

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN
CAMPUS TIJUANA

Maestría en Administración



Tesis para obtener el grado de:
Maestro en Administración

Presenta:
LAE. Erika Yeribeth Reyes Loya.

“Análisis de los factores inhibidores para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de quipos biomédicos, en Tijuana, B.C., México”

Bajo la Dirección de:
Dra. María Virginia Flores Ortiz

Tijuana, B.C., 13 de diciembre de 2019.

Agradecimientos.

Cuando era niña Arturo de Hoyos me dijo tenía que estudiar una maestría, hoy agradezco sus palabras, que resonaron en mí hasta este momento en que concluyo mi posgrado.

A mis padres, Abraham y Araceli, su apoyo fue crucial durante este tiempo para que pudiera ir a clases con toda la confianza de que Rebeca estaría fuera de cualquier peligro y muy consentida por quienes la aman, sus abuelos.

Ricardo siempre me haces pensar en las palabras del Élder Robert D. Hales: “Tú me elevas y yo te elevaré a ti, y así ascenderemos juntos”. Gracias por procurar siempre tu responsabilidad como esposo y padre, juntos nos esforzamos por ser un ejemplo en el presente y en el futuro para nuestros hijos.

Rebeca, me esfuerzo por ser la mejor mamá, no soy perfecta pero este es un ejemplo de lo mucho que puedes hacer en la vida, cuando estas dispuesta y rodeada de una red incondicional de apoyo, te quiero.

Dra. Nancy, por su apoyo constante en todo lo relacionado a este logro, su guía y amistad.

Dra. Virginia le agradezco por ser mi directora, mi mentora; aprendí y desarrollé habilidades que nunca había puesto a prueba. Gracias por su paciencia y dedicación a esta labor en la que deja en sus estudiantes una parte de conocimiento y de calidad de ser humano. Este logro es tanto mío como de usted.

Agradezco a todas las personas que durante este tiempo estuvieron presente y que me dieron tiempo, apoyo, ánimo y valor para seguir adelante, principalmente a Dios.

Matriz Metodológica	
Disciplina de estudio:	Ciencias Administrativas
Área de conocimiento:	Administración de negocios.
Objetivo de estudio:	“Identificar los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México; a fin de analizarlos y proponer estrategias que impulsen la creación de dichas unidades de negocio”.
Sujetos de estudio:	Emprendedores del área de servicios de mantenimiento biomédico.
Problema abordado:	Análisis de los factores inhibidores para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de quipos biomédicos, en Tijuana, B.C., México.
Finalidad:	Generar una propuesta que sirva de marco referencial para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México.
Tipo de Investigación:	Descriptiva – correlacional.
Modelo de Investigación	Modelo de barreras de emprendimiento.
Instrumento de recolección de datos:	Cuestionarios.
Pruebas estadísticas:	Estadística descriptiva.
Autor:	Lic. Erika Yeribeth Reyes Loya
Director de tesis	Dra. María Virginia Flores Salas

Matriz Metodológica

Elaboración propia con información de Rivas Tovar, Arturo (2016).

Índice

I.	Introducción.....	7
II.	Generalidades del proyecto.....	8
	2.1 Justificación.....	8
	2.2 Problema de investigación.....	9
	2.3 Alcance.....	9
	2.4 Objetivo General.....	9
	2.5 Objetivos específicos.....	9
	2.6 Preguntas de investigación.....	9
III.	Marco Contextual y Marco teórico.....	11
	3.1 Marco Contextual.....	11
	3.1.1 La Bioingeniería en el mundo.....	11
	3.1.2 La bioingeniería en México.....	15
	3.1.3 La Bioingeniería en Baja California.....	20
	3.2 Marco Teórico.....	22
	3.2.1 Origen y evolución de la bioingeniería.....	22
	3.2.2 Definiciones clásicas y modernas de la bioingeniería.....	23
	3.2.3 Áreas de aplicación de la bioingeniería.....	24
	3.2.4 El perfil del bioingeniero y disciplinas que se interrelacionan.....	25
	3.2.5 La bioingeniería y los servicios médicos.....	29
	3.2.6 La bioingeniería en el futuro.....	31
	3.2.7 Desafíos de los emprendedores en tecnología y la bioingeniería.....	32

3.3	Modelo aplicable al caso.....	35
IV.	Metodología.....	36
4.1	Generalidades.....	36
4.1.1	Marco Espacial.....	36
4.1.2	Marco Temporal.....	36
4.1.3	Tipo de Investigación.....	37
4.1.4	Ventajas y Desventajas del diseño de la investigación.....	37
4.1.5	Universo de Estudio.....	37
4.1.6	Determinación de los sujetos de investigación.....	37
4.2	Definición conceptual y operacional de las variables.....	38
4.2.1	Diagrama de Variables.....	38
4.2.2	Tabla de definición de conceptos y operación de las variables.....	39
4.3	Instrumentos de la investigación.....	40
4.3.1	Diseño del instrumento de medición.....	40
4.3.2	Escalas de medición.....	40
4.3.3	Validez y Confiabilidad del instrumento.....	40
4.3.4	Aplicación del instrumento.....	42
4.4	Procesamiento de datos.....	42
V.	Resultados.....	43
5.1	Legal.....	43
5.2	Económico.....	47
5.3	Recurso Humano.....	55
VI.	Propuesta.....	59

Conclusión.....	60
Bibliografía.....	62
Bibliografía Digital.....	64
Anexo 1. Cuestionario.....	66

I. Introducción.

El desarrollo tecnológico ha experimentado cambios radicales, especialmente después de la mitad del siglo XX. El avión, el automóvil, la electrónica, la radio, la televisión, las computadoras (ordenadores), los sistemas de refrigeración, la energía nuclear, etcétera; todo estos son inventos ocurridos en el siglo antes mencionado. El desarrollo de los equipos biomédicos no ha sido la excepción.

La Organización Mundial de Salud (OMS) (2015), ha definido un equipo médico como todo aquel dispositivo que requiere de las actividades de mantenimiento, calibración, capacitación y disposición final. Defendiendo de esta manera la complejidad de actividades que un equipo requiere para su correcto funcionamiento; así como el nivel de capacitación necesario para ejecutarlas.

En México existen más de 130 empresas de productos y equipos médicos, nuestro país conforma el segundo mercado más grande de América Latina en dicha industria. Tan solo el estado de Baja California representa el 50% del total de exportaciones de productos médicos a nivel nacional, con un valor que asciende a \$4,917 millones de dólares en exportaciones. De acuerdo con datos de ProMéxico, la tasa de crecimiento de esta industria en el país ha sido de poco más del 7.8%, con un mercado interno valuado en \$2,310 millones de dólares (ProMéxico, 2012).

En el año 2006, después de tres años de negociaciones entre representantes de la industria médica y de gobierno, se conformó legalmente la Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias, A.C.; también denominado en su conjunto como “Clúster de Productos Médicos de las Californias”. La conformación tuvo lugar luego de que el diagnóstico de la industria médica en el estado diera como resultado la publicación de un plan estratégico que definía la factibilidad de hacer posible la visión del agrupamiento en el estado (Industria Médica, 2012).

Un año después de la constitución del clúster de productos médicos en el estado (2007), se firmó convenio de colaboración e impartición del programa de capacitación, en conjunto con la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

En 2013, el clúster de productos médicos reportaba 67 empresas instaladas en el estado, con un total de 45 mil empleos directos, de los cuales el 73% fueron generados para la ciudad de Tijuana, 20% para Mexicali, 4% Ensenada y 3% Tecate (Centro de Inteligencia Estratégica, 2013).

A pesar del papel protagonista que el Estado de Baja California desempeña en la industria Médica, siendo polo importante en el desarrollo de la industria de la salud, existen muy pocos proveedores de servicios de mantenimiento de equipo Biomédico, provocando una importante cantidad de demanda insatisfecha que procura satisfacer la necesidad de servicios de recuperación y habilitación de equipo en hospitales, clínicas, consultorios y quirófanos.

En Tijuana solo existen 3 empresas registradas para realizar esta actividad.

- Los hospitales y clínicas deben ponerse de acuerdo para traer especialistas de esta área desde la Ciudad de México y Querétaro.
- Los especialistas más cercanos están en Mexicali.

Los servicios de mantenimiento de equipo Biomédico son caros, requieren especialidad. Los nuevos requerimientos exigen tener una ingeniería como grado mínimo de estudio. Los técnicos ya no son aceptados debido a las exigencias en las certificaciones médicas.

El Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT) y la UABC son universidades que ofrecen la carrera de Bioingeniería, entonces ¿por qué no se ha logrado explotar la capacidad de las generaciones de profesionistas Bioingenieros que se gradúan año con año?

Al contrario, estos profesionistas se ven obligados a emigrar por falta de trabajo en la localidad. De manera que, teniendo en cuenta el panorama antes descrito, se hace necesario llevar a cabo un estudio que identifique cuáles son los factores que impiden la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en la ciudad de Tijuana, Baja California, México.

II. Generalidades del proyecto.

2.1 Justificación.

A pasar del papel protagonista que el Estado de Baja California tiene en la industria Médica, siendo polo importante en el desarrollo de la industria de la salud, existan muy pocos proveedores de servicios de mantenimiento de equipo Biomédico, provocando una importante insatisfacción en la empresas del sector, que procuran satisfacer la necesidad de servicios de mantenimiento y habilitación de equipo en hospitales, clínicas, consultorios y quirófanos, con empresas de Mexicali o de otros entidades de país, lo cual representa mayores costos y tiempo en la prestación del servicio.

En Tijuana solo existen 3 empresas registradas para realizar esta actividad.

- Los hospitales y clínicas deben ponerse de acuerdo para traer especialistas de esta área desde la Ciudad de México y Querétaro.
- Los especialistas más cercanos están en Mexicali.

Los servicios de mantenimiento de equipo Biomédico son caros, requieren especialistas. Los nuevos requerimientos exigen tener una licenciatura en ingeniería como grado mínimo. Los técnicos ya no son aceptados debido a las exigencias en las certificaciones médicas.

El Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT) y la UABC son instituciones de educación superior, que ofrecen la carrera de Bioingeniería, y sus egresados podrían prestar estos servicios de mantenimiento a las industrias del sector salud de manera más rápida y a precios competitivos

Sin embargo, estos profesionistas se ven obligados a emigrar por falta de trabajo en la localidad. Teniendo en cuenta el panorama antes descrito, se hace necesario llevar a cabo un estudio que identifique cuáles son los factores que impiden la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en la ciudad de Tijuana, Baja California, México.

2.2 Problema de investigación.

Análisis de los factores inhibidores para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipos biomédicos, en Tijuana, B.C., México.

2.3 Alcance.

La presente investigación se llevará cabo en la ciudad de Tijuana, Baja California, México.

2.4 Objetivo General.

“Identificar los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México; a fin de analizarlos y proponer estrategias que impulsen la creación de dichas unidades de negocio”.

2.5 Objetivos específicos.

1. Identificar cuáles son los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México.
2. Evaluar los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México.
3. Generar una propuesta que sirva de marco referencial para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México.

2.6 Preguntas de investigación.

1. ¿Cuáles son los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México?
2. ¿De qué manera dichos factores impiden la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México?
3. ¿Qué estrategias se pueden implementar a fin de superar los factores inhibidores para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México?

Tabla 1: Matriz de congruencia

TEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN
<p>“Análisis de los factores inhibidores para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipos biomédicos, en Tijuana, B.C., México.”</p>	<p>“Identificar y evaluar los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México; a fin de elaborar una propuesta que sirva de marco referencial para la creación de dichas unidades de negocio.”</p>	<p>1. Identificar cuáles son los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México.</p>	<p>1. ¿Cuáles son los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México?</p>
		<p>2. Evaluar los factores que inhiben la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México.</p>	<p>2. ¿De qué manera dichos factores impiden la creación de empresas de servicios de mantenimiento para equipo biomédico en Tijuana, B.C., México?</p>
		<p>3. Generar una propuesta que sirva de marco referencial para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México.</p>	<p>3. ¿Qué estrategias se pueden implementar a fin de superar los factores inhibidores para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, B.C., México?</p>

Fuente: Elaboración propia con información de Rivas Tovar, (2016). “Cómo elaborar una tesis”

III. Marco Contextual y Marco teórico.

3.1 Marco Contextual.

3.1.1 La Bioingeniería en el mundo.

De acuerdo con la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería conocida por sus siglas SMBB (2017), hace la diferenciación de los conceptos de biotecnología y bioingeniería, por un lado, la biotecnología integra disciplinas orientadas al desarrollo e innovación de tecnología que involucran el manejo de material biológico para la producción de bienes y servicios; la bioingeniería por su parte se aboca a la concepción, desarrollo, optimización y escalamiento de bioprocesos. Ambas disciplinas científicas tienen sus diferencias sin embargo se complementan en la práctica.

Por su perfil técnico, un ingeniero biomédico es capaz de diseñar, operar, reparar y dar mantenimiento a maquinaria empleada para el tratamiento de pacientes, tales como las máquinas de anestesia, electrocauterios, monitores de signos vitales, electrocardiógrafos, colposcopios, etcétera. Dado su reciente repunte en el mundo de los servicios médicos, es pues de extrañar que, en la ciudad de Tijuana, Baja California, México, no existan suficientes empresas dedicadas al servicio de aparatos biomédicos.

La biotecnología moderna se ha convertido en una herramienta poderosa para generar cambios drásticos en los procesos de innovación, especialmente farmacéuticos. El desarrollo de esta rama de la biotecnología se convertirá en un futuro en un factor importante para el desarrollo sostenido (BioBaja, 2018).

La industria de la biotecnología consiste en el desarrollo, manufactura y comercialización de productos basados en la investigación biotecnológica avanzada. Los estudios referentes a esta industria son sumamente complejos, debido a que su desarrollo requiere un alto nivel de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), es intensiva en recursos, tanto en bienes de capital como en tiempo y talento humano, además de que conlleva un alto riesgo comercial, sin embargo, el principal activo de la biotecnología es la propiedad intelectual.

Según la Agenda Biotecnología (2013), la clasificación más actual de la biotecnología moderna propone cinco campos de acciones: biotecnología aplicada a la salud humana que también incluye aplicaciones en alimentos; biotecnología en animales; en la industria; vegetal y biotecnología ambiental. Sin embargo, debido a su amplia red de aplicaciones cada vez se vuelve más difícil distinguir en qué momento los adelantos tecnológicos dejan de ser aplicados a un campo para entrar en otro. Debido a este problema recientemente se ha optado por hacer una división más neutra, identificada a través de colores:

Biotecnología roja: relacionada con la actividad médica o biomédica enfocada a la aplicación en el sector de la salud humana. Algunos ejemplos de biotecnología roja son la obtención de

organismos para el desarrollo de antibióticos, vacunas y fármacos; diagnósticos moleculares, terapias regenerativas y manipulación genética.

Biotecnología verde: reconocida con este color debido a su amplia aplicación en la agricultura y en la producción agroalimentaria en general. Algunos ejemplos de biotecnología verde son la obtención de plantas transgénicas y el desarrollo de plaguicidas amigables con el ambiente.

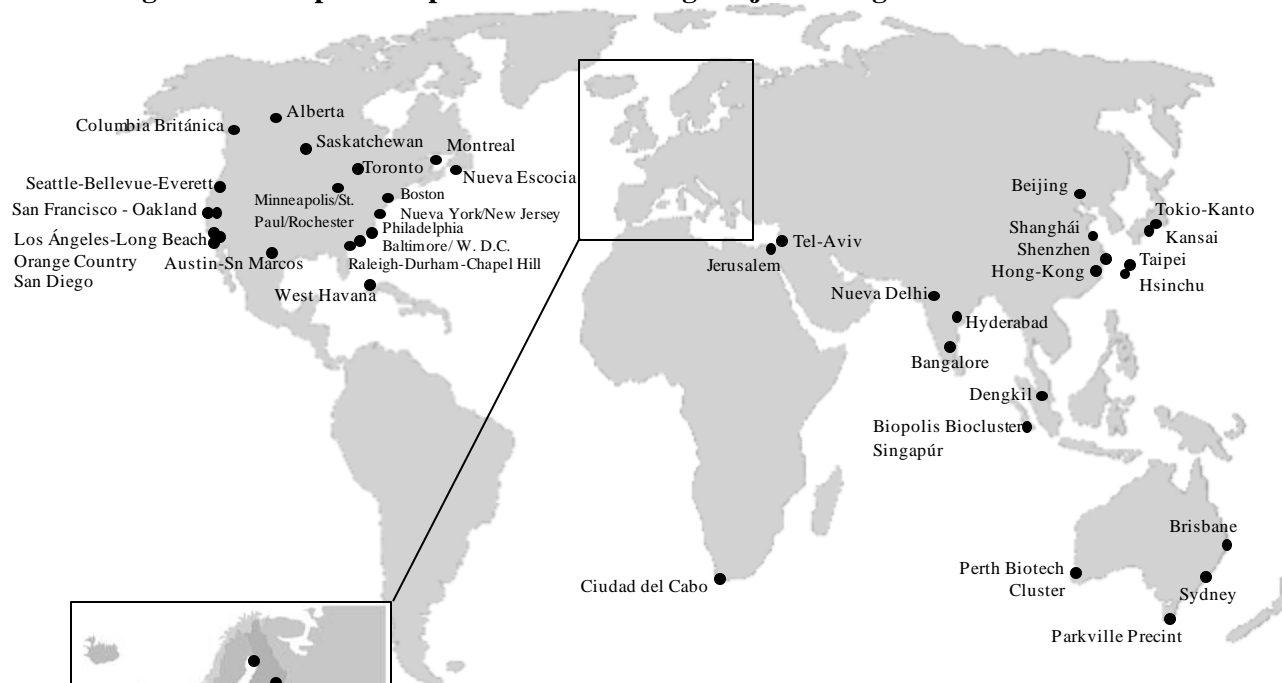
Biotecnología blanca: aplicada a la producción de sustancias químicas, biocombustibles y biomateriales. Algunos ejemplos de esta tecnología son el desarrollo de enzimas catalizadoras o inhibidoras de enzimáticos industriales, tanto para producir productos químicos valiosos como para destruir contaminantes peligrosos. Su aplicación más conocida se encuentra en la industria textil, con el desarrollo de tejidos y plásticos biodegradables.

Biotecnología azul: relacionada con su aplicación en medios marinos, acuáticos y sus organismos. Este es el campo más joven de aplicación, sus adelantos son prometedores para la acuicultura, cuidados sanitarios, cosmética y productos alimentarios (BioBaja 2013).

Por su naturaleza, la industria de la biotecnología se ha organizado en clústers de innovación. Por clúster se entiende a la concentración estratégica de empresas interconectadas, típicamente de un área geográfica o un sector común de aplicación, que incluye proveedores, tanto de insumos como de tecnologías, grupos o instituciones académicas, equipos de investigación, consumidores, aplicadores y organismos de apoyo, especialmente en actividades logísticas y de suministros adyacentes. La finalidad de un clúster es acelerar de forma simultánea el desarrollo científico, el desarrollo tecnológico y el desarrollo empresarial y económico de un área específica (Trejo, 2010).

Actualmente la mayor cantidad de clústers de bioingeniería se encuentran operando en Europa Occidental y Estados Unidos, aunque, de acuerdo con cifras de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) (2015), en años recientes se ha observado un crecimiento acelerado de dicha industria en Asia, como se muestra en la figura 1. La mayoría de estas empresas se encuentran operando en el área de la biotecnología roja, es decir, aquellas enfocadas a las áreas de la salud, de acuerdo con el código de colores de la biotecnología moderna (Bio Baja 2013).

Figura 1. Principales empresas de biotecnología roja a nivel global.



<p>Alemania Bavarian Biotechnology Cluster BioCon Valley BioLago BioM BioNord Bio NRW BioPark Regensburg BioRegion BioRegion Rhein-Neckar-Dreieck Bio River BioSaxony BioTop Center for Regenerative Therapies Dresden EECPs Heidelberg Technology Park Life Science Nord MedialValley Rebirth</p>	<p>Alemania/Francia/Suiza BioValley</p> <p>Austria Cluster Life Sciences Tyrol Food Cluster of Lower Austria Heath Technology Cluster LISA Vienna Region Vienna Biocenter</p> <p>Bélgica ARESA BioWin Flanders BIO</p> <p>Dinamarca Centre of Health Technology ScanBalt</p>	<p>Dinamarca/Suecia Medicon Valley Alliance</p> <p>España Barcelona Science Park BioBasque Biocat Biomadrid</p> <p>Finlandia Health BIO Turku BioCity Turku Science Park Ltd /BIO Turku</p> <p>Finlandia/Suecia Uppsala BIO</p> <p>Francia Alsace Biovalley Atlantopole</p>	<p>Biogenouest Biopole Santé Capbiotech Cancer-Bio-Santé Cluster Cancéropole Grand Ouest Eurobiomed Genopole Lyonbiopole Medicen Paris Region Pole Nutrition Santé Longevité Sophia Antipolis</p> <p>Holanda Leiden Bio Science Park</p> <p>Italia Bioindustry Park del Canavese BioMilano Insubrias BioPark Sardegna Ricerche Parco Tecnologico</p>	<p>Padano Technapoli Science and Technology Park.</p> <p>Noruega/Suecia MedCoast Scandinavia</p> <p>Reino Unido Healthcare and Bioscience iNet One Nucleus BioCity Nottingham BioDundee Kent Bioscience Sector Oxfordshire Bioscience Network Nexus SEHTA SYBEN</p> <p>Suecia Biotech Umea GöteborgBio</p> <p>Suiza BioAlps Biotech Center Zürich Lifescience Zürich The Ark Toolpoint for Life Science</p>
---	--	--	--	---

Fuente: Principales Clústers de Biotecnología en el mundo. ProMéxico, (2016).

En 2015 la industria de la biotecnología alcanzó un fuerte crecimiento, alcanzando su mercado un valor de 307 millones de dólares. En el periodo comprendido en los cinco años entre 2010-2015 el crecimiento fue positivo, acumulando 2.2% (tasa compuesta de crecimiento). Como se muestra a continuación en la tabla 2, se estima el mismo escenario para el periodo 2015-2020.

Tabla 2: Valor de la industria global de biotecnología 2010-2021.

Año	Valor (en millones de dólares, USD)	Variación anual (%)
2010	275.8	12.1
2011	268.6	-2.6
2012	285.8	6.4
2013	302.6	5.9
2014	298.9	-1.2
2015	306.8	2.7
2016	336.4	9.7
2017	343.4	2.1
2018	351.7	2.4
2019	358.5	1.9
2020	365.9	2.1
2021	374.4	2.3

Fuente: ProMéxico, (2016).

Respecto a las diferentes aplicaciones de la biotecnología, la mayor parte del valor del mercado en 2015 se centró en las aplicaciones orientadas al cuidado de la salud humana, seguido por las aplicaciones a la agricultura y a los procesos industriales, como se observa a continuación en la tabla 3.

Tabla 3: Valor de la industria global de biotecnología por segmento, 2015.

Segmento	% del valor del mercado global.
Salud humana	49.1%

Agricultura	18.6%
Procesos industriales	16.5%
Salud animal	6.1%
Otros	9.7%

Fuente: ProMéxico, (2016).

Como se observa en la tabla 4, de acuerdo con datos de ProMéxico (2015), en términos geográficos, Norteamérica es la región que concentra el mayor número de unidades económicas orientadas al desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, seguido por Europa y la región Asia-Pacífico.

Tabla 4: Valor de la industria global de biotecnología por áreas geográficas, 2015.

Área geográfica	% del valor del mercado global.
Norteamérica	42.6%
Europa	32.9%
Asia-Pacífico	21.1%
Centro y Sudamérica	2.1%
África y Medio Oriente	1.3%

Fuente: ProMéxico, (2016).

Hasta ese mismo año la OCDE (2015), también se registró que Estados Unidos era el país con el mayor número de empresas de biotecnología operando (11,367), seguido de España (2,831), Francia (1,950), Corea (939) y Alemania (709). La mayoría de los países miembros de la OCDE también registraron que más del 50% de las empresas de biotecnología operando en sus territorios cuentan con menos de 50 empleados, por lo que se da a entender claramente que la industria biotecnológica es más bien intensiva en conocimiento y desarrollo que en aplicación de fuera operativa.

3.1.2 La bioingeniería en México.

De acuerdo con datos de ProMéxico (2016), la bioingeniería en México se encuentra en fase de expansión, esto cuando se compara la relación que existe entre la investigación, el desarrollo y la comercialización de la industria mexicana con el resto del mundo. Además, reporta que actualmente están explorándose nuevas aplicaciones en salud, tanto en el cuidado

humano como en el animal; la modernización agrícola, protección al medio ambiente, biocombustibles y otras áreas.

México ofrece una oportunidad atractiva en el área de la biotecnología comercial, esto debido a la diversidad de talento humano capacitado, costos competitivos, ubicación geográfica y su amplia red de tratados y acuerdos comerciales que abarcan a más de 45 países. El marco legal regulatorio también es una de sus principales atracciones. Algunos otros elementos reunidos en México constituyen un gran atractivo para la industria biotecnológica, tales como la biodiversidad de ecosistemas, diversidad de especies, capital humano altamente capacitado y costos de manufactura competitivos a nivel internacional. (Valdés, Quezada, 2013).

En México existen aproximadamente 260 universidades que ofrecen un conjunto de alrededor de 190 licenciaturas en áreas relacionadas directamente con la biotecnología tales como biología, bioquímica, ciencias biomédicas y bioquímicas, farmaceuta, ingenierías e industrias en alimentos, etcétera. Además, alrededor de 90 instituciones cuentan con programas de posgrados relacionados directa o indirectamente con la biotecnología. De acuerdo con datos de la Secretaría de Educación Pública, en 2015 aproximadamente 2,400 alumnos egresaron de un posgrado en áreas relacionadas con la biotecnología (SEP, 2015).

Con más de 180 empresas en México que desarrollan o utilizan biotecnología moderna, el 31% se encuentran en el segmento de la agricultura, 23% en el medio ambiente, 18% en la salud, 18% alimentos y 10% en otros. (ProMéxico, 2014)

Actualmente las principales empresas de biotecnología roja a nivel mundial se encuentran instaladas en México; entre ellas, está *Pfizer Inc.*, *F. Hoffman- La Roche Ltd.*, *Merck & Co. Inc.*, *Astra Zeneca PLC*, *Boehringer Ingelheim GmbH*, *Teva Pharmaceutical Industries*, *Amgen Inc.* y *Baxter International Inc.*, todas tienen sus oficinas corporativas y plantas de producción distribuidas entre México, Morelos y Jalisco. En comparación con México, que cuenta con tres empresas nacionales dedicadas a la biotecnología roja: Instituto Bioclón, Landsteiner y Porbiomed. (ProMéxico, 2014)

México ofrece costos significativamente menores en comparación con los países que tienen mayor representación en esta industria a nivel mundial. Un informe publicado por la agencia auditora *Klynveld Peat Marwick Goerdeler* (KPMG) (2016), revela que los principales rubros en los que México compite en costos internacionales son: investigación y desarrollo (I+D), pruebas clínicas, pruebas de producto y fabricación de productos farmacéuticos.

Además, la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), señala que en la década comprendida entre 2004-2014 el número de aplicaciones para obtener patentes en México creció exponencialmente en 22%, registrando 9,819 patentes otorgadas en el último año en que hicieron pública su información (2014). En se mismo año, México logró ubicarse entre los primeros diez países que más patentes registraron. De las 166,123 solicitudes de patentes presentadas ante el OMPI en 2014, aproximadamente 16.6% estuvieron directamente relacionadas con áreas de tecnología médica y farmacéutica (OMPI, 2015)

Respecto a las importaciones de la industria biomédica del mercado estadounidense, líder en biotecnología, México se ubica en la posición número cinco en el ranking de proveedores de productos de ciencias de la vida (ProMéxico, 2016). Respecto al marco regulatorio, México también ha presentado avances significativos en su normatividad en cuanto a las pruebas clínicas. Por este y otros motivos México permanece como destino importante para la subcontratación de pruebas clínicas (*Clinical Trials*, 2016).

De acuerdo con datos de ProMéxico (2016), en México existen cuatro clústeres de bioingeniería. El Clúster de Jalisco fue el primero en el país, se reconoce a este estado por ser uno de los principales sitios para la investigación clínica, el cuidado de la salud, la producción de fármacos y la manufactura de tecnologías avanzadas. El Clúster de Ingeniería Biomédica del Estado de Jalisco (CIBEJ) integra los esfuerzos de la industria de ingeniería biomédica, tecnologías y dispositivos médicos del estado con el fin de incrementar la competitividad del sector a través de la participación conjunta de sus actores, entendiéndose estos como industria, academia, gobierno y sociedad.

Este clúster surgió como resultado de fenómeno emergente de agrupamiento empresarial, siendo apoyado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB). El diseño y la estructura se desarrollaron con la guía del Colegio de Ingenieros Biomédicos del Estado de Jalisco (CIBEJ), y el centro de innovación, Ciencia y Tecnología (CEDITEJ).

Los sectores productivos que pueden ser encontrados en el Clúster de Ingeniería Biomédica del Estado de Jalisco son:

- Ingeniería clínica, dedicada al cuidado del paciente, gestión hospitalaria y tecnología sanitaria.
- Desarrollo de tecnologías y dispositivos médicos, con la tarea de innovar y desarrollar prototipos, dispositivos y tecnología con aplicación médica.
- Investigación científica aplicada y de frontera, que se dedica a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías.
- Metrología, ingeniería biomédica para asegurar el cumplimiento de estándares de calidad nacional e internacional.
- Consultoría y mantenimiento de proyectos, desarrollo de capacitaciones, mantenimientos correctivos y preventivos.
- Venta de tecnologías y dispositivos médicos, fungiendo como distribuidores de dichos equipos, de tecnología y de diversos dispositivos médicos (CIBEJ, 2018).

El Clúster de Guanajuato fue el segundo en desarrollarse y cuenta con diversas instituciones que realizan investigación sobre biotecnología, además de contar con el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO), que es uno de los centros más importantes a nivel mundial para la secuenciación y análisis funcional del genoma de plantas, animales y microorganismos de uso potencial para aplicaciones en la agricultura, la medicina y la industria.

Este clúster ha enfocado sus avances en investigación básica y aplicada relacionada con la biotecnología agrícola ya que forma parte del Centro de investigación y de Estudios

avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), centro que realiza investigaciones en ciencias exactas y naturales, biológicas y de la salud, tecnología y ciencias de la ingeniería, ciencias sociales y humanidades. Además de su colaboración conjunta con el CINVESTAV, el clúster recibe apoyo del gobierno del estado y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), lo que ha hecho posible el desarrollo de programas de posgrados en biotecnología vegetal, habiendo logrado desarrollar investigadores expertos en especialidades como bioquímica, biotecnología y microbiología (ProMéxico, 2016).

Además del CINVESTAV y CONACYT, el clúster cuenta con la participación del Instituto Tecnológico de Celaya (TECELAYA), que ofrece estudios especializados en química, ingeniería bioquímica, biotecnología molecular, entre otros. Este instituto cuenta con una amplia cantidad de patentes adquiridas por actores de la industria agrícola y alimentaria, lo que pone de manifiesto su orientación científica hacia la aplicación comercial de acuerdo con su último informe de rendición de cuentas (2017).

Otro clúster importante en el país es el que se encuentra ubicado en el estado de Nuevo León, que tiene como misión apoyar la generación y aplicación de conocimiento científico en biotecnología, así como la transferencia y comercialización de tecnología en dicha materia, con el fin de generar productos, procesos o servicios innovadores en biotecnología aplicada que atiendan las demandas del mercado (ProMéxico, 2016).

Este clúster opera bajo un modelo denominado triple hélice, que consiste en una alianza estratégica entre instituciones académicas, empresas y entidades de gobierno que procura orientar los esfuerzos conjuntos que responda con la generación de crecimiento económico regional, dando dinamismo a la actividad empresarial buscando el desarrollo competitivo a través de la aplicación de innovaciones tecnológicas (CBENL, 2011).

Los objetivos estratégicos del Clúster Biotecnológico del Estado Nuevo León (CBENL) (2011), son el incremento del número de patentes registradas; aplicación de tecnologías incrementales; número de empresas incubadas; vinculaciones empresariales; aprovechamiento de infraestructura y capacidades; y certificaciones internacionales.

Y por último está el Clúster de Morelos que concentra una importante masa crítica de capital humano capacitado en áreas relacionadas con la biotecnología. El estado cuenta con el segundo mayor número de miembros de la sociedad Mexicana de Bioquímica y el segundo mayor registro de investigadores en ciencias de la vida registrados en el Sistema Nacional de Investigadores, además de que en él se localizan múltiples centros de investigación en biología, biotecnología, genómica y salud (ProMéxico, 2016).

México cuenta con la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería (SMBB), fundada en 1982, con más de 800 miembros y cuyos principales objetivos son asociar y representar a los profesionistas y estudiantes interesados en el desarrollo de la biotecnología y bioingeniería, así como promover el reconocimiento público de los biotecnólogos y bioingenieros en sus distintas áreas de especialidad (SMBB, 2017).

Otra organización que se suma al área bioingeniería es la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB), fundada el 10 de agosto de 1978, es la primera asociación de profesionales de ingeniería biomédica en México y actualmente congrega al gremio más

grande de ingenieros biomédicos del país, entre sus objetivos se destacan, participar e influir en las decisiones nacionales relacionadas con la ingeniería biomédica y sector salud, impulsar el desarrollo de la ingeniería biomédica a nivel nacional en los ámbitos profesionales y académicos; y servir como enlace en los distintos actores de la práctica y desarrollo de la ingeniería biomédica, apoyando y fomentando la relación entre empresas e instituciones educativas, empleadores y estudiantes, sector privado y gubernamental (SOMIB, 2018).

SOMIB (2018), en su publicación “2018 Y la ingeniería clínica: algunos de los retos que nos esperan”, aborda cuatro retos a los que se enfrentará México en el área de la bioingeniería. Estos retos se enlistan a continuación:

1. Aunque la esperanza nacional de vida es 14 años mayor con respecto a 1970, sigue siendo de las más bajas dentro del conjunto de países de la OCDE. Las causas pueden ir desde la limitación de recursos disponibles para la salud y los impactos poco positivos en cuanto al acceso y calidad de los servicios sanitarios, hasta las enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes o la obesidad.
2. El gasto en salud promedio por persona, ajustado a los estándares de vida locales, es de \$1,080.00: esto representa el 25% del promedio de la OCDE. En contraste, el gasto de bolsillo representa el 41% del gasto general en salud, segundo más alto de la OCDE y doble del promedio de la organización.
3. De acuerdo con Global Data, se espera que el mercado de dispositivos médicos en México tenga un crecimiento de 4.9 billones de dólares en 2105 a 6.5 billones de dólares en 2020 conforme la población aumente, envejezca y se sigan adoptando estilos de vida poco saludables. Asimismo, establece que su infraestructura sanitaria debe crecer a fin de contender con las consecuencias de la prevalencia de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, desórdenes metabólicos y cáncer.
4. En el V Informe de Gobierno Federal se reportó que la política del Estado orientada al desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura de los sistemas de salud y seguridad públicos tuvo como resultado el desarrollo del Plan Maestro de Infraestructura Física en Salud, el cual fungió como instrumento rector para la organización de la infraestructura de los servicios estatales. El presupuesto ejercido en infraestructura fue de 4375.5 millones de pesos.

3.1.3 La Bioingeniería en Baja California.

Baja California colinda con California, el estado más rico de Estados Unidos, el país más rico del mundo. El condado de San Diego, en el estado antes mencionado se encuentra el segundo bioclúster más importante de Estados Unidos, siendo precedido por el que se encuentra en Boston, con más de 400 empresas dedicadas a la biotecnología; lo que da al estado una de las ventajas comparativas más importantes de América Latina y el mundo (*Public Policy Institute of California*, 2018).

De acuerdo con un reciente estudio, llevado a cabo por el clúster de Biotecnología de Baja California (2015), el estado cuenta con potencial reconocido en capacidades científicas, tecnológicas, talento humano e infraestructura, para desarrollarse en las siguientes tres áreas clave de la bioingeniería:

1. Biotecnología Agrícola y Acuícola (manipulación genética, marcadores moleculares y tratamiento de biomasas).
2. Biotecnología Médica (manipulación de células, tejidos, órganos y organismos).
3. Bioingeniería (células, tejidos y órganos artificiales, así como nanotecnología).

En Baja California se han llevado a cabo esfuerzos importantes con la intención de impulsar el sector de la biotecnología. En 2008 se llevó a cabo un estudio denominado Atracción de empresas de la industria de ciencias de la vida en Ensenada, donde se describe el potencial de la región para desarrollar actividades productivas en la región en torno a la biotecnología (BioBaja, 2014).

El Estado cuenta con 64 instituciones de educación superior, de las cuales solo 2 tienen actividades relacionadas con el sector de la biotecnología. La primera de las dos es el Centro de Investigación Científica de Educación Superior de Ensenada (CICESE), y la segunda es la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Por otro lado ProMéxico (2014), reporta que el sector de productos médicos es uno de los que posee mayor potencial desarrollo en esta zona. En Tijuana están ubicadas 39 empresas, principalmente medianas y grandes, que se han organizado en el Clúster de Productos Médicos de las Californias. Las principales capacidades de este clúster están relacionadas con la manufactura y ensamble de equipos y componentes como: catéteres, pipetas, válvulas, respiradores artificiales, nebulizadores, conectores y aparatos ortopédicos, entre otros. Con el potencial también para el desarrollo de tubos endotraqueales, guantes de látex, partes dentales de acero, circuitos de anestesia, equipo quirúrgico y de diagnóstico, sistemas de suministros de medicamentos, suturas sin aguja, lentes oftálmicos y tubos para hemodiálisis, entre otros.

La visión del Clúster de Productos Médicos es ser el agrupamiento regional con la mayor concentración de desarrollo y manufactura de dispositivos médicos en América del Norte

(visión 2020). Por su parte, el Clúster de Servicios Médicos busca convertirse para el 2025 en el principal centro especializado en servicios médicos geriátricos de la costa norte del Pacífico. El principal reto del sector de servicios médicos en México es contar con una ventaja comparativa en costos sobre sus competidores; respecto a Estados Unidos que tiene más de 20% de ventaja. (ProMéxico, 2014).

Según los resultados del análisis de la matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de ProMéxico (2014), que se utilizó para identificar la situación actual de la industria de la ciencia de la vida en Baja California, indica que el clúster de dispositivos médicos fue otra de las fortalezas recurrentes para el estado. Siendo una oportunidad identificada el aprovechar la localización estratégica de Baja California, así como también existe un potencial para desarrollar servicios y productor relacionados con la salud. Por otra se encontró como principal debilidad la necesidad de desarrollar la cadena de proveeduría y la falta de visión empresarial en proyectos de investigación académica. A continuación, la tabla 5 presenta los resultados obtenidos del análisis FODA.

Tabla 5: FODA Baja California/Ciencias de la vida.

Fortalezas (Internas)	<ul style="list-style-type: none"> • Talento, recursos humanos y especialización. • Acceso a mercados, logística y conectividad regional. • Vinculación del sector educativo. • Sectores afines maduros en la región (electrónica). • Otros.
<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia en otros sectores como el aeroespacial y manufactura. • Contar con un clúster de dispositivos médicos. • Estímulos y políticas públicas para el apoyo a empresas y a la innovación. 	
Oportunidades (Externas)	<ul style="list-style-type: none"> • Convergencia de sectores afines al sector de dispositivos médicos. • Otros.
<ul style="list-style-type: none"> • Mercado de salud para población adulta en crecimiento. • Localización estratégica con polos y mercados en Estados Unidos. 	
Debilidades (Internas)	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de incentivos. • Falta de promoción del Valle de San Pedro. • Incipiente certificación y homologación de seguros en servicios de salud. • Otros.
<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de desarrollo de la cadena de proveeduría. • Falta de visión empresarial en proyectos de investigación académica. • Incipiente capacidad educativa y de innovación en la región. 	
Amenazas (Externas)	

<ul style="list-style-type: none"> • Incertidumbre ante la situación económica mundial. • Competencia internacional. • Percepción de inseguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agilización en cruce fronterizo y logística aduanera. • Competencia a nivel regional para la atracción de inversión. • Necesidad de carreteras. • Otros.
--	---

Fuente: ProMéxico, (2014).

3.2 Marco Teórico.

3.2.1 Origen y evolución de la bioingeniería.

Ferrero (2015), explica que la bioingeniería o ingeniería biológica, es una rama de la ingeniería cuyo campo de aplicación se encuentra en la solución de problemas de la ciencia de la vida. Esta rama es relativamente nueva, la mayoría de los autores ubican sus orígenes en los inicios de la segunda guerra mundial, cuando un grupo de biólogos fue reclutado por el gobierno británico, para que participaran en un grupo interdisciplinario conformado por químicos, físicos e ingenieros en diversas áreas.

Aunque las actividades iban enfocadas a asuntos bélicos, las diversas misiones a las que fueron asignados favorecieron su pronto dominio de los sofisticados instrumentos electrónicos. Las primeras tareas a las que eran asignados fueron el diseño y desarrollo de aviones, municiones y maquinaria de guerra. Las exigencias del combate obligaron al resto de los científicos a moverse a otras áreas en el campo de batalla, de manera que para cuando los instrumentos de radar tuvieron que ser intervenidos, los biólogos eran prácticamente los únicos profesionales que quedaban disponibles para ese trabajo.

En los años posguerra, los biólogos fueron los únicos científicos preparados para capitalizar los adelantos de la electrónica en el campo de la biología. Durante la siguiente década la electrónica experimentó un desarrollo acelerado, provocando una brecha importante entre la biología y la electrónica, que hasta ese momento eran disciplinas completamente independientes. Los médicos de nueva generación no comprendían los aparatos que se suponía debían apoyar su labor en el tratamiento a pacientes, muchos de los cuales se encontraban en obsolescencia por no contar con personal calificado para su actualización. De esta manera se abrió en el mundo de la medicina y la ingeniería una disciplina que combinara en su formación la complejidad del conocimiento médico y la especificidad de la ingeniería, es decir, la figura del ingeniero biomédico (Ferrero, 2015).

En sus inicios, la ingeniería biomédica recibió el nombre de electrónica médica, y con mucha razón, dados los antecedentes antes mencionados. La primera asociación que internacional constituida por los que practicaban esta actividad se conoció como “*International Federation of Medical Electronics*” (Federación Internacional de Electrónica Médica). Esta misma organización aún existe, su título actual es “*The International Federation of Medical and*

Biological Engineering” (Federación Internacional de Ingeniería Médica y Biológica), nombre que adquirió en 1965.

La biotecnología es una de las áreas del conocimiento científico que más avances ha tenido en los últimos años. La evolución en esta ciencia ha tenido gran impacto en otros campos como la medicina, la salud en general, la agricultura, el medio ambiente, las áreas industriales, entre otros. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015), México tiene más de 119 millones de habitantes, y enfrenta grandes retos para poder proveer servicios de salud y vida digna a sus habitantes (Fundación Mexicana para la Salud, 2015).

3.2.2 Definiciones clásicas y modernas de la bioingeniería.

En la cotidianidad del área de la ingeniería se puede encontrar diferentes conceptos que se relacionan con la ingeniería biomédica, a continuación, se destacan los siguientes conceptos.

La Federación Internacional de Ingeniería Médica y Biológica (IFMBE), indica que la ingeniería biomédica es un sinónimo de ingeniería médica y biológica y la define como una disciplina que integra las ciencias físicas, matemáticas y de la vida con los principios de ingeniería para el estudio de biología, medicina y sistemas de salud y para la aplicación de tecnología para mejorar la salud y la calidad de vida. Crea conocimiento desde el nivel molecular al orgánico, desarrolla materiales, dispositivos, sistemas, enfoque de información, gestión de tecnología y métodos para evaluación y evaluación de tecnología para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, para la prestación de asistencia sanitaria y para la atención y rehabilitación de pacientes (OMS, 2018).

En 2012, un panel de expertos en el Parlamento Europeo definió la ingeniería biomédica como una ciencia independiente e interdisciplinaria, basada en la medicina, la biología y la ingeniería, que abarca además áreas como la electrónica biomédica, biomecatrónica, bioinstrumentación, biomateriales, biomecánica, biónica, ingeniería celular, ingeniería genética y de tejidos, ingeniería clínica, ingeniería aplicada a la neurociencia, diagnóstico e imagen médica, bioingeniería ortopédica, ingeniería de rehabilitación, fisiología de sistemas, bionanotecnología e ingeniería neuronal (Muñoz, 2016).

También se entiende como ingeniería biomédica a la rama de la ingeniería que implementa los principios de las tecnologías al campo de la medicina. Se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de equipos médicos, prótesis, dispositivos médicos, dispositivos de diagnóstico (imagenología médica) y de terapia. También interviene en la gestión o administración de los recursos técnicos ligados a un sistema de hospitales. Combina la experiencia de la ingeniería con necesidades médicas para obtener beneficios en el cuidado de la salud (Gismondi, 2010).

Según el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud conocido por sus siglas CENETEC (2017), define la ingeniería biomédica como la aplicación de los conocimientos en ingeniería para apoyar las soluciones de los problemas en el área de la salud. Se encarga del desarrollo, implementación y gestión de los recursos tecnológicos que apoyan a la prevención, el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la población a través de actividades interdisciplinarias en los ámbitos de la práctica clínica, la investigación y las políticas en salud.

Otros conceptos según Gismondi (2010), que se relacionan con la definición de ingeniería biomédica las cuales es importante mencionar para efectos de la presente investigación son las siguientes:

Ingeniería clínica: parte de la Ingeniería biomédica centrada en el paciente (excluye el desarrollo de tecnologías).

Ingeniería hospitalaria: parte de la Ingeniería biomédica centrada en la infraestructura y soporte.

Electromedicina: exclusivamente equipamiento electrónico de uso en medicina.

Biotecnología: generalmente asociada a la genética y relacionada con aplicaciones agropecuarias y en medicamentos.

3.2.3 Áreas de aplicación de la bioingeniería.

El sitio oficial de la escuela de Bioingeniería de UABC (2018), explica que se podrán aplicar las competencias profesionales de un bioingeniero en todo tipo de proyectos de biotecnología, ingeniería biomédica y medio ambiente. Su desempeño incide en el sector público en dependencias de los tres niveles de gobierno y organismos descentralizados, en el sector privado o como profesional independiente.

En el sector público:

- Sector salud
- En instancias reguladoras
- Instituciones de Educación y Centros de Investigación
- Dependencias de gobierno
- En trabajos de mejoramiento del medio ambiente y aprovechamiento de recursos naturales.
- En organismos que impulsan el desarrollo agropecuario
- Otras dependencias y entidades en el ámbito federal, estatal y municipal.

En el sector privado:

- Sector salud

- Sector educativo
- Departamentos de Investigación y Desarrollo
- En la industria de fabricación de materiales y equipo médico
- En la industria biotecnológica
- En la industria del medio ambiente
- Empresas de servicios

Como profesional independiente en:

- Asesoría y capacitación de personal en el área de la bioingeniería
- Realizando estudios y proyectos en el área bioingeniería
- Prestación de servicios profesionales independientes en el área

3.2.4 El perfil del bioingeniero y disciplinas que se interrelacionan.

La ingeniería biomédica es una de las carreras del futuro de acuerdo con la OCDE, en México tiene sus inicios como carrera universitaria desde 1974, sin embargo, ha encontrado su auge en la última década y constituye una opción cada vez más solicitada para quienes buscan iniciar una educación profesional. Hace 40 años existían solo 2 universidades a nivel nacional que impartían la carrera de ingeniería biomédica, cuando al 2018 superan las 50 casas de estudio (Muñoz, 2016).

Como se puede observar en la tabla 6 en México existen 43 universidades públicas y privadas que ofertan la carrera de Ingeniería Biomédica.

Tabla 6. Universidades públicas y privadas que ofertan la carrera de Ingeniería Biomédica.

UNIVERSIDAD	CARRERA
Universidad Nacional Autónoma de México	Ing. En sistemas Biomédicos
Instituto Politécnico Nacional	Ing. Biomédica
Universidad Autónoma Metropolitana	Ing. Biomédica
Universidad Anáhuac Campus Norte	Ing. Biomédica
Universidad de Guanajuato Campus León	Ing. Biomédica
Universidad Politécnica Bicentenario	Ing. Biomédica
Universidad de Celaya	Ing. Biomédica
Universidad de Guadalajara	Ing. Biomédica
Universidad Autónoma de Guadalajara	Ing. en Electrónica Biomédica

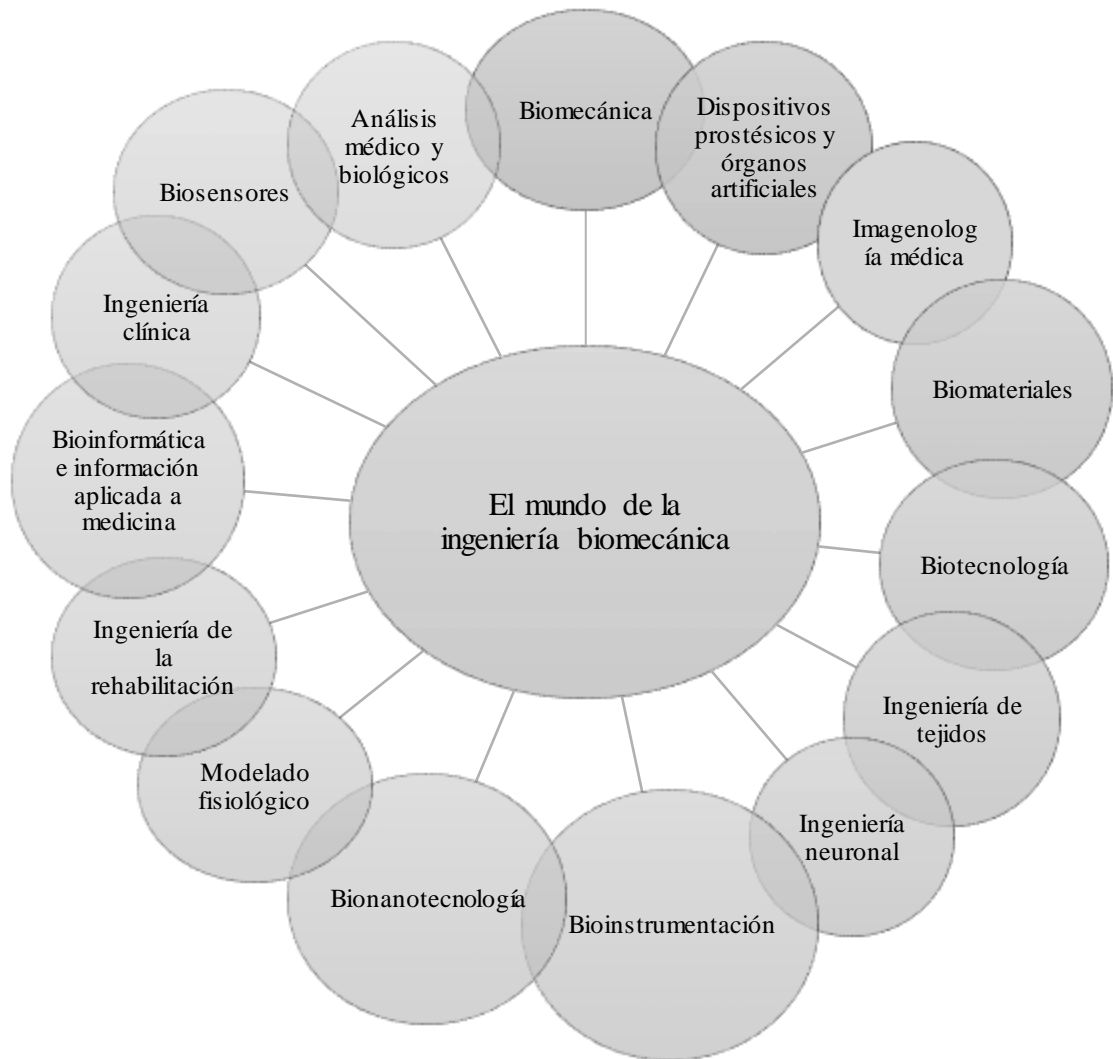
Instituto Tecnológico Superior P'urhepecha	Ing. Biomédica
Universidad de Monterrey	Ing. Biomédica
Universidad Politécnica de Pachuca	Ing. Biomédica
Universidad de las Américas Puebla	Ing. Biomédica
Universidad Autónoma de Querétaro	Ing. Biomédica
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Ing. Biomédica
Universidad Politécnica de Sinaloa	Ing. Biomédica
Instituto Tecnológico de Hermosillo	Ing. Biomédica
Universidad Olmeca	Ing. Biomédica
Universidad Modelo	Ing. Biomédica
Instituto Tecnológico de Mérida	Ing. Biomédica
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Ing. Biomédica
Instituto Tecnológico de Tijuana	Ing. Biomédica
Universidad Autónoma de Baja California	Bioingeniería
Universidad Politécnica de Chiapas	Ing. Biomédica
Universidad Autónoma de Chihuahua	Ing. Biomédica
Tecnológico de Monterrey	
Campus Aguascalientes	Ing. Biomédica
Campus Chihuahua	Ing. Biomédica
Campus Ciudad de México	Ing. Biomédica
Campus Guadalajara	Ing. Biomédica
Campus Monterrey	Ing. Biomédica
Universidad del Valle de México	
Campus Guadalajara	Ing. Biomédica
Campus Querétaro	Ing. Biomédica
Campus Toluca	Ing. Biomédica
Campus Lomas Verdes	Ing. Biomédica

Campus Sur	Ing. Biomédica
Universidad Iberoamericana	
Campus Ciudad de México	Ing. Biomédica
Campus León	Ing. Biomédica
Universidad La Salle	
Campus Chihuahua	Electromédica
Campus Centro México	Ing. Biomédica
Campus Laguna	Ing. Electromédica
Campus Bajío	Ing. Electromédica
Campus Noroeste	Ing. Biomédica
Campus Victoria	Ing. Biomédica

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Los programas de ingeniería biomédica por lo general contemplan cinco años de estudio, esto cubre de manera básica los aspectos más importantes de la ingeniería biomédica. Este último concepto puede verse ilustrado con mayor claridad en la figura 2. El ingeniero biomédico debe responder a las necesidades actuales del sector salud y esto cambia de un país a otro, pero la base de especialidad debe ser siempre la misma. El siguiente paso en la ingeniería siempre es la investigación y aunque es cierto que en países en vías de desarrollo es un poco más difícil de lograr, es aquí donde el rol del ingeniero biomédico realmente logra resaltar (Salinas, 2015).

Figura 2. Ramas de la bioingeniería.



Fuente: Esquema representando las distintas ramas de la ingeniería biomédica. Salinas, (2015).

Para determinar el perfil y las especificaciones del personal de ingeniería implicado en las actividades de mantenimiento del equipo operativo es necesario establecer el grado de complejidad del equipo médico a través de parámetros establecidos por el fabricante y el propio establecimiento de atención a la salud que garanticen el funcionamiento de estos equipos y cumplan con el propósito de su diseño para la atención médica en cualquiera de sus fases que son la prevención, el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación (Rivera, 2016).

La UABC (2018), indica en su portal de Bioingeniería, que el egresado en Bioingeniería es una profesionista capaz de aplicar los conocimientos científicos, tecnológicos, humanísticos y de gestión para dar solución a las problemáticas de su propia disciplina, mediante las siguientes tres capacidades y desarrollo de los atributos que brinda la preparación en el área:

1. Generar equipos e instrumentos de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental aplicando los fundamentos teóricos y prácticos de la bioingeniería y atendiendo a las metodologías de calidad, para lograr una mejora continua de la producción y aumentar la calidad de vida de la población en el ámbito local, estatal, regional, nacional e internacional, con responsabilidad y respeto al medio ambiente. - Acondicionar espacios físicos, incorporar e integrar sistemas tecnológicos y de información para uso biomédico y bioindustrial, aplicando los fundamentos de la bioingeniería en apego a la normatividad vigente, para coadyuvar en la atención de calidad en el ámbito de la salud y en la calidad de los procesos bioindustriales; con compromiso social, respeto por la vida y el medioambiente.
2. Diseñar e implementar estrategias de producción de biocatalizadores, biomateriales y bioprocesos, así como de tratamiento de la contaminación y prevención del deterioro ambiental, mediante el empleo de fundamentos, técnicas y métodos bioingenieriles y recursos biotecnológicos para mejorar la calidad de vida y contribuir al desarrollo sustentable, con participación comprometida en equipos multidisciplinarios.
3. Participar en la gestión, administración y generación de empresas en el área de la bioingeniería, empleando recursos humanos, materiales y financieros, para propiciar el desarrollo económico y una cultura empresarial con actitud emprendedora, innovadora y de liderazgo

Además de poder desarrollar los siguientes atributos para adquirir las competencias o capacidades para ejercer la práctica de la ingeniería a un nivel apropiado.

- Identificar, formular y resolver problemas complejos de Ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e Ingeniería.
- Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas.
- Desarrollar y conducir una experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.
- Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.
- Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.
- Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.
- Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.

3.2.5 La bioingeniería y los servicios médicos.

Para profundizar en la relación que existe entre bioingeniería y los servicios médicos, es necesario definir dos conceptos, el de equipo médico y dispositivo médico, ambos son

utilizados en el glosario de la gestión médica y se podrían considerar como conceptos diferentes, sin embargo, cumplen el mismo propósito, como a continuación se presenta.

Según el Glosario de Gestión de Equipo Médico (2016), se define como equipo médico a los dispositivos que se utilizan para propósitos específicos de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación de una enfermedad o lesión; puede ser utilizado solo o en combinación con algún accesorio, consumible, u otro equipo médico. Requieren, mantenimiento, calibración, reparación, capacitación al usuario y retirada del servicio; actividades usualmente gestionadas por ingenieros biomédicos.

Por otro lado, también define a los dispositivos médicos como aquel producto, instrumento, aparato, máquina o programa informático que se usa para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de enfermedades, dolencias y cuidados paliativos, o para detectar, medir, restaurar, corregir o modificar la anatomía o función del organismo. Los medios empleados por un dispositivo médico no son farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos (Glosario de Gestión de Equipo Médico, 2016).

El funcionamiento de la mayor parte de los equipos médicos no puede concebirse sin la inclusión del binomio: profesional de salud e ingeniero. Como parte del ambiente hospitalario, este binomio juega un papel decisivo porque para emplear de manera segura y eficiente las diferentes tecnologías médicas disponibles se requiere de un amplio conocimiento, no solo en el ámbito de la ingeniería en la parte del funcionamiento del equipo, sino también en el de la seguridad a través de las especificaciones con el fin de asegurar la correcta interacción con el paciente. Para esto el ingeniero debe dominar los aspectos propios de la tecnología y cómo estos actúan a nivel fisiológico con el cuerpo humano (Rivera, 2016).

La gestión de equipo médico en los servicios médicos resulta del personal de salud, al reconocer la necesidad de utilizar equipos médicos especializados para obtener mayor precisión en los diagnósticos y tratamientos durante la prestación de servicios de atención médica, por lo que Rivera (2016), propone tres etapas en sistema de gestión de equipo médico de la siguiente manera y como se muestra en la figura 3 de las Etapas en el sistema de gestión de equipo médico:

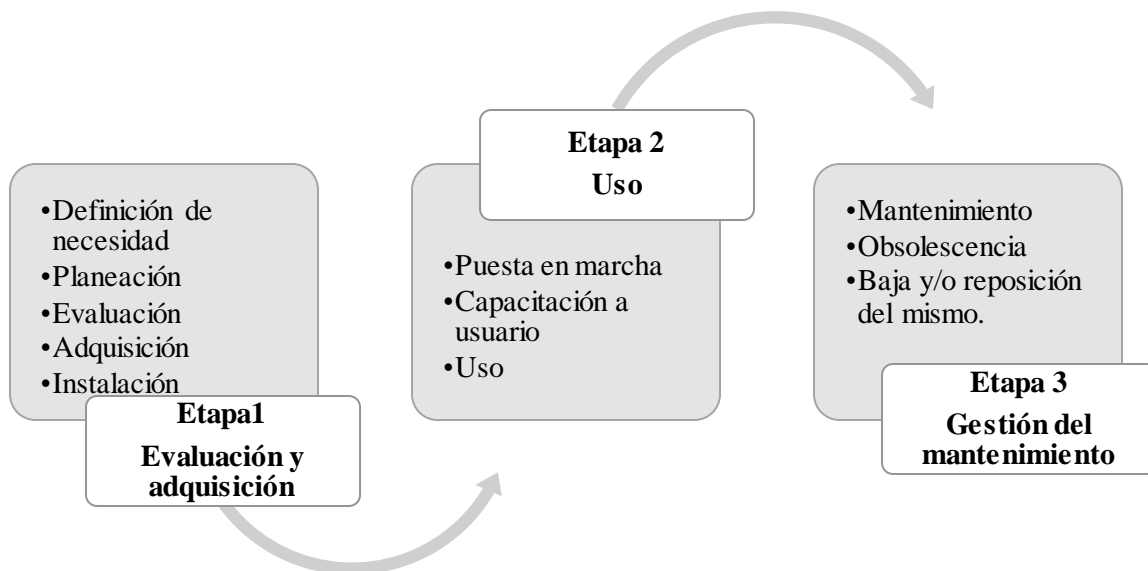
La evaluación es la primera etapa que debe incluir lo técnico y lo económico, que justifique la adquisición y uso de una tecnología determinada o la contratación de terceros para la ejecución de servicios de mantenimiento especializado con alcances definidos y relacionados con el grado de complejidad.

La siguiente etapa incluye el manejo del equipo por el usuario. Los equipos médicos requieren un seguimiento desde su adquisición hasta su disposición final, en el que se tengan registros que permitan darle seguimiento y controlar su comportamiento durante el tiempo de servicio.

La tercera etapa corresponde, propiamente, a la conservación y mantenimiento del equipo durante su tiempo de servicio y termina con el procedimiento para retirarlo del servicio. Esta etapa se conoce como gestión del mantenimiento de equipo médico y se particulariza por dos razones: la primera debe implementarse en el hospital durante todo el tiempo de servicio del equipo, que para la mayoría va de los 5 a los 10 años, la segunda es porque los costos anuales que implica conservar y mantener un equipo inciden directamente en el presupuesto operativo de cualquier institución de salud.

Como parte de las estrategias que permitan la correcta adquisición de equipos y contratación de servicios para satisfacer las necesidades relacionadas con los equipos médicos dentro del hospital, durante su tiempo de servicio, mediante el seguimiento y control de todas las acciones generadas a través de diversos tipos de evaluaciones y análisis que garanticen no solo su viabilidad económica sino técnica. Por esto se requiere de ingenieros biomédicos, quienes por su perfil profesional pueden correlacionar la necesidad médica con la tecnología disponible, a un costo razonable en un periodo de uso claramente definido (Rivera 2016).

Figura 3. Etapas en el sistema de gestión de equipo médico.



Fuente: Etapas y pasos del Sistema de Gestión de Equipo Médico. Rivera, (2016).

3.2.6 La bioingeniería en el futuro.

Según Salinas (2015), la ingeniería biomédica ha crecido a pasos agigantados, y el enfoque en el que se ha posicionado ya no es solo en el área de ingeniería clínica o el estudio de las estructuras sanitarias, sino en los campos de la nanotecnología y bioingeniería. Ejemplos de estos en la creación de prótesis mioeléctricas que pueden ser controladas por los músculos del remanente muscular de pacientes amputados, marcapasos que pueden ser implantados en el corazón del paciente justo en la cavidad ventricular sin cables o conexiones externas,

trasplantes y órganos personalizados de acuerdo a la fisionomía de cada paciente utilizando impresión 3D, descelularización de órganos para aumentar su duración y proveer almacenamiento prologando, son entre muchos otros, grandes avances de la actual carrera tecnológica que se vive en el área de la ingeniería biomédica.

3.2.7 Desafíos de los emprendedores en tecnología y la bioingeniería.

Estudios recientes han comprobado que las llamadas “*starups*” son las corporaciones del futuro. Una característica de estas empresas emergentes es su alto empleo de la tecnología. Si bien, la creación de una empresa de servicios biomédicos necesita más que tecnología y buenas ideas, el principio aplicable es el mismo. Por ser un campo de reciente creación, las actividades de bioingeniería no han sido aprovechadas como debería. La *American Society for Engineering Education* (2008), reconoce que la ingeniería biomédica es uno de los campos de mayor desenvolvimiento en la ingeniería del presente, así como que la educación en este campo de la ciencia se ha desarrollado significativamente, hasta englobar áreas más avanzadas del terreno de la ciencia, como la ingeniería electromecánica, el procesamiento avanzado de imágenes, y la adquisición y procesamiento de datos.

Zwilling (2013), reconocido inversor y capacitador de emprendedores, hace un recuento de los retos y oportunidades del mundo del emprendimiento empresarial detectados por la consultora de negocios Rivenburgh (2013) en su libro “*The New Corporate Facts of Life*”, se muestran a continuación:

1. Innovación disruptiva: ocurre cuando un nuevo servicio o modelo modifica la forma en la que se ha venido haciendo negocios por los últimos años. Es un factor que rompe con lo tradicional para emprender un nuevo sendero en un terreno desconocido en la forma de hacer negocios. Esto significa que, si la empresa no planea innovar como parte de sus actividades cotidianas, pronto perderá presencia y rentabilidad.
2. Inestabilidad económica. Se refiere a la incertidumbre financiera que ocurre en todos los países, industrias y personas. También significa en tener la capacidad para obtener de la inestabilidad la oportunidad para prosperar.
3. Agitación social. Pobreza, contaminación, desempleo, educación limitada y los servicios médicos deficientes son algunas de las grandes oportunidades para los emprendedores sociales.
4. Cambios en los depositarios del poder. Los roles han cambiado respecto a quienes ostentan el poder. Antes se depositaba en los accionistas y miembros del consejo; hoy, los clientes y proveedores son quienes tienen la mayor autoridad en los negocios. Explora nuevos modelos, como el capitalismo consciente, que está dedicado al

progreso de la humanidad, usando buenas prácticas de negocios, que beneficien a la sociedad en conjunto y no solo a los usuarios de los productos.

5. Degradación ambiental. La capacidad de emprender, generar tecnología y prestar servicios sin sacrificar el bienestar de la naturaleza, así como el hecho de tener negocios sustentables.
6. Globalización. La habilidad para aprovechar las tecnologías de la información, la comunicación y el transporte, sobreponerse a los mercados y aprovechar las tendencias.
7. Cambios demográficos. Con el incremento de la población, cada vez se consumen más bienes y servicios, desde los básicos hasta los de alta tecnología.

Un estudio reciente de ProMéxico (2016), revela que los planes de negocio de las *starups* por lo general se encuentran centrados en productos o procesos innovadores que son resultado de la investigación académica. Una de sus principales características es que tienen periodos largos de inicio, con altos costos fijos, un porcentaje bajo de utilidades y una gran necesidad de respaldo de capital. Debido a lo anterior, se ha generado la práctica por parte de las grandes empresas de generar crecimiento a través de la adquisición de empresas pequeñas, compitiendo en el mercado de la biotecnología por medio de la adquisición de pequeñas compañías, obteniendo así sus derechos de propiedad intelectual (ProMéxico, 2016).

En el año 2008, la *National Academy of Engineering* emitió una lista de los que serían los principales desafíos de la ingeniería en el siglo XXI. Fue elaborada por un equipo de expertos de todo el mundo convocados a petición de la *National Science Foundation* (NSF). A continuación, se enumeran los catorce retos que se concluyó que deben ser superados a fin de mejorar el modo de vida.

1. Conseguir que la energía solar sea accesible
2. Suministrar energía a partir de la fusión
3. Desarrollar métodos de secuestro del carbono
4. Gestionar el ciclo del nitrógeno
5. Suministrar acceso al agua potable
6. Restaurar y mejorar las infraestructuras urbanas
7. Avanzar en la tecnología e informática para la sanidad
8. Diseñar mejores medicamentos
9. Hacer ingeniería inversa del cerebro
10. Prevenir el terror nuclear
11. Proteger el ciberespacio
12. Enriquecer la realidad virtual

13. Avanzar en el aprendizaje personalizado
14. Diseñar herramientas para el descubrimiento científico

Gismondi (2010), indica que tras un análisis llevado a cabo por más de 50 especialistas, los 14 retos fueron sintetizados en cuatro grandes categorías, los cuales constituyen, a su vez, los pilares fundamentales para el éxito de la humanidad.

1. La sostenibilidad
2. La salud
3. La reducción de la vulnerabilidad
4. La calidad de vida

El estudio señala que los ingenieros han marcado los avances de la civilización a lo largo de toda la historia, y que su presencia e influencia se ha acrecentado a partir de la Revolución Industrial, que supuso la sustitución del trabajo humano por el de las máquinas en incontables facetas. Todos estos avances, por otro lado, han generado una serie de desafíos ya que, a medida que la población crece y necesita expandirse, el problema de la sostenibilidad sigue aumentando, al igual que la necesidad de mejorar la calidad de vida (Gismondi, 2010).

El Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) (2015), da cuenta que la IFMBE, destaca que la ingeniería biomédica afronta retos y oportunidades en los siguientes ámbitos:

- TIC en la medicina y la asistencia sanitaria
- Cirugía mínimamente invasiva
- Sensores biomédicos
- Diagnósticos
- Diagnóstico por imágenes y visualización de datos
- Materiales inteligentes
- Ingeniería celular y de células madre
- Nanotecnología
- Modelación y simulación de los sistemas fisiológicos y del cuerpo humano en su conjunto

Según indica la Academia Nacional de Ingeniería (NAE), los grandes retos del siglo en el campo de la ingeniería biomédica son lograr la sustentabilidad, preservar la salud, reducir de manera importante la vulnerabilidad física y virtual y mejorar la calidad de vida de las personas. En México, universidades, empresas y asociaciones médicas realizan estudios e investigaciones que conlleven a la solución de estos retos, de la mano de la SOMIB (Muñoz, 2015). Por lo que se puede observar que este grupo tripartito tiene claro el panorama que enfrenta el país, en el intento por impulsar el desarrollo de la bioingeniería, de acuerdo con las instituciones más especializadas en el tema a nivel mundial.

3.3 Modelo aplicable al caso.

Con el fin de entender con mayor claridad el fenómeno del emprendimiento y sus consecuentes desafíos se presenta a continuación la opinión de diversos autores cuyo campo de estudio se ha desarrollado en sector de la creación de negocios, sus previas investigaciones han sido de gran importante en la consolidación de las bases sobre las cuales la presente investigación se desarrolló, abonando una perspectiva documentada al fenómeno que aquí se estudia.

De acuerdo con Ubierna, Pérez (2017), la intención emprendedora se ha convertido en un área de investigación que se ha consolidado a lo largo de los años, además asegura que la clave para entender dicho fenómeno se encuentra en el grupo de universitarios cuyos campos de acción se consolidarán en los años posteriores a su egreso de las instituciones académicas. A esta idea se suman Fayolle y Liñan (2014), que consideran que los futuros profesionistas son un grupo clave en la implementación de políticas que fomenten el emprendimiento y sus consecuentes desafíos.

Shimnar, Giacomini, Jassen (2012), consideran que existen diversos obstáculos que inhiben el espíritu emprendedor en una persona, independientemente del grado de estudios académicos que esta posea. Las barreras así identificadas se describen como obstáculos políticos, institucionales, económicos, o personales, como se observa en la figura 4, en el Modelo de barreras de emprendimiento. El prospecto a emprender considera que estos elementos son difíciles de sortear, causando que opte por la empleabilidad en lugar del emprendimiento.

El informe internacional *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) (2015), indica que las principales barreras para el emprendimiento son diversas, empezando por la incapacidad de inculcar en el estudiante, desde su formación básica escolar, aptitudes emprendedoras; sumándose a esto la falta de políticas gubernamentales asociadas con la burocracia, la falta de incentivos tributarios y la incapacidad de transferencia I+D. En lo que respecta al financiamiento el informe destaca que no solo se trata de insuficiencia en los que ahora se encuentran disponibles, sino que son poco accesibles debido a sus altos costos, a la dificultad de adquirirlos por los aspectos impositivos y los requerimientos jurídicos.

Figura 4. Modelo de barreras de emprendimiento.



Fuente: Principales Barreras de inhibidores del emprendimiento. Shimnar, Giacomini, Jassen, (2012).

IV. Metodología.

4.1 Generalidades.

La investigación presente ha sido sustentada en el modelo de las Principales Barreras Inhibidoras del Emprendimiento, presentado en la Figura 5, apartado 3.3, cuya composición constituye una representación gráfica que recoge las evidencias aportadas por diversos autores en recientes investigaciones del área del emprendimiento. En él se observa la interacción entre las principales barreras que inhiben el emprendimiento, en cualquiera de las industrias y cuya aplicación ha sido apropiada en el sector de las empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana, Baja California, México

4.1.1 Marco Espacial.

Empresas del ramo de la bioingeniería, enfocadas en la prestación de servicios de mantenimiento de equipo biomédico para clínicas y hospitales de Tijuana, B.C.

4.1.2 Marco Temporal.

Esta investigación se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los años 2018-2019.

4.1.3 Tipo de Investigación.

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo-cualitativo, con un alcance descriptivo y correlacional. El diseño es de una investigación no experimental y de corte transversal.

4.1.4 Ventajas y Desventajas del diseño de la investigación.

Las ventajas de desarrollar un cuestionario aplicable a las empresas que actualmente ofrecen estos servicios de mantenimiento de equipo biomédico es que permite tener una comprensión, desde las fuentes primarias, respecto a los factores inhibidores de creación de empresas en este sector; permitiendo de esta manera una perspectiva clara de las barreras de entrada y permanencia para los emprendedores. Así también favorece el entendimiento de algunos otros aspectos cruciales en este fenómeno que solo pueden ser entendidos por aquellos que actualmente operan en el campo.

Dentro de las desventajas destacan las complicaciones surgidas al llevar a cabo la recopilación de información, debido a que trata asuntos sensibles que se caracterizan por no ser de dominio público; se observa también que debido al reducido número del universo disponible la muestra no puede ser determinada conforme a los procedimientos tradicionales, por lo que este instrumento tuvo que ser aplicado a la totalidad de empresas que ofrecen los servicios de mantenimiento de equipo biomédico para clínicas y hospitales de Tijuana, B.C., significando esto un importante desafío dada la limitación de tiempo y recursos disponibles.

4.1.5 Universo de Estudio.

El universo está comprendido por empresas dedicadas a los servicios de mantenimiento de equipo biomédico para clínicas y hospitales de Tijuana, B.C., y se busca que a través de ellas se logre contestar un cuestionario que otorgue resultados a la investigación a fin de comprender los factores inhibidores en la creación de empresas de esta rama.

4.1.6 Determinación de los sujetos de investigación.

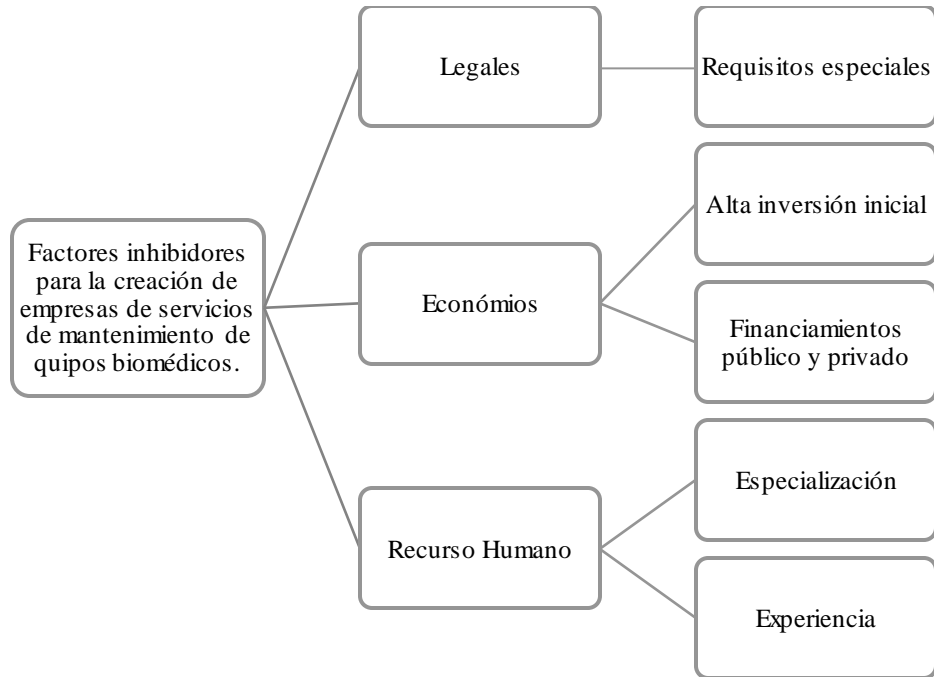
Para efectos de la investigación la determinación de la muestra está comprendida por las tres empresas establecidas en Tijuana, B.C., que brindan los servicios de mantenimiento de equipo biomédico a clínicas y hospitales.

1. GSL Medical Global Solutions.
2. Equipo industrial y suministro médico.
3. Biomédica de México.

4.2 Definición conceptual y operacional de las variables.

4.2.1 Diagrama de Variables.

Figura 5. Factores inhibidores para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de quipos biomédicos. (Diagrama Ex Ante).



Variable DEPENDIENTE **Variable INDEPENDIENTE** **DIMENSIONES**

Fuente: Elaboración propia (2019), con datos proporcionados de (Shimnar, Giacomini, Jassen, 2012).

4.2.2 Tabla de definición de conceptos y operación de las variables.

Tabla 7. Definición de conceptos y operación de las variables.

Variables	Conceptualización	Dimensiones	Instrumento de Recolección
Legales	Se entienden por aspectos legales a los requisitos necesarios para la obtención de financiamiento, incluidos los avales; así como a los trámites relacionados a la constitución de la empresa y su figura jurídica. Identifica las políticas públicas que favorecen o no a la actividad emprendedora, algunos de ellas son impuestos, trámites burocráticos, obtención de licencias, regulaciones, proceso de registro, nivel de atención al emprendedor por parte de los servidores públicos, entre otras. (GEM, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos especiales 	Encuesta y entrevistas de profundidad.
Económico	Busca identificar las disponibilidad de recursos financieros y de capital para la creación de nuevas empresas y el impulso de empresas en crecimiento, estos recursos incluyen subsidios o apoyos públicos, inversionistas formales e informales, créditos bancarios, microcréditos, etcétera. (GEM, 2015).	<ul style="list-style-type: none"> • Alta inversión inicial • Financiamiento público y privado 	Encuesta y entrevistas de profundidad.
Recurso Humano	El recurso humano se refiere a las capacidades técnicas del personal, así como las competencias del emprendedor, denominadas en su conjunto como intención emprendedora. Revuelto-Taboada, Lorenzo, (2014).	<ul style="list-style-type: none"> • Especialización • Experiencia 	Encuesta y entrevistas de profundidad.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

4.3 Instrumentos de la investigación.

4.3.1 Diseño del instrumento de medición.

4.3.2 Escalas de medición.

Para el presente trabajo de investigación se está utilizando la Escala de Likert, este método fue desarrollado por Rensis Likert a principios de 1930, pero continúa siendo un enfoque vigente y utilizado al día de hoy, este consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide al sujeto que exprese su reacción eligiendo uno de los cinco puntos en una escala, a cada punto se le asigna un valor numérico; así el sujeto de estudio obtiene una puntuación respecto a la afirmación y al final se obtiene su puntuación total sumando las puntuaciones obtenidas en relación a todas sus afirmaciones.

Los rangos de respuestas van de TA (Totalmente de Acuerdo) a TD (Totalmente en Desacuerdo). La escala de intervalo se integra por 4 aciertos quedando: 1. Totalmente de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. En desacuerdo, 4. Totalmente en desacuerdo, 5. Indeciso.

4.3.3 Validez y Confiabilidad del instrumento.

A fin de cumplir con los objetivos propuestos para la investigación, se ha desarrollado un instrumento para la recolección de datos. Los reactivos del instrumento se han formulado a partir de la información obtenida en el marco teórico, de manera que permita retroalimentación de profesionistas que actúan en el campo diario de la Biotecnología, con el fin de obtener información práctica y actual referente a los elementos que funcionan como barreras inhibitorias para el emprendimiento en la industria del mantenimiento biomédico, específicamente en la ciudad de Tijuana, Baja California.

El cuestionario está conformado por 21 reactivos, divididos en tres secciones: legal, económico y recurso humano. Las respuestas son de opciones múltiples a partir de escalas específicas, con lo cual se logra recopilar la información necesaria para el análisis de cada una de las variables que influyen en los factores que inhiben la creación de empresas de mantenimiento de equipo biomédico.

De acuerdo con Ander-Egg (2003) la medición “consiste sustancialmente en una observación cuantitativa, atribuyendo un número a determinadas características o rasgos del hecho o fenómeno observado”. En esta investigación se aplica la escala de medición de intervalo para conocer los factores que determinan la creación de empresas de mantenimiento para equipo Biomédico. En el diseño del instrumento antes mencionado se ha considerado que cada uno de los ítems es de igual peso, lo cual permite la suma directa del valor de cada reactivo para la obtención de resultados.

La validez del instrumento fue evaluada por expertos del área biomédica, quienes analizaron las preguntas de la encuesta y certificando de esa manera que las variables contenidas fueron abordadas apropiadamente.

Según Hernández Sampieri (2010), La confiabilidad del instrumento se midió a través del Alfa de Cronbach, aplicado en el sistema Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), con lo que se aseguró que las respuestas obtenidas en la encuesta fueron confiables, mayor que 0.7, de acuerdo a la fórmula utilizada para el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, que es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida y cuya denominación Alfa fue realizada por Cronbach en 1951. Este indicador es una medida de las correlaciones entre variables que forman parte de la escala. Puede calcularse de dos formas: a partir de las varianzas (Alfa de Cronbach) o de las correlaciones de los ítems (Alfa de Cronbach Estandarizado).

El coeficiente alfa se puede utilizar como un índice de solidez interna. El coeficiente de Alfa puede visualizarse como el límite inferior del coeficiente de confianza conocido como coeficiente de precisión, este se puede visualizar como el promedio de todos los coeficientes de confiabilidad que se obtiene por los métodos de las dos mitades; no es un índice unidimensional del instrumento, se puede utilizar en cualquier situación en la que se requiera estimar la confiabilidad de un compuesto, tal como lo muestra la tabla 8. (Hernández Sampieri, et. al., 2010).

Tabla 8. Coeficiente del Alpha de Cronbach.

Alpha de Cronbach	Consistencia interna
Mayor a 0.9	Excelente
0.8 a 0.90	Bueno
0.7 a 0.8	Aceptable
0.6 a 0.7	Cuestionable
0.5 a 0.6	Pobre
0.5 o menor	Inaceptable

Fuente: Hernández Sampieri, et. al., (2010).

La confiabilidad del cuestionario se determinó mediante el coeficiente de confiabilidad de Alfa de Cronbach, por medio del programa SPSS: el resultado arrojado por dicho programa fue de .836, un grado de confiabilidad aceptable (ya que está por arriba de 0.7, puntuación mínima aceptable.) Tal como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Alfa de Cronbach.

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.836	21

Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

4.3.4 Aplicación del instrumento.

Debido a la falta de empresas relacionadas con los fines del presente estudio, el instrumento de recolección de datos será aplicado a las únicas empresas que ofrecen servicios de mantenimiento biomédico en la ciudad de Tijuana, constituyendo de esta manera un censo, en lo que respecta a los alcances y fines del presente estudio, considerando además las limitaciones de tiempo y recursos.

Las empresas seleccionadas para la aplicación del instrumento son:

1. GSL Medical Global Solutions
2. Equipo industrial y suministro médico
3. Biomédica de México

Las personas seleccionadas para responder el cuestionario son, en el caso de Biomédica de México el Propietario de la empresa; y para GSL Medical Global Solution y Biomédica de México, un representante de nivel gerencial debido a que en la ciudad de Tijuana únicamente se encuentra una sucursal. La perspectiva de los encuestados permitirá comprender con mayor claridad el entorno y las condiciones que los emprendedores de esta industria deben enfrentar, así como las circunstancias que predominan en el mercado y la competencia de quienes ya operan en él.

La disponibilidad de las empresas, así como el alto hermetismo observado en las mismas hizo imposible llevar a cabo el estudio en la totalidad de las empresas propuestas, por lo tanto el cuestionario solo se aplicó a dos de ellas.

4.4 Procesamiento de datos.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), que es un conjunto de herramientas estadísticas para la captura, codificación, procesamiento e interpretación de datos. Las gráficas presentadas también serán creadas con el apoyo del mismo software.

V. Resultados.

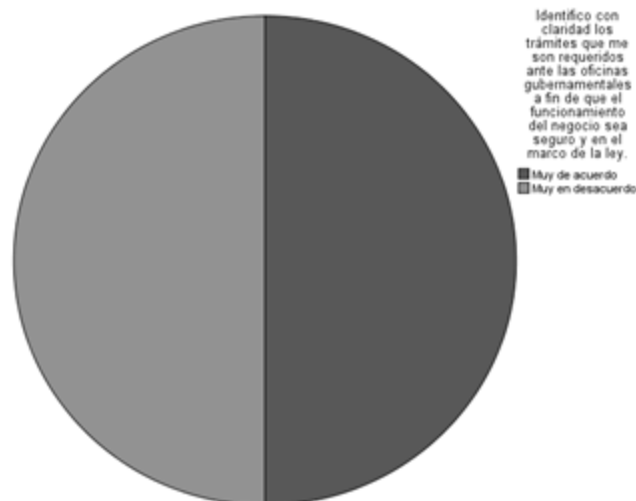
A continuación se presenta el resultado de las preguntas aplicadas en el instrumento de investigación.

5.1 Legal.

Pregunta 1-Legal: Registros Especiales.

De acuerdo con los datos obtenidos en la gráfica 1 se observa, que el 50% de los bioingenieros que actualmente operan un negocio de mantenimiento para equipo biomédico entienden con claridad los trámites que son requeridos ante las oficinas gubernamentales para el adecuado funcionamiento de su negocio. Estos trámites no solo son importantes para la obtención de los permisos, sino que representan lo requerido para que el funcionamiento sea seguro, de acuerdo con los términos legales.

Gráfica 1. Identifico con claridad los trámites que me son requeridos ante las oficinas gubernamentales a fin de que el funcionamiento del negocio sea seguro y en el marco de la ley.



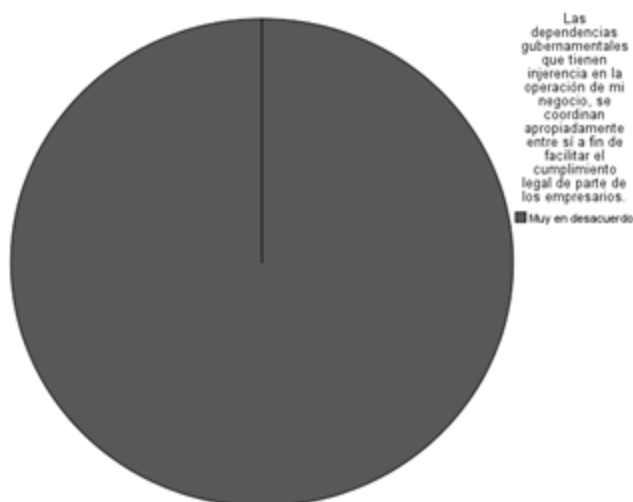
Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

En la gráfica 1 también se observa que el restante 50% de los bioingenieros desconoce por completo los requisitos legales que son necesarios para la operación segura y con licencias. La polarización exacta que existe entre los que conocen y los que no es muestra clara de que los trámites legales son, en sí un factor que ha llegado a inhibir el emprendimiento. Este resultado demuestra que la información respecto a los trámites no son lo suficientemente claros, o que no se encuentran claramente definidos.

Pregunta 2-Legal: Registros Especiales.

Sin embargo, la totalidad de los encuestados está de acuerdo en que las dependencias gubernamentales que tienen injerencia en la operación del negocio no se coordinan apropiadamente entre sí, a fin de facilitar el cumplimiento legal de parte de los empresarios, tal como se observa en la gráfica 2.

Gráfica 2. Las dependencias gubernamentales que tienen injerencia en la operación de mi negocio, se coordinan apropiadamente entre sí a fin de facilitar el cumplimiento legal de parte de los empresarios.

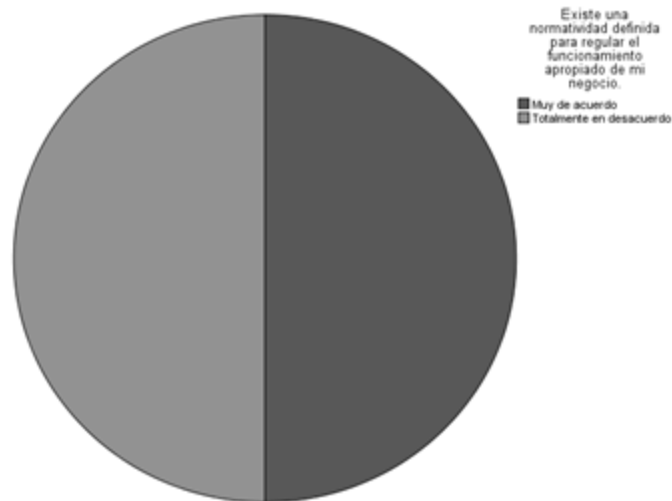


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 3-Legal: Registros Especiales.

El resultado de la gráfica 3 ayuda a comprender que el 50% de los bioingenieros que conocen los trámites requeridos para la operación del negocio lo hacen por medios independientes, y que la falta de coordinación entre las propias dependencias dificulta, según se observa, que la mitad de los emprendedores logren hacerlo con facilidad. La normatividad requerida también es conocida por el 50% de los bioingenieros, indicando que hay una relación entre los trámites y las normas.

Gráfica 3. Existe una normatividad definida para regular el funcionamiento apropiado de mi negocio.

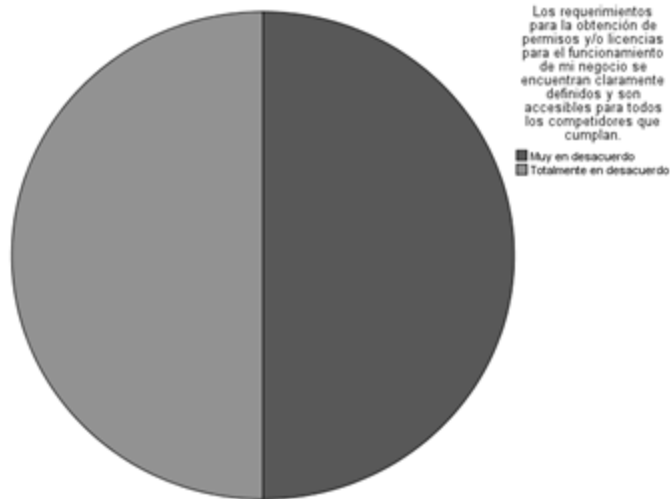


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 4-Legal: Registros Especiales.

Otros resultados de impacto es el hecho de que las dependencias a las que es necesario acudir por asesoría para la resolución de conflictos entre proveedores y clientes; y la obtención para permisos y licencias para el funcionamiento del negocio no parecen coordinarse apropiadamente, según las respuestas de los encuestados que se presentan en la gráfica 4.

Gráfica 4. Los requerimientos para la obtención de permisos y/o licencias para el funcionamiento de mi negocio se encuentran claramente definidos y son accesibles para todos los competidores que cumplan.

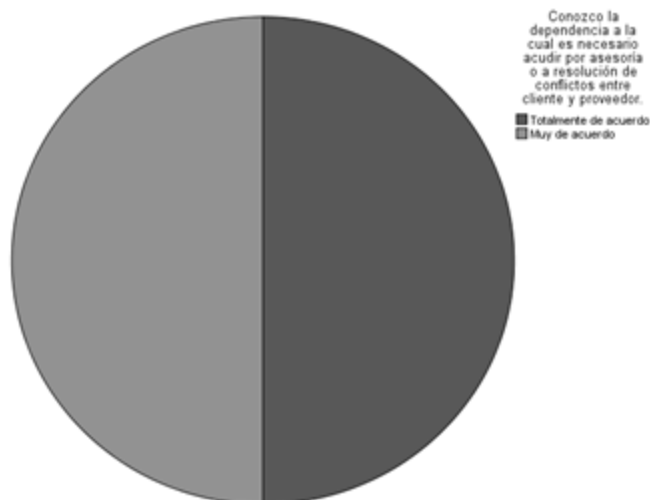


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 5-Legal: Registros Especiales.

En la gráfica 5 se observa que a pesar de la descoordinación entre las oficinas gubernamentales que regulan la operación de negocios de esta naturaleza, los bioingenieros expresan entender claramente las dependencias a las que se requiere visitar para la atención legal de sus negocios. Los resultados de la muestra dejan en claro que el aspecto legal se ha convertido en un inhibidor en cierta forma a causa de las dependencias, o de la autoridad que emite los permisos, además de que los propios bioingenieros aparentemente no toman parte activa en la comprensión de los aspectos legales para la operación del negocio.

Gráfica5. Conozco la dependencia a la cual es necesario acudir por asesoría o a resolución de conflictos entre cliente y proveedor.



Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

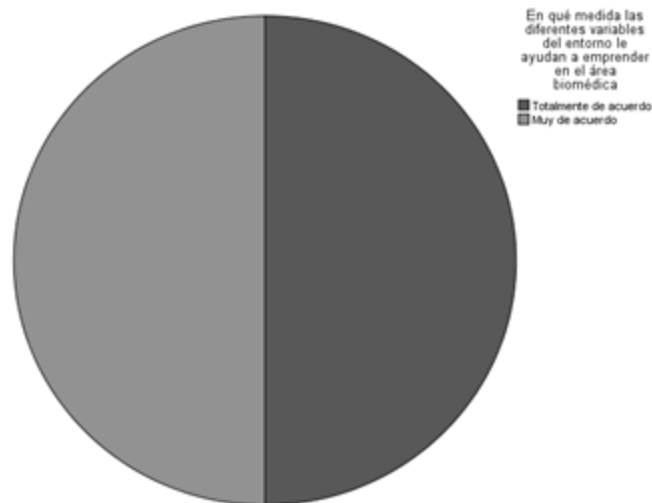
A pesar de la descoordinación entre las oficinas gubernamentales que regulan la operación de negocios de esta naturaleza, los bioingenieros expresan entender claramente las dependencias a las que se requiere visitar para la atención legal de sus negocios. Los resultados de la muestra dejan en claro que el aspecto legal se ha convertido en un inhibidor en cierta forma a causa de las dependencias, o de la autoridad que emite los permisos, además de que los propios bioingenieros aparentemente no toman parte activa en la comprensión de los aspectos legales para la operación del negocio.

5.2 Económico.

Pregunta 6-Económico: Alta Inversión Inicial.

En cuanto a las variables económicas en la gráfica 6 se observa una división exacta en la muestra. Prácticamente la totalidad de los encuestados considera que las variables económicas son determinantes para comprender lo que es requerido para emprender en el área biomédica. Es decir, la situación del entorno favorece al emprendimiento, según la apreciación de los bioingenieros consultados.

Gráfica 6. En qué medida las diferentes variables del entorno le ayudan a emprender en el área biomédica.

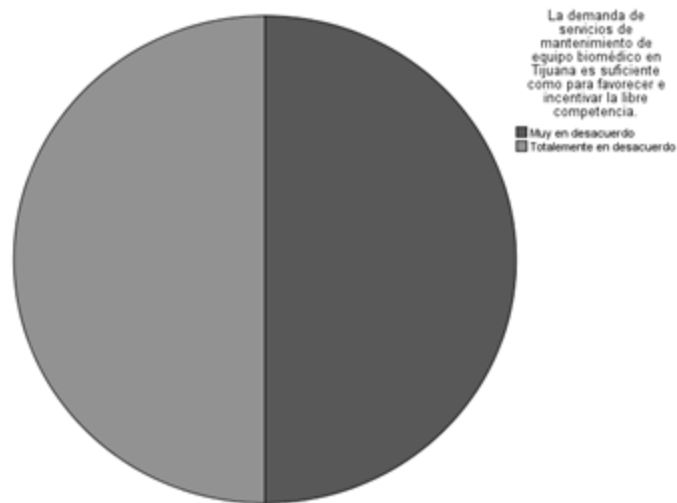


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 7-Económico: Alta Inversión Inicial.

En cuanto a la condición de mercado, la demanda de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana no es lo suficientemente grande como para incentivar la libre competencia, por lo tanto, esto constituye en sí una barrera al emprendimiento, puesto que contribuye a la falta de condiciones propicias para el sano emprendimiento como se observa en la gráfica 7.

Gráfica 7. La demanda de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana es suficiente como para favorecer e incentivar la libre competencia.

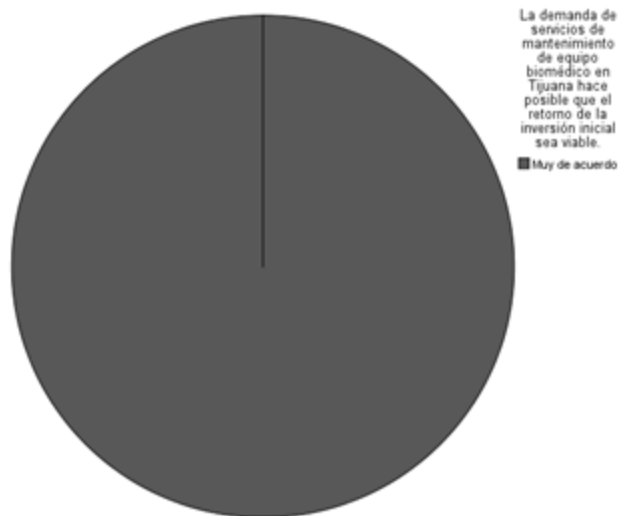


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 8-Económico: Alta Inversión Inicial.

Un dato importante es que, a pesar de que la demanda aun no es suficiente como para la libre competencia, la demanda existente es considerada, por el total de los encuestados, como lo suficientemente atractiva para invertir en la creación de una empresa de ese giro.

Gráfica 8. La demanda de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana hace posible que el retorno de la inversión inicial sea viable.

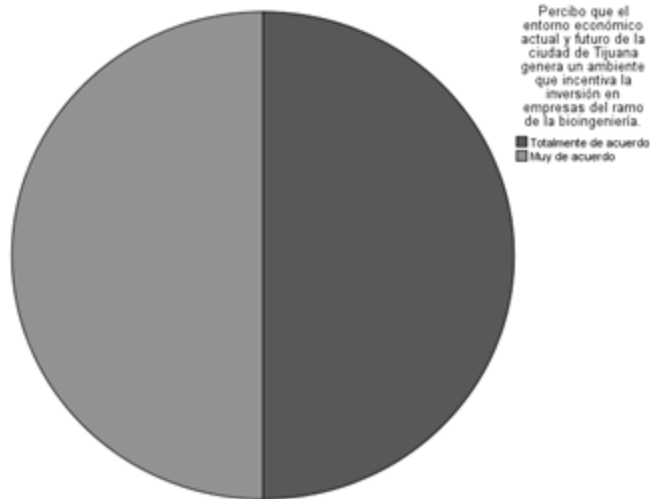


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 9-Económico: Alta Inversión Inicial.

En la gráfica 9 se observa igualmente que el entorno económico de la ciudad de Tijuana ofrece la certidumbre requerida para llevar a cabo la inversión necesaria para la creación de una empresa de mantenimiento de equipo biomédico.

Gráfica 9. Percibo que el entorno económico actual y futuro de la ciudad de Tijuana genera un ambiente que incentiva la inversión en empresas del ramo de la bioingeniería.

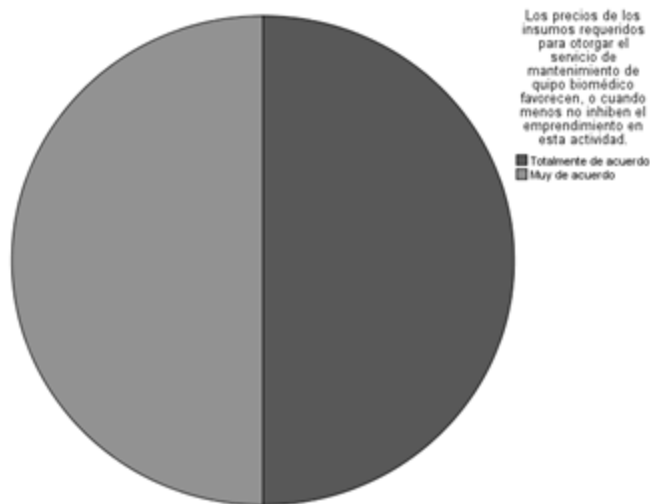


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 10-Económico: Alta Inversión Inicial.

Los precios de los insumos, además, parecen ser un indicador positivo para los emprendedores. El 100% de los encuestados considera que los precios de los insumos son lo suficientemente atractivos como para llevar a cabo la inversión requerida, como se observa en la gráfica 10.

Gráfica 10. Los precios de los insumos requeridos para otorgar el servicio de mantenimiento de equipo biomédico favorecen, o cuando menos no inhiben el emprendimiento en esta actividad.

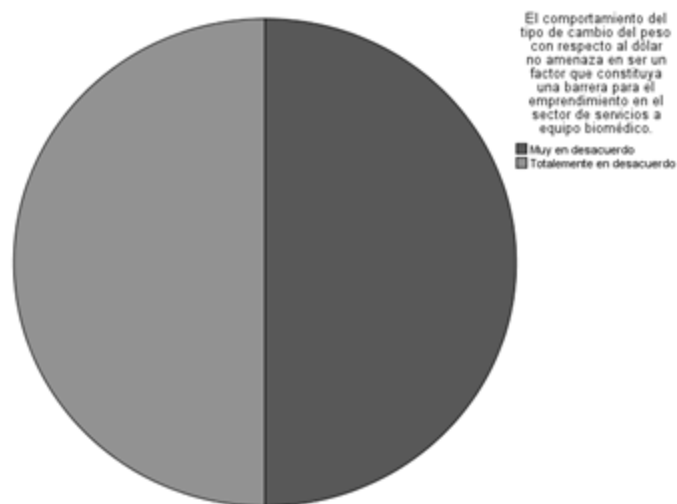


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 11-Económico: Alta Inversión Inicial.

Un aspecto del entorno económico que constituye una barrera inhibitora es el tipo de cambio. Como se observa en la gráfica 11, todos los encuestados están de acuerdo con que el precio del dólar constituye una amenaza para el emprendedor. Los insumos valuados en dólares conllevan un riesgo para el emprendedor.

Gráfica 11. El comportamiento del tipo de cambio del peso con respecto al dólar no amenaza en ser un factor que constituya una barrera para el emprendimiento en el sector de servicios a equipo biomédico.

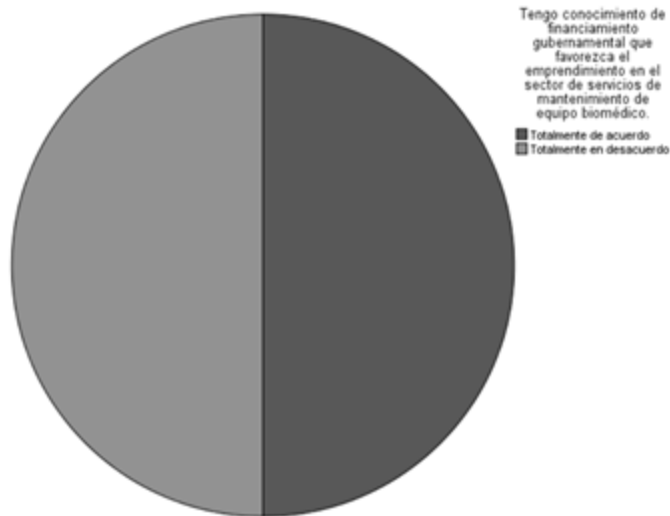


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 12-Económico: Financiamiento Público y Privado.

En la gráfica 12 se puede observar que la opinión se encuentra dividida en lo que tiene que ver con la procuración de financiamiento. El 50% de los bioingenieros expresa tener conocimiento en cuanto a los métodos de financiamiento gubernamentales, esta división de opiniones permite comprender que al igual que en los aspectos legales los profesionistas de la bioingeniería requieren un mayor esfuerzo por encontrar las fuentes de financiamiento gubernamentales. El hecho de que la mitad de los profesionistas conozcan dichas fuentes es un indicador de que sí las hay.

Gráfica 12. Tengo conocimiento de financiamiento gubernamental que favorezca el emprendimiento en el sector de servicios de mantenimiento de equipo biomédico.

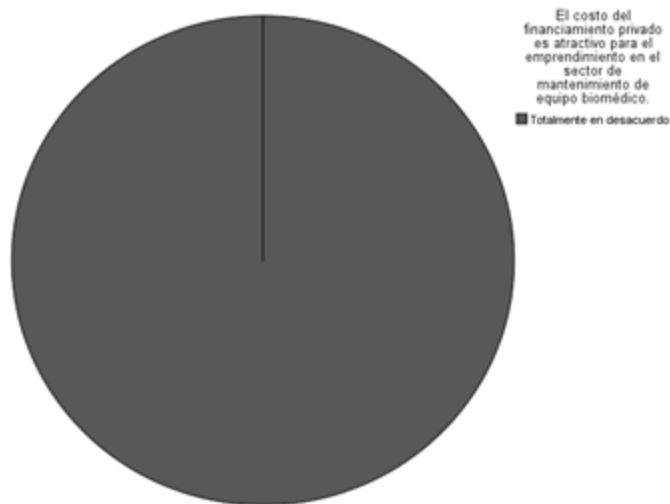


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 13-Económico: Financiamiento Público y Privado.

Sin embargo, en la gráfica 13 se puede observar que la existencia de fuentes de financiamientos por sí solas no es suficiente. El 100% de los encuestados expresa que el costo del financiamiento privado no es atractivo, ni suficiente. Este resultado ayuda a comprender que si bien es cierto que la mitad de los bioingenieros desconoce las condiciones financieras de los créditos gubernamentales, la totalidad ha tenido oportunidad de hacer contacto con la banca privada.

Gráfica 13. El costo del financiamiento privado es atractivo para el emprendimiento en el sector de mantenimiento de equipo biomédico.

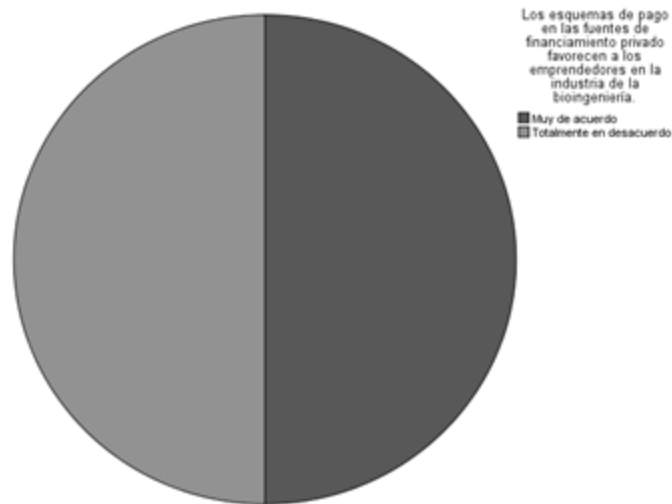


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 14-Económico: Financiamiento Público y Privado.

En la gráfica 14 se observa que el 50% de los encuestados considera ciertos esquemas de pago del financiamiento privado como atractivos. De modo que, si bien es cierto que el costo del financiamiento privado no es atractivo, existen ciertos esquemas de pago que sí llegan a ser accesibles.

Gráfica 14. Los esquemas de pago en las fuentes de financiamiento privado favorecen a los emprendedores en la industria de la bioingeniería.

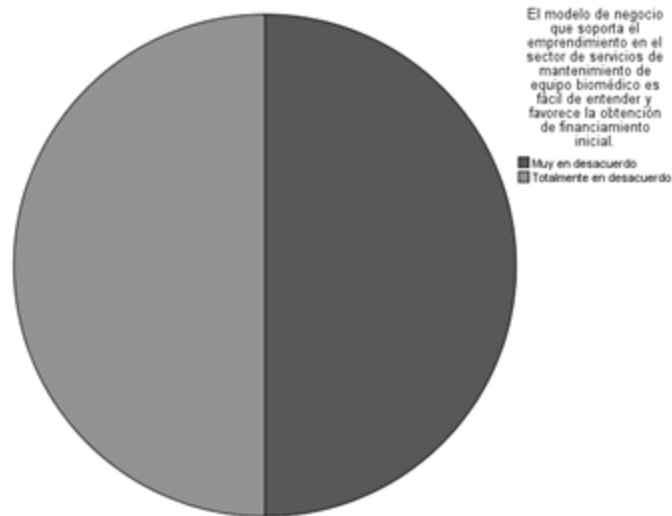


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 15-Económico: Financiamiento Público y Privado.

Otro aspecto que le agrega dificultad al emprendimiento de este tipo resulta en el modelo de negocios. Prácticamente la totalidad de los encuestados está de acuerdo en que el modelo de negocios que soporta el emprendimiento en el sector de servicios de mantenimiento de equipo biomédico no es fácil de entender y que en consecuencia no favorece la obtención de financiamiento inicial como se observa en la gráfica 15.

Gráfica 15. El modelo de negocio que soporta el emprendimiento en el sector de servicios de mantenimiento de equipo biomédico es fácil de entender y favorece la obtención de financiamiento inicial.

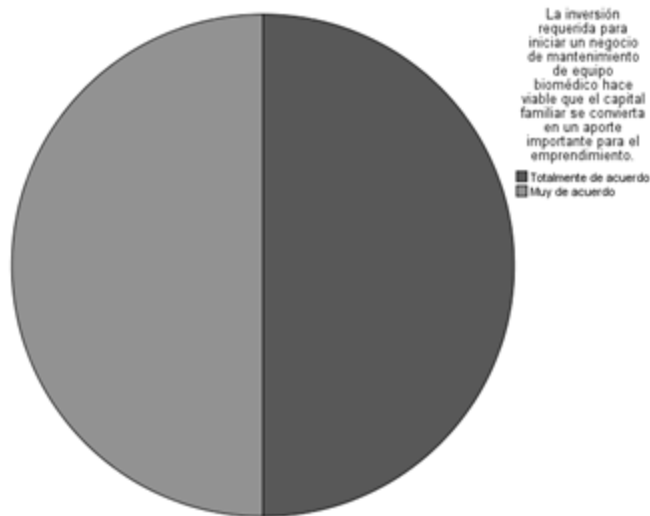


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 16-Económico: Financiamiento Público y Privado.

A esto se agrega que la complejidad de dicho modelo de negocios hace prácticamente imposible que los ingresos de una familia promedio se conviertan en una fuente de financiamiento para los emprendedores. Como se ha sostenido en el marco contextual, uno de los principales desafíos para las microempresas mexicanas es el levantamiento de capital, en porcentaje importante se constituye de aportaciones familiares (León, Saavedra, 2018), no obstante, en el caso de las empresas de mantenimiento de equipo biomédico esto no parece ser posible, como se observa en la gráfica 16.

Gráfica 16. La inversión requerida para iniciar un negocio de mantenimiento de equipo biomédico hace viable que el capital familiar se convierta en un aporte importante para el emprendimiento.



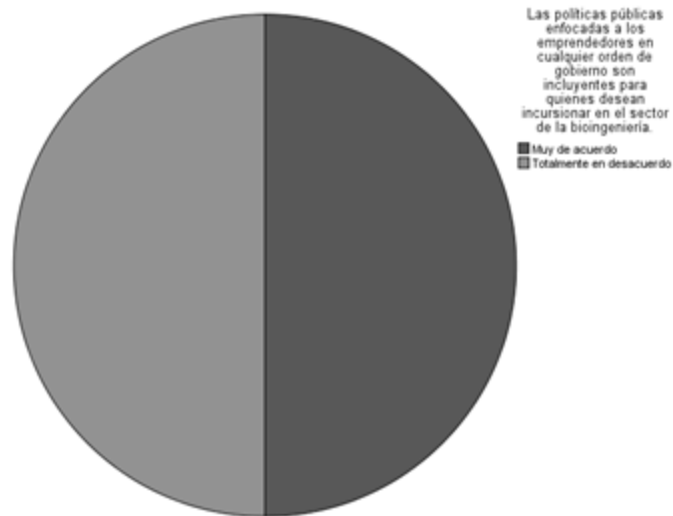
Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

5.3 Recurso Humano.

Pregunta 17-Recurso: Humano Experiencia.

Además del financiamiento público, las políticas enfocadas a los emprendedores en cualquier orden de gobierno deben ser incluyentes para quienes desean incursionar en el sector de la bioingeniería. En la gráfica 17, se observa que los bioingenieros consultados tienen opiniones divididas. La mitad de la muestra expresa sentir que existen políticas públicas que funcionan como alicientes para quienes desean emprender en este sector, por otra parte, el resto de la muestra expresa absoluto desacuerdo. Esta disparidad puede deberse, en parte, a la posibilidad de que entre el propio grupo de bioingenieros existan aquellos que no sepan en dónde buscar los incentivos públicos que la otra mitad sí ha descubierto. También es un indicador de que las dependencias gubernamentales tienen trabajo por realizar en cuanto a promoción de políticas públicas que hasta el momento se encuentran para aplicar, así como en el desarrollo de políticas incluyentes para aquellos emprendedores que no han logrado encontrar las indicadas para sus casos particulares.

Gráfica 22. Las políticas públicas enfocadas a los emprendedores en cualquier orden de gobierno son incluyentes para quienes desean incursionar en el sector de la bioingeniería.

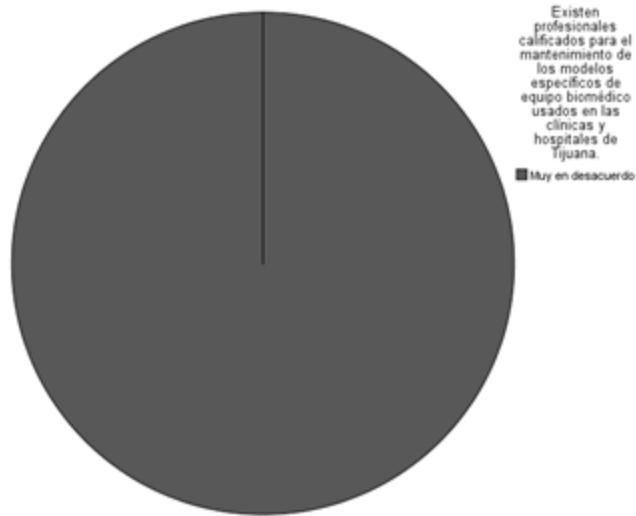


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 18-Recurso: Humano Experiencia.

Como antes se ha mencionado, el mercado existente en Tijuana para la industria de la bioingeniería es amplio y se encuentra insatisfecho, es la opinión de los bioingenieros consultados en el presente estudio que no existen profesionistas calificados para el mantenimiento de los modelos específicos de equipos biomédicos que actualmente se usan en las clínicas y hospitales de la ciudad, de acuerdo a los resultados de la gráfica 18, lo cual ha llegado a tener un efecto doble; por un lado la creación del mercado insatisfecho, por el otro la incapacidad de atender sectores claves de la industria, lo cual se agrava cuando se combina con la falta de financiamiento de calidad, así como del conocimiento y/o desarrollo de políticas públicas para los emprendedores.

Gráfica 18. Existen profesionales calificados para el mantenimiento de los modelos específicos de equipo biomédico usados en las clínicas y hospitales de Tijuana.

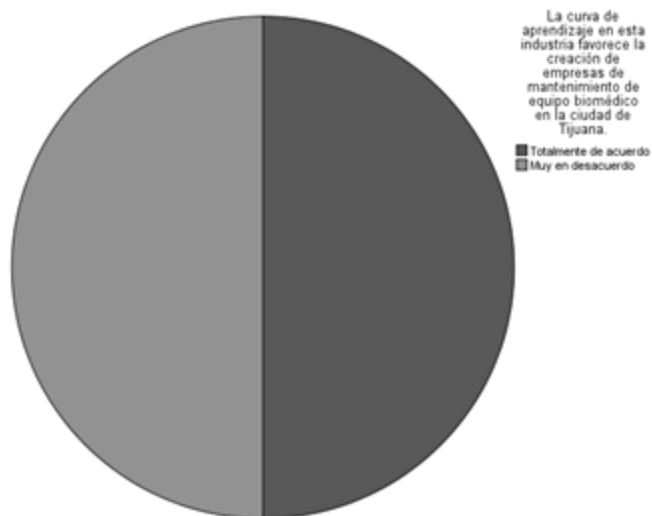


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 19-Recurso: Humano Experiencia.

Como podemos observar en la gráfica 19, no solo es complicado encontrar un modelo de negocios sostenible y diferenciado de la competencia, sino que la curva de aprendizaje es mucho más larga para quienes incursionan en la industria de la bioingeniería. La mitad de los encuestados están de acuerdo en que la curva de aprendizaje es favorable para la creación de empresas, mientras que la otra mitad considera que es un factor inhibitorio.

Gráfica 19. La curva de aprendizaje en esta industria favorece la creación de empresas de mantenimiento de equipo biomédico en la ciudad de Tijuana.

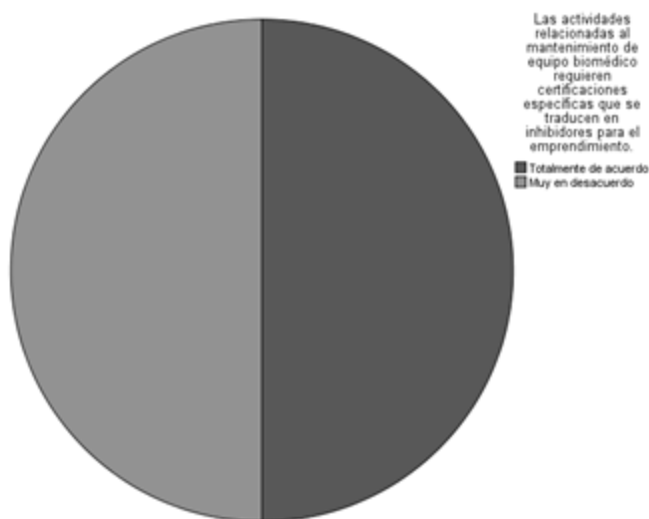


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 20-Recurso: Humano Experiencia.

Otro aspecto en el que existe disparidad de opiniones es la que tiene que ver con las certificaciones. En la gráfica 20 se observa que el 50% de los encuestados consideran que la operación de un negocio no requiere certificaciones, mientras que la otra mitad sí las considera necesarias. Nuevamente se observa un desacuerdo importante en la muestra. Estas opiniones divididas son un indicador que podrían dar idea del porqué existe una demanda insatisfecha, así como la falta de personal certificado para la atención del equipo que actualmente se emplea en las clínicas y hospitales de Tijuana. Como se aprecia, solo para la mitad de la muestra las certificaciones son importantes.

Gráfica 20. Las actividades relacionadas al mantenimiento de equipo biomédico requieren certificaciones específicas que se traducen en inhibidores para el emprendimiento.

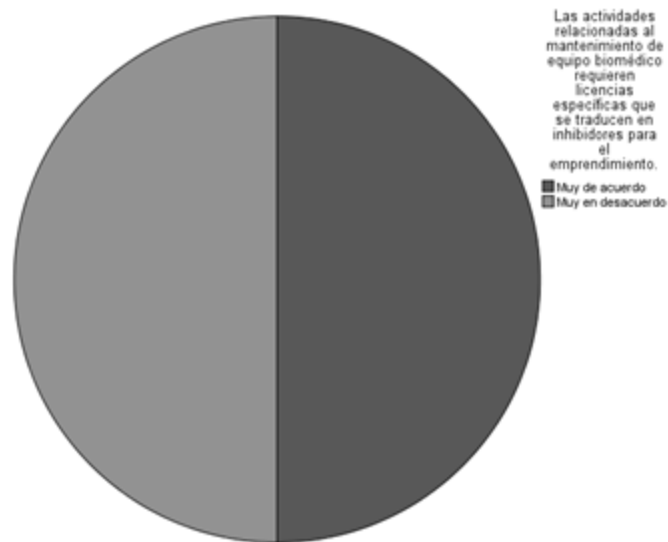


Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

Pregunta 21-Recurso: Humano Experiencia.

Lo mismo aplica para las licencias, en la gráfica 21 la mitad de los encuestados las considera inhibidores importantes para el emprendimiento, la otra mitad no lo cree así. No obstante, se entiende que tanto las certificaciones como las licencias están relacionadas con mayor capacidad de servicio, así como con desempeños más elevados en cuanto a calidad se refiere.

Gráfica 21. Las actividades relacionadas al mantenimiento de equipo biomédico requieren licencias específicas que se traducen en inhibidores para el emprendimiento.



Fuente: Elaboración propia, con datos de SPSS (2019).

VI. Propuesta.

En la tabla 10 se presentan las principales propuestas de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de las variables usadas en la investigación.

Tabla 10. Propuestas.

VARIABLE	PROPUESTA
Legal.	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar un proceso de vinculación entre las empresas de servicios de mantenimiento biomédico en dos momentos: <ol style="list-style-type: none"> 1) Hacia el interior: permitiendo que se forme una red de cooperación entre los propios competidores del área biomédica, con la finalidad de formar una voz unida que se haga escuchar con mayor claridad por los desarrolladores de políticas públicas. 2) Hacia el exterior: mantener un canal de comunicación abierto con las diferentes dependencias gubernamentales que dirigen el funcionamiento de las actividades propias del giro, esto ayudaría a eliminar los procesos burocráticos redundantes. • Trabajar en la unificación de criterios en cuanto a tramitología, permisos, licencias y operaciones.

Económica.	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar financiamiento hecho a la medida para los emprendedores del giro biomédico, no solo en su esquema de disposición de capital, sino en el de pagos.
Económica.	<ul style="list-style-type: none"> • Abrirse a la posibilidad de que se lleve a cabo el estudio de los diversos modelos de negocios que sustentan a las empresas de mantenimiento de equipo biomédico. Evitar el hermetismo y favorecer la vinculación con las universidades, tanto públicas como privadas. • Diversificar la proveeduría a fuentes nacionales, en lo posible, a fin de disminuir el impacto contenido en la variación del tipo de cambio.
Recurso Humano.	<ul style="list-style-type: none"> • Las Universidades que ofertan la carrera de bioingeniería deben favorecer la formación emprendedora en el estudiante desde el inicio de su carrera, a fin de que lleven al campo las herramientas necesarias para hacer frente al duro ejercicio del emprendimiento, tanto técnicas como administrativas. • Favorecer un mayor grado de vinculación entre estudiantes y empresarios, así como con la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. • Favorecer la vinculación entre las empresas desarrolladoras de equipo biomédico, a fin de que los ingenieros que darán el mantenimiento tengan contacto con los ingenieros que desarrollan y manufacturan el equipo, con lo que se tendrá oportunidad de dar servicio a equipos cada vez más modernos, evitando siempre caer en la obsolescencia.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Conclusión.

Los resultados obtenidos en la presente investigación conforman las bases de un primer acercamiento a un campo de la ciencia relativamente nuevo y por lo tanto poco estudiado. Si bien se entiende que todo emprendedor enfrenta barreras de entrada, que pueden o no constituirse como inhibidores importantes, se observa que en el campo de la bioingeniería dichos inhibidores se vuelven complejos a medida que se combinan con otras variables generalmente ignoradas, como es el perfil del egresado; pudiendo ser de mayor o menor aversión al riesgo. Dichas características son, en gran medida, determinadas por el tipo de educación que recibe el bioingeniero desde que es estudiante.

Se observa además, que el emprendimiento en el campo de la biotecnología, a diferencia de otros campos profesionales, no puede llevarse a cabo a través del emprendimiento de supervivencia, es decir, la creación de una posición de auto empleo ante la inminente necesidad de una fuente segura de ingreso. El bioingeniero que inicia el camino del emprendedor lo hace con la plena certeza de que, si quiere sobrevivir de manera competitiva, deberá inyectar una cantidad importante de capital, mucho del cual es caro e insuficiente. De

manera que el bioingeniero que emprende enfrenta en sí una importante barrera de entrada, determinada por el alto grado de especialización tecnológica que el equipo requiere, lo que a su vez funciona como una especie de filtro, no solo para determinar quién es capaz de conseguirlo, sino de quién será merecedor de continuar.

En esto, el modelo de negocios es crucial. Se considera que no todos los bioingenieros que muestran intención emprendedora comprenden con claridad el modelo de negocios que deben seguir, lo que dificulta enormemente la subsistencia de su empresa en los primeros años.

Se concluye que a pesar de existir un mercado en el que proliferan los clientes potenciales, y que se muestra como un campo prometedor para los emprendedores, la falta de políticas públicas claras, así como de financiamiento diseñado a las características de un grupo de emprendedores en un campo especializado, inhiben la intención de emprender.

Se observa además que el levantamiento de capital ha sido, con el paso del tiempo, otro factor que determina en mayor o menor medida quiénes podrán emprender en esta área. La cantidad de financiamiento requerida para emprender hace, en la mayoría de los casos que el aporte del capital familiar sea insuficiente, no así con otros giros en industrias menos especializadas.

El alto grado de hermetismo observado en los actores de la industria complica el entendimiento de las necesidades de este sector, con lo que la transferencia de conocimiento así como la curva de aprendizaje se vuelvan complejas. Esto también impide la correcta vinculación de las instituciones de educación superior con la industria, provocando que el proceso que de otra manera podría ayudar al desarrollo de políticas públicas a la medida se entorpezca.

Con estos resultados se fortalece la idea de que para emprender no solo se requiere un mercado que presente condiciones de demanda insatisfecha, sino claridad en el modelo de negocio, acompañado de instrumentos y capacidades que faciliten la operatividad de dicho modelo. Estas capacidades podrían dividirse en intrínsecas y extrínsecas. Las primeras constituidas por todas aquellas cualidades propias del individuo como profesional de la bioingeniería, su formación, su perfil y su aversión al riesgo; estas capacidades pueden ser adquiridas, modeladas y desarrolladas por el bioingeniero. Las extrínsecas conformadas por las condiciones económicas del entorno, del capital humano, de la tecnología, del entorno legal y de otras variables que se encuentran presentes en el ambiente, que no obstante están fuera del control del individuo ejercen un efecto real y pueden constituirse como factores que inhiben o incentivan al emprendedor.

Bibliografía.

Ander-Egg, E. (2003) “Métodos y Técnicas de investigación social Vol. IV. Técnicas para la recogida de datos e información. México, Lumen, 2003, Cap. 9. El análisis de contenido. Pág. 243-258.

Diario Oficial de la Union Europea (2015). Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre el tema “Fomentar el mercado único europeo combinando la ingeniería biomédica y el sector de los servicios sanitarios”. 45–53.

Edición. Salinas, N., (2015). “El rol del ingeniero biomédico en la sociedad”. Revista Médica Hondureña, vol. 83, p. 167–169.

Fernández, L. (dir) (2016). Informe GEM España 2015. Global Entrepreneurship Monitor. Centro Internacional Santander Emprendimiento – GEM España. Santander: Editorial de la Universidad de Cantabria.

Glosario de Gestión de Equipo Médico. México: Secretaria de Salud, Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 2016.

Gismondi, G., (2010). Ingeniería biomédica. Revista Ciencia y Cultura, (24), 99-118. Recuperado en 06 de noviembre de 2018, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33232010000100007&lng=es&tlng=es.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, L. (2010). Metodología de la Investigación. México: Mc. Graw Hill. Quinta Edición.

International Journal of Scientific Management and Tourism, 2017, Vol. 3 N°1 pp 537-554 Ubierna, F. y Pérez, C.A.: Barreras a la creación de empresas en el sector turismo.

Klynveld Peat Marwick Goerdeler. (2016). “Alternativas competitivas”. *KPMG’s guide to international business locations costs*.

Muñoz, M., (2015). Avanza la ingeniería biomédica en México. Agencia Informativa Conacyt. Recuperado de: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/biotecnologia/2463-avanza-la-ingenieria-biomedica-en-mexico>

Muñoz, M., (2016). Biomedicina: panorama, retos y formación en México. Agencia Informativa Conacyt. Recuperado de: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/biotecnologia/8964-biomedicina-panorama-retos-y-formacion-en-mexico>

Revuelto-Taboada, Lorenzo. (2014). El desarrollo territorial valenciano. Reflexiones en torno a sus claves. Colección Universitat i Territori, Chapter: Capítulo II Sección V,

Publisher: Universidad de Valencia, Editors: Vicerrectorado de Participación y Proyección Territorial, pp.399-413

Rivera, I., (2016). “La ingeniería biomédica en la gestión de equipo médico biomédico” Revista de Sanidad Militar, vol. 70, p. 482–485.

Rivenburgh, D.,(2013). “The New Corporate Facts of Life: Rethink Your Business to Transform Today's Challenges into Tomorrow's Profits”. EUA: AMACOM. Primera

Shinnar, R.S., Giacomini, O. y Janssen, F. (2012). Entrepreneurial perceptions and intentions: the role of gender and culture. Entrepreneurship Theory and Practice, Vol. 36(3), 465-493.

Trejo, S., (2010). “La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo”, realizado por el Centro de estudios de biotecnología aplicada del Instituto Politécnico Nacional (IPN). 28-31.

Bibliografía Digital.

American Society for Engineering Education, (2008). “A biomedical engineering startup kit for labview” [archivo PDF]. Recuperado de <file:///C:/Users/Erika%20Reyes/Downloads/a-biomedical-engineering-startup-kit-for-labview.pdf>

Chaparro, A. Cardona, C. Orrego, C. Yepes, F. Serna, L. Ospina, S., (2013). “Plan Global de Desarrollo 2010-2012 Prospectiva UN - Agendas de conocimiento”. En línea: https://investigacion.unal.edu.co/fileadmin/recursos/siun/img/agendas_conocimiento/03-biotecnologia.pdf

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, (2017). “Conceptos de Ingeniería Biomédica”. En línea: <https://www.gob.mx/salud%7Ccenetec/acciones-y-programas/conceptos-de-ingenieria-biomedica>

Clúster Biotecnológico del Estado Nuevo León, (2011). En línea: <http://bioclusternl.org/acerca/>

Clúster de Ingeniería Biomédica del Estado de Jalisco, (2018). En línea: <https://www.clusteringenieria.bio/>

Clúster de Bio economía de Baja California, (2013). “Guía de Bioempresas” [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.biobaja.org/>

Clúster de Bioeconomía de Baja California, (2014). “Inventario de capacidades públicas y privadas en biotecnología” [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.biobaja.org/>

Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo, (2018). “Sector ciencias de la vida”. En página web: <https://www.cinde.org/es/sectores/ciencias-de-la-vida>

Ferrero, G., (19 de abril de 2015). “¿Cómo surgió la Bioingeniería?” Bioingenieria.com. Recuperado de <http://bioingenieria.com.ar/historia-de-la-bioingenieria/>

Fundación Mexicana Para la Salud, (2015). “Diagnósticos de los retos al Sistema Nacional de Salud Universal”. En página web: <http://funsalud.org.mx/portal/wp-content/uploads/2015/10/Diagnostico-del-Sistema-Nacional-de-Salud.pdf>

Global Entrepreneurship Monitor, (2015). “Reporte Regional 2015, México”. En página web: <https://www.editorialdigitaltec.com/materialadicional/reporteregionalgem2015.pdf>

LeónVite, E.; Saavedra García, M., (2018). “Fuentes de financiamiento para la MIPYME en México”. En página web: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2018/11/16CA201801.pdf>

Organización Mundial de la Salud, (2018). “Dispositivos Médicos”. En página web: http://www.who.int/medical_devices/es/

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, (2015), “En 2014 aumentaron por quinto año consecutivo las solicitudes de patente presentadas a nivel mundial; el aumento viene de la mano de China”. En página web: http://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2015/article_0016.html

ProMéxico, (2014). “Mapa de ruta del sector ciencias de la vida Duis Valle de San Pedro Tijuana, Baja California”. ProMéxico. En línea: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/ciencias-vida.pdf>

ProMéxico, (2016). “Diagnóstico Sectorial, Biotecnología”. En página web: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/biotecnologia.pdf>

Public Policy Institute of California, (2018). “California’s economy is strong, but persistent disparities could affect long-term growth”. En página web: <http://www.ppic.org/wp-content/uploads/r-118sbr.pdf>

Rendueles, M, y Díaz, M., (2014). “Biotecnología Industrial”. Arbor, 190 (768): a155. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2014.768n4009>

Sociedad Mexicana de Ingeniería biomédica, (2018). En página web: <http://somib.org.mx/>

Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, (2017). “Presentación” En página web: <https://smbb.mx/sociedad-mexicana-de-biotecnologia-y-bioingenieria/>

Tecnológico Nacional De México En Celaya, (2017) “Informe de rendición de cuentas 2017 del tecnológico nacional de México en Celaya” [archivo PDF]. Recuperado de http://www.itcelaya.edu.mx/irc/IRC_2017.pdf

Universidad Autónoma de Baja California, (2018). “Perfil de Egreso” En página web: http://ingenieria.mx.l.uabc.mx/pe_ibi/index.php/perfil-de-egreso

Valdez, M., y Quezada, F., (2013). “Commercial Biotechnology in Mexico”, en Journal of Commercial Biotechnology, vol. 19, no. 2 (abril, 2013), pp. 6- 8.

Zwilling, M., (2013). Entrepreneur. “7 factores que afectan al emprendedor”. En línea: <https://www.entrepreneur.com/article/266493>

Anexo 1. Cuestionario.



CUESTIONARIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN

Programa de Posgrado.

La información proporcionada por la empresa será confidencial y utilizada con el fin de reunir datos estadísticos. Con la información obtenida se realizará un análisis sobre las barreras inhibitoras para la creación de empresas de servicios de mantenimiento de equipo biomédico, con el objetivo de identificar y evaluar los factores que inhiben la creación de empresas de mantenimiento y equipo biomédico de Tijuana Baja California.

Lee cuidadosamente cada uno de los enunciados y marca la respuesta que mejor describa su opinión. La escala utilizada va de TA (Totalmente de Acuerdo) a TD (Totalmente en Desacuerdo).

Número de Cuestionario: _____

Nombre: de la empresa o entrevistado

Domicilio:

Teléfono:

Electrónico:

Puesto:

Edad:

Profesión:

Legal

Registros Especiales

1. Identifico con claridad los trámites que me son requeridos ante las oficinas gubernamentales a fin de que el funcionamiento del negocio sea seguro y en el marco de la ley.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

2. Las dependencias gubernamentales que tienen injerencia en la operación de mi negocio, se coordinan apropiadamente entre sí a fin de facilitar el cumplimiento legal de parte de los empresarios.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

3. Existe una normatividad definida para regular el funcionamiento apropiado de mi negocio.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

4. Los requerimientos para la obtención de permisos y/o licencias para el funcionamiento de mi negocio se encuentran claramente definidos y son accesibles para todos los competidores que cumplan.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

5. Conozco la dependencia a la cual es necesario acudir por asesoría o a resolución de conflictos entre cliente y proveedor.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

Económico

Alta Inversión Inicial

6. En qué medida las diferentes variables del entorno le ayudan a emprender en el área biomédica

(TA) 1 2 3 4 (TD)

7. La demanda de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana es suficiente como para favorecer e incentivar la libre competencia.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

8. La demanda de servicios de mantenimiento de equipo biomédico en Tijuana hace posible que el retorno de la inversión inicial sea viable.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

9. Percibo que el entorno económico actual y futuro de la ciudad de Tijuana genera un ambiente que incentiva la inversión en empresas del ramo de la bioingeniería.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

10. Los precios de los insumos requeridos para otorgar el servicio de mantenimiento de equipo biomédico favorecen, o cuando menos no inhiben el emprendimiento en esta actividad.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

11. El comportamiento del tipo de cambio del peso con respecto al dólar no amenaza en ser un factor que constituya una barrera para el emprendimiento en el sector de servicios a equipo biomédico.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

Financiamiento Público y Privado

12. Tengo conocimiento de financiamiento gubernamental que favorezca el emprendimiento en el sector de servicios de mantenimiento de equipo biomédico.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

13. El costo del financiamiento privado es atractivo para el emprendimiento en el sector de mantenimiento de equipo biomédico.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

14. Los esquemas de pago en las fuentes de financiamiento privado favorecen a los emprendedores en la industria de la bioingeniería.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

15. El modelo de negocio que soporta el emprendimiento en el sector de servicios de mantenimiento de equipo biomédico es fácil de entender y favorece la obtención de financiamiento inicial.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

16. La inversión requerida para iniciar un negocio de mantenimiento de equipo biomédico hace viable que el capital familiar se convierta en un aporte importante para el emprendimiento.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

Recurso Humano

Experiencia

17. Las políticas públicas enfocadas a los emprendedores en cualquier orden de gobierno son incluyentes para quienes desean incursionar en el sector de la bioingeniería.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

18. Existen profesionales calificados para el mantenimiento de los modelos específicos de equipo biomédico usados en las clínicas y hospitales de Tijuana.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

19. La curva de aprendizaje en esta industria favorece la creación de empresas de mantenimiento de equipo biomédico en la ciudad de Tijuana.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

20. Las actividades relacionadas al mantenimiento de equipo biomédico requieren certificaciones específicas que se traducen en inhibidores para el emprendimiento.

(TA) 1 2 3 4 (TD)

21. Las actividades relacionadas al mantenimiento de equipo biomédico requieren licencias específicas que se traducen en inhibidores para el emprendimiento.

(TA) 1 2 3 4 (TD)