (Gráfica 1).

Gráfica 1. Transición epidemiológica en México. Mortalidad por causas seleccionadas en 1976 y 2012 (porcentajes)



Fuente: Instituto Mexicano del Seguro Social (2013:33)

En México el 9.2% de la población ha sido diagnosticada con diabetes mellitus tipo 2, 16.6% con hipertensión y 13% de las personas que se han realizado pruebas de determinación del colesterol encuentran sus niveles altos (Gutiérrez, et al., 2012); además un estimado de 40 mil pacientes se

encuentran en alguna modalidad de terapia de reemplazo renal (López-Cervantes, et al., 2010). Al sumar, se tiene un aproximado de 23 millones de diagnósticos de estas cuatro enfermedades. Las personas en estas condiciones sin un tratamiento adecuado, con el paso del tiempo y manteniendo una mala alimentación y sedentarismo, verán mermada su calidad de vida y movilidad; aumentando la probabilidad de muerte prematura.

En su informe anual el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) realizó un análisis del gasto en enfermedades crónico-degenerativas de alto impacto financiero para esta institución. En él agrupan los gastos derivados de atender seis enfermedades: diabetes mellitus, hipertensión arterial, insuficiencia renal, cáncer cérvico-uterino, cáncer de mama y VIH/SIDA.

Los gastos realizados por el IMSS para cubrir estas seis enfermedades ascienden a 71,352 millones de pesos. Esta cifra representa el 30.4% del gasto corriente del Seguro de Enfermedades y Maternidad o el 23.7% del presupuesto de todo el instituto para el año 2012. Los gastos de diabetes mellitus e hipertensión arterial concentran el 77.9% del gasto en estas seis enfermedades (Tabla 1) (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2013).

Tabla 1. Consultas totales, pacientes bajo tratamiento, egresos hospitalarios y estimaciones del gasto médico por componente, 2012.

Padecimiento	Casos (miles)			Gasto médico (millones de pesos de 2013)			
	Consultas	Pacientes bajo tratamiento	Egresos hospitalarios	Consultas	Medicamentos y auxiliares de diagnósticos	Hospitalización	Total
Diabetes mellitus	13,065	2,131	70	7,032	21,340	5,386	33,757
Hipertensión arterial	16,141	6,137	26	8,540	12,411	846	21,798
Insuficiencia renal	1,002	119	76	782	7,259	3,492	11,533
Cáncer cérvico-uterino	104	43	5	95	269	342	706
Cáncer de mama	995	38	11	771	93	941	1,806
VIH/SIDA	195	29	3	135	1,361	257	1,753
Total	31,502	8,498	191	17,355	42,733	11,264	71,352

Fuente: Instituto Mexicano del Seguro Social (2013:38)

Un ejercicio de estimación realizado por esta misma institución plantea que con las tendencias actuales, el gasto que realizará para cubrir la atención de estas seis enfermedades en el año 2050 será más de cuatro veces superior al actual, rondando los 302,409 millones de pesos.

Estos son problemas directos de las enfermedades, pero por su carácter degenerativo existen complicaciones en los cuadros de salud. Algunas complicaciones que tiene la diabetes son las amputaciones debidas a una herida mal tratada o la ceguera por la progresiva degradación de los nervios (OECD, 2011); lo que lleva a la persona a no poder realizar de forma adecuada su trabajo ni sus actividades diarias.

Así las enfermedades crónico degenerativas suponen un problema de salud pública debido a su potencialidad para que la persona que la sufre y su familia pierdan su calidad de vida si no son diagnosticadas y tratadas de forma correcta. Pero también un problema económico por el gasto que estas representan para el gobierno y la sociedad.

Otro fenómeno a tomar en cuenta son los accidentes. Se calcula que en México 1'462,900 personas mayores de 6 años tienen una discapacidad debido a accidentes (Gutiérrez, et al., 2012).

En relación a los accidentes de trabajo, cada año en el país se amputan más de 3 300 manos de forma total o parcial y se otorgan más de 2 200 incapacidades permanentes por este concepto (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2011) (Tabla 2).

Tabla 2. Amputaciones e incapacidades permanentes por amputación de muñeca y mano debidas a accidentes en el trabajo durante el periodo 2009-2011.

Año	Amputaciones	Incapacidades permanentes por amputación de muñeca y mano
2009	3387	2268
2010	3369	2302
2011	3471	2399
Total	10227	6969

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2012)

El IMSS durante el año 2004 reportó un total de 9 484 amputaciones de miembro inferior de las cuales el 34.69% fue realizada a adultos y 64.24% a adultos mayores (División Técnica de Información Estadística en Salud, 2005) (Tabla 3).

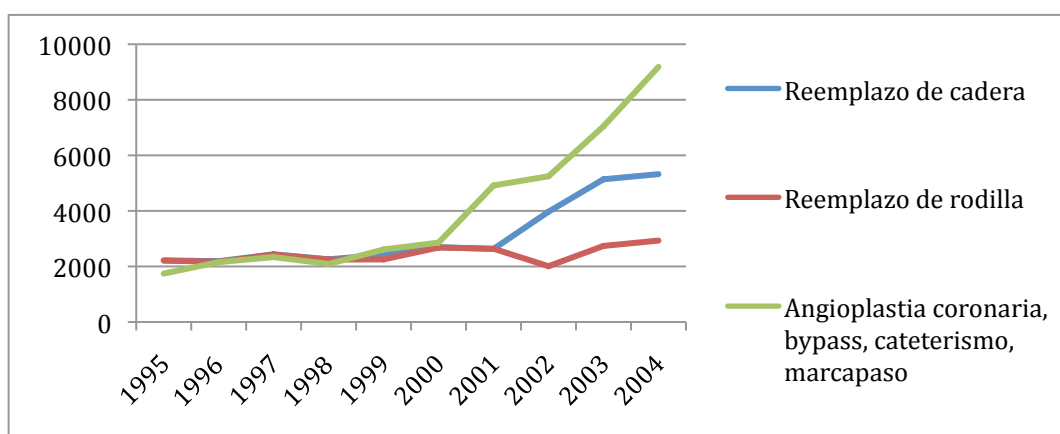
Tabla 3. Amputación del miembro inferior.

Amputación del miembro inferior (2004)		Porcentaje
Niños	40	0.42
Adolescentes	61	0.64
Adultos	3290	34.69
Adultos mayores	6093	64.25
Total	3391	

Fuente: Elaboración propia con datos de División Técnica de Información Estadística en Salud (2005)

Además de los accidentes existen procesos de degeneración del cuerpo humano (ya sea por enfermedad o por desgaste) que desencadenan en malfuncionamiento de los órganos y requieren ser reemplazados o intervenidos. En el IMSS se realizan reemplazos de rodilla y cadera así como la implantación de diversos dispositivos cardiacos, que en el periodo 1995-2004 contabilizaban 95 777 intervenciones (División Técnica de Información Estadística en Salud, 2005) (Gráfica 2).

Gráfica 2. Reemplazo de rodilla, cadera y diversos dispositivos cardiacos en el IMSS (1995-2004)



Fuente: Elaboración propia con datos de División Técnica de Información Estadística en Salud (2005)

Para hacer frente al tratamiento de las enfermedades, cada año las instituciones de salud realizan un gasto en equipo biomédico. Este gasto se divide en compra de equipo y mantenimiento al existente. Además una parte del presupuesto está destinado a la compra y mantenimiento de mobiliario especializado, así como a máquinas de diagnóstico y análisis de enfermedades. En el año 2012 el IMSS realizó un gasto de más de 2,700 millones de pesos en este rubro (Tabla 4).

Tabla 4. Equipo médico adquirido en 2012 por categoría funcional del régimen ordinario IMSS-Oportunidades (número de bienes e importe en pesos)

Categoría funcional	Régimen Ordinario		IMSS-Oportunidades		Total	
	No. de bienes	Importe (pesos)	No. de bienes	Importe (pesos)	No. de bienes	Importe (pesos)
Aparato médico	6,740	2,457,822,519	1,041	121,576,869.57	7,781	2,579,399,388
Aparato e instrumental de laboratorio	746	53,333,299	184	5,927,921.27	930	59,261,221
Instrumental de cirugía general	198	9,018,043	-	-	198	9,018,043
Instrumental de cirugía y especialidad	602	12,786,442	-	-	602	12,786,442
Aparato médico Influenza A H1N1	45	5,239,247	-	-	45	5,239,247
Mobiliario médico	6,136	95,097,214	418	6,214,960.04	6,554	101,312,174
Mobiliario de laboratorio	358	1,909,448	49	203,278.40	407	2,112,727
Mobiliario médico Influenza A H1N1	-	-	-	-	-	-
Total	14,825	2,635,206,212	1,692	133,923,029.28	16,517	2,769,129,241

Fuente: Instituto Mexicano del Seguro Social (2013:207)

Lo anterior es una muestra del tamaño de la necesidad que tiene México en servicios de salud ya que el IMSS atiende al 30.42% de los mexicanos pero hay un 25.43% de la población que no tienen ningún tipo de seguridad social (Gutiérrez, et al., 2012).

Sistema de Innovación en Ingeniería Biomédica

La innovación está definida por el Manual de Oslo como “la implementación de un producto (bien o servicio) nuevo o con mejoras significativas, o un proceso, un método de comercialización, o un método organizacional nuevo en una práctica empresarial, organización de trabajo o en relaciones externas” (OCDE y EUROSAT, 2005:46). La característica principal para que un producto sea innovador es que sea implementado, lo que significa que debe llegar al mercado (OCDE y EUROSAT, 2005:47).

Un Sistema Nacional de Innovación (SNI) es un marco conceptual para entender los procesos de innovación sobre el cual se han basado organismos internacionales y tomadores de decisión para diseñar las políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Está constituido por agentes e instituciones vinculados a la actividad innovadora en las fronteras nacionales, teniendo como principales componentes a: instituciones gubernamentales, centros públicos de investigación, las instituciones de educación superior, empresas del sector privado, instituciones intermediarias y sistema financiero (Dutrénit, et al., 2010).

El concepto de Sistema Nacional de Innovación se puede transportar hacia un sector en específico y crear así el concepto de Sistema Sectorial de Innovación en donde los componentes del sistema estarán integrados por los anteriormente descritos pero relacionados a un sector ubicado en una región o en el país entero.

Siguiendo esta idea, la innovación en ingeniería biomédica permitiría implementar nuevos productos o procesos en el tratamiento y diagnóstico de enfermedades. Se puede entonces plantear la existencia de un Sistema Sectorial de Innovación en ingeniería biomédica, el cual designaremos como Sistema de Innovación en Ingeniería Biomédica (SIIB). Aquí se puede ya observar que no basta con generar conocimiento para que este ayude a la sociedad. Para lograr su transferencia hará falta que los actores del sistema se encuentren desarrollados y comunicados entre sí.

México se ha posicionado como el quinto país en el que se realiza manufactura y ensamblaje de aparatos médicos, esto durante la primera década del siglo XXI. Durante el año 2010 se registraron exportaciones por 5 798 millones de dólares, con un crecimiento de 12% en el periodo 2007-2011 (Sandoval Ríos, Carreón Sánchez, Ortíz Porcayo, & Moreno Blat, 2011). Sin embargo para tener un impacto mayor en la economía, desarrollo de la industria y sociedad se puede agregar valor a la cadena de producción con investigación e innovación y no limitando a la industria solo al ensamblaje

Realizar procesos de innovación en el país desencadena beneficios para los actores que participan de forma directa en el proceso pero también para la población en general. Además los beneficios del desarrollo de innovación local permite que el producto final pueda ser aceptado de forma más rápida al mercado que un producto importado que requiere de un proceso de adaptación al mercado objetivo (Cameron, 1996).

Propuesta del Método

La Figura 1 muestra una descripción gráfica de los orígenes de la oferta y la demanda de ingeniería biomédica. Se realiza una diferenciación en el origen de la oferta mostrando a los componentes del SIIB en el contexto mexicano y en el internacional.

Figura 1. Descripción gráfica de los orígenes de la oferta y la demanda de ingeniería biomédica. Se realiza una diferenciación en el origen de la oferta mostrando a los componentes del SIIB en el contexto mexicano y en el



Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de este trabajo se llevarán acabo las siguientes acciones:

- Se realizará la definición teórica de ingeniería biomédica, haciendo un repaso histórico de desarrollos y productos hechos a nivel nacional e internacional.
- Se realizará la investigación que da sustento a las teorías de SNI e innovación como elemento productor de desarrollo en las naciones.

- Posterior a esto se identificarán las tecnologías y conocimientos que la ingeniería biomédica aborda y se dará un panorama general de ellos.
- Se investigarán a los componentes del SIIB, nacionales e internacionales, y se describirán.
- Se realizará la investigación del estado del arte y el estado técnico del arte de la ingeniería biomédica.
- Se identificarán productos medibles de cada componente del SIIB tanto nacional como internacional, para estudiarlos y tener así mediciones del estado en el que se encuentran que den pie a comparaciones objetivas. Algunos de estos datos serán: artículos publicados, patentes, cantidad de profesionales trabajando, estudiantes de ingeniería biomédica, CI y universidades, políticas públicas, apoyos económicos u organismos del gobierno involucrados; dependerá del actor al que se haga referencia.
- Se estudiará el mercado de la ingeniería biomédica. Para el caso del mercado nacional se realizará un estudio de las enfermedades que la población mexicana padece, así como la cantidad de personas que requieren diagnósticos y tratamientos. Se recurrirá a los informes realizados por la Secretaría de Salud; el Instituto Nacional de Salud Pública, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; el Instituto Mexicano del Seguro Social y en general a estudios relacionados generados a partir de estadísticas oficiales de salud. De igual forma se realizará un estudio de las enfermedades que en mayor medida afectan a la población mundial. Los datos se obtendrán de organismos internacionales de salud como la Organización Mundial de la Salud (OMS) u organismos que hagan estudios relacionados como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).
- Se realizará un análisis de los datos del SIIB mexicano, el mercado y el SIIB internacional.

- Se identificarán las áreas de oportunidad para la consolidación y el desarrollo de la ingeniería biomédica.
- Se diseñará una plataforma tecnológica para los procesos de transferencia de tecnología en ingeniería biomédica.

Revistas para Publicación

A continuación se enlistan algunas revistas en las que resultaría factible realizar publicaciones desprendidas de este trabajo:

Economics of Innovation and New Technology

ISSN: 10438599

Editorial: Routledge

País: EUA

European Journal of Innovation Management

ISSN: 14601060

Editorial: Emerald Group Publishing Ltd.

País: Reino Unido

Industry and Innovation

ISSN: 13662716

E-ISSN: 1469-8390

Editorial: Carfax Publishing Ltd.

País: Reino Unido

Innovation

ISSN: 13511610

Editorial: Carfax Publishing Ltd.

País: Reino Unido

Innovation Policy and the Economy

ISSN: 15313468

Editorial: MIT Press

País: EUA

Innovation: Management, Policy and Practice

ISSN: 14479338

E-ISSN: 1447-9338

Editorial: Content Management

País: Australia

International Journal of Business Innovation and Research

ISSN: 17510252

Editorial: Inderscience Publishers

País: Reino Unido

International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management

ISSN: 1368275x

Editorial: Inderscience Publishers

País: Reino Unido

Journal of Technology Transfer

ISSN: 8929912

Editorial: Technology Transfer Society

País: EUA

Journal of Technology Management and Innovation

ISSN: 7182724

Editorial: Journal of Technology Management & Innovation Group

País: Chile

Cronograma

Actividad/Semestre	2013		2014		2015		2016	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Selección del tema a desarrollar	■	■						
Selección del comité doctoral	■	■						
Redacción del protocolo de investigación		■						
Presentación del trabajo		■						
Investigación teórica de SNI, innovación e ingeniería biomédica		■	■					
Estudio de la frontera del conocimiento			■	■				
Presentación del examen predoctoral				■				
Estudiar los SIIB nacional e internacional			■	■				
Análisis de mercado nacional e internacional en IB			■	■				
Optativa I				■				
Optativa II					■			
Estudio del marco normativo y regulatorio				■	■			
Diseño de la plataforma tecnológica				■	■			
Identificación de áreas de oportunidad					■			
Ejercicio de transferencia de tecnología					■	■		
Redacción de la tesis			■	■	■	■	■	
Redacción del artículo						■		
Envío del artículo							■	
Examen doctoral							■	

Fuentes

- ACIMED. (1997, ene-abr). Breve historia del desarrollo de la biomedicina. Retrieved oct 3, 2013, from scielo.sld.cu: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94351997000100007&lng=es&nrm=iso
- Bronzino, J. D. (1995). *The Biomedical Engineering*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.
- Cameron, G. (1996). *Innovation and Economic Growth*. London: Centre for Economic Performance.
- División Técnica de Información Estadística en Salud. (2005). El IMSS en cifras. Las intervenciones quirúrgicas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* , 43, 511-520.
- Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona, J. M., Puchet, M., Santiago, F., & Vera-Cruz, A. (2010). *El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, Políticas, Desempeño y Desafíos*. México, México: UAM-Textual.
- Gutiérrez, J., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., et al. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados nacionales*. México, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2013). *Informe al Ejecutivo Federal y al Congreso de la Unión Sobre la Situación Financiera y los Riesgos del Instituto Mexicano del Seguro Social (2012-2013)*. México, México: Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México.
- Kumate, J. (2010). *La Salud de los Mexicanos 1929-2000*. México: Colegio Nacional.
- López-Cervantes, M., Rojas-Russell, M., Tirado-Gómez, L., Durán-Arenas, L., Pacheco-Domínguez, R., Venado-Estrada, A., et al. (2010). *Enfermedad Renal Crónica y su Atención Mediante Tratamiento Sustitutivo en México*. México, México: Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México.
- OCDE y EUROSAT. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. París, Francia: OCDE.
- OECD. (2011). *Health at a Glance 2011: OECD Indicators*. OECD Publishing.

- Organización Mundial de la Salud. (2013, septiembre 20). Obesidad y sobrepeso. Retrieved septiembre 20, 2013, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2011). Información sobre accidentes y enfermedades de trabajo 2009-2011.
- Sandoval Ríos, M., Carreón Sánchez, M. C., Ortíz Porcayo, D. H., & Moreno Blat, J. M. (2011). Diseñado en México. Mapa de Ruta de Dispositivos Médicos. México: ProMéxico.
- Suaste Gómez, E. (1998). Ingeniería Biomédica: Antecedentes, Desarrollo y Desenlaces en México. México: Polígraph.
- Webster, J. G. (2006). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.