

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**INSTITUTO DE INGENIERÍA
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



Modelo de sustentabilidad industrial basado en ciencia, tecnología e innovación, con impacto social para el desarrollo económico en países emergentes, “Ecosistema CTS+I”

TESIS

***Que para obtener el grado de
Doctor en Ingeniería***

Presenta

Roberto Luis Ibarra Wiley

DIRECTOR

Dr. Benjamín Valdez Salas

CO-DIRECTORA

Dra. María Amparo Oliveros Ruíz

Mexicali, B. C.

Octubre 2017

A mis padres e hijos.

“Cada fracaso deja un aprendizaje sólido, cada aprendizaje forma a la persona con madurez, con la madurez desarrollas experiencias únicas, con las experiencias creas aportaciones trascendentales y estas aportaciones dejan huella en la humanidad. A fracasar y dejar huella”

“Cualquier actividad, proyecto o reto que se nos presente en nuestra vida, debe hacerse con **DETERMINACION** para culminarlo exitosamente, sin importar los tropiezos y adversidades que se tengan en el camino; debemos encontrar nuestra **MOTIVACION** para romper cualquier barrera o paradigma y salir adelante con **PASION** en búsqueda de nuestro objetivo”

Roberto Luis Ibarra Wiley

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios de proveerme y facilitarme las herramientas que hicieron posible el desarrollo de mi tesis. Sin embargo, esas herramientas indispensables como lo fueron mis padres: el Dr. Ricardo Antonio Ibarra Vega quien siempre ha fomentado en mí el amor al estudio, por eso con su reflexión de ESTUDIOS dividido en silabas (ES-TU-DIOS), permite que con el mismo fervor se debe uno dedicar y entregar al aprendizaje y adquisición del conocimiento. Por otro lado, está mi madre, Mercedes Guadalupe Wiley Cárdenas Q.E.P.D., a quien debo mi vida y dedico principalmente esta tesis, me enseñó el concepto del amor y de la pasión, y de lo que en ello representa la entrega en todo lo que uno se proponga. A mis hijos, Roberto Ibarra Jr y Megan Ibarra, quienes fueron siempre mi motor para seguir avanzando en cada reto y obstáculo que impedían terminar mi tesis; a mis hermanas y familia que estuvieron apoyándome en mi formación. Sin duda, una persona clave y cómplice del desarrollo de este modelo con la apertura a la vinculación, es el Dr. Benjamín Valdez Salas, quien con su dirección y guía logramos completar exitosamente este modelo. Del mismo modo, la Dra. Amparo Oliveros quien con la experiencia en CTS+I y el STEAM pudimos consolidar un modelo de innovación, otra persona fundamental para la implementación de este modelo en la empresa, fue la Ing. Ivonne Araujo quien, gracias a su buen desempeño, se lograron la creación de áreas nuevas y resultados sobresalientes, amigos e investigadores del Instituto de Ingeniería de la UABC, quienes con su conocimiento implantamos programas científicos-tecnológicos que generaron confianza en la industria. A mis amigos que siempre estuvieron apoyándome de una u otra manera para el desarrollo de la tesis, dedico sincera y humildemente este trabajo realizado desde hace 5 años. Mi eterna gratitud a todos los involucrados esperando que esta aportación sea de utilidad.

Universidad Autónoma de Baja California

INSTITUTO DE INGENIERÍA
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA

Cartilla de titulación No. 528
Programa: Doctorado en Ingeniería
Área del conocimiento: Química
Aspirante: Roberto Luis Garza Wiley

Fecha de expedición: 13 de Octubre de 2017

Matrícula: 1131583

Tesis: Modelo de sustentabilidad industrial basada en ciencia, tecnología e innovación, con impacto social para el desarrollo económico en países emergentes, "Ecosistema CTS+I"

ACEPTACIÓN DE DIRECCIÓN O SINODALIA DE TESIS:

| NOMBRAMIENTO | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
|--------------|--|-------|-----------|
| Presidente: | Dr. Benjamín Valdez Salas | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Nicola Radnev Nedev | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Rogelio Arturo Abraham José María Ramos Irigoyen | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Mario Alberto Curiel Álvarez | | 13/Oct/17 |
| Secretario: | Dra. María Amparo Oliveros Ruiz | | 13-Oct-17 |

RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO:

| | | | |
|-------------|--|--|-----------|
| Presidente: | Dr. Benjamín Valdez Salas | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Nicola Radnev Nedev | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Rogelio Arturo Abraham José María Ramos Irigoyen | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Mario Alberto Curiel Álvarez | | 13/Oct/17 |
| Secretario: | Dra. María Amparo Oliveros Ruiz | | 13-Oct-17 |

VOTO APROBATORIO:

| | | | |
|-------------|--|--|-----------|
| Presidente: | Dr. Benjamín Valdez Salas | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Nicola Radnev Nedev | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Rogelio Arturo Abraham José María Ramos Irigoyen | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Mario Alberto Curiel Álvarez | | 13/Oct/17 |
| Secretario: | Dra. María Amparo Oliveros Ruiz | | 13-Oct-17 |

FECHA DE EXAMEN DE GRADO: Hora: 9:00 Día: 13 Mes: Noviembre Año: 2017

| | | | |
|-------------|--|--|-----------|
| Presidente: | Dr. Benjamín Valdez Salas | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Nicola Radnev Nedev | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Rogelio Arturo Abraham José María Ramos Irigoyen | | 13-Oct-17 |
| Sinodo: | Dr. Mario Alberto Curiel Álvarez | | 13/Oct/17 |
| Secretario: | Dra. María Amparo Oliveros Ruiz | | 13-Oct-17 |

NOTAS Y/O COMENTARIOS

Coordinación de posgrado

Dr. Mercedes Alberto Coronado Orlega

Contenido

| | |
|---|----|
| Resumen | 7 |
| 1. Introducción | |
| 1.1 Planteamiento del problema | 13 |
| 1.2 Antecedentes de la propuesta | 17 |
| 1.3 Contribución de la propuesta | 20 |
| 2 Marco Teórico | |
| 2.1 Ciencia, Tecnología y Sociedad | 21 |
| 2.2 Relación academia-industria | 24 |
| 2.3 Cambio del concepto Triple Hélice | 31 |
| 2.4 Situación actual de la Vinculación en México | 36 |
| 2.5 Transferencia de resultados de investigación | 42 |
| 2.6 Gestión de la Tecnología, Competitividad e Innovación | 43 |
| 3 Modelo de Sustentabilidad Industrial CTS+I | |
| 3.1 Desarrollo del Ecosistema CTS+I | 48 |
| 3.2 Sistema de Vinculación Estratégica | 50 |
| 3.3 Sistema de Competitividad Industrial | 54 |
| 3.4 Sistema de Inteligencia de Negocios | 58 |
| 3.5 Sistema de Emprendedurismo | 59 |
| 4 Resultados de la implementación de modelo | |
| 4.1 Resultados de la estrategia CISEM | 61 |
| 4.1.1 Objetivos planteados | 63 |
| 4.1.2 Metodología para el desarrollo del proyecto | 65 |
| 4.1.3 Resultados esperados | 66 |
| 4.2 Resultados del Sistema de Vinculación Estratégica | 69 |
| 4.3 Resultados del Sistema de Competitividad Industrial | 71 |
| 4.4 Resultados del Sistema de Inteligencia de Negocios | 74 |
| 4.4.1 Desarrollo de nuevos productos y Startups | 75 |
| 4.4.2 Desarrollo de proveeduría local | 77 |
| 4.5 Resultados del Sistema de Emprendedurismo | 80 |
| 4.6 Impacto al ecosistema CTS+I | 81 |

| | |
|---|------------|
| 5 Evaluación de la implementación del modelo CTS+I | |
| 5.1 Implementación en empresa de alta tecnología | 88 |
| 5.2 Metodología e instrumento de evaluación | 88 |
| 5.3 Resultado del análisis de implementación CISEM | 92 |
| | |
| 6 Hacia dónde vamos: complemento y evolución del modelo CTS+I | |
| 6.1 Integración del sistema de vinculación estratégica y competitividad para la generación de talento | 93 |
| 6.2 Antecedentes de la línea de investigación propuesta | 94 |
| 6.3 Modelo de Formación Profesional Dual STEAM | 96 |
| | |
| Referencias bibliográficas | 98 |
| | |
| Anexos | 110 |

Resumen

En esta tesis doctoral se presenta un modelo que contiene 4 sistemas interconectados que permiten el crecimiento en competitividad para la industria, el desarrollo de talento, la innovación tecnológica, el desarrollo de proveedores, el emprendimiento y la creación de empresas de base tecnológica, que impulse el desarrollo económico y la calidad de vida, en proyectos de ciencia, tecnología e innovación a todos los niveles de la sociedad.

Uno de los principales retos que existe para impulsar la vinculación, es la falta de conexión del desarrollo de talento, la relación efectiva con la industria y las instituciones educativas y gubernamentales. Esto, detona varios retos como son: la alineación de programas educativos con las necesidades actuales y futuras del entorno y mercados, el poco enfoque de investigación aplicada en tecnologías emergentes y futuras, la ausencia de mapas de ruta tecnológicos en los laboratorios de las instituciones de educación superior (IES) y por otro lado, en la industria un desconocimiento total de análisis de materiales y método científico para la caracterización de procesos industriales; es por ello que en ésta tesis se desarrolla el sistema de vinculación estratégica como parte del modelo CTS+I, que ayudará a impulsar el desarrollo de talento, proyectos de ciencia y tecnología e infraestructura en la industria en conjunto con las IES.

En la industria se presentan diferentes retos tecnológicos y mejoras en los indicadores de competitividad donde las empresas enfocan la mayor parte de los recursos y atención a la producción, colocándose la etiqueta bien merecida de “maquiladoras” o centros de costos, sin embargo, hoy en día existen algunas empresas que han

migrando a centros de manufactura, ingeniería y de diseño, manteniendo o incrementando los niveles de producción y los indicadores de competitividad. También es importante aclarar, que a pesar de que la dinámica de manufactura es diferente de acuerdo con cada sector industrial, el modelo CTS+I puede ser implementado para generar los beneficios de competitividad y desarrollo económico. Tal es el caso de la industria microelectrónica, que es uno de los sectores de la región de Baja California que son más complejos en cuestión de manufactura avanzada, específicamente en la especialidad de comunicaciones inalámbricas; donde los modelos operativos deben ser altamente flexible debido a su alto volumen, alta mezcla y alta complejidad. Las empresas al migrar del concepto de “manufactura” a “mente-factura” incluyen dentro de su estrategia operativa el diseño, ingeniería y desarrollo, generando programas para elevar el talento en sus asociados y generando empleos mejor remunerados, el resultado de estas empresas donde se generan productos tecnológicos patentados en México y de alto valor, les permite ser líderes en su sector, siendo la innovación un ingrediente fundamental. El sistema de competitividad que contiene el modelo CTS+I, integra los sistemas de gestión más importantes de una empresa, permitiéndole que enfoquen el rumbo de la organización a través de una vigilancia del entorno y genere una cartera de proyectos balanceada que mejore continuamente los indicadores de competitividad. Es por ello, que el gobierno federal a través del Plan Nacional de Desarrollo durante los últimos 2 sexenios ha incrementado los programas de estímulos o fondos a empresas que detonen tecnología e innovación en nuestro país, generando así mayores empleos e inversiones, tal es el caso como el Programa Estímulos a la Innovación, el Fondo de Innovación (FINNOVA), Fondos Sectoriales, Fondos

Bilaterales, entre otros. Aún existen varios criterios y lineamientos que deben ser ajustados para que realmente se impulse la innovación en las empresas y que no se utilicen los recursos como parte de apoyo a los equipos de producción de las empresas transnacionales. Sin embargo, por el momento las empresas utilizan los recursos para reducir costos, mejorar su margen de utilidad e incrementar en unos puntos los niveles de competitividad.

Estos dos sistemas, *vinculación estratégica* y *competitividad industrial* que se encuentran en la Figura 1, permiten una relación efectiva entre la industria y la academia, el vehículo que permitió realizar la validación de este modelo fue el CISEM (Centro de Innovación en Semiconductores) de la empresa Skyworks Solutions de México y el Instituto de Ingeniería de la UABC y posteriormente se fue ampliando la red de universidades integrando a la Universidad Politécnica de Baja California, CETYS Universidad, Instituto Tecnológico de Mexicali, CICESE, CIDESI, CIDETEQ, CNyN-UNAM, Universidad Autónoma de Guadalajara, Tecnológico de Monterrey-ITESM, Universidad Autónoma de Guanajuato, entre otros.



Figura 1.- Modelo de Sustentabilidad Industrial Basado en CTS+I,
Reg.03-2016-072711274600-01

El

modelo CTS+I, tal y como se aprecia en la Figura 1, incluye el sistema de *Inteligencia de negocios* y el sistema de *emprendedurismo* que buscan impactar positivamente en la sociedad y en el desarrollo económico del país. El vehículo que se utilizó para validar todos los procesos y flujos de los sistemas fue CIMA (oficina de transferencia tecnológica). En las diferentes regiones del país, se cuentan con agrupaciones de empresas o clústeres, que tienen la finalidad de encontrar afinidades de retos y demandas para solventarlas de una manera más eficiente y conjunta. Sin embargo, las empresas transnacionales del mismo sector cuentan con información confidencial y en ocasiones son competencias, lo cual ha desvirtuado el objetivo de estas agrupaciones. El sistema interactúa basado en 5 ejes, el primero de ellos basado en el **desarrollo de talento** de acuerdo a las demandas actuales y futuras, el segundo en las **alianzas estratégicas**, donde un proveedor de otro sector puede contribuir en la cadena de suministros de otra empresa local, incrementando

cartera de productos por un lado y por el otro, mejorando la competitividad, el tercero es de acuerdo a las necesidades de diferentes industrias se encuentran **nuevos productos** a desarrollar que atiendan estas demandas y que les ayuden a reducir costos, es por ello que con la integración de investigadores para atender estos retos se generan prototipos y productos que puedan detonar empresas de base tecnológica, el cuarto eje es el **desarrollo de proveeduría** local, es identificar competencias y capacidades nacionales y reemplazar compras extranjeras por productos hechos en México y finalmente el quinto eje es que **identificar competencias** internacionales que no se encuentren en México, se gestiona la inversión extranjera directa para empresas tecnológicas y que desarrollen y contraten a empleados mexicanos y universidades para la transferencia del conocimiento en las nuevas tecnologías, de esta manera, incrementamos el nivel de talento en asociados e instituciones mexicanas.

Finalmente, el sistema de emprendedurismo busca inculcar la ciencia, tecnología e innovación, así como el STEAM (de sus siglas en inglés Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) que busca formar e inculcar el amor al arte y a la ciencia a todos los niveles de la sociedad, para la creación de valor y el desarrollo de ciudadanos corporativos. La innovación en áreas estratégicas del Estado, son integradas como retos en los diferentes programas, para generar ideas creativas, pruebas de concepto, prototipos, validación de campo, planta piloto y finalmente la creación de empresas innovadoras. Este impulso que se pretende realizar con este ecosistema es para incrementar el talento y brindarles las herramientas a los ciudadanos creativos con ideas incipientes y que la potencialicen y la concreten hasta contar con un producto mexicano en mercados internacionales, mejorando así

la calidad de vida de la sociedad y el desarrollo económico del país. En la Figura 2 puede apreciarse la metodología utilizada en la presente tesis.

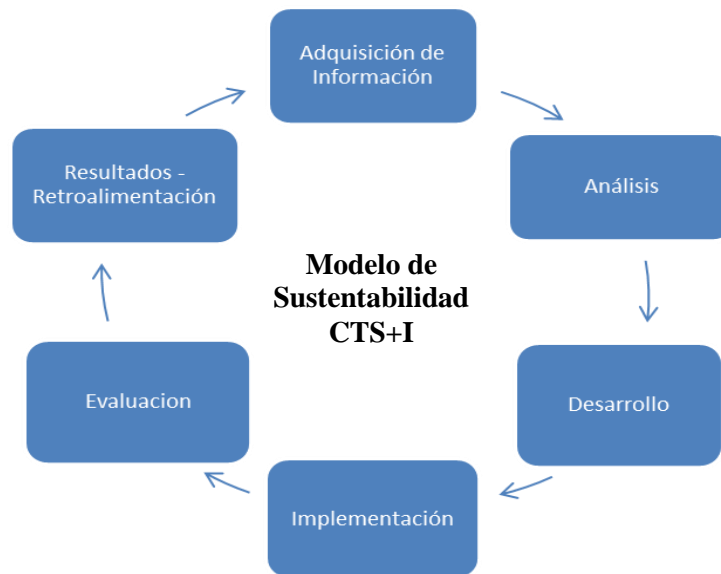


Figura 2.- Metodología para el desarrollo del modelo

Capítulo 1

Introducción

1.1 Planteamiento del problema

Los gobiernos en general buscan obtener un modelo económico que brinde seguridad y calidad de vida a la sociedad de manera sostenible y sustentable, actualmente nuestro sistema económico no inspira la seguridad requerida sobre los inversionistas, los empresarios, emprendedores y la sociedad trabajadora para lograr este efecto.

La industria global y la inversión extranjera directa por más de 40 años ha enfocado la actividad empresarial a la manufactura en México, lo cual ha impulsado socialmente la generación de empleos y una derrama económica importante en nuestro país. El entorno que demanda la mano de obra calificada en este sector de manufactura al parecer limita que los sistemas tanto económicos como educativos no encuentren coincidencias óptimas para impulsar el conocimiento científico-tecnológico y empresarial en los programas de educación, por ende, el sector industrial carece tanto de personal tecnológico como de mayores empresas mexicanas de alto valor.

El apoyo de nuestras autoridades al establecimiento de la industria maquiladora tuvo siempre este propósito, que cumplió al generar empleos en el ramo industrial, que no solo han atendido a la población local, sino que han atraído la migración sostenida de otros estados de la República.

El apoyo a la industria maquiladora ha sido a veces criticado, por la ausencia de transferencia tecnológica por parte de estas empresas hacia nuestra región. La transferencia de tecnología es deseable, pero tendrá que darse cuando personal altamente calificado de nuestra región, sea capaz de aprender el estado del arte de la tecnología internacional, domine los procesos industriales, adquiera alianzas estratégicas para el despliegue de la tecnología, cuente con personal calificado para la operación y, sobre todo, que la cadena de suministros sea confiable.

Para poder lograr lo anterior descrito, es necesario que los profesionales de nuestra región estén en condiciones de absorber dicha tecnología y esto sólo puede lograrse a través de una rigurosa formación básica en ciencias e ingeniería. Desafortunadamente, el nivel tecnológico de la mayoría de los procesos realizados en la industria local es tal que los empleos administrativos son, con frecuencia, mucho mejor remunerados que los tecnológicos. Esta situación desmotiva incluso a aquellos profesionales de la ingeniería, que, en lugar de actualizar sus conocimientos, prefieren realizar cursos de posgrado en administración, por considerarlos más provechosos para su bienestar económico. Es importante aclarar, que es indispensable contar con las competencias administrativas para la buena ejecución y rumbo de una empresa, sin embargo, la transferencia tecnológica les corresponde a las ingenierías.

La industria establecida en nuestro país ha estado detectando un gran nivel de creatividad e innovación en la sociedad mexicana y ha desarrollado nuevas capacidades y conocimiento en sus empleados claves y que, gracias a esta inversión de capital humano, han mejorado el nivel de competitividad de sus empresas. Con estos resultados obtenidos, las corporativas multinacionales han apostado en incluir

dentro de sus iniciativas de planeación estratégica la instalación de centros de diseño en nuestro país, reconociendo así el talento mexicano.

Si logramos aumentar la cantidad de profesionales talentosos que estas empresas buscan, esto generará la atracción de tecnología y procesos cada vez más sofisticados a nuestro país, generando un círculo virtuoso que tarde o temprano terminará en la transferencia de tecnología de punta a manos mexicanas. Esto se materializará cuando seamos capaces de crear por nosotros mismos tecnólogos altamente especializados, a partir de los talentos de nuestra localidad logrando así un incremento considerable en el ranking de competitividad y reflejado en una economía sustentable y competitiva.

Es por ello, que se requiere contar con sistemas o modelos de vinculación efectivos y gestión de tecnología e innovación, entre las empresas, las IES y los gobiernos para incrementar los índices de competitividad y la generación de talento en el país.

Entre los temas de mayor relevancia que conforman el índice de competitividad para una vida mejor del año 2016, fueron los proporcionados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE y analizados por Estados por el Instituto Mexicano para la Competitividad - IMCO, como es el caso del Estado de Baja California, que paso de la posición 17 a la 25 del 2012 al 2014 (*liga IMCO, 2017*)

Las secciones enmarcadas en la Figura 3: educación, ingresos, balance de vida-trabajo y comunidad; son los mayores temas con área de oportunidad para nuestro país, incluyendo la seguridad. Sin embargo, en este trabajo de tesis, se busca impactar a los primeros cuatro sectores de interés en el que se proporcione un ecosistema CTS+I para incrementar el talento y la educación a niveles de media superior y superior, para

que las empresas incrementen el nivel de competitividad y otorguen salarios mejor remunerados a sus asociados, que contaran con mayores competencias.

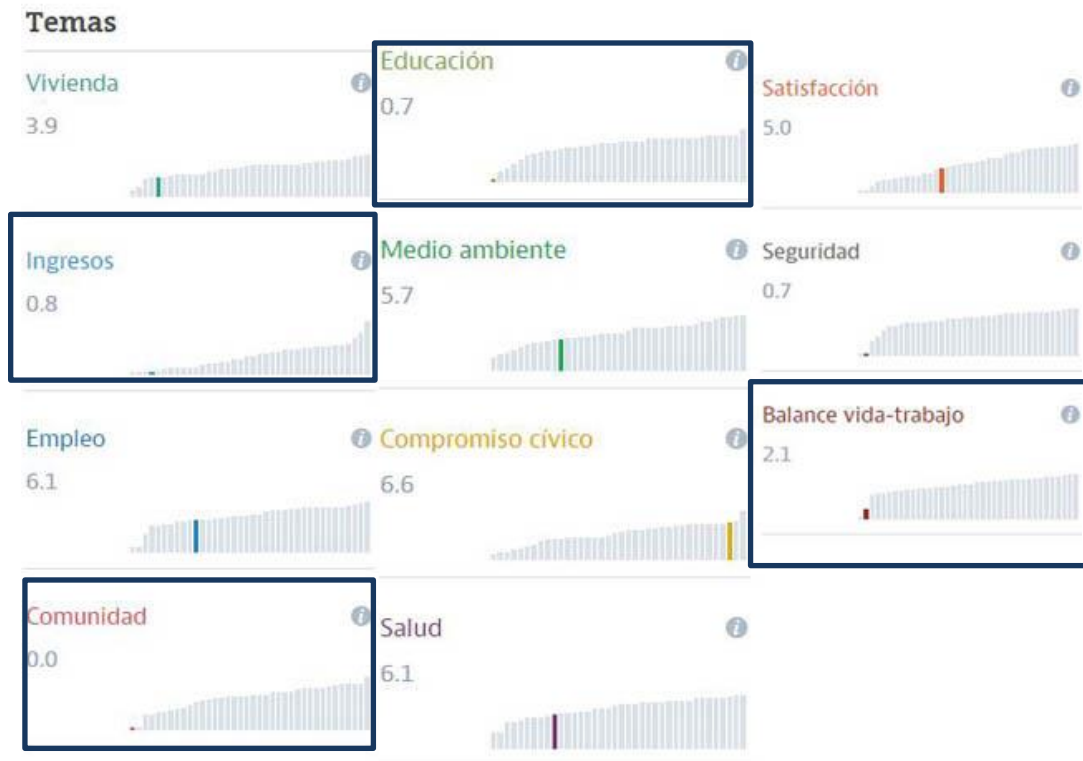


Figura 3.- Temas de interés para el índice de competitividad y calidad de vida: Fuente: OCDE

Del mismo modo, las empresas deben vincularse con la comunidad para desarrollar proveeduría y programas sociales que detonen un balance digno entre los actores de la sociedad que integran estos programas, las empresas que se vuelven más competitivas, los gobiernos que generan menores empleos, las universidades por generar nuevas competencias y finalmente, los emprendedores que a través de la creación de empresas de base tecnológica generan derrama económica en el país. El ecosistema CTS+I deberá además brindar un ambiente en el cual ciudadanos

corporativos encuentran las condiciones para un mejor desempeño dentro de una economía global.

1.2 Antecedentes de la propuesta

Actualmente la empresa Skyworks Solutions de México, manufactura, prueba y envía microcircuitos electrónicos a los sectores de telefonía celular, médico, infraestructura, computadoras portátiles, militar, aeroespacial, entretenimiento, automotriz, energía, medición, entre otros; vende más de 10 millones de piezas por día, donde sus niveles de calidad, manufactura avanzada y sofisticación tecnológica son de primer nivel. Por esa razón los procesos de manufactura de la empresa deben cumplir con los más altos índices de calidad, certificación y tecnología, donde todos estos procesos son mejorados día con día en toda su cadena de valor. Esto les ha permitido seguir siendo líderes en su sector.

Dicho lo anterior, se seleccionó a la empresa Skyworks Solutions de México para aplicar el modelo propuesto “Ecosistema CTS+I”, con la estrategia denominada “CISEM” para Skyworks, donde fue desarrollado un plan de negocios y presentado al gerente general de la compañía para la implementación. Los sistemas desarrollados e implantados fueron: sistema de vinculación estratégica y sistema de gestión de tecnología e Innovación; los cuales buscan alinear los programas de estudio a nivel posgrado con las necesidades actuales y futuras de las empresas, es por ello que a través de mapas de ruta tecnológicos y de investigación se desarrollan los programas de donde son formados los ingenieros o talentos potenciales. Del mismo modo, se va integrando infraestructura a los laboratorios de las IES generando laboratorios

compartidos, y paralelamente, los investigadores se integran a las empresas para resolver problemas en los procesos de manufactura con la finalidad de atender retos tecnológicos y al mismo tiempo ir entendiendo la dinámica industrial. Referente a los sistemas de gestión, las empresas de alto volumen y alta mezcla, en ocasiones pierden la visión por la velocidad de cambios en procesos y productos, es por ello, que este sistema debe de contar con elementos de gestión de vigilancia tecnológica, planeación estratégica, gestión de proyectos, de personal, finanzas, conocimiento, ambiental, tecnología, proveedores, vinculación, entre otros, y que habiliten la cartera de proyectos estratégicos para desplegarse eficientemente en los procesos de manufactura, se mejoren y protejan las invenciones para brindarles valor y que los resultados sean claros y eficientes, para cumplir con los indicadores claves de desempeño de la empresa.

La empresa CIMA de BC S.A. de C.V., fue fundada como oficina de transferencia de tecnología, para atender las necesidades de la industria y generar valor a través de la economía del conocimiento. Actualmente es la única oficina del Estado de Baja California reconocida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Secretaría de Economía (SE). Es por ello que a través de esta oficina se despliegan los sistemas de Inteligencia de Negocios y Emprendedurismo; los cuales buscan desarrollar empresas proveedoras de alto nivel en la región, crear empresas de base tecnológica con insumos de mayor valor para la industria, que sean desarrollados por investigadores y empresarios mexicanos y alianzas estratégicas entre empresas tractoras, proveedores y emprendedores. Y finalmente, a través de un flujo de innovación, se busca sembrar a todos los niveles de la sociedad ideas creativas e

innovadoras, desarrollar a los emprendedores con herramientas de negocio, competencias de gestión, manejo de proyectos, planes de negocio y comercialización, apoyar los prototipos funcionales que tengan potencial de comercialización, fondos gubernamentales y capital semilla, y finalmente creación de plantas pilotos y empresas de base tecnológica que generen empleos y productos innovadores diseñados desarrollados en México.

Con este modelo CTS+I, buscamos impactar a todos los niveles de la sociedad, impactar positivamente en la generación de talento y desarrollo económico del país e impulsar a las empresas a mejorar los niveles de competitividad. Finalmente, los indicadores de calidad de vida como se aprecia en la Figura 4, buscan la mejora en la educación, salario, balance de vida e integración de la sociedad.



Figura 4.- Elementos de calidad de vida

1.3 Contribución de la propuesta

Skyworks con la implementación de modelo triple hélice integrado por la red SKYWORKS – UABC – SEDECO, pretende impulsar el Desarrollo Regional del Noroeste de México generando proveeduría de alto valor agregado mediante la vinculación con Instituciones de Educación Superior. En esta actividad Doctores, Maestros y Alumnos participan en proyectos e investigaciones de la empresa, apoyándose en la infraestructura de la empresa y/o la institución para realizar pruebas, experimentos, etc.; de igual forma se trabaja con Centros de Investigación para abordar los problemas que se presentan y fortalecer aún más la competitividad de los procesos y productos. El laboratorio de Semiconductores, Microelectrónica y Nanotecnología en las instalaciones del II-UABC permite trabajar con mayor rapidez, incrementar la cantidad de proyectos que pueden manejarse al mismo tiempo, disminuir costos, y mejorar la calidad de la educación recibida por los estudiantes. Así mismo, proporciona elementos de caracterización de semiconductores que no se encuentran disponibles en la región, fomenta colaboraciones con otros centros de investigación y desarrollo y abre la posibilidad de crear nuevos proyectos de colaboración con la industria.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

La tecnología es tan antigua como la humanidad, la reflexión acerca del sentido que tiene la tecnología para la humanidad, con pocas excepciones, ha discurrido, principalmente, a partir del siglo XX. Esta reflexión no es obra de tecnólogos, sino precisamente de profesionales procedentes de campos ajenos a la práctica tecnológica, especialmente de la filosofía y la sociología, pero también de la cultura, la economía, la historia, entre otras.

Todas las civilizaciones humanas dispusieron de tecnologías con un sentido social claro, pues están integradas y eran parte de la cultura, siendo uno de los ingredientes más importantes. Todas las tecnologías aportan un logro que satisface alguna necesidad o deseos humanos, y por ello son bienes apreciables para la sociedad (*Sevilla J.J., 2010*).

Como parte de los objetivos para el progreso social, se han detectado un incremento en el entorno científico – tecnológico, donde la sociedad ha enmarcado desconfianza y miedo sobre la ciencia y tecnología (CyT) en su vida cotidiana, esto a su vez, ha

generado polémica y controversias sobre todo en los grupos opuestos a la ciencia y tecnología, esto fue impulsado particularmente a fines de las décadas de los sesenta y setenta.

Los desafíos éticos surgidos del dinamismo tecnológico, especialmente de los usos o efectos nocivos de la tecnología, se ciernen como una amenaza inesperada sobre la vida de las personas provocando sentimientos de peligro y miedo, a causa de la ignorancia sobre el alcance y la irreversibilidad de sus efectos. Alguno de los contravalores más generales y frecuentes que la historia de la tecnología pone en evidencia son abuso, dominio e Insolidaridad, el abuso se refiere a las consecuencias negativas de uso extensivo (contaminación, agotamiento de recursos, cambio climático, enfermedades etc.).

Durante el siglo XXI estos enfoques fueron penetrando de manera pacífica, sin embargo, los resultados y sobre todo las aportaciones generadas a raíz de la CyT, fueron mermando a los grupos opositores a pesar de que en ocasiones han traído consigo algunos impactos negativos no considerados.

Sin duda alguna, el desarrollo en CyT ha transformado el entorno con la finalidad de satisfacer las necesidades industriales y humanas, por otro lado, los impactos negativos más relevantes se encuentran en el deterioro del medio ambiente que ha generado un incremento considerable en el cambio climático y en el ecosistema de flora y fauna. Es por ello que la ética dentro del marco de la CyT, los impactos además de generar el beneficio a la humanidad, debe preservar el ecosistema balanceado sin generar impactos negativos, específicamente en medio ambiente.

Con estos retos y entorno social se integra el enfoque CTS como una innovación para la educación (Acevedo, 1996a, 1997a, Vázquez, 1999), esto a su vez genera programas curriculares para la alfabetización en CyT a todos los niveles de la sociedad.

Este enfoque donde la generación de competencias actitudinales, valores y éticos referente al CTS crean ciudadanos corporativos en la sociedad que toman decisiones responsables con impacto social y con beneficios para incrementar la calidad de vida de las personas. Con este punto de vista, CTS es una opción educativa transversal (Acevedo, 1996b), prioriza las competencias actitudinales donde se basa el criterio para la toma de decisiones, las cuales deberán ser regidas bajo las normas de conducta y valores.

Desde esta perspectiva, CTS promueve con una mayor comprensión la interrelación de los productos científicos con las necesidades sociales, y con este mismo enfoque, son transferidos a los planes de estudio de las instituciones educativas con la finalidad de incrementar las capacidades de interpretación en CyT con impacto social.

En la actualidad, nos encontramos en una era donde la CyT se encuentra prácticamente en todo lo que nos rodea y se ha visto reflejado en el comportamiento de la sociedad con las nuevas generaciones, como los milenios que tanto la forma de relacionarse (ahora digitalmente) es muy distinta a la de las generaciones anteriores. El siglo XXI ha sido sin duda el “boom” de la tecnología o tecnociencia donde la CyT ha impactado en nuestras vidas desde que nacemos hasta que morimos (Acevedo, 1996c) y la vida cotidiana, desde los niveles de clase baja hasta clase alta existe un impacto de CyT, incluyendo la cuestión laboral que el trabajo y las actividades ha ido

evolucionando durante los últimos años de tareas manuales a automatizadas, y con la nueva creciente de la industria 4.0 y el internet de las cosas (de sus siglas en inglés; IoT) existen infinidad de dispositivos que entraran a nuestras vidas que tienen alto contenido tecnológico basado en conocimiento científico (Acevedo, 1997b). Uno de los principales retos es el de relacionar la CyT enfocada a la innovación que cubra las necesidades sociales y que genere productos sustentables y con desarrollos sostenibles (Luffiego y Rabadán, 2000; Sáez y Riquarts, 1996, 2002).

La Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación (CTS+I) crean un entorno multidisciplinario donde la educación, investigación, desarrollo y política pública, generan propuestas sociales basados en CyT y que a través de la innovación impactan en áreas sociales, industriales, políticas, económicas, éticas y ambientales. Pese a los orígenes heterodoxos, en los últimos treinta años la CTS se ha institucionalizado, pasando de ser una herejía intelectual a constituirse en una sabiduría más convencional (Winner, 1990).

Por otro lado, la base de la generación del modelos CTS+I, son las Instituciones de Educación Superior (IES), que además de ser las generadoras del conocimiento, la mayoría no impulsan la vinculación de proyectos científicos tecnológicos con el sector productivo y solo se genera conocimiento en investigación básica o con proyectos de impacto social, como evidencian los escasos proyectos de investigación y desarrollo diseñados y concretados en las últimas décadas (Maggi, 1996; Pallán y Ávila, 1997; Chavero, Chávez y Rodríguez-Sala, 1997; ANUIES, CESE y UANL, 1999; Gutiérrez, 2004).

2.2 Relación academia-industria

La vinculación es un término y proceso utilizado principalmente por las instituciones de educación superior (IES) con la finalidad de incrementar la red del conocimiento, generar alianzas estratégicas que permitan utilizar infraestructura para el desarrollo de proyectos de investigación y formar recurso humano de calidad. Del mismo modo, algunas políticas públicas han emergido en la última década y que han motivado al sector productivo en vincularse con IES, para obtención de fondos para el desarrollo tecnológico, desarrollo de talento y transferencia tecnológica. Sin embargo, en nuestro país, la vinculación no es tan efectiva como en otros países, y ha estado enfocada en la prestación de servicio social, prácticas profesionales y programas sociales entre las IES y la industria. Es por ello que el objetivo de esos programas gubernamentales no han sido efectivos en su alcance, ya que el conocimiento no se transmite de manera oportuna ni alineada a los requerimientos actuales y futuros de la industria, teniendo que recurrir a la importación de talento de otros países, por ser tan especializados los perfiles.

Es por ello que debe existir una Vinculación más estratégica en la planeación del negocio tanto de la Industria como en las IES, que puedan capitalizar el conocimiento con desarrollo tecnológico y poder adelantarse a la tecnología en la formación de capital humano competente, infraestructura, planes de estudio, proveeduría robusta, cartera de proyectos de innovación y alianzas estratégicas que promuevan la innovación en todos los niveles de la sociedad, generando así, un mayor crecimiento

económico desde la vinculación, denominado: economía del conocimiento.

La formación académica y profesional, surge en la mayoría de las ocasiones, de la necesidad del entorno, en la búsqueda de la invención e innovación, de crear nuevos métodos, formas y aplicaciones que el entorno demanda o en la búsqueda continua de ideales o fantasías. Tanto las Instituciones de Educación Superior (IES) como los Centros de Investigación (CI) requieren de una estructura administrativa y financiera lo suficientemente sólida que permita adquirir infraestructura para creación de laboratorios, donde se formará el recurso humano calificado requerido y paralelamente proveer a la industria de servicios científicos y tecnológicos para la solución de problemas o desarrollo de nuevos procesos, productos y/o servicios.

Actualmente son pocas las instituciones en México que cuentan con una estructura efectiva de negocio que sea competitiva y sustentable, de acuerdo algunas políticas públicas, específicamente en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y programas de CONACYT, orientadas a la creación de Centros e Instituciones en México, han quedado “cortas” en la estrategia, objetivos e impactos de sus reglas de operación. Por mencionar algunos ejemplos, tenemos como parte fundamental para el nivel SNI, que los investigadores adscritos requieren contar con publicaciones reconocidas en diferentes revistas, patentes, investigaciones, etc. Sin embargo, el objetivo no está alineado a incrementar el nivel de competitividad del país, dado que no se considera el detonar la innovación o comercializar el conocimiento. Actualmente, solo se enfoca a que el investigador genere conocimiento y su respectivo registro de propiedad intelectual. Es decir, el objetivo de transferir el conocimiento adquirido, no es mediante una publicación solamente, ya que solo es la documentación del conocimiento; parte de

lo que demanda la sociedad es la aplicación del conocimiento o la transferencia a un modelo de utilidad o patente que genere o mejore un nuevo producto, proceso o servicio en beneficio de la sociedad. Del mismo modo, los centros de investigación que son creados con financiamiento de gobierno que prácticamente es a “fondo perdido”, existe una alta posibilidad a que en poco tiempo sea una carga económica para el programa y el mismo CONACYT cayendo en un esquema de paternalismo. La competencia en el modelo de operación de la industria, busca incrementar sus niveles de productividad basándose en resultados. En perspectiva, si consideráramos a las instituciones como una empresa que debe generar resultados, ser competitiva y sustentable, muchas prácticas no eficientes tendrían que desaparecer.

Por eso debemos generar un plan de negocios en las instituciones, estrategias tecnológicas, operativas y de gestión, que puedan describir y enfocar de manera clara las actividades y proyectos, para que crezca la economía del conocimiento y pueda reflejarse en los estados financieros sólidos que conviertan a la institución en un organismo sustentable. Uno de los factores clave es, la vinculación estratégica, que no solo debe de considerar la triple hélice, que incluye gobierno, industria y academia. Esto actualmente no se alinea en los ecosistemas competitivos, debido a que varios actores quedan fuera del círculo, iniciando por la sociedad, quien es al final, la que recibirá el beneficio o impacto de los resultados ya que ahora está conformada por ciudadanos corporativos.

Es importante que en las IES se pueda visualizar una cartera de proyectos que considere las iniciativas que se impulsarán para establecer nuevas bases y programas, desarrollo de talento de los cuerpos académicos de cada área, estadías y congresos

requeridos para la transferencia del conocimiento, entre otros programas que incrementen su nivel de calidad y competitividad. Es importante también, que la planeación sea sistemática y esté validada por el órgano de control interno, la junta de gobierno y que al mismo tiempo los recursos estén alineados en el logro de los objetivos y la misma cartera de proyectos. Referente a los programas externos como las donaciones, los fondos de gobierno y los servicios externos, son parte importante para el seguimiento de los programas de investigación y desarrollo y para la adquisición de infraestructura tecnológica.

Por otro lado, la dinámica de la vinculación para la transferencia tecnológica es primordial, ya que traduce el conocimiento en valor, y es por ello que en México existe un tabú o “celo” por parte de las IES por pensar que se está expropiando el conocimiento que estas generan cuando se participa en algún proyecto, mientras que por el lado de la industria se cela la información confidencial de la empresa compartida ya que esto puede conllevar a un riesgo considerable. Sin lugar a dudas, hay algo de cierto en ambos sentidos, sin embargo, si se establece desde un inicio los alcances de participación, los derechos, el pago de servicios, propiedad intelectual y además aspectos de la colaboración y se firman acuerdos de confidencialidad, cualquier proyecto que se genere terminará en buenos términos y se tendrán los productos esperados de dicha vinculación.

Un ejercicio interesante es que cuando se tiene una necesidad conocida por la empresa y se solicita servicios de investigación para resolver la problemática, es común que se pague el servicio a la IES y que se reconozca la invención al investigador en una primera fase. Sin embargo, la propiedad intelectual queda por parte

de la empresa, lo cual le dará sustentabilidad y competitividad. La segunda es si el proyecto se presenta como una oportunidad y que el riesgo es compartido para el desarrollo del prototipo, la propiedad intelectual es proporcional y no se realiza pago de servicio. Y finalmente, si existe una iniciativa de la IES que requiera realizar pruebas en la empresa para evaluar su madurez y la transferencia tecnológica, la propiedad intelectual es de la IES y en este caso, la empresa solicita la proveeduría del producto generado por la IES.

Estos tipos de cláusulas, le dan certidumbre al flujo de la vinculación y sobre todo a la Transferencia Tecnológica y del conocimiento que de ella emane.

Una vez asentados los términos y contratos de servicios, es importante conocer a detalle el nuevo desarrollo y todo lo que existe a su alrededor. Muy pocas empresas en México cuentan con un Modelo de Gestión de Tecnología, esto nos facilitaría enormemente el trabajo para realizar y evaluar la transferencia tecnológica; por eso, es importante que las IES tengan éste conocimiento para poder generar el proceso de vigilancia tecnológica de los sistemas, planear correctamente las estrategias tecnológicas para la adquisición y asimilación de la tecnología, luego habilitar con los recursos requeridos las bases para la ejecución del proyecto, posteriormente implantamos el proyecto para evaluar el desempeño en campo. Una vez validada, se procede a la protección de la invención y finalmente veremos los resultados del desempeño del producto, el cual estará listo para ser comercializado, generando productos de alto valor y nuevas tecnologías.

Existen varias fuentes de financiamiento, desde capital semilla, privado, Venture Capital, Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT), Programa FIT (Fondo de

Innovación Tecnológica) y Bonos de Conocimiento del programa FINNOVA, programas conjuntos de CONACYT y Secretaría de Economía, que buscan principalmente validar los prototipos funcionales en etapa de Pre-Comercialización y que se encuentren en un estado pertinente para comercializar y sobre todo que genere desarrollo económico en el país, patentes y valor agregado. Así mismo, el inversionista buscará su retorno de inversión.

Para tener un proyecto exitoso en su transferencia tecnológica, es importante que contenga atributos diferenciadores vs. Statu quo y que, a través de un efectivo plan de negocios, se cuente con su estudio y validación de mercado, factibilidad técnica y financiera, estrategia comercial, plan estratégico para los próximos 5 años, prospecto de inversión y estrategia de protección intelectual.

Hoy en día, los investigadores prestigiados de las IES que generan alto valor, son algunos de ellos demandados por otras instituciones y países para formar parte de grupos de investigadores y cuerpos académicos, y en ocasiones transferidos a otros países más atractivos sobre todo en el ingreso económico y el reconocimiento. Esto es una realidad, debido a que no existen mecanismos de retención del talento de investigadores, a excepción de los niveles de SNI y otros apoyos complementarios. Por eso, si dentro de los desarrollos se hace partícipe al investigador en el nuevo negocio o “startup” generado a partir del conocimiento aplicado para el nuevo producto, el investigador verá un aliciente para seguir desarrollando y generando productos más robustos y de mejor calidad, debido a que, en base a las ventas del producto, el investigador obtendrá un beneficio adicional.

La empresa utiliza insumos que se encuentran en el mercado, sin embargo, como es

un insumo estándar para la industria, no se cuestiona el porqué de las restricciones y atributos del insumo a los proveedores, lo cual, le representa a la industria gastos adicionales en almacenamiento, calidad y desperdicio por el estrecho tiempo de vida que tiene. Como parte de la vigilancia, la investigación y el estado del arte, se identifica y selecciona un método para generar el insumo, pero con diferenciadores y atributos únicos que eliminen los gastos adicionales y desperdicio. El investigador en una etapa se adentra en el proceso y el problema obteniendo la factibilidad de la idea conceptual y generando líneas de acción para preparar el prototipo. Al final del periodo, diferentes fondos de gobierno ayudan a generar el prototipo funcional cumpliendo con las condiciones de operación y realizando las pruebas de confiabilidad, validando así el nuevo producto contra el actual. Las alianzas estratégicas y los fondos de inversión, transfieren este conocimiento y habilitan al producto o proceso, generando así empresas de base tecnológica y eliminando importaciones de insumos internacionales. Al ver plasmado el conocimiento en producto de alto valor, donde se tienen clientes potenciales y le representara un nuevo reto e ingresos adicionales, el conocimiento y el talento se queda en México, creando empresas de base tecnológica, preparando a los emprendedores científicos, creando empleos y ampliando la cadena de proveeduría nacional de alto valor.

2.3 Cambio del concepto Triple Hélice

El término de Triple hélice, es utilizado actualmente por el gobierno y expandido en universidades, centros de investigación y la industria, para articular proyectos tecnológicos o investigación básica y aplicada, donde se concentren la vinculación y la

cooperación multidisciplinaria para obtener un resultado común de innovación o desarrollo tecnológico. La industria ha empezado a abrir poco a poco los procesos y proyectos tecnológicos para integrar a investigadores, estudiantes y maestros a colaborar con ellos. Sin embargo, aún existe una gran brecha para que realmente exista una relación robusta que pueda generar valor de alto impacto con las innovaciones y desarrollo tecnológicos potenciales. El gobierno por otro lado, invierte recursos a fondo perdido para que sea un aliciente para las empresas abrirse más a la colaboración, sin embargo, el miedo de la industria en compartir propiedad intelectual o información confidencial que pudieran poner en riesgo la competitividad o el negocio mismo, hacen que la relación sea débil.

Por ello, con la experiencia vista entre la Industria y las Universidades, la vinculación triple hélice debe ser una vinculación eficiente para cualquier industria y un factor estratégico para la planeación del negocio; tanto la Industria como las IES, pueden capitalizar el conocimiento y el desarrollo tecnológico, obteniendo capital humano altamente calificado e infraestructura que puedan detonar productos de alto valor, acervo científico- tecnológico y empresas de base tecnológica.

El modelo de triple hélice ha pasado por varias fases a lo largo de su existencia, desde considerarse como factor sociológico para la economía, separando la investigación básica de la aplicada, considerando el modelo de innovación fundamental para la creación de programas y normas de las políticas públicas, hasta lo más actual que es la inclusión de la sociedad como la cuarta hélice.

La triple hélice se considera como propuesta para justificar las normas y programas de

las políticas públicas de la innovación y la economía del conocimiento, tal y como lo menciona (Lundvall, 1992) en el “National System of Innovation” o (Gibbons, 1997) en el modo 2 de producción de conocimiento en el libro “La nueva producción del conocimiento”.

Cabe mencionar que estas relaciones entre la industria, gobiernos y universidades surgen efecto en la segunda guerra mundial, sin embargo, hasta finales del siglo pasado se detona el concepto de la economía basada en el conocimiento (*liga OCDE 1*) por parte de las empresas industrializadas.

Sobre el concepto de Innovación según la autora (Gonzalez, 2009), lo considera una novedad aislada y normalmente imprevista, sin embargo, cualquier innovación debe ser surgida de un modelo de Gestión de Tecnología e Innovación, ya que sistemáticamente son generadas las necesidades y mejoras que alimentan el modelo de innovación.

El modelo de triple hélice según el autor (Etzkowitz, 2002), se enfoca principalmente en cómo hacer que la industria haga ciencia y los investigadores académicos formen empresas, esto definitivamente requiere de formación y apertura para que la industria sea un polo académico-practico científico y tecnológico. Por eso es importante que exista una plantilla seleccionada por parte de la empresa que los encaminen para formarse en la parte de investigación y en un momento dado se generen innovaciones y por otro lado, que el investigador, junto con el desarrollo del prototipo se vaya preparando para que adquiera habilidades gerenciales y poder convertirse en un científico-empresario. Ellos comentan que está por llegar la tercera revolución académica donde se generan dentro de las universidades competencias

emprendedoras para la creación de empresas en modo de incubación, utilizando laboratorios e instalaciones de las mismas universidades emprendedoras. A los estudiantes de estas universidades son considerados como futuros inventores y se relacionan muy estrechamente con los proyectos tecnológicos que dan cabida a la incubación de empresas para nuevos productos.

Por otro lado, el conocimiento y su infraestructura es una combinación de relación sustancial, ciencia basada en innovación y procesos son mecanismos que agregan valor a la economía del conocimiento. La Universidad en la economía puede ser analizada en términos de triple hélice, Universidad-Industria- Relaciones Gubernamentales.

La Universidad ofrece a la industria y al Estado, personal capacitado que provee de un conocimiento para la industria para ser más competitivos, la academia, el conocimiento y su producción ha incrementado un factor estructural en ciencia, basados en procesos innovadores. En Estados Unidos la Universidad, la industria y el gobierno están menos aislados unos de otros, en muchos países latinoamericanos industrias y universidades están formadas bajo un estricto control gubernamental, están ganando autonomía del Estado.

En Europa el proceso de unificación conduce paradójicamente a la mejora de las universidades regionales y transnacionales de gobierno al mismo tiempo, con diferentes efectos en los distintos Estados con economías de primer mundo y emergentes. Esto permitía la coexistencia de diferentes arreglos institucionales, que ahora se mueven en dirección común buscando un balance entre competencia y cooperación.

La globalización de la configuración de las relaciones entre universidades, industria y gobierno, puede ser considerada como un resultado de varios desarrollos que han coincidido.

La aparición de los paradigmas tecnológicos, las tecnologías de la información; la computadora, la telefonía móvil, el internet y la interacción en si misma se ha vuelto más extensa entre las organizaciones y por lo tanto, relativamente más importante que la elaboración de perspectivas dentro de las paredes de la propia institución en base a rutinas y conocimientos, así al pasar del tiempo esos desarrollos han dejado marca en lo político y económico. En relación con la cantidad de universidades, industrias y gobierno acercándolos más a algunas sociedades y distanciándolas de otras. Otras sociedades como la unión soviética empezaron con un modelo controlado del Estado y lo incorporaron a la industria y la academia. Algunos países europeos y latinoamericanos han mantenido aspectos de este modelo. Las nuevas ideas de los laboratorios tienen que ser traídos junto con las perspectivas del mercado antes de que la innovación tome lugar

La innovación es diferente de la invención en términos de que las ideas requieren ser puestas en uso entre la reflexión en una práctica interactiva. En Rio de Janeiro, algunos años atrás hubo una severa e informal discusión grupal de negocios regionales; políticos y líderes académicos que cuestionaron el conocimiento basado en innovación y desarrollaron un concepto para un nuevo campus de la universidad.

Usando el modelo triple hélice, los roles del gobierno, las universidades no están desde hace mucho tiempo arregladas, porque las interacciones entre sus diferentes funciones en el modelo de innovación no están en el orden de generar y sustentar la

configuración del sistema de innovación.

La innovación requiere agentes competentes y disponibles para acceder a las posibilidades que contienen en una situación dada y concientizar que las evaluaciones siempre pueden hacer más conocimiento intensivo.

El conocimiento e información provee incrementalmente mecanismos estructurales, pero en comparación con los beneficios de esta transición pueden ser mayores que los costos, desde el punto de vista de los usuarios o los productores del conocimiento. Los costos y beneficios pueden variar entre las partidas, no hay una solución única y global. La teoría de este modelo proporciona un marco de referencia para la evaluación de las opciones de desarrollo basado en el conocimiento. El análisis de su base del conocimiento puede llevarse a cabo en términos de configuración universidad-industria y gobierno. La evaluación económica basada en el conocimiento puede esperar una transición sin fin de la innovación, en lugar de un viaje a un modelo ideal asumido por el socialismo o capitalismo.

El intento de colocar un campus como Harvard en la región central se entiende más que es por crear una imagen basada en el conocimiento que un Silicon Valley. Como una reencarnación diferenciada e intensiva del conocimiento, los arreglos institucionales complejos tales como la Universidad de Stanford y el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), se han convertido en modelo a seguir, para universidades que intentan convertirse en progenitoras de la economía basada en el conocimiento regional.

Está surgiendo un nuevo modelo de innovación que transforma y rediseña las fronteras nacionales e institucionales, las nuevas esferas proveen una inspiración a la innovación

tanto en niveles organizacionales como en tecnología y conocimiento.

2.4 Situación actual de la Vinculación en México

Con los programas generados de las políticas públicas del Gobierno Federal para motivar la vinculación, se ha generado el interés de vincularse entre empresas y universidades, sin embargo, estas vinculaciones en su mayoría se han enfocado a utilizar servicios especializados y cursos o talleres que pueda brindar la Universidad, y son pocas las que se vinculan en programas y proyectos de innovación co-participativo. Ha sido un interesante esfuerzo que se han propuesto tanto el Dr. Enrique Cabrero y el Centro de Investigación y Docencia Económicas para obtener una primera impresión de la foto en blanco y negro de la situación actual de la Vinculación (*Cabrero, 2011*). Aun así, existen áreas de oportunidad que permitirían mejorar la calidad de los datos y obtener una mejor fotografía a color.



Figura 5.- Fuentes externas para la innovación

Las políticas públicas han sido un medio para que el sector productivo se vincule con las IES, para la obtención de fondos en el desarrollo tecnológico. No obstante, la vinculación efectiva ha estado estancada entre las IES y la Industria estando limitada a

la prestación de servicio social. Es por ello que el objetivo de esos programas gubernamentales no han sido efectivos en su alcance a pesar del incremento del 0.4 al 0.55 del PIB (Producto Interno bruto) para desarrollo tecnológico, ya que tanto el conocimiento ni los requerimientos futuros son plasmados o considerados, ni la alineación de necesidades y tiempos de entrega son sincronizados. Es de vital importancia, que los programas de estudios de las universidades se encuentren alineadas a las tendencias y necesidades de la industria, es por ello que hoy por hoy, cuando un egresado se integra a la vida productiva, la curva de aprendizaje se prolonga de 6 a 12 meses para ser capacitados en las tecnologías, por ende la producción de conocimiento que se marca en las encuestas, solo considera publicaciones y no el potencial de conocimiento que los alumnos podrían detonar en la industria.

Es por ello que el Sistema de Educación Superior (SES), debe ser lo suficientemente flexible para adecuar las necesidades y tendencias que marque el entorno y responder rápidamente al mismo, ya que el potencial intelectual está en juego para aprovechar la oportunidad para detonar la economía del conocimiento en los diferentes nichos. Así mismo, el SES debe considerar en la estructura un polo relacionado a la innovación y a la gestión de la tecnología, debido a que se debe inculcar una metodología para desarrollarla y a su vez, ser capaz de crear sistemas de innovación en la industria.

La importancia y los beneficios de la vinculación son infinitos, y es por ello que en algunos indicadores se quedan muy cortos en medir como la producción de conocimiento en los estudiantes y como tienen su efecto en la industria. Por otro lado, si es importante que la ciencia y la investigación esté presente en la industria, debido a

que las empresas se han encargado de fortalecer el talento de ingenieros, haciéndolos especialistas, ya que aun cuando técnicamente solucionan problemas, requieren de servicios de investigadores para caracterizar correctamente los procesos y analizar materiales, desarrollar el estado del arte de la tecnología o el desarrollo de nuevos productos. Con la vinculación se desarrollan proyectos en conjunto que detonan en mejora de la calidad, competitividad y reducción de costos, así como también, la generación de patentes, empleos nuevos y desarrollo de proveedores.

La transferencia de los resultados de investigación, no solo permiten lograr incrementar la competitividad en las empresas, sino que también forma parte esencial para crear un ecosistema de innovación. Existen mecanismos en el entorno que aún se encuentran desconectados en el modelo de vinculación que se revisa en la encuesta nacional de vinculación (ENAVI) y es por ello que la brecha para lograr una efectiva economía del conocimiento es larga aun, tanto las políticas públicas como el enfoque en la industria solo han permitido crecer las operaciones o solucionar problemas de los procesos industriales, a pesar que se considera por el manual de Oslo que la innovación es cualquier mejora en el desempeño de un producto, proceso o servicio, queda limitada en una innovación incremental y solamente en algunas ocasiones ataca la innovación radical. Es la innovación disruptiva la que queda fuera de este ecosistema y el reflejo más palpable es la falta de patentes de calidad en nuestro país. Hay esferas en el ecosistema que aportan en gran medida un alto grado de valor en la innovación, como son los emprendedores, que están hambrientos de buscar y solucionar retos que marcan las tendencias tecnológicas y que son proyectos futuros de las empresas, así mismo, las alianzas estratégicas son fundamentales para hacer frente a estos retos,

porque, aunque estén las esferas con toda la actitud de aceptar el reto, si no están conectadas no habrá resultados satisfactorios.

Estos elementos no están integrados aun en la encuesta de vinculación y solo se consideran a las incubadoras que son originadas de la investigación y desarrollo, que, en términos generales, es el resultado de, sin embargo, tenemos que motivar a que se generen más empresas de base tecnológica mediante el impulso a la innovación, a través de la vinculación.

Durante los últimos años, las políticas públicas en materia de ciencia, tecnología e innovación han tenido un particular interés por parte del Gobierno Federal para impulsar la innovación y la investigación aplicada. Esto demanda un alto grado de madurez en la vinculación escuela-empresa para trabajar en nuevos desarrollos científicos – tecnológicos que detonen en innovaciones que permitan a la empresa incrementar el nivel de competitividad y obtener el liderazgo en el mercado. Estas políticas públicas han quedado plasmadas desde hace varios años en el Plan Nacional de Desarrollo, donde establece la necesidad de crear condiciones para que México se inserte en la vanguardia tecnológica y para impulsar la competitividad del país. Las nuevas tecnologías no sólo han traído avances significativos en todos los campos de la actividad humana, sino que son esenciales para lograr una mayor producción de bienes y servicios en todos los sectores de la actividad económica. La oportunidad encontrada para el país es que no puede quedarse al margen de estos procesos globales de innovación.

En el entendido de que la *investigación científica*, el *desarrollo tecnológico* y la

innovación son precursores esenciales de la competitividad y del crecimiento económico, el Gobierno Federal ha impulsado programas que integren una mayor vinculación entre científicos, tecnólogos y académicos con la planta productiva nacional. El talento de profesionistas que son expertos en los procesos y que día a día realizan mejoras generando valor, y por el lado científico, contamos con investigadores con una formación sólida donde se destaca que el conocimiento debe ser desplegado a través de alianzas estratégicas con la industria donde se genere innovación.

Con el objetivo arriba descrito, el Gobierno Federal ha trazado tres líneas estratégicas en las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación:

- 1.- Incrementar la productividad del capital y el trabajo a través de la innovación tecnológica
- 2.- Aumentar la inversión para dotar a las empresas y a los trabajadores de más y mejores herramientas productivas
- 3.- Mejorar las capacidades de las personas mediante un incremento en la calidad de la educación.

Por otro lado, el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación plantea una estrategia integral para promover la investigación científica y el desarrollo tecnológico, con la finalidad de fomentar la innovación y elevar la competitividad de nuestra economía y a través de los lineamientos de estos programas se busca que el sector productivo y el sector académico trabajen de manera coordinada para darle un impulso renovado a la tecnología y a la ciencia.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) ha detonado diferentes programas tales como: PEI (Programa de Estímulo a la Innovación), FORDECYT (Fortalecimiento Regional), Laboratorios Nacionales, Fondos Mixtos, Fondos Institucionales, Fondos Sectoriales como: FIT (Fondo de Innovación Tecnológica), FINNOVA, entre otros.

Uno de los objetivos de esta administración es elevar la aportación para ciencia, tecnología e innovación al 1% del PIB, con lo cual apenas nos llevaría al promedio de los países de la OCDE. Durante el 2014 el Presidente Lic. Peña Nieto firmaron un pacto para llevar a cabo acciones que pongan en práctica esta política.

Los países con mayor desarrollo cuentan con políticas públicas claras en apoyo a la educación, la formación de recursos humanos de calidad, la investigación científica básica y aplicada, y el impulso sostenido al desarrollo tecnológico y la innovación.

Las políticas públicas de impulso a la innovación deben incluir a todos los actores del entorno para que el tema de la ciencia, la tecnología y la innovación esté presente en todos los ámbitos de manera transversal y lograr una mayor apropiación social del conocimiento y, por tanto, una verdadera cultura científica y tecnológica nacional.

2.5 Transferencia de resultados de investigación

En su parte esencial, la transferencia de resultados de investigación es donde veremos reflejada la innovación, y esta transferencia la debemos realizar de una manera metódica y eficiente para generar un resultado positivo. Existen diferentes modelos de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) u Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT), las cuales se encargan de documentar

mediante su modelo la innovación, generar los estudios y análisis requeridos, llevar a punto el desarrollo del prototipo funcional a etapa comercial, proteger las invenciones, realizar las estrategias de negocio, tecnológicas y comerciales, ya sea para licenciamiento, protección o venta de patente; y finalmente la creación de la empresa de base tecnológica (coloquialmente del inglés, startup o spinoff).

Para que la innovación detone estructuradamente, se requiere un modelo de gestión de tecnología que integre la búsqueda tecnológica, el estado del arte de la tecnología y el monitoreo para identificar elementos de la invención que nos acerque a realizar una protección intelectual del producto, proceso o servicio. Posteriormente se realiza el análisis de factibilidad y la planeación del prototipo funcional, el cual es evaluado, validado y verificado en su etapa pre-comercial, se protege la innovación y se realiza la transferencia tecnológica en planta piloto. Finalmente, al encontrarse el producto certificado por los clientes potenciales y/o el mercado, se procesa a pequeña escala para introducir el nuevo producto al mercado, finalmente al estar en el proceso estable, es cuando la nueva empresa está en posición de iniciar con contrato de cliente, lo cual le da sostenibilidad en la primera fase de la curva de nuevas pequeñas y medianas empresas (Pymes). Por otro lado, el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) y programas de CONACYT, soportan los desarrollos y procesos que requiere una nueva empresa para poner un producto en manos del cliente, lo que amortigua la inversión requerida para el emprendedor, apoyos económicos que van desde el 30 hasta el 70% a fondo perdido son los beneficios que otorga el Gobierno Federal a través de sus políticas públicas para el impulso a la innovación.

2.5 Gestión de la Tecnología, Competitividad e Innovación

La gestión de la tecnología e innovación en el sector industrial es sin duda, uno de los factores críticos para alcanzar la competitividad de las empresas. Las nuevas tendencias tecnológicas, las demandas de la sociedad y el entorno, han evolucionado requiriendo productos, procesos y/o servicios que satisfagan las necesidades, otorguen una mejor calidad de vida y ofrezcan soluciones que mejoren la productividad de las personas. Esto al mismo tiempo, requiere que las empresas no solo se preocupen por la calidad de sus productos, sino que ofrezcan productos de más alto valor, con costos más accesibles, con calidad y de preferencia con un componente tecnológico que pueda ser versátil y flexible al entorno, tal y como es el caso de los dispositivos electrónicos con la conectividad.

El modelo nacional de tecnología e innovación del Gobierno Federal, está basado en las funciones y procesos que permiten impulsar el desarrollo de las organizaciones a niveles competitivos y de clase mundial, mediante una gestión de tecnología explícita, sostenida y sistemática, y que le permite optimizar los recursos asignados a provocar mayores niveles de competitividad, así como asegurar su permanencia y crecimiento sostenido.

Es parte fundamental, que las organizaciones cuenten con modelos y sistemas que les permitan de manera sistemática contar con proyectos de innovación que les generen beneficios a través de la mejora continua de sus procesos y productos.

Actualmente, en México se han generado políticas que impulsan la innovación para incrementar la competitividad de las empresas, tales como son los programas para estímulo a la innovación (PEI), el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT) o el INADEM, por mencionar solo algunos.

Con las nuevas tendencias tecnológicas y el bajo nivel de competitividad, los retos de los países a través de los resultados de la OCDE, se han centrado en diferentes temas prioritarios, tales como: a) Los efectos de la innovación digital en la inclusividad, donde se busca aprovechar las oportunidades que estas innovaciones generan para los grupos sociales de bajos ingresos y excluidos y las implicaciones de la economía digital sobre la dinámica del mercado y sobre la distribución del ingreso; b) La distribución de las capacidades de innovación entre las regiones dentro de los países y las tendencias de las desigualdades territoriales . y c) El papel que las políticas de innovación

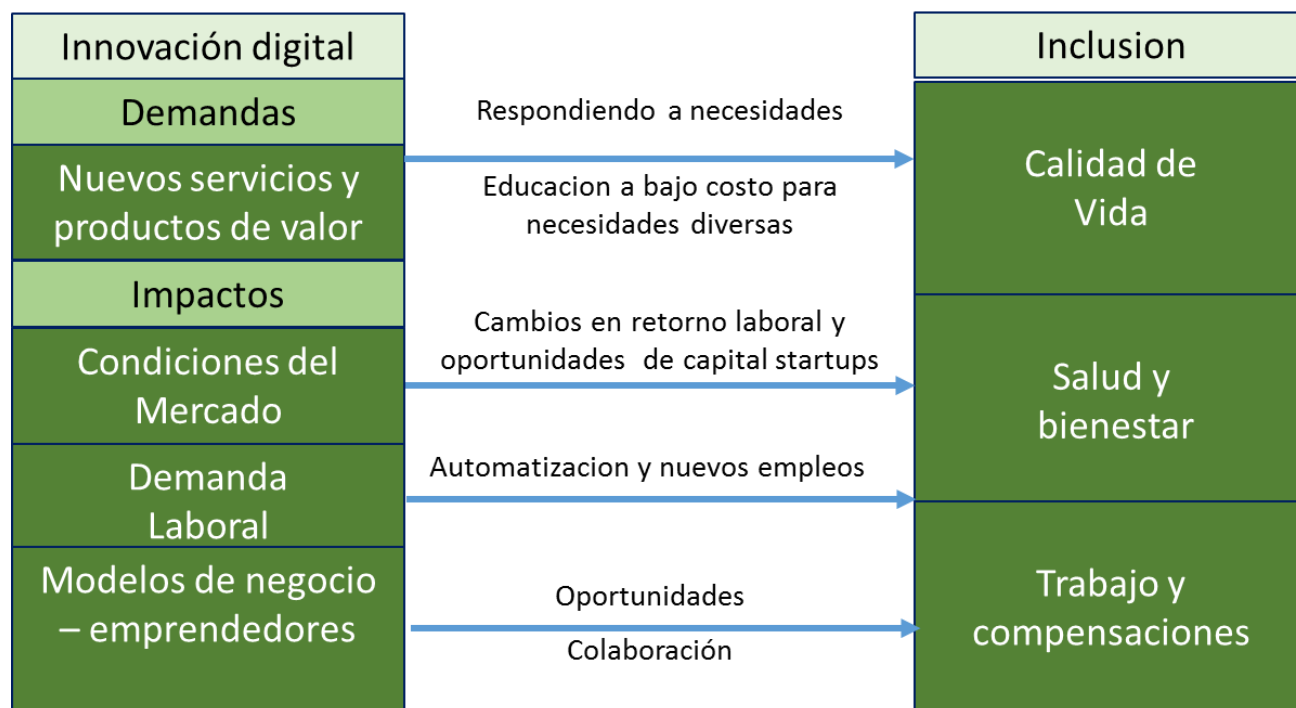


Figura 6.- Retos para la inclusión digital y la innovación, Fuente: OCDE 2015

inclusivas pueden desempeñar para abordar los desafíos de la inclusión. Estas líneas apuntan a eliminar las barreras encontradas por la sociedad para participar en actividades de innovación. Tal como se muestra en la Figura 6, donde se encuentran los retos para la inclusión digital y la innovación.

Por otro lado, el desempeño de competitividad del país en los últimos años, muestra claramente que existen muchos retos para estar al nivel de los países desarrollados. En los últimos datos 2013, México se ha mantenido en el lugar 36, 4 puntos debajo a la última década, tal y como se muestra el histórico en la figura 7.



Figura 7.- Histórico de desempeño de competitividad, Fuente: IMCO

acuerdo a los datos proporcionados por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), de los datos relevantes hubo un descenso del 2011-2013, en lo que a sociedad se refiere, la calidad de vida y la integración al ecosistema de innovación sobre todo, han sido uno de los factores por el cual el modelo de innovación y desarrollo económico no ha sido lo suficientemente efectivo para generar economía del conocimiento, y es por ello que el apartado de gobierno, además del liderazgo, lo castiga con 3 puntos abajo, como muestra la Figura 8, y a pesar de que la innovación sube un punto más, es debido a los resultados de empresas transnacionales que manufacturan productos en nuestro país con cierto grado de innovación. Sin embargo, la propiedad intelectual es de las empresas extranjeras. Por lo anterior, en México se debe impulsar más la ingeniería, diseño e innovación, desarrollar proveeduría local, crear y generar alianzas estratégicas. Es un hecho, que en base a los resultados que se han obtenido con productos locales, aun les falta grado de calidad y robustez, para competir con productos internacionales, sin embargo, debemos tener aliados que

permitan mitigar el riesgo y transferir el conocimiento a los desarrollos de insumos para el mercado nacional en una primera fase. Otros elementos de resaltar son el de investigación y desarrollo, donde vemos en la Figura 9, un retroceso en el tiempo de investigación y desarrollo aplicado, y la educación que no está alineada a los retos presentes y futuros.

Country statistical profile: Mexico 2017

| | Unit | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------|
| Environment | | | | | | | | | |
| Water abstractions | Mln m ³ | 80 587 | 80 213 | 81 588 | 82 734 | 81 651 | 84 929 | .. | .. |
| National fish landings in domestic ports | '000 tonnes | 1 483 | 1 357 | 1 398 | 1 433 | 1 501 | 1 404 | .. | .. |
| National fish landings in foreign ports | '000 tonnes | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| Aquaculture | '000 tonnes | 285 | 263 | 263 | 254 | 246 | 325 | .. | .. |
| Municipal waste total | '000 tonnes | 38 325 | 40 059 | 41 063 | 42 103 | .. | .. | .. | .. |
| Municipal waste total per capita | Kg | 340 | 351 | 355 | 360 | .. | .. | .. | .. |
| CO ₂ emissions from fuel combustion | Mln tonnes | 423 | 438 | 455 | 458 | 448 | 431 | .. | .. |
| Education | | | | | | | | | |
| Tertiary attainment in population aged 25-64 | % | 17 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | .. |
| Expenditure per student: primary, 2010 prices | USD constant PPPs | .. | .. | .. | 2 656 | 2 717 | .. | .. | .. |
| Expenditure per student: secondary, 2010 prices | USD constant PPPs | .. | .. | .. | 3 034 | 3 065 | .. | .. | .. |
| Expenditure per student: tertiary, 2010 prices | USD constant PPPs | .. | .. | .. | 8 188 | 7 568 | .. | .. | .. |
| Youths 15-19 not in education nor employment | % | 18.4 | 17.6 | 18.1 | 17.0 | 15.5 | 15.3 | 14.5 | .. |
| Youths 20-24 not in education nor employment | % | 27.6 | 26.1 | 26.2 | 25.0 | 25.2 | 24.9 | 25.3 | .. |
| Employment | | | | | | | | | |
| Employment rate in population aged 15-24 | % | 42.2 | 42.5 | 42.3 | 42.8 | 42.0 | 41.2 | 41.0 | 40.8 |
| Employment rate in population aged 25-54 | % | 69.3 | 69.1 | 69.6 | 70.6 | 70.6 | 70.1 | 70.8 | 71.2 |
| Employment rate in population aged 55-64 | % | 53.5 | 53.5 | 53.8 | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 54.7 | 54.9 |
| Incidence of part-time employment | % | 18.3 | 18.2 | 18.4 | 18.9 | 18.4 | 18.2 | 18.1 | 17.7 |
| Self-employment rate: total employment | % | 33.8 | 34.7 | 33.7 | 33.7 | 33.0 | 32.1 | 32.1 | .. |
| Self-employment rate: male employment | % | 33.4 | 34.2 | 33.1 | 32.8 | 32.5 | 31.7 | 31.7 | .. |
| Self-employment rate: female employment | % | 34.4 | 35.5 | 34.7 | 35.1 | 33.8 | 32.7 | 32.8 | .. |
| Unemployment | | | | | | | | | |
| Unemployment rate: total labour force | % | 5.4 | 5.3 | 5.2 | 4.9 | 4.9 | 4.8 | 4.3 | 3.9 |
| Unemployment rate: male labour force | % | 5.4 | 5.4 | 5.2 | 4.9 | 4.9 | 4.8 | 4.3 | 3.8 |
| Unemployment rate: female labour force | % | 5.4 | 5.2 | 5.2 | 4.9 | 5.0 | 4.9 | 4.5 | 3.9 |
| Long-term unemployment: total unemployed | % | 1.6 | 1.9 | 2.1 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | 2.0 |
| Labour compensation and hours worked | | | | | | | | | |
| Labour compensation per unit labour input, total economy | Annual growth % | 7.9 | -4.9 | 5.8 | 4.1 | 2.2 | .. | .. | .. |
| Average time worked per person in employment | Hours per year | 2 255 | 2 254 | 2 248 | 2 239 | 2 244 | 2 242 | 2 248 | 2 255 |
| Research and Development (R&D) | | | | | | | | | |
| Gross domestic expenditure on R&D | Mln USD | 8 563 | 9 291 | 9 283 | 9 235 | 9 574 | 10 442 | 10 988 | .. |
| Researchers: full-time equivalent | Per '000 employed | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | .. | .. | .. |
| Population | | | | | | | | | |
| Total population | '000 persons | 112 853 | 114 256 | 115 683 | 117 054 | 118 395 | 119 713 | .. | .. |
| Population growth rates | % | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | .. | .. |
| Total fertility rates | Children | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | .. |
| Youth population aged less than 15 | % of population | 30.1 | 29.6 | 29.2 | 28.8 | 28.4 | 28.0 | .. | .. |
| Elderly population aged 65 and over | % of population | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 6.7 | .. | .. |
| International migration | | | | | | | | | |
| Foreign-born population | % of population | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | .. | .. | .. |
| Foreign population | % of population | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | .. | .. | .. | .. |
| Unemployment rate in population of native-born men | % of labour force | 5.6 | 5.6 | 5.4 | 5.1 | 5.1 | 5.0 | 4.4 | 4.0 |

Figura 9.- Perfil estadístico del nivel de competitividad México 2017, Fuente: OCDE

La economía mexicana se ha beneficiado de las fronteras abiertas, de los flujos de inversión extranjera directa y de la integración en las cadenas mundiales de valor. Uno de los retos es eliminar las barreras que se oponen al comercio de servicios e inversiones extranjeras para que se eleven las cadenas mundiales de valor, aumentar

la diversificación de las exportaciones y fortalecer los vínculos geográficos. Sin embargo, para fomentar la globalización y la economía del país, se necesitan mejorar los resultados de la educación, reducir la informalidad, entre otros aspectos (*liga OCDE2*).

Capítulo 3

Modelo de Sustentabilidad Industrial CTS+I

3.1 Desarrollo del Ecosistema CTS+I

Es un hecho que las políticas públicas promueven el interés de las empresas para la generación de proyectos de IDT+I (Investigación, Desarrollo, Tecnología e Innovación), con la propuesta de la triple hélice que es un activador para la ejecución de los programas y la generación de un ecosistema de innovación que permee en el entorno, son elementos claves para el buen funcionamiento, podríamos decir metafóricamente, que contamos con todas las partes del carro armadas y ensambladas para que funcione el carro; sin embargo, para mover el carro se requiere de una persona que lo maneje y pueda usar esas partes adecuadamente para llegar a destino final y conseguir el objetivo, así mismo, el ingrediente principal para que ese ecosistema de innovación camine, es la actitud y el compromiso con que las empresas se enlacen efectivamente con las universidades y centros para generar procesos, productos y servicios de alto valor y con generación de patentes, con lo cual se podrá generar una economía del conocimiento efectiva.

Existen mecanismos en el entorno que aún se encuentran desconectados en el modelo triple hélice y es por ello que la brecha para lograr una efectiva economía del conocimiento es larga aún. La triple hélice articula a Gobierno, Instituciones educativas o Centros de Investigación y la Industria, si bien ha sido un intento que integra a las 3 esferas del ecosistema, pero el conocimiento que aportan las instituciones educativas hacia la industria resuelve solamente los problemas de procesos o bien los fondos públicos que se promueve por el gobierno solo caen en la industria para contrarrestar las inversiones de equipo para producción. Hay esferas en el ecosistema que aportan en gran medida un alto grado de valor en la innovación, como son los emprendedores, que están hambrientos de buscar y solucionar retos que marcan las tendencias tecnológicas y que son proyectos futuros de las empresas. Así mismo, las alianzas estratégicas son fundamentales para hacer frente a estos retos, porque, aunque estén las esferas con toda la actitud de realizar el reto, si no están conectadas no habrá resultados satisfactorios. Al existir demanda de la innovación es cuando se considera generar empresas de base tecnológicas – startups / spinoffs generando así proveeduría de alto valor a la cadena de suministros de la industria y que se reflejara en nuevos empleos y bien remunerados para la sociedad, generando calidad de vida y un modelo sustentable.

Con este modelo quedan integrados todos los actores al ecosistema de innovación, desde la generación de la idea, conocimiento y aplicación hasta el desarrollo, transferencia, comercialización y generación de empleos.

Desde hace más de cinco años la empresa Skyworks Solutions de México y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, han trabajado en el

diseño, implementación, validación y consolidación de un modelo eficiente de vinculación entre Empresa – Academia. Desde la empresa se creó el Centro de Innovación en Semiconductores (CISEM), el cual empezó a interactuar con su similar del Instituto de Ingeniería bajo un esquema de laboratorios compartidos los cuales fueron equipándose mediante la gestión conjunta de fondos a través del Programa de Estímulos a la Innovación. El grado de retroalimentación fue desde sus inicios muy generoso y así nacieron los programas de investigación y desarrollo, mediante los cuales se favorecieron estancias de investigación en la empresa, de doctores de distintas universidades y centros de investigación. El objetivo principal de estos programas que se realizan durante todo el año, fue el de abordar problemáticas relacionadas con la tecnología e innovación de los procesos de diseño y fabricación de dispositivos semiconductores. Con lo anterior, apoyando a la empresa a incrementar los niveles de competitividad, reduciendo costos de producción, generando talento, transfiriendo la tecnología a las plantas de manufactura y generando propiedad intelectual.

3.2 Sistema de Vinculación Estratégica

El capital intelectual con que se cuenta tanto en la industria como en las IES, son parte fundamental para crear una economía basada en el conocimiento, es por ello que, como parte inicial de la creación del Sistema de Vinculación Estratégica, fue el detectar a nivel nacional las capacidades de talento (investigación aplicada) en universidades y centros de investigación del país. Entre las universidades que se visitaron fueron UABC, ITESM, UANL, Centro de diseño de Motorola, CIDESI, CIDETEQ, UAG, UGTO, CNYN, CICESE, Cety's Universidad, UPBC, ITM, entre otros. El interés mostrado por la

colaboración en innovación abierta con el CISEM fue muy fructífero, logrando en todos los casos, los convenios de colaboración con las instituciones. Paralelamente, se empezó a trabajar en programas de investigación y desarrollo con la finalidad de crear una empatía entre los investigadores de las IES y los ingenieros expertos de las empresas.

Es bien sabido que los ingenieros especializados en las empresas del país, cuentan con un ingrediente de talento técnico que no existe en otras partes del mundo, es por ello que las inversiones que realizan las empresas transnacionales en nuestro país, seleccionan a México ante competidores como China o Corea que, por el costo de mano de obra barato, representa un atractivo para realizar las inversiones. Aunque no nos podemos quedar “dormido en nuestros laureles” dado que día con día, se está desarrollando talento especializado en esas regiones de Asia e incluso ya desarrollando productos propios de alto contenido tecnológico y con mano de obra de bajo costo. Por otro lado, los cuerpos académicos de investigadores, cuentan con gran conocimiento en las diferentes ramas de la ciencia, específicamente para CISEM, los investigadores en materiales, corrosión o microscopia avanzada, generan líneas de investigación de interés para los cuerpos académicos o para la generación de publicaciones de alto impacto, que requieren completar para la permanencia o incremento de nivel, particularmente en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que también se cuenta con un enfoque erróneo para impulsar la economía del conocimiento. Los indicadores de competitividad que se tiene no son los correctos, debido a que los investigadores están generando el conocimiento a través de publicaciones, lo cual les demanda largas horas de investigación y búsqueda, y por el

contrario el valor real del conocimiento es compartido a través de revistas de alto impacto o patentes, las cuales son adquiridas por emprendedores o innovadores que solamente aplican el conocimiento a nuevos productos o procesos comercializables, siendo los mayores beneficiarios del conocimiento.

El proceso generado para los programas de investigación y desarrollo llamados: Verano Científico en Skyworks, Sabático distinguido, Posdoctorados Especializados y Estudiantes de Posgrado. Son los programas creados para que, a través de la innovación abierta, solucionen retos y problemáticas de la empresa, compartiendo el conocimiento técnico del ingeniero experto con los investigadores y viceversa, el investigador compartiendo el método científico y el análisis para la evaluación de las propuestas.

Esto a su vez, ha detonado un incremento en las competencias de los ingenieros, han desarrollado patentes partiendo de las innovaciones generadas, se han desarrollado nuevas soluciones para la caracterización de los procesos actuales y entrantes, creando un ecosistema virtuoso de colaboración de proyectos científicos-tecnológicos.



Figura 10.- Sistema de vinculación estratégica

Los proyectos desarrollados en conjunto, demandan cierta infraestructura que en ocasiones las IES no poseen, sin embargo, con el sistema de Vinculación Estratégica, como lo muestra en la Figura 10, a través de contar con un proyecto tecnológico que se desarrolla en verano científico, que se lleva a cabo entre julio y agosto, tienen como entregable un documento del estado de la técnica, donde se genera un reporte de investigación de patentes, estado del arte y la factibilidad del proyecto. Este resultado, es sometido a través de los programas de estímulo a la innovación del gobierno federal, donde empatan los requisitos y requerimiento para la obtención del recurso, que parte de él, es asignado a la adquisición de infraestructura para los laboratorios compartidos, que a través de recurso asignado de la empresa a las IES, los fondos para ciencia básica, los equipos fuera de producción de la empresa que son donados a las IES, se obtiene un espacio en el cual se trabaja en líneas de investigación dirigidas al sector o la empresa, también se marca un mapa de ruta tecnológico (MRT) con los

investigadores coordinadores de los laboratorios compartidos, esto para marcar el rumbo de las nuevas tecnologías entrantes y futuras, con las cuales el investigador desarrollara las líneas de investigación, se integraran a los planes de estudio y se formara capital humano. Es así, como a través de la creación de los MRT se desarrolla el talento antes de que la industria lo requiera, esto es de valor agregado para las empresas, debido a que cuando se transfieren las tecnologías, buscan recurso humano especializado en las IES, y por consecuencia al no tenerlo disponible, optan por la adquisición de talento extranjero.

Sin embargo, es importante que el desarrollo del talento, los MRT's y la infraestructura este alineada con los procesos de la industria, para que cuenten con proyectos tecnológicos a corto plazo y que generen valor. Partiendo de esto, se desarrolló el flujo de innovación por parte del CISEM con la finalidad de ir enlazando los programas científicos-tecnológicos, lo programas de fondos a la innovación, los procesos de patente y finalmente la transferencia tecnológica a los procesos de manufactura, tal y como se aprecia en la Figura 11.



Figura 11.- Flujo de desarrollo de proyectos tecnológicos

3.3 Sistema de Competitividad Industrial

Sin lugar a dudas, la competitividad es la que marca el rumbo y destino de cualquier organización y se requiere integrar sistemas de gestión que permitan habilitar los procesos y estrategias de una manera sostenible, el esquema utilizado en el sistema de competitividad industrial toma como base tanto el modelo nacional de competitividad, donde se encuentran herramientas directivas para generar una reflexión estratégica, a través de la identificación y desarrollo de capacidades, y ventajas competitivas difíciles de imitar, que soportan la ejecución de las estrategias, aprovechando y respondiendo a las oportunidades del entorno en el que opera, incrementando las posibilidades de crecimiento sostenible. Y del mismo modo se integra el modelo nacional de tecnología e innovación del gobierno federal que tiene como objetivo impulsar el desarrollo de las organizaciones mexicanas a niveles competitivos y de clase mundial mediante una gestión de tecnología explícita, sostenida y sistemática, y que le permita optimizar los recursos asignados a provocar mayores niveles de competitividad, así como asegurar su permanencia y crecimiento sostenido. Las fases que contempla el modelo es la de vigilancia tecnológica, que básicamente es la búsqueda en el entorno que permitan identificar amenazas y oportunidades de desarrollo e innovación tecnológica que impacten en el negocio, la de planeación estratégica, que es el desarrollo de un marco estratégico tecnológico que le permite a la organización seleccionar líneas de acción que deriven en ventajas competitivas, que implica la elaboración de un plan tecnológico que se concreta en una cartera de proyectos; la de habilitar es la obtención, dentro y fuera de la organización,

de tecnologías y recursos necesarios para la ejecución de los proyectos incluidos en la cartera. La fase de proteger se refiere a la salvaguarda y cuidado del patrimonio tecnológico de la organización, generalmente mediante la obtención de títulos de propiedad intelectual; y finalmente la implementación que es la realización de los proyectos de innovación hasta el lanzamiento final de un producto nuevo o mejorado en el mercado, o la adopción de un proceso nuevo o sustancialmente mejorado dentro de la organización. Incluye la explotación comercial de dichas innovaciones y las expresiones organizacionales que se desarrollan para ello.

Como se puede apreciar en la Figura 12, se desarrolló el esquema del Sistema de competitividad Industrial a través de gestión de tecnología e innovación, donde están integrados todos los subsistemas de gestión que ayuden a ser más competitiva.

El modelo de Gestión de Tecnología e Innovación de Skyworks Mexicali está representado como el diagrama de un microcircuito en el que se localizan las entradas del entorno, del corporativo como unidad central, retroalimentación de la capacidad y funcionamiento de los procesos internos, unidades de coordinación y sincronización de actividades como son la oficina de Gestión de Proyectos Estratégicos, el área de Introducción de nuevos productos y el CISEM coordinando las actividades de Gestión de Tecnología e Innovación. En el diagrama también se encuentran presentes los puertos de salida representados por los grupos de interés como son: los clientes actuales y de nuevos mercados potenciales, el personal, la comunidad y los accionistas.

En ella, están representadas todos los sistemas de gestión que permiten a la empresa identificar oportunidades de mercado, realizar un análisis de fortalezas, oportunidades,

debilidades y amenazas estratégico a través de la vigilancia tecnológica y del entorno, también se utiliza la información de los resultados e indicadores claves obtenidos de la organización para alinear el rumbo de la empresa, así mismo, incluyendo las estrategias tecnológicas, operativas y financieras, se realiza la planeación estratégica creando tácticas en todos los elementos competitivos, resultando así una cartera de proyectos balanceada que dan certeza a la empresa de alcanzar los objetivos trazados. Los sistemas de gestión son habilitados para asignar recurso necesario a cada proyecto estratégico y es desplegado en las áreas correspondientes para su implantación, posteriormente es analizado, evaluado y mejorado continuamente para alcanzar el máximo beneficio; las invenciones y conocimiento generado es protegido a través de instrumentos de protección intelectual que le dan confianza a la empresa, clientes y mercado, para asegurar los resultados obtenidos por la empresa.

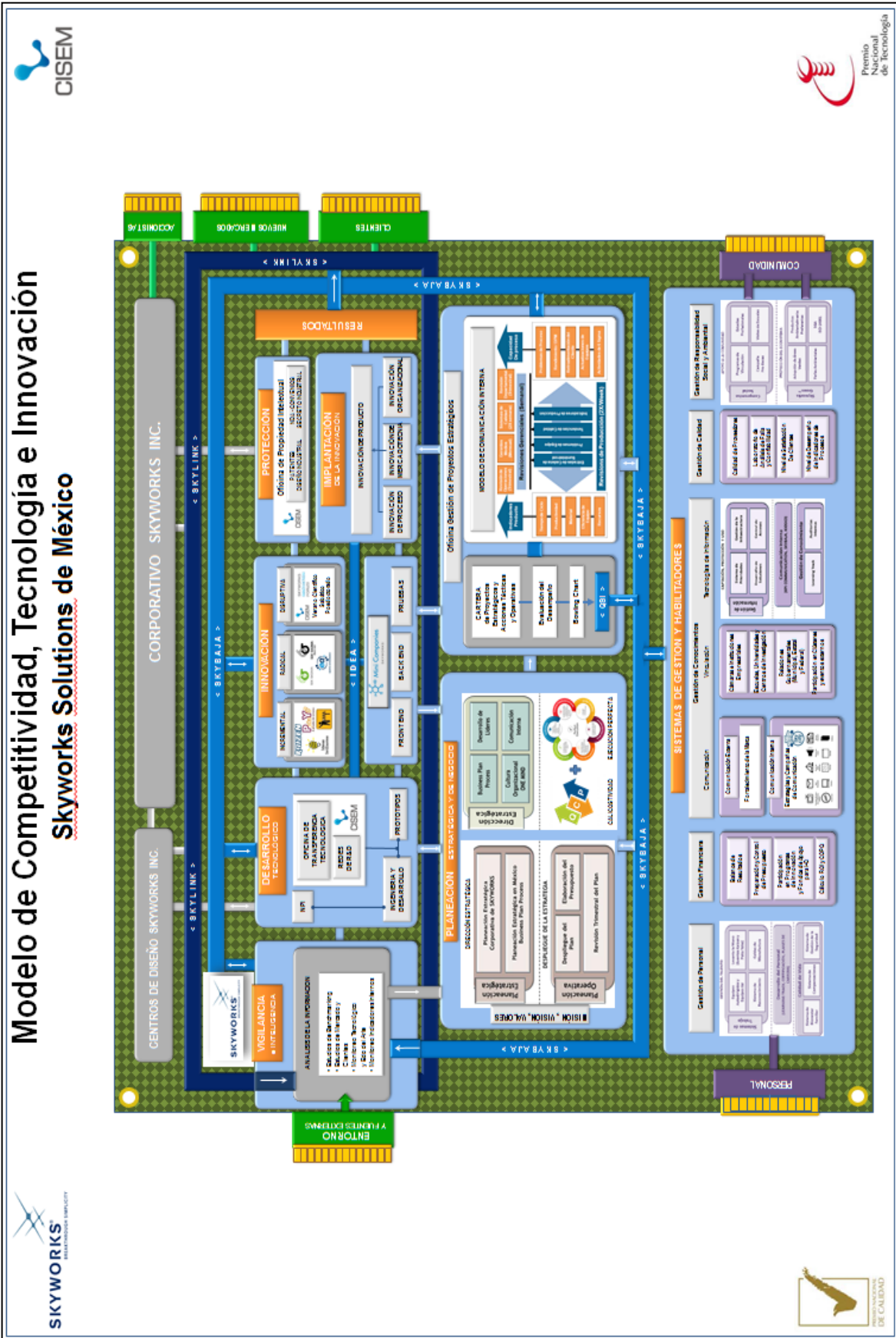


Figura 12.- Sistema de Gestión de Tecnología de Skyworks Solutions de México

3.4 Sistema de Inteligencia de negocios

Uno de los principales retos del país, es que las empresas transnacionales integren en su cadena de proveeduría a empresas locales, debido a contratos preestablecidos de corporativos, más que la calidad de los productos. Es por ello que se tiene que crear una relación a largo plazo entre proveedores y la industria para conocer y entrar a la cultura de la organización, adelantándose a las demandas del cliente. Por otro lado, existen insumos estándar con los que cuenta el mercado y proveedores internacionales y que en ocasiones la industria requiere el adaptar los insumos a los procesos, más cuando se trata de procesos especializados y/o nuevos. A través de los clústeres nacionales se ha querido trabajar en este sentido motivando a las empresas en el desarrollo de proveedores, sin embargo, el rubro de mayor interés ha sido el desarrollo de talento más que de proveeduría. Por lo que es un reto el identificar oportunidades de negocio y que, trabajando en conjunto con investigadores, universidades, empresas, proveedores, inversionistas y gobierno, se pueda detonar insumos de alto valor agregado para las empresas y que sea la semilla para la creación de empresas de base tecnológica en el país, como se aprecia en la Figura 13 del sistema de inteligencia de negocios.

Otro de los elementos de este sistema es la atracción de nuevas tecnologías o empresas extranjeras, cuando las capacidades del país no cuentan con dichas tecnologías, se requiere generar alianzas donde sea atractivo para la empresa extranjera la inversión en México, es por ello que de acuerdo al proceso, se identifica nacionalmente partes de los procesos del nuevo producto para crear alianza con la empresa extranjera y pueda invertir en México, creando beneficios con transferencia

tecnológica, generación de empleos, empresas nacionales más competitivas y desarrollo económico en el país.



Figura 13.- Sistema de inteligencia de negocios

3.5 Sistema de Emprendedurismo

Los mecanismos para el desarrollo de proyectos tecnológicos y de innovación, han sido insuficientes para que marquen la diferencia en los niveles de competitividad del país, hay un gran potencial de talento en México, investigadores expertos con gran capacidad, la estampa del mexicano en ser creativo y programas e inversionistas que aportan a la creación de valor. Hay un gran esfuerzo de las escuelas media superior y superior en fomentar el desarrollo de proyectos, la innovación y el emprendedurismo, sin embargo, faltan las bases y seguimiento para que puedan validar la idea, que hagan un estudio de factibilidad del proyecto en lo económico, tecnológico y comercial para que pueda tener viabilidad y se desarrolle el prototipo, del mismo modo, a los

potenciales emprendedores, se deben capacitar en presentación efectivas, negociaciones y administración de proyectos para que puedan darle un seguimiento adecuado a los proyectos. Una buena presentación e introducción es primordial para vender el producto y que inversionistas y el cliente puedan tener acceso o valorar el producto. Al validarlo con los posibles clientes e inversionistas, se requiere generar un escalamiento para validar en campo el producto y ver el comportamiento y estabilización en producción a mediana escala. Finalmente, ya validado el producto, se requiere proteger mediante las diferentes formas de propiedad intelectual y finalmente, apoyarse de programas y socios comerciales y estratégicos para la conformación de la empresa. Tal y como se muestra en la Figura 14, a través de la oficina de transferencia tecnológica CIMA de BC, que ese año fue reconocida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Secretaría de Economía, se están desarrollando programas con impulso al ecosistema CTS+I dirigido a emprendedores y con alto impacto social.

Con los programas descritos, se busca alinear los objetivos planteados con los deseos de los emprendedores en materializar sus ideas en productos comercializables y detonar la verdadera innovación.



Figura 14.- Sistema de Emprendedurismo

Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

Capítulo 4

Resultados de la implementación de modelo

4.1 Resultados de la estrategia CISEM

Referente a lo descrito anteriormente sobre la estrategia CISEM, los sistemas que lo conforman son: Sistema de Vinculación Estratégica y Sistema de Competitividad Industrial. En este sentido, la implantación de la estrategia en la empresa Skyworks Solutions de México, no fue sencilla de implementar debido a que no era una directriz de corporativo, no era una estrategia de la dirección, solo era una iniciativa interna que un grupo de líderes acuñaron el modelo y se sumaron para desplegarla en la empresa. Para iniciar con el proyecto, se desarrolló un plan de negocio con la intención de identificar las fortalezas y debilidades internas y las oportunidades y amenazas externas que podrían poner en riesgo la implementación. Posteriormente, se desarrolló la misión y visión del proyecto, las áreas robustas y con potencial, la alianza estratégica con IES y centros de investigación del país, los procesos internos y externos que se necesitarían, análisis de factibilidad de técnica y de negocio, corridas y escenarios financieros y finalmente el mapa de ruta estratégico que daría rumbo al proyecto. Como se aprecias en la Figura 18, todos los objetivos trazados en el mapa de ruta estratégico fueron superados, donde actualmente en fondos gubernamentales hemos alcanzado la aprobación de casi \$30 millones de dólares en fondos para inversión y proyectos tecnológicos.

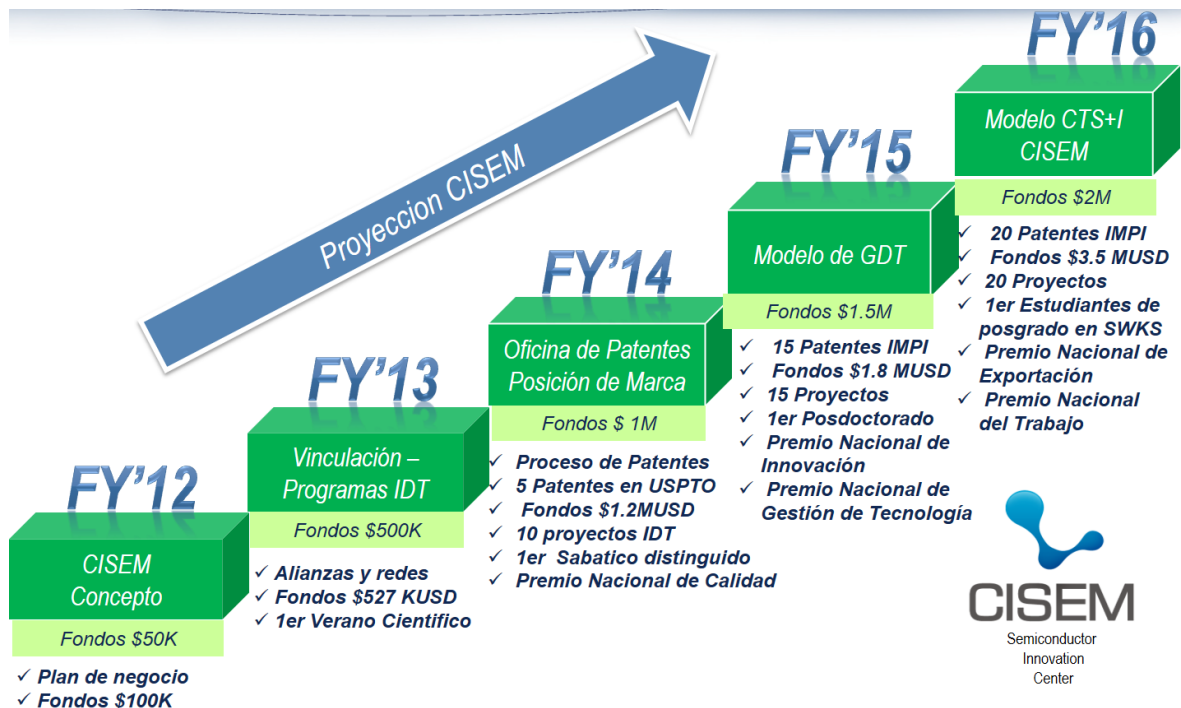


Figura 18.- Mapa de ruta estratégico del CISEM

Sin duda, estos beneficios obtenidos a lo largo del tiempo, han generado sanidad a los estados financieros de la empresa a través de las inversiones en tecnología, y por otro lado, derivado de la vinculación estratégica se generaron programas de investigación y desarrollo, donde se desarrolló una oficina de patentes y legal con sus procesos correspondientes, donde se está patentando a través del IMPI, USPTO y PCT; también se obtuvieron los 5 premios nacionales para empresas grandes que impulsaron la marca Skyworks a nivel nacional, se desarrollaron laboratorios compartidos en las IES tales como: nanotecnología, microelectrónica, semiconductores y microscopia avanzada, y en lo interno se desarrollaron laboratorios de automatización, micromaquinado, calibraciones y análisis de fallas; donde a través

de ellos y la participación de investigadores se han obtenido más de \$4 millones de dólares en ahorros en los últimos 5 años, entre otros beneficios obtenidos.

La estrategia operacional del CISEM ha sido reconocida a nivel nacional y reflejada en beneficios tangibles para la empresa. En sus 5 ejes como se aprecia en la Figura 19, ha aportado ingresos adicionales y reducido costos del producto.



Figura 19.- Estrategia operacional del CISEM

4.1.1 Objetivos planteados

Dentro de los objetivos del proyecto de tesis, fue previsto la generación de un modelo de vinculación que genere desarrollo tecnológico y que generara empresas de base tecnológica, como se describe a continuación:

OBJETIVO PRINCIPAL

Desarrollar un modelo de Vinculación Tecnológica triple hélice que genere desarrollo tecnológico Industrial y genere empresas de base tecnológica como cadena de suministro nacional.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- 1.- Integrar la gestión de transferencia tecnológica en el modelo
- 2.- Generar flujos, procesos y sistemas que sean implantados en la Industria para impulsar la innovación y el desarrollo tecnológico
- 3.- Crear un Centro que integre áreas del conocimiento aplicado basado en necesidades industriales

Con la estrategia, creación e implementación del Centro de Innovación en Semiconductores – CISEM como se aprecia en la Figura 20, se pudo lograr cada uno de los objetivos trazados (principal y secundarios), desarrollando el modelo de sustentabilidad CTS+I, con los sistemas de vinculación estratégica y competitividad industrial, que incluye la gestión de tecnología e innovación dentro de todos sus procesos.



Figura 20.- Implementación del centro de innovación en semiconductores - CISEM

4.1.2 Metodología para el desarrollo del proyecto

1. Adquisición de conocimientos
 - a. Acopio documental, revisión y lectura de documentos
 - b. Búsquedas y revisión de modelos existentes
 - c. Entrevistas y reuniones de trabajo

2. Análisis de Modelos Existentes
 - a. Seleccionar modelos de vinculación y transferencia tecnológica
 - b. Estudiar y entender la forma de trabajo de los mismos
 - c. Identificar elementos adicionales a ser incluidos en la propuesta

3. Desarrollo de un Modelo de Vinculación Tecnológica
 - a. Listado de aportaciones novedosas de la propuesta
 - b. Propuesta Inicial del Modelo
 - c. Identificar sistemas e infraestructuras necesarias
 - d. Aplicación de modelos o sistemas para la identificación de escenarios favorables.
 - e. Propuesta definitiva del Modelo

4. Implementación del Modelo
 - a. Selección de empresa de alto volumen, alta mezcla y alta tecnología
 - b. Implantación del Modelo en la empresa
 - c. Desarrollar un proyecto tecnológico con alto impacto
 - d. Completar el flujo y metodología para el desarrollo del proyecto

- e. Generar y evaluar el prototipo funcional
 - f. Transferencia de la tecnología
 - g. Generar empresa de Base Tecnológica (en caso necesario - opcional)
5. Validar, Documentar y registrar la propiedad intelectual del Modelo y Prototipo.
- a. Elaboración de publicaciones
 - b. Presentaciones en foros y congresos nacionales e internacionales sobre la temática de investigación y desarrollo, transferencia de tecnología e innovación.
 - c. Aplicación de patentes, marcas y registro de autor
6. Presentación de resultados del Modelo de sustentabilidad CTS+I

4.1.3 Resultados obtenidos

En base a los resultados planteados en el protocolo de tesis, se pudieron alcanzar los siguientes resultados, de los cuales se presentan las evidencias en los anexos del presente documento.

- a) Implantar el Modelo de Centro de Vinculación Tecnológica e Innovación para el Desarrollo de Proveedores de la Industria Alta Tecnología en al menos 1 Empresa del Estado de Baja California.**

El modelo desarrollado fue implementado en la empresa Skyworks Solutions de México a través de la estrategia CISEM.

b) Generación de conocimiento nuevo sobre transferencia de tecnología, innovación y desarrollo de proveedores en industrias de alta tecnología en un país con economía emergente.

Se desarrolló un sistema de competitividad industrial que integra los procesos de protección intelectual, administración de proyectos y transferencia tecnológica, a su vez diferentes programas de proyectos científicos tecnológicos generan propuestas de nuevos productos y mejoras de procesos para mejorar la competitividad de la empresa. En el mismo sentido, se desarrolló el sistema de inteligencia de negocios, que busca la relación entre empresas, investigadores, empresarios y emprendedores para el desarrollo de nuevos productos que atiendan las necesidades de las empresas, creando startups y desarrollando proveedores nacionales.

c) Impulsar la actividad tecnológica y vinculación.

A través de programas que impulsan la innovación, la creatividad y el emprendedurismo, se han desplegado a todos los niveles de la sociedad, con la finalidad de que se integren en el ecosistema CTS-STEAM +I y mejore la calidad de vida de las personas.

d) Desarrollar una metodología validada para el desarrollo de proveedores en industrias de alta tecnología.

Se desarrolló un programa en conjunto con la Fundación México-EU para la Ciencia (FUMEC), donde a través de un fondo de desarrollo de proveedores de la Secretaría de Economía, pudimos incrementar la calidad de sus servicios de 20 empresas a través de

la metodología utilizada, de las cuales 3 se convirtieron al final en proveedores de la empresa para productos de Micromaquinado (requerimiento específico)

e) Desarrollar un producto de base tecnológica.

A través del sistema de inteligencia se han generado al menos 5 productos de los cuales 2 de ellos están en la fase de escalamiento a planta piloto y a punto de certificación para comercializarse.

f) Proteger la propiedad intelectual, participación en foros y congresos y elaboración de publicaciones para la difusión del nuevo conocimiento.

Desde el sistema de competitividad industrial se logró crear la Oficina Legal y de Patentes en México, donde solo desde corporativo se manejaba, con la autorización de corporativo México es autosuficiente para el manejo de la propiedad intelectual. Por otro lado, a través del sistema de inteligencia de negocios y de la Oficina de Transferencia Tecnológica – OTT, CIMA, se tiene protegido desde marcas y patentes los productos generados a través de ella, protegiendo así la propiedad intelectual. Del mismo modo, los registros de autor de las obras, incluyendo el modelo descrito en esta tesis. Este conocimiento ha estado compartiéndose con la comunidad desde el ámbito local, regional, nacional e internacional.

g) Desarrollar una empresa de base tecnológica

Finalmente, con el desarrollo de los productos, se lanzan las siguientes empresas:

- a) Oficina de Transferencia Tecnológica, OTT y la creación de **CIMA de BC SA de CV** (ya constituida), enfocada a servicios, desarrollo de productos y protección intelectual.

- b) **Medicaltech Laboratorios SA de CV** (en proceso para 2017), enfocada al sector médico con el primer producto denominado Periosan
- c) **EPX Solutions SA de CV** (en proceso para 2018), enfocada al sector de polímeros y adhesivos, desarrollando productos para pasto sintético, epoxicos para la industria electrónica y materiales compuestos para el sector aeroespacial.

4.2 Resultados del Sistema de Vinculación Estratégica

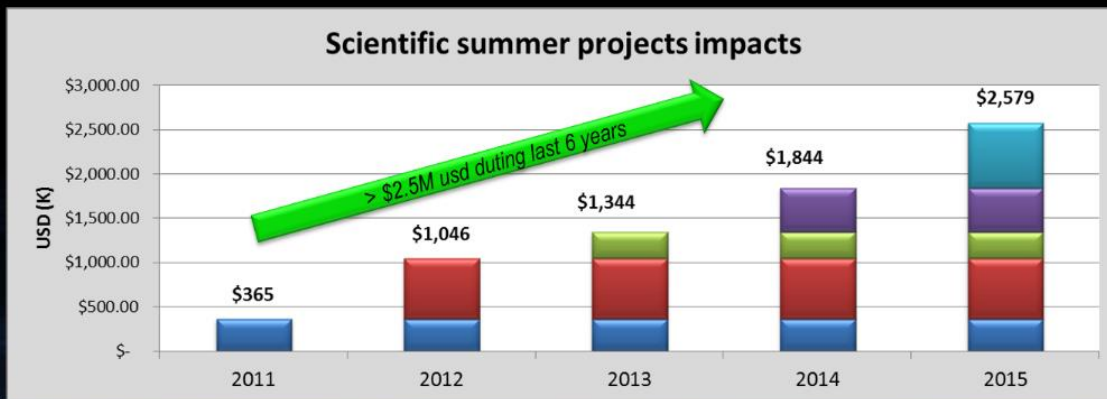
El sistema fundamental en el que opera el modelo de sustentabilidad CTS+I, es precisamente el de vinculación estratégica, que, en base a la integración del grupo de investigadores para investigación aplicada, la identificación de competencias y capacidades a nivel nacional, se han obtenido los impactos reportados en el presente documento, tales como:

- Actualización de programas de estudio a nivel posgrado, donde se integran las competencias de los procesos actuales que son tecnología de punta y también incluyendo las competencias de las tecnologías entrantes, para anticiparnos al requerimiento de talento.
- Creación de laboratorios compartidos (Microscopia avanzada, Semiconductores, Microelectrónica y Nanotecnología) que habilitan el desarrollo de proyectos tecnológicos para la empresa por un lado y por otra la generación de servicios de investigación para el resto de la industria. La colaboración con el II UABC permitió el acceso a más de 25 millones de pesos de fondo para infraestructura, tal y como se aprecia en la Figura 21.

- La formación de recurso humano especializado a nivel doctorado, los ingenieros expertos en las áreas de especialización, son integrados al proceso de formación a nivel doctorado, integrando competencias científicas-tecnológicas en el desempeño de sus actividades. Actualmente 8 asociados se encuentran en el proceso.
- Los programas de investigación y desarrollo donde se integran el conocimiento técnico de los asociados con el conocimiento científico de los investigadores, para solucionar retos, problemáticas y caracterizaciones de procesos. Se han desarrollado: Verano científico, Sabático distinguido, posdoctorados especializados y estudiantes de posgrado en la industria, generando alrededor de \$4 millones de dólares en ahorros durante los últimos 5 años, como aparece



Roberto Luis | Figura 21.- Laboratorios compartidos con universidades) total de esta obra sin él permiso formal y explícito del autor de esta tesis



| Row Labels | Sum of Savings (K) | Saving Accumulated |
|------------|--------------------|--------------------|
| 2011 | \$365 | \$365 |
| 2012 | \$681 | \$1,046 |
| 2013 | \$298 | \$1,344 |
| 2014 | \$500 | \$1,844 |
| 2015 | \$735 | \$2,579 |

4.3 Figura 22.- Ahorros generados con el programa de verano

Resultados del Sistema de Competitividad Industrial

En el Sistema de Competitividad Industrial se encuentran integrados los procesos de gestión de tecnología e innovación, mismos que incluyen todos los procesos involucrados en la operación de una empresa competitiva, desde los procesos de reflexión estratégica y alineación, hasta los procesos de vigilancia, liderazgo, clientes, planeación, habilitación, personal, responsabilidad social, información y conocimiento, implementación, desarrollo tecnológico, protección y resultados de competitividad y

sustentabilidad. Con este sistema vivo, hemos obtenido beneficios de una manera sostenible para la organización, desde reconocimientos obtenidos por el gobierno federal con premios nacionales, como se muestra en la Figura 23, así como los siguientes puntos:

- a) La obtención de fondos gubernamentales en los diferentes programas, desde el Programa Estímulos a la Innovación (PEI) enfocado a desarrollos tecnológicos, donde a través de los programas de verano científico y sabático, realizamos las investigaciones, estado del arte y estudios de factibilidad de los proyectos, los reportes técnicos son integrados como estado de la técnica con fundamento y validación de origen. Esto ha provocado la aprobación de manera consecutiva de fondos en los últimos 6 años. Programas como FINNOVA o Sectoriales, han apoyado con cursos y certificaciones para desarrollo de proveedores. Por otro lado, de manera estatal se aplicó a la ley de fomento a la competitividad y calidad, donde se han aprobado del mismo modo de manera consecutiva durante los últimos 6 años y finalmente, Fondo para inversión, como la del fondo PROMEXICO fue sometida y aprobada durante el 2015 para la expansión de la tecnología de Internet de las cosas. En total casi 30 millones de dólares se han obtenido para la empresa como parte de la gestión y desarrollo de proyectos por parte del CISEM.
- b) La protección intelectual de la empresa, era mínima, utilizando solamente contratos con proveedores, sin embargo, a través de la gestión de CISEM, se crearon los procesos de protección desde cartas de confidencialidad hasta procesos de patentes y propiedad intelectual en México. Los resultados

obtenidos en los últimos 4 años a través de los procesos y flujos, se han obtenido 13 patentes en proceso a través de la USPTO, 18 patentes en proceso a través del IMPI, de las cuales 3 PCT y 3 USPTO fueron otorgadas, así como 3 registros de marca.

c) La operación de los laboratorios de Micromaquinado, automatización y análisis de fallas, han generado ahorros considerables a la organización, anualmente se obtienen aproximadamente entre 2 y 3 millones de dólares en ahorros, donde se generan diseños y desarrollos propios, además de que al trabajar con el modelo operativo de competitividad, el trabajo en conjunto y el seguimiento de procesos, nos genera transferir la tecnología eficientemente, más en un mercado tan dinámico como es el de comunicaciones inalámbricas.

CISEM



Innovación Tecnológica "Shielding"...

Propiedad Intelectual:

4 Aplicaciones de Patentes Internacionales

3/5 Inventores de Mexicali



Vinculación:

UABC, UAG




Resultado:



- Liderazgo en Telefonía Celular Mundial
- Incremento en producción en un 30% y generación de 1000 nuevos empleos por la introducción del nuevo producto al mercado
- Premio Nacional de Tecnología 2014, en la categoría de Innovación de Procesos

Roberto Luis Ibarra Wilton © 2017. Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra.
 Figura 23.- Desarrollo tecnológico patentado y reconocido a través del modelo

Como parte de la estrategia CISEM, se ha utilizado el sistema de inteligencia de negocios para integrarse en los diferentes sectores estratégicos, como se aprecia en la Figura 24, donde a través de alianzas estratégicas se colabora para el desarrollo de nuevos productos y proceso que generen valor para los actores de la red. Uno de los casos, es la iniciativa donde Honeywell Automation, está desarrollando dispositivos que se conectan inalámbricamente. Basado en la aplicación de Skyworks se pretende trabajar en conjunto para el desarrollo de mejores productos convirtiéndose potencialmente en cliente de un producto hecho y diseñado en México.



Figura 24.- Relación de sistemas de competitividad e inteligencia de negocios

4.4 Resultados del Sistema de Inteligencia de Negocios

En el Sistema de Inteligencia de Negocios, se determinó una estrategia externa para atender las demandas y retos de la industria en general, a pesar de promover al

CISEM como un *spin off* para adquirir estas actividades externas, el nivel corporativo es muy conservador. Por lo anterior, se tomó ventaja y se desarrolló la empresa que pudiera tomar esta estrategia. De ahí se origina CIMA de BC, quien toma como sus funciones principales, ser una Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT) y desarrollar productos de alto valor.

4.4.1 Desarrollo de nuevos productos y Startups

Dentro de las demandas comunes que se presentan, es en el clúster aeroespacial, donde a través de GKN se origina la necesidad de tener un adhesivo prepreg (resina epoxica) que se utiliza en materiales compuestos, que tiene restricciones en su manejo, teniendo que utilizarse en cuartos fríos para detener su tiempo de vida; del mismo modo en el clúster de diseño se detecta la necesidad de obtener un insumo epóxico que adhiera microcircuitos al tablero y que pudiera eliminar la restricción de almacenamiento en cuartos fríos por el costo que representa, además del desperdicio de materia prima expirada. Activando el sistema, se conectaron a los investigadores de la red que fueran capaces de proponer soluciones al reto detectado, que, en este caso, era contar con un adhesivo epóxico que fuera capaz de estar estable a temperatura.

Se empezaron a trabajar en las propuestas y se vio la viabilidad de un par de ellas, hasta que se pudo realizar un prototipo funcional, a través de la aplicación de fondos gubernamentales, específicamente a través el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), enfocado a pymes, se contó con el recurso para hacer el prototipo funcional en laboratorio y realizar las evaluaciones requeridas. Finalmente, se pudo contar con un adhesivo estable a temperatura ambiente y curable mediante UV para la industria

electrónica como epóxico no conductivos. Las pruebas del epóxico conductivo y epóxico para materiales compuestos aún se encuentran en evaluación, como se

a

Desarrollo de nuevas empresas... caso de estudio

PhD. Tito Herrera, UAG professor, Desarrollo de nuevos productos innovadores, como adhesivos estables a temperature ambiente para la industria electronica y aeroespacial. Diferenciadores: Estable a temperature ambiente, doble curado (UV / Temp) y bajo costo. Producto en certificación → Inicia fase de planta piloto (2018)

Impulsar el Talento- Innovación - Desarrollo Económico

Figura 25.- Desarrollo de nuevo product que detona un Startup

Del mismo modo, en base a una necesidad del sector médico, en el área periodontal, se detectaron oportunidades de negocio y mejora de producto para combatir la periodontitis crónica, donde el 70% de los adultos generan problemas dentales y de la perdida de dientes el 75% es por la periodontitis crónica. Los procedimientos actuales son rudimentarios y dentro de la propuesta de valor se encuentra el desarrollo de una lámina que se inserta entre la encía y el diente y puede eliminar el problema basado en una liberación prolongada de medicamento antimicrobiano y paralelamente adherir de

nueva cuenta la encía al diente. Existe un producto que cuenta con características parecidas, sin embargo, este genera inflamación y tiene un tiempo de efectividad menor al nuevo producto, además del costo de venta que se reduce al menos en un 30%. El producto que se encuentra en proceso de certificación COFEPRIS con nombre comercial “Periosan” detonará la nueva empresa denominada: Medicaltech Laboratorios SA de CV, ubicada en la ciudad de Mexicali, BC, México (ver evidencia en anexo).

4.4.2 Desarrollo de proveeduría local

Por otro lado, uno de los ejemplos de impulso a la innovación en Skyworks, es que a través del CISEM mediante la generación de un laboratorio de Micromaquinado con personal altamente capacitado y la empresa CIMA de BC, unieron los esfuerzos de investigación e innovación generando nuevos productos de alta tecnología y brindando servicios de mayor valor agregado para los sectores productivos, sin necesidad de utilizar servicios extranjeros. Con este proyecto se incrementó la competitividad y productividad en la región generando y desarrollando nuestros productos de Micromaquinado especializado para las empresas del país

En qué consistió la metodología:

- a) Primera etapa se llevó a cabo un análisis de desempeño que abarco las siguientes áreas:
 - Eficiencia Operativa
 - Sistemas de Calidad
 - Innovación e Integración Tecnológica
 - Capacidad Financiera

- b) Posteriormente se desarrolló un plan de mejora
- c) Se gestionó recurso mediante el programa de INADEM para desarrollo de proveedores y fondo de Secretaria de Economía para proveedores
- d) El consejo del programa evaluó durante el desarrollo del mismo los avances y al final firmaron contrato de proveeduría con aquellas empresas que cumplieron con los requerimientos de la Empresa

Compromisos:

Las empresas proveedoras se comprometen a:

- firmar acuerdo de confidencialidad mutua
- firmar recibo Fondo PyME (es quien fondea el programa)
- comprobar inversión en especie por \$150,000 en los rubros de capacitación y consultoría
- participar de manera activa y asignar un líder o responsable del programa
- proporcionar información fidedigna de la empresa en un esquema de confidencialidad para ser analizada



Skyworks y FUMEC se comprometen a:

- analizar el desempeño de las empresas en las áreas antes descritas
- apoyar en el plan de mejora
- apoyar en el acceso a fuentes y programas para fondear la implementación del Plan de Mejora
- apoyo administrativo en la comprobación de la inversión
- contrato a 2 años a la o las empresas que cumplan con los criterios de selección de la empresa y transferencia tecnológica

Beneficios

Para las empresas proveedoras:

- la utilización de una metodología para el análisis del desempeño le permitirá a la empresa encontrar áreas potenciales de mejora que le servirán en su relación con todos sus clientes y elevarán su competitividad
- la generación de un Plan de Mejora permitirá asignar responsabilidades internas y llevar a cabo acciones específicas de una manera ordenada
- aquellas que decidan implementar el plan contarán con apoyo para buscar fuentes de fondeo y así complementar la inversión propia
- por ultimo aquellas que cumplan con las características y requisitos que exige Skyworks firmarán un contrato a mediano/largo plazo y podrán en base a una relación de proveeduría incrementando su presencia en la empresa

 **DATOS DEL PERSONAL RESPONSABLE (TECNICO, ADMINISTRATIVO Y LEGAL)** 
MÉXICO

Mexicali, B.C., 04 de Noviembre del 2011.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

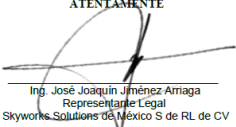
Por este conducto la empresa **SKYWORKS SOLUTIONS DE MEXICO S DE RL DE CV** reconoce como responsables del proyecto número **00000000175093**, **DESARROLLO DE PROVEEDURÍA DE BASE TECNOLÓGICA A TRAVÉS DE LA TRANSFERENCIA DE PROCESOS DE ALTO VALOR Y CONTENIDO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN** al personal señalado usando como líder del proyecto al **MC. Daniel Orozco Mariscal** como responsable de presentarlo ante dicho conejo. A continuación se describen los datos completos de los responsables técnico, administrativo y legal del proyecto.

Responsable Técnico
Nombre: Daniel Orozco Mariscal
Empresa: Skyworks Solutions de México S de RL de CV
Puesto: Ingeniero de Desarrollo de Procesos
Domicilio: Av. Lorenzo Barcelata, Gomes Farias, Mexicali B.C., 21350
Tels: 686-2432891
Correo Electrónico: daniel.orozco@skyworksmc.com

Responsable Administrativo
Nombre: Roberto Luis Ibarra Wiley
Empresa: Skyworks Solutions de México S de RL de CV
Puesto: Gerente del Centro de Innovación en Semiconductores
Domicilio: Av. Girónita #2576, Balboa Residencial, Mexicali B.C., 21255
Tels: 686-5642263
Correo Electrónico: roberto.ibarra@skyworksmc.com

Responsable Legal
Nombre: José Joaquín Jiménez Arriaga
Empresa: Skyworks Solutions de México S de RL de CV
Puesto: Director de RH y Representante Legal
Domicilio: Calz. Gomez Morin 1690, Col Rivera, Mexicali B.C., 21259
Tels: 686-5642101
Correo Electrónico: joaquin.jimenez@skyworksmc.com

ATENTAMENTE


Ing. José Joaquín Jiménez Arriaga
Representante Legal
Skyworks Solutions de México S de RL de CV



SKYWORKS **GISEM** **FUMEC**
Centro de Innovación en Semiconductores

Convoca al:
Programa de Desarrollo de la Cadena de Valor en Semiconductores
Etapa I. Micromaquinado

A empresas PyMEs mexicanas en el rubro metalmecánico, que tengan interés de analizar su desempeño como eslabón de la cadena de valor, establecer una relación a mediano/largo plazo y desarrollar nuevas líneas de negocio en conjunto.

Roberto Luis It esta

Figura 26.- Programa para desarrollo de proveedores

total de

En conclusión, 3 de las 20 empresas que iniciaron el programa de desarrollo de proveedores, firmaron contrato con Skyworks y actualmente proveen de Micromaquinado especializado.

4.5 Resultados del Sistema de Emprendedurismo

En el Sistema de emprendedurismo se integraron a los diferentes niveles de la sociedad a participar en talleres, conferencias, proyectos, concursos y retos tecnológicos, que permitirán impulsar el ecosistema de innovación en la región. Desde inculcar el amor por la ciencia y la tecnología con talleres a primarias y secundarias de la localidad, donde a través de juegos divertidos los niños aprenden jugando temas como robótica, internet de las cosas, inteligencia artificial, matemáticas, química en alimentos, artes, entre otros. Dentro de los eventos realizados en los últimos 2 años, más de 1500 niños de nivel básico han adquirido este nuevo conocimiento y habilidades que en pocos años se verán reflejado en la elección de áreas del STEAM por sus siglas en inglés (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas).

Del mismo modo, a los estudiantes de media superior y superior, se han desarrollado diferentes talleres de innovación, pensamiento creativo, planes de negocio, concursos de innovación con retos específicos y concursos de robótica y drones, con la finalidad de potencializar su creatividad y convertir la idea en productos tangibles. Dentro de los resultados de los últimos 2 años se han inscrito más de 50 equipos a nivel nacional en los concursos, 15 proyectos de innovación fueron presentados en su primera fase de idea conceptual y factibilidad de prototipo, alrededor de 100 personas han tomado los

talleres de innovación y 3 universidades de la región han colaborado en los programas antes mencionados.

También se han generado diplomados de gestión de tecnología e innovación por parte de la Fundación del Premio Nacional de Tecnología, Innovación - Canvas, integrando a más de 40 empresas de la región de manera gratuita, para que en sus empresas implementen los modelos y creen un sistema de desarrollo de proyectos de innovación.

Actualmente, se están preparando los procesos para atender los retos de las áreas estratégicas del estado, donde a través del sistema de inteligencia de negocios puedan insertar a la sociedad en el desarrollo de proyectos de alto valor.



Figura 27.- Programas de ciencia, tecnología e innovación

4.6 Impacto al ecosistema CTS+I

Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

Los resultados actuales del modelo de Sustentabilidad, muestran claramente el impacto a todos los actores de la sociedad, donde las universidades van incrementando los niveles de tecnología por la infraestructura y el conocimiento en los procesos de las empresas con tecnología de punta, se crean líneas de investigaciones de acuerdo a las tendencias aplicables en los siguientes años, desarrollan capital humano con competencias específicas para evitar que las empresas transnacionales importen talento de otros países. Por otro lado, las empresas a través de la aplicación del conocimiento científico-tecnológico, logran mejorar los procesos e indicadores de productividad y al mismo tiempo reduciendo costos, con lo cual, mantienen o mejoran su competitividad, también se aprovechan los programas gubernamentales para la adquisición de fondos, se desarrollan patentes, se transfieren las nuevas tecnologías de una manera más apropiada a los procesos de manufactura y a través del sistema de competitividad y de gestión, se opera de una manera más efectiva las empresas para asegurar a los accionistas y directivos, los resultados trazados, como se muestra en la Figura 28.

La estrategia CISEM ha posicionado a Skyworks como una de las empresas caso de éxito a nivel local, estatal, regional, nacional e inclusive internacional, dentro de los ejemplos están:

- A nivel Local, las autoridades municipales, seleccionaron al CISEM para liderar la presidencia del Clúster de Diseño de Mexicali con la finalidad de extender el modelo de sustentabilidad
- A nivel Estado, se reconoce el modelo del CISEM como caso de éxito y se ha integrado a diferentes programas, desde evaluador de Fondos Mixtos, Premio

Estatad de Ciencia y Tecnología y en las agendas de innovación para definir las áreas estratégicas.

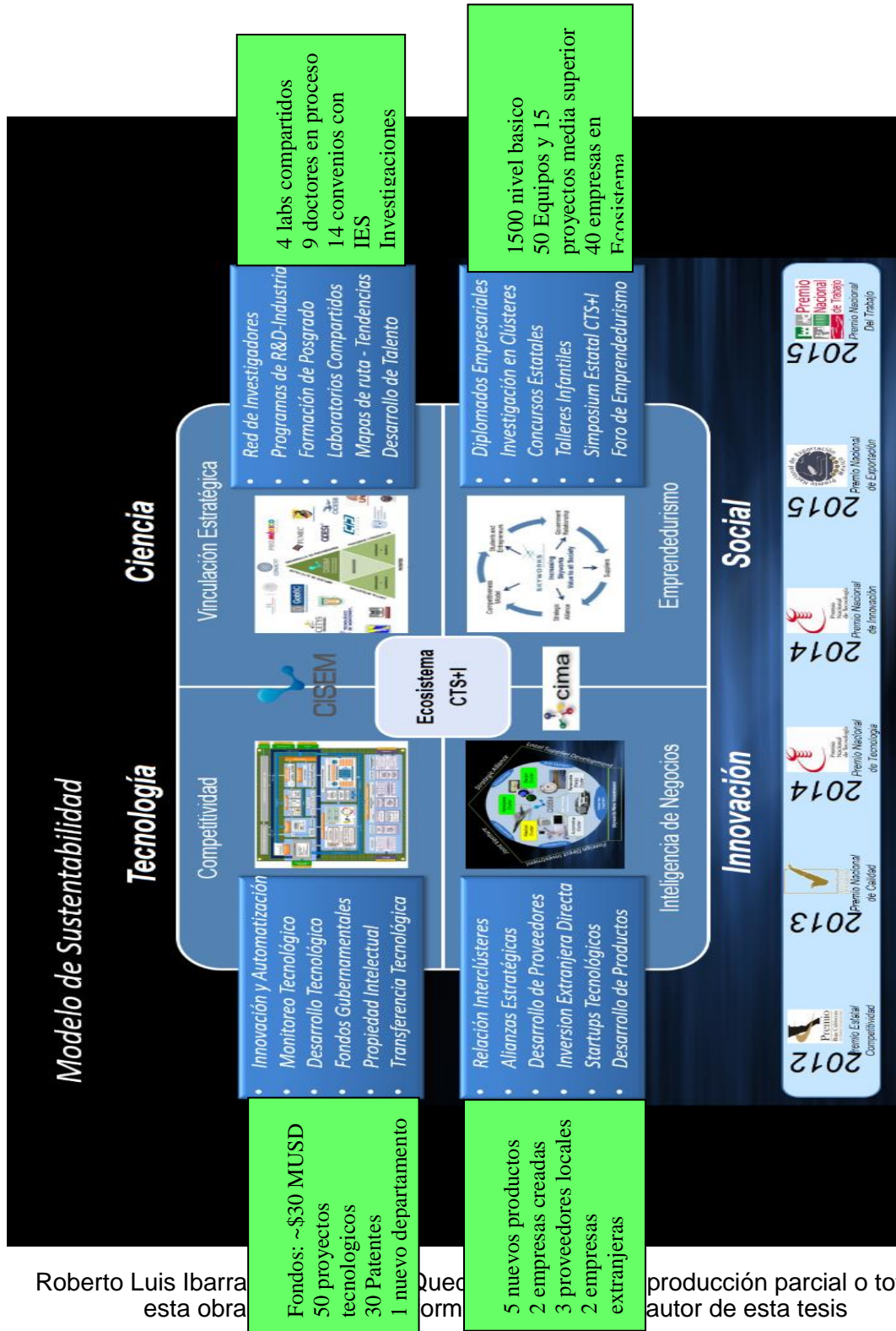


Figura 28.- Resultados de la implementación del modelo

Roberto Luis Ibarra
esta obra

Que
orm

producción parcial o total de
autor de esta tesis

- A nivel Regional, CONACYT regional, seleccionó a CISEM como caso de éxito para el foro regional de innovación llevado a cabo en La Paz, BCS.
- A nivel Nacional, PROMEXICO, SE y CONACYT, seleccionaron a CISEM como caso de éxito y lo invitaron a participar como parte de los comités de Innovación, evaluación y por parte de la SE a formar parte del Consejo Técnico y de Administración del Fondo Innovación Tecnológica a nivel nacional, representando al área científica-tecnológica.
- A nivel Internacional, el ex director de PROMEXICO Carlos Guzmán, a través de la gestión CISEM colocaron en el B20 a Skyworks como caso de éxito en manufactura avanzada y sofisticación tecnología, representando a México en dicho evento.



Figura 29.- Diversas participaciones sobre la divulgación del modelo

Dicho modelo ha sido reconocido en diferentes foros tal y como se muestra en la Figura 29, donde recientemente se participó en el London International Conference on Education, LICE 2016.

Uno de los reconocimientos más especiales de la estrategia CISEM fue el reconocimiento del ex CEO de Skyworks, Dave Aldrich y del Gerente General de Skyworks Mexicali, quien de acuerdo a los resultados obtenidos posicionaron a CISEM como un valor agregado para la organización, como se aprecia en la Figura 30.

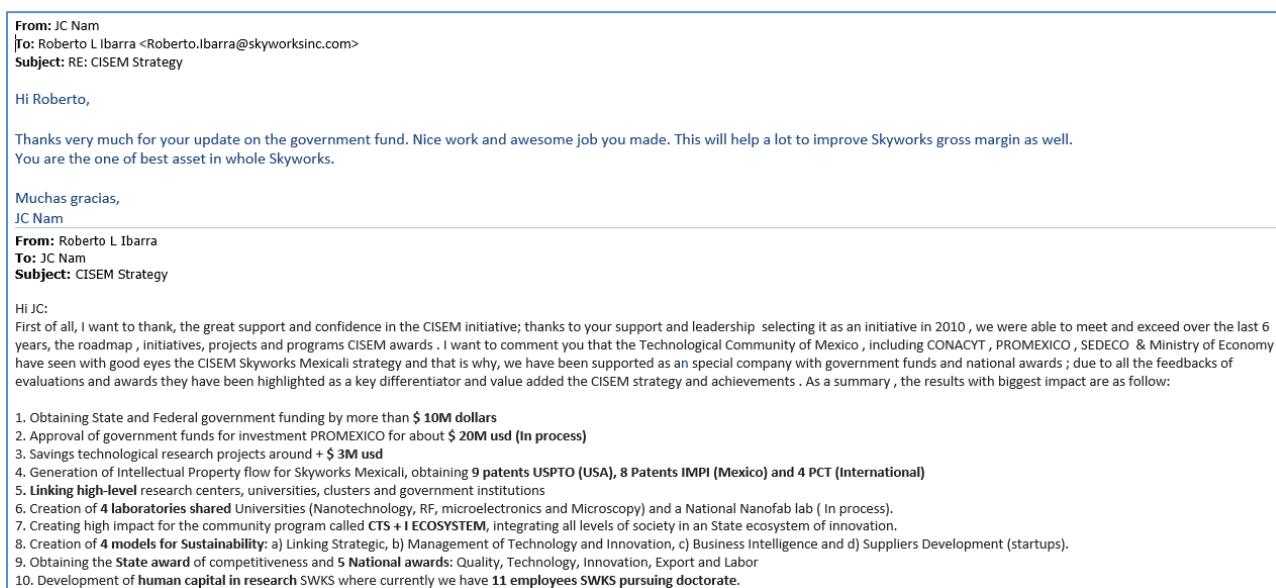


Figura 30.- Reconocimiento escrito del gerente general de Skyworks al modelo

Por otro lado, los resultados obtenidos a través de la estrategia CIMA, donde mediante la participación activa con la industria, se identificaron oportunidades de negocio para el desarrollo de nuevos productos y creación de empresas de base tecnológica, el desarrollo de proveeduría local, además de contribuir con el ecosistema de innovación a los niveles de la sociedad más relacionados. A través de los desarrollos tecnológicos propios, los servicios de investigación y transferencia tecnológica, la oficina de propiedad intelectual y el modelo operativo, le ha permitido a CIMA ser una Oficina de

Transferencia Tecnológica reconocida por CONACYT y Secretaria de Economía como se aprecia en las Figuras 31 y 32, y la única en el Estado para la participación en el Programa Estímulos a la Innovación como OTT.

| Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) | Institución/Empresa | REMECYT | Tipo de OTT | Entidad | Enlace | Correo Electrónico | Teléfono |
|---|--|-----------|---------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento de la Universidad de Sonora | Universidad de Sonora | 70 | IES Pública | Sonora | César Villegas Carrasco | cesar.villegas@unison.mx | (662)2592277 EXT. 4201 |
| Universidad Estatal de Sonora | Universidad Estatal de Sonora | 1081 | IES Pública | Sonora | Lourdes Ruiz Anguis | lourdes.ruiz@ues.mx | (662)6890100 EXT. 8408 |
| Oficina de Transferencia de Tecnología del CIOA | Centro de Investigación en Química Aplicada | 1602690 | CIP | Coahuila | Hermilia Soledad Cerda y Meneses | hermia.cerda@cioa.edu.mx | (844)4389830 EXT. 1409 |
| Isa de Michoacán | Integral de Servicios y Asesoría de Michoacán, S.A. de C.V. | 1701692 | Privada | Michoacán | Secundino Giron Lozano | sgironlozano@yahoo.com.mx | (443)2184629 |
| Ofittec | Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico | 1700609 | Gubernamental | Veracruz | Marcos Iván Borbolla Pérez | mborbolla@coveicydet.gob.mx | (228)8419773 EXT. 123 |
| Tecnm-Cenidet | Tecnológico Nacional de México-Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico | 1602786-2 | IES Pública | Morelos | Naveil del Milagro Hernández Barba | otc@cenidetedu.mx | (777)1356839 |
| Oficina de Transferencia de Tecnología de Cidesi | Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial | 192 | CIP | Querétaro | Imelda Pérez Ávila | imelda.perez@ciodesi.edu.mx | (442)2119800 EXT. 5041 |
| Dirección de Vinculación y Transferencia de Conocimiento (DYTC) | CIATEQ, A.C. | 1701413 | CIP | Querétaro | Hilda Hernández Rojo | hilhr@yahoo.com.mx | (442)2112600 EXT. 2644 |
| Oficina de Transferencia Tecnológica | CIATEC, A.C. | 64 | CIP | Guanajuato | Miguel Ángel Velázquez Alejos | avelazquez@ciatec.mx | (477)7100011 EXT. 16601 |
| UNAPI | Universidad Nacional de Propiedad Intelectual, A.C. | 1602309 | IES Privada | Jalisco | Zajik Rodríguez Reyes | zajik@unapi.edu.mx | (33)96273959 |
| Oficina de Transferencia de Conocimiento-IPN | Instituto Politécnico Nacional (Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial) | 902 | IES Pública | CDMX | Víctor Manuel Téllez López | vtellez@ipn.mx | (55)57296000 EXT. 57011 |
| Oficina de Transferencia de Tecnología Regional Centro del ITESM | Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (REGIONAL CENTRO) | 1601410-5 | IES Privada | Querétaro | Sixto Alfredo Pérez López | alfredoperez@itesm.mx | (444)8341000 EXT. 4084 |
| Cima de BC SA de CV | Cima de BC, S.A. de C.V. | 1601878 | Privada | Baja California | Ivonne Lizeth Araujo González | ennovi1988ag@gmail.com | (686)2033048 |
| Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica | Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos | 13084 | Gubernamental | Morelos | Erika Yuritzi Mendoza Ornelas | yuritzi.mendoza@morelos.gob.mx | (777)1819775 |

Figura 31.- Publicación de resultados reconociendo a CIMA como OTT



Subsecretaría de Ingeniería y Comercio
Dirección General de Innovación,
Servicios y Comercio Interior
Unidad de Innovación

Oficio No. 410.1.2.17/656

Asunto: Notificación del Reconocimiento OTT

Ciudad de México, a 04 de octubre de 2017


C. Nancy Alejandra García Cruz.
Representante legal de Cima de BC, S.A. de C.V.
Presente


Por este conducto, se hace entrega del original del Reconocimiento otorgado por el **FONDO SECTORIAL DE INNOVACIÓN SECRETARÍA DE ECONOMÍA – CONACYT** a la empresa **CIMA DE BC, S.A. DE C.V.**, como **OFICINA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA** número **FSI-OTT-049**.

Es importante mencionar que el Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía – CONACYT, se encuentra en proceso de registro ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial del signo distintivo que identificará a las OTTs reconocidas por el mismo, por ello, se hace de su conocimiento que, una vez que se tenga el registro correspondiente, será informado el procedimiento para su utilización en términos de la normatividad aplicable.

Reciba un cordial saludo.

Atentamente


M.C. SALVADOR A. OROZCO FERNÁNDEZ
Secretario Administrativo del Comité Técnico y de
Administración del Fondo


M.A.P. HUGO N. PÉREZ GONZÁLEZ
Secretario Técnico del Comité Técnico y
de Administración del Fondo

Av. Insurgentes Sur Nº 1940, piso 4, Col. Florida, C. P. 01030, México, D. F. Tel. 52.29.61.00 ext. 34132

Capítulo 5

Análisis de la implementación del modelo CTS+I

5.1 Implementación en empresa de alta tecnología

La industria en Mexicali ha ido evolucionando de estar enfocada solamente a la manufactura hasta contar con áreas de ingeniería, diseño e innovación. Sin embargo, no solo basta en contar con infraestructura o áreas definidas, sino que el talento y administración de la innovación debe estar inmersa en un modelo de gestión de tecnología que permita impulsar el desarrollo tecnológico e innovación dentro de la empresa. El modelo propuesto, como se mostró anteriormente, fue integrado en una estrategia llamada “CISEM” dentro de la empresa Skyworks Solutions de México. El análisis del modelo fue realizado en conjunto con la Dra. María Amparo Oliveros

5.2 Metodología e instrumento

Para esta investigación se utilizó un método cuantitativo. El instrumento de medición se aplicó a los investigadores nacionales y extranjeros, participantes en el verano científico 2011- 2014. El cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) permite a las personas encuestadas expresar sus propios

puntos de vistas en una amplia gama de temas CTS. Utiliza una escala de Likert con nueve opciones que luego para su análisis se resume en cinco. El modelo utilizado es de respuesta múltiple (MRM) donde la persona responde al asunto planteado en cada cuestión, valora sobre una escala de nueve puntos su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases ofrecidas, Tabla 1.- Taxonomía de actitudes CTS como aparece

| Temas | Subtemas | Reactivo |
|--|------------------------|----------------|
| Definiciones | | |
| Sociología externa de las ciencias | Ética | 40531 |
| Influencia de la sociedad sobre la ciencia y la tecnología | Responsabilidad social | 60111 60611 |

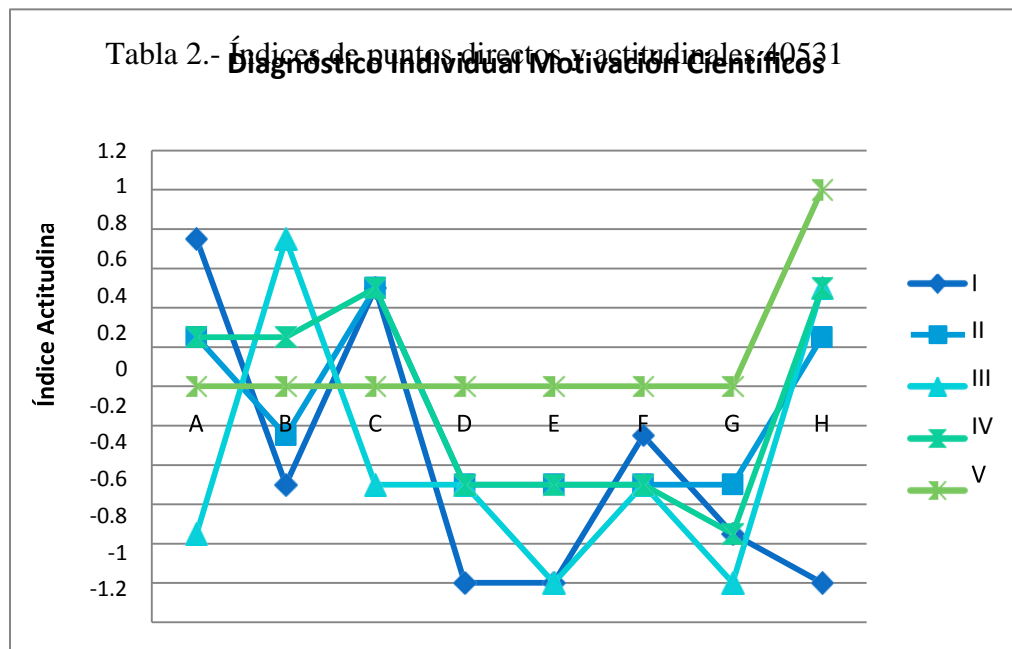
en la tabla 1.

En la pregunta de género, podemos observar que en el periodo comprendido de 2011 a 2014 en la estancia de Verano Científico, han participado 19 investigadores de los cuales el 68% son hombres y el 32% son mujeres. En la pregunta 40531 se hace referencia a, ¿Mas tecnología mejorara el nivel de vida de nuestro país?, la mayoría de los investigadores eligieron, sí, porque cuanto más sabemos, mejor podemos resolver nuestros problemas y cuidar de nosotros mismos. En cuanto a la respuesta adecuada, sí, pero solo para aquellos que puedes usarla. Sí y No. Más tecnología haría las vidas más agradables y más eficientes, Pero también causaría más contaminación, desempleo y otros problemas. El nivel de vida puede mejorar, pero la calidad de vida puede que no, como lo muestran la tabla 2 y la gráfica 1.

| Sentencia | Puntos directos | Puntos Actitudinales | Directas | Índices Actitudinales por Categoría |
|-----------|-----------------|----------------------|----------|-------------------------------------|
|-----------|-----------------|----------------------|----------|-------------------------------------|

Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

| 40531 | Categoría | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V | | A | P | I |
|-------|-----------|---|----|-----|----|---|---|----|-----|----|----|-----|------|-------|-------|
| A | I | 5 | 8 | 7 | 8 | 5 | 0 | -3 | -2 | -3 | 0 | -8 | | | -0.40 |
| B | P | 6 | 8 | 8 | 9 | 9 | 1 | -1 | -1 | -2 | -2 | -5 | | -0.50 | |
| C | I | 5 | 8 | 8 | 8 | 7 | 0 | -3 | -3 | -3 | -2 | -11 | | | -0.55 |
| D | A | 8 | 4 | 5 | 4 | 9 | 3 | -1 | 0 | -1 | 4 | 5 | 0.25 | | |
| E | A | 7 | 4 | 4 | 4 | 9 | 2 | -1 | -1 | -1 | 4 | 3 | 0.15 | | |
| F | P | 5 | 4 | 4 | 2 | 9 | 2 | 1 | 1 | -1 | -2 | 1 | | 0.10 | |



Gráfica 1.- Diagnostico individual de motivación científica 40531

| 60111 | Categoría | I | II | III | IV | V | J | II | III | IV | V | A | P | I |
|-------|-----------|---|-----|-----|----|---|----|----|-----|----|----|------|-------|-------|
| A | A | 8 | 6 | 2 | 6 | 5 | 3 | -3 | 1 | 0 | 2 | 0.10 | | |
| B | I | 7 | 6 | 2 | 4 | 5 | -2 | 1 | 3 | 1 | 0 | | | 0.05 |
| C | P | 6 | 1.2 | 6 | 2 | 4 | 5 | 1 | 1 | -1 | 1 | | 0.20 | |
| D | P | 9 | 1 | 8 | 8 | 8 | 5 | -2 | -1 | -1 | -1 | | -0.50 | |
| E | P | 9 | 1 | 8 | 9 | 8 | 5 | -2 | -1 | -2 | 1 | | -0.60 | |
| F | I | 6 | 0.8 | 7 | 7 | 7 | 5 | -1 | -1 | -2 | 2 | | | -0.35 |
| G | I | 8 | 0.6 | 7 | 9 | 8 | 5 | -3 | 2 | -4 | 3 | | | -0.60 |
| H | A | 1 | 0.4 | 6 | 7 | 7 | 9 | -4 | 1 | 2 | 2 | | 0.25 | |

En la pregunta 60111, la cuestión relacionada a "La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo" La razón principal de su motivación personal por hacer ciencia es: la mayoría de los investigadores eligen las opciones plausibles, descubrir nuevas ideas o inventar cosas; en cambio, la opción adecuada, que hace referencia a ganar reconocimiento, es prácticamente ignorada por los participantes, como lo muestran la tabla 3 y la gráfica 2.

Tabla 3- Índices de puntos directos y actitudinales 60111

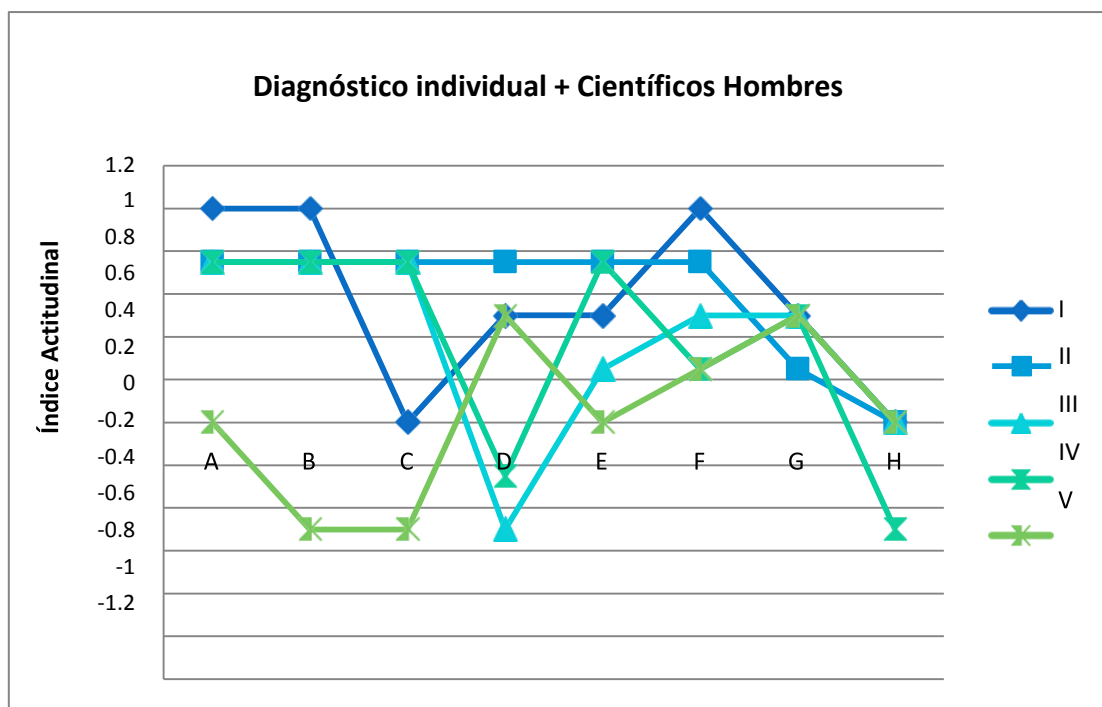
Gráfica 2.- Diagnostico individual + tecnología 60111

En la pregunta 60611 la cuestión relacionada a "hoy en día hay muchos más científicos que científicas". La principal razón es: la mayoría manifiesta que no existen razones para tener más científicos que científicas. Ambos son igualmente capaces de

ser buenos en ciencia y hoy en día las oportunidades son similares, un parámetro también alto, es en referencia a que expresan, que las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de ciencia. Esta expresión resulta realista, ya que el 32% de los participantes en las estancias de Verano Científico son mujeres, como aparece en la tabla 4 y la gráfica 3.

| Sentencia | | Puntos directos | | | | | Puntos Actitudinales | | | | | Directas | Índices Actitudinales por Categoría | | |
|-----------|-----------|-----------------|----|-----|----|---|----------------------|----|-----|----|----|----------|-------------------------------------|-------|------|
| 60111 | Categoría | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V | | A | P | I |
| A | I | 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 | 13 | | | 0.65 |
| B | I | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 | 4 | 3 | 3 | 3 | -2 | 11 | | | 0.55 |
| C | I | 5 | 2 | 2 | 2 | 7 | 0 | 3 | 3 | 3 | -2 | 7 | | | 0.35 |
| D | A | 7 | 8 | 3 | 4 | 7 | 2 | 3 | -2 | -1 | 2 | 4 | 0.20 | | |
| E | A | 7 | 8 | 6 | 8 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 | 9 | 0.45 | | |
| F | A | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 11 | 0.55 | | |
| G | A | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 9 | 0.45 | | |
| H | P | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | -1 | | -0.10 | |

Tabla 4- Índices de puntos directos y actitudinales 60111



Gráfica 3.- Diagnóstico individual + científicos hombres 60111

5.3 Resultado del análisis de implementación CISEM

Los resultados presentados nos sugieren que los estudios de grado universitario de ciencia y tecnología, en diferentes universidades y centros de investigación de México y el extranjero, no influyen decisivamente en una mejor comprensión de los conceptos Ciencia, Tecnología y Sociedad. Esto establece la necesidad de plantearse la revisión de las políticas educativas en relación de los temas CTS en los diferentes países para mejorar su comprensión y permitir la alfabetización científica y transitar hacia una economía del conocimiento.

Capítulo 6

¿Hacia dónde vamos?: complemento y evolución del modelo CTS+I

6.1 Integración del sistema de vinculación estratégica y competitividad para la generación de talento

Como parte de la evolución del modelo CTS+I, el cual influye en la formación de talento científico – tecnológico, en la colaboración y creación de redes de investigación científica para el desarrollo tecnológico, creación de sistemas de gestión de tecnología, innovación y competitividad industrial, el desarrollo de proveedores nacionales, alianzas estratégicas y desarrollo de nuevos negocios de

Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

base tecnológica y finalmente, conectar a la sociedad y emprendedores en programas de CTS+I que impacten en el desarrollo económico a través de la generación de productos innovadores.

Los resultados obtenidos en el análisis del modelo CTS+I, muestran la falta de alfabetización de la Ciencia, tecnología e innovación, sin embargo, competencias críticas como la ingeniería, las artes y las matemáticas, están quedando desprotegidas en el modelo educativo mexicano a todos los niveles. En base a esto, las competencias son integradas al impulso de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, como se muestra en la Figura 33.

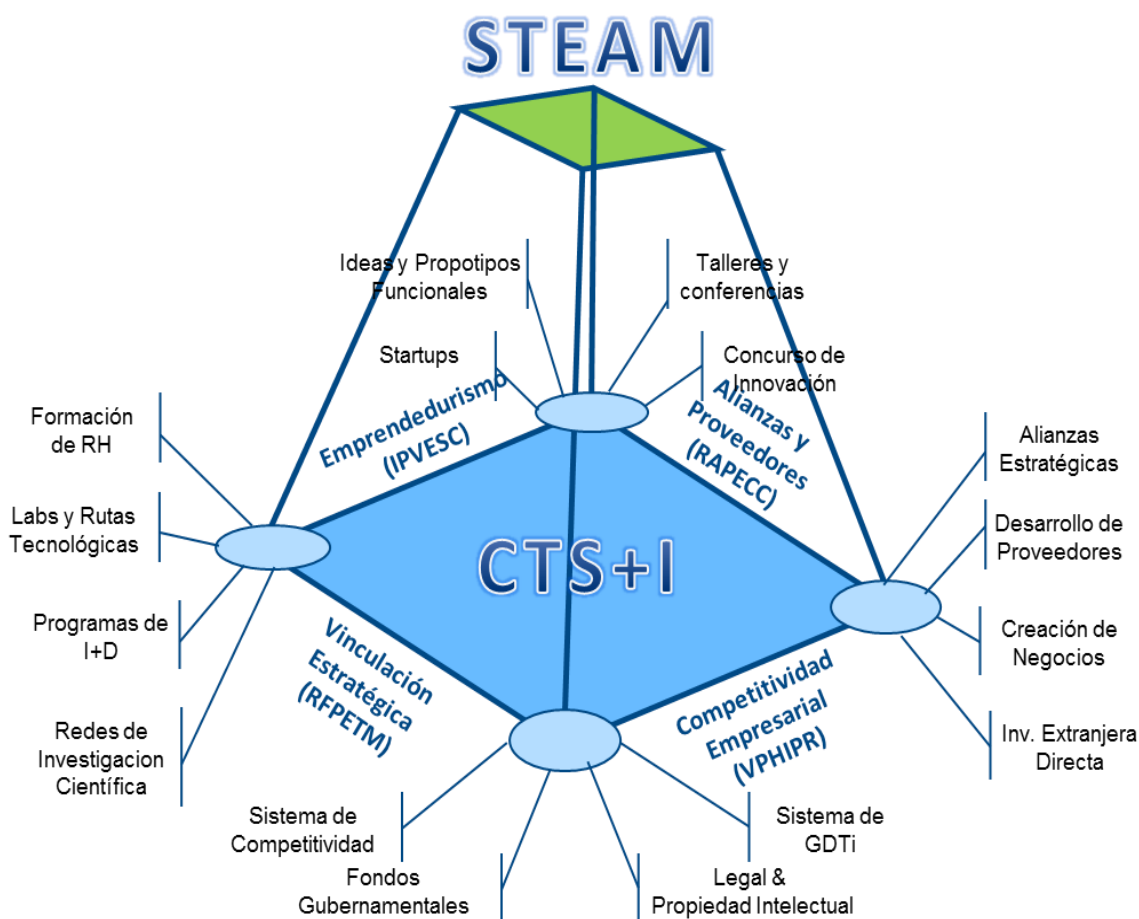


Figura 33.- Integración de competencias CTS-STEAM + I

6.2 Antecedentes de la propuesta

Dentro de las líneas futuras de investigación, se encuentran las de desarrollo de talento. Una de las principales complicaciones que existen para que los estudiantes de licenciatura y posgrado cuenten con las competencias requeridas por la Industria, es precisamente la alineación de los programas de estudio, y no solamente sobre la información de los contenidos temáticos, uno de los retos detectados es el que las competencias de las posiciones y funciones que se ejecutan en las organizaciones a nivel internacional no están incluidas en los programa curricular de las carreras, en ocasiones ciertas necesidades de la industria son tomadas por las facultades de las IES y son integradas en algún área o módulo de aprendizaje que más se adapte. Por otro lado, la parte teórica es impartida por los cuerpos académicos de las IES y la parte practica con horarios limitados son canalizados a las empresas con la finalidad de culminar prácticas profesionales, sin embargo, este mecanismo en la mayoría de las empresas de manufactura, donde la dinámica de producción es demandante, los estudiantes terminan realizando actividades básicas debido a que la empresa “perdería tiempo” dedicándole al aprendizaje del área a sabiendas que el estudiante viene de paso o por protocolo del convenio de colaboración. En conclusión, no es efectivo; el estudiante sale de la carrera, con conocimiento teórico no alineado a la industria y con práctica básica que en ocasiones no tiene nada que ver con la carrera. Es por ello que cuando la industria demanda recurso humano competente o

con cierta especialidad no la encuentra localmente.

Por otro lado, las nuevas generaciones como los milenios, cuentan con características y actitudes menos tolerantes y más demandantes a los procesos naturales de la academia y la industria, que, como resultado, al insertarse a la industria quieren estar saltando de puesto rápidamente sin crear experiencia, esto por el mismo sentido de no contar con las competencias necesarias y no puede adaptarse a las funciones que son asignadas.

Es por ello, que el modelo de educación superior no está atendiendo de manera efectiva la formación de competencias para el sector industrial ni el emprendedurismo. Del mismo modo, no se está evaluando ni formando por competencias, debido a que solamente se instruye teóricamente al estudiante, sin evaluar prácticamente su competencia y tampoco la parte actitudinal en el que se pueda evaluar su desempeño.

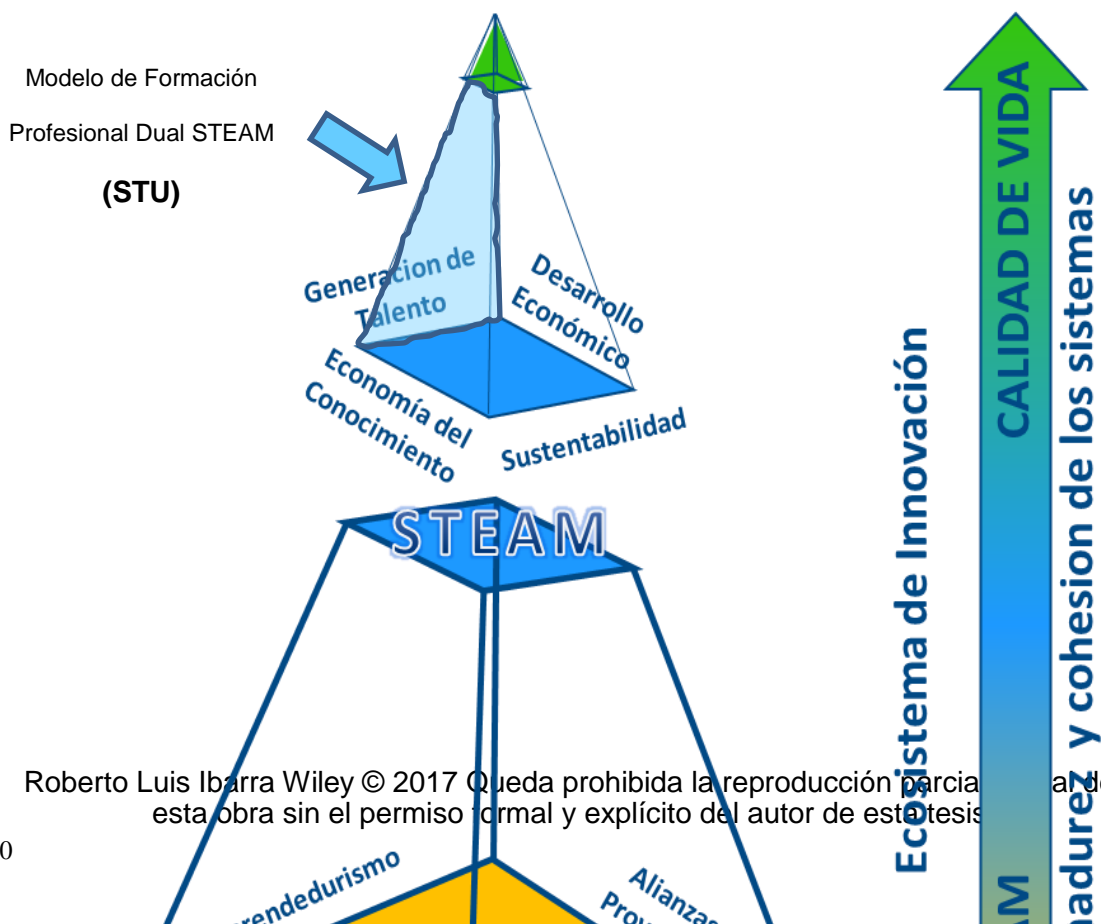
6.2 Modelo de Formación Profesional Dual STEAM

Como propuesta se está evolucionando el sistema de vinculación estratégica a desarrollo de talento, utilizando las bases de CTS+I y STEAM para la formación de capacidades científicas tecnológicas, se están integrando competencias de gestión tales como: trabajo en equipo, liderazgo, manejo de conflictos, expresión del comportamiento de las emociones DISC por sus siglas (Dominancia, Inducción, Sumisión y Cumplimiento), inteligencia emocional, automotivación, comunicación, entre otros, todo lo anterior con el fin de que el estudiante obtenga una formación integral y se pueda representar y medir la parte actitudinal dentro de su evaluación de

desempeño.

Finalmente, adecuando los temas de interés y actuales del entorno, se pretende ampliar la visión del estudiante conociendo todas las áreas de la empresa, administración de proyectos, six sigma, innovación, STEAM, entre otras competencias que ayudarán a abrir su mente creativa y les ayude a tomar mejores decisiones, más objetivas, analíticas y precisas.

Todo este proceso se pretende llevar a cabo dentro de la industria utilizando similarmente el esquema dual, pero al 100% en la industria. En la Figura 34 se muestra el modelo de innovación para mejorar la calidad de vida de la sociedad, y la integración de los sistemas.



Referencias bibliográficas

1. ACEVEDO, J.A. (1996a). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Revista Borrador*, 13, 26-30. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>>, 2001.
2. ACEVEDO, J.A. (1996b). La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26, 131-144. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>>, 2001.
3. ACEVEDO, J.A. (1996c). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, pp. 14(1), 35-44.
4. ACEVEDO, J.A. (1997a). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, pp. 10,

269-275.

5. ACEVEDO, J.A. (1997b). Cómo puede contribuir la Historia de la Técnica y la Tecnología a la educación CTS. En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.): *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 287-292. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. En línea con el título ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la educación CTS? en *Sala de Lecturas CTS+I* de la OEI, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo7.htm>>, 2001.
6. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), Comisión de Educación del Sector Empresarial y Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León (1999). Casos exitosos de vinculación Universidad-Empresa. Memorias del Foro Nacional de Vinculación de las Instituciones de Educación con el sector productivo. Casos exitosos, México, ANUIES-CESE-UANL.
7. CABRERO E. (2011). La Vinculación entre la Universidad y la Industria. Una revisión de los hallazgos de la ENAVI.
8. CASTAÑÓN R. (2010). Gestión de la Tecnología. UNAM
9. CHAVERO G., CHAVEZ M. RODRIGUEZ M. (1997). Vinculación Universidad-Estado-Producción. El caso de los posgrados en México, México, Siglo XXI-ANUIES-UNAM/IIE
10. ETZKOWITZ, H. (2002). The Triple Helix of University-Industry-Government Implications for Policy and Evaluation, Science Policy Institute
11. GIBBSON, M. (1997). La nueva producción del conocimiento. Modo 2 de producción del conocimiento. Ediciones Pomares-Corredor, S.A. Barcelona
12. GONZALEZ, T. (2009). El Modelo de triple hélice de relaciones Universidad, Industria y Gobierno: Un análisis crítico.
13. GUTIERREZ S., NORMA G. (2004). “La vinculación en el ambiente científico-tecnológico de México. Instituciones de educación superior en interacción con distintos actores”, en *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, vol. XXXIV, núm. 2, pp. 47-94.
14. Lundvall (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres
15. LUFFIEGO, M. y RABADÁN, J.M. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 473-486
16. MAGGI R. (1996). “Vinculación de la educación con el sector productor de bienes y

servicios”, en Padua, Jorge y Aurora Loyo. Economía y políticas en la educación. México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa, pp. 263-292 y pp. 343-358.

17. PALLAN F., AVILA C. y AVILA G. (Editores, 1997). Estrategias para el impulso de la vinculación Universidad-Empresa, México, ANUIES-Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
18. SÁEZ, M.J. y RIQUARTS, K. (1996). El desarrollo sostenible y el futuro de la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 14(2), pp. 175-182.
19. SÁEZ, M.J. y RIQUARTS, K. (2002). Educación científica para el desarrollo sostenible. En P. Membiola (Ed.): Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía, pp. 47-59. Madrid: Narcea.
20. SEVILLA J.J. (2010). Diversos Documentos y Bases de Datos sobre Innovación Tecnológica presentados en sesiones y conferencias por la Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería.
21. VÁZQUEZ, A. (1999). Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento ciencia-tecnología-sociedad. Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Balears, 8, 25-35. En línea en < <http://www.cdlbalears.com/cts.htm> >, 2001.
22. WINNER, L. (1990). De herejía a sabiduría convencional: reflexiones sobre ciencia, tecnología y sociedad. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): Ciencia, Tecnología y Sociedad, pp.76-84. Barcelona: Anthropos.
23. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018
24. Modelo de Competitividad, Premio Nacional de Calidad
25. Modelo de Gestión de Tecnología e Innovación, Premio Nacional de Tecnología e Innovación
26. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, Ley de Propiedad Intelectual y Manuales de Gestión. IMPI 2010

Bibliografía recomendada:

27. ABD-EL-KHALICK F. y LEDERMAN, N. G., (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. International Journal of Science Education, 22(7), 665-701.
28. ACEVEDO, J.A. (1998a). Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y

Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

tecnología. Enseñanza de las ciencias, 16(3), 409-420.

29. ACEVEDO, J.A. (1998b). Tres criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. En E. Banet y A. de Pro (Eds.): Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias. Vol I, 7-16. Murcia: DM. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo12.htm>>, 2002.
30. ACEVEDO, J.A. (2000b). Evaluación de creencias sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad en Educación. Conferencia impartida en las I Jornadas Universitarias de Nerva: Ciencia, Tecnología y Humanismo en la Sociedad Actual. Concejalía de Educación del Excelentísimo Ayuntamiento de Nerva y Universidad de Huelva.
31. ACEVEDO, J.A. y ACEVEDO, P. (2001). Bibliografía sobre educación CTS. Una selección desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo10.htm>>.
32. ACEVEDO, P. y ACEVEDO, J.A. (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. Bordón, 54(1), 5-18.
33. ACEVEDO, J.A., MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (2002a). Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. Revista Pensamiento Educativo, 30, 15-34.
34. ACEVEDO, J.A., MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (2002b). Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. Comunicación presentada en el II Seminario Ibérico sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza de las ciencias experimentales: "Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias y el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI". Universidad de Valladolid, Valladolid (1-3 de julio).
35. ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (2002). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. Revista de Educación, 328.
36. ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2002b). Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. En línea en Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, 2, <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/varios1.htm>>.
37. ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2002c). Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. En línea en Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 1(1),

<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Art1_Vol1_N1.pdf>.

38. AIKENHEAD, G.S. (1994). What is STS science teaching? En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*, pp. 47-59. New York: Teachers College Press. En línea en <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>>.
39. AIKENHEAD, G.S. (2002). *STS Education: A Rose by Any Other Name*. En R. Cross (Ed.): *Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter J. Fensham*. New York: Routledge Press. En línea en <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>>.
40. ALCANTAR, E. (1998). *El Sistema Universitario de Vinculación en la Universidad Autónoma de Baja California: Propuesta de un Modelo de Operación Virtual*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., México
41. AKERSON, L., ABD-EL-KHALICK F. y LEDERMAN, N.G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
42. ASSOCIATION FOR SCIENCE EDUCATION (1979). *Alternatives for Science Education*. A consultative document. Hatfield, Herts: ASE.
43. ASSOCIATION FOR SCIENCE EDUCATION (1981). *Education through Science*. Hatfield, Herts: ASE.
44. BELL, R. L., LEDERMAN, N. G. y ABD-EL-KHALICK F. (1998). Implicit versus Explicit Nature of Science Instruction: An Explicit Response to Palmquist and Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1057-1061.
45. BELL, R.L., LEDERMAN, N.G. y ABD-EL-KHALICK F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581.
46. BYBEE, R.W. (1985). *Science-technology-society*. 1985 NSTA Yearbook. Washington, DC: National Science Teachers Association.
47. BYBEE, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
48. CAAMAÑO, A. (1995). La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo curriculum de Ciencias. *Alambique*, 3, 4-6.

49. CAAMAÑO, A. y VILCHES, A. (2001). La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, tomo 2 (VI Congreso), 21-22.
50. CAMPOS, M.A. y CORONA L. (1994), Editores, *Universidad y Vinculación: Nuevos Retos y Viejos Problemas*. UNAM, México D.F., México.
51. CÁRDENAS, M.A. (1979), *El Enfoque de Sistemas*. Editorial LIMUSA, México, D.F., México.
52. COTTAM, D. (1996), *University-Industry Collaboration: Overcoming the Barriers*. Encuentro de Buenos Aires.
53. CAJAS, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica. La transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254.
54. CHEEK, D.W., Ed. (1992). *Thinking constructively about science, technology, and society education*, Curriculum issues and inquiries series. Albany, NY: State University of New York Press.
55. CUTCLIFFE, S.H. (1990). Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 20-41. Barcelona: Anthropos.
56. FELSKE, D.D., CHIAPPETTA, E. y KEMPER, J. (2001). A Historical Examination of the Nature of Science and its Consensus in Benchmarks and Standards. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. St. Louis, MO.
57. FERNÁNDEZ DE ARROYABE, J.C. (1997), *Las Redes de Cooperación en Europa: Estudio Empírico desde la Perspectiva de las Organizaciones Orientadas a la Vinculación Universidad-Empresa*. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
58. GIL, D., GAVIDIA, V., VILCHES, A. y EDWARDS M. (1999). Visiones de los profesores de ciencias sobre las problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad deberían prestar una atención prioritaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 13, 81-97.
59. GIL, D. y VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
60. GIL, D., VILCHES, A., ASTABURUAGA, R. y EDWARDS M. (1999). La transformación de las concepciones docentes sobre la situación del mundo: un problema educativo de primera

magnitud. *Pensamiento Educativo*, 24, 131-164.

61. GIL, D., VILCHES, A., ASTABURUAGA, R. y EDWARDS M. (2000a). La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas. *Investigación en la Escuela*, 40, 39-56.
62. GONZÁLEZ-GARCÍA, M.I. (2002). Bibliografía sobre género y ciencia. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/genero.htm>>.
63. GONZÁLEZ-GARCÍA, M.I. y PÉREZ-SEDEÑO, E. (2002). Ciencia, Tecnología y Género. En línea en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2, <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/varios2.htm>>.
64. GONZÁLEZ-GARCÍA, M.I., LÓPEZ-CEREZO, J.A. y LUJÁN, J.L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
65. Gould Bei, Giacomo (1997), *Vinculación Universidad-Sector Productivo: Una Reflexión sobre la Planeación y Operación de Programas de Vinculación*. ANUIES-UABC, México, D.F., México.
66. Gregory, Eugene H. (1997), *University-Industry Strategic Partnerships: Benefits and Impediments*. *Industry and Higher Education*, Vol. 11, No. 3. <http://www.ita.org/workforce/studies/response.htm>
67. HICKMAN, F.M., PATRICK, J. y BYBEE, R. (1987). *Science/Technology/Society. A Framework for Curriculum Reform in Secondary School Science and Social Studies*. Boulder, CO: Social Science Education Consortium.
68. HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G. y RIQUARTS, K. (1988). Discussions over STS at the Fourth IOSTE Symposium. *International Journal of Science Education*, 10(4), 357-366.
69. JIMÉNEZ, M.P. y ÁLVAREZ, M. (1992). Género, ciencia y tecnología. En M. Moreno (Ed.): *Del silencio a la palabra*, pp. 178-196. Madrid: Instituto de la Mujer.
70. KEMP, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.): *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, pp. 1202-1229. Pensacola, FL: AETS. En línea en <http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3_kemp.rtf>.
71. KHISHFE, R. y ABD-EL-KHALICK F. (2002). Influence of explicit reflective versus implicit

- inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-581.
72. KIRKLAND, J. (1996), *Barriers to Technology Transfer: Motivating the Science Base. Industry and Higher Education*, Vol. 10, No.4.
73. LAYTON, D. (1988). *Revaluating the T in STS. International Journal of Science Education*, 10(4), 367-378.
74. LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R.F., SCHWARTZ, R.F. y AKERSON, V.L. (2001). *Assessing the Un-assessable: Views of Nature of Science Questionnaire*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. St. Louis, MO.
75. LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK F., BELL, R.L. y SCHWARTZ, R.S. (2002). *Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 551-581.
76. LÓPEZ-CEREZO, J.A. (1997). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Crítica académica y enseñanza crítica. Signos*, 20, 74-81.
77. LÓPEZ-CEREZO, J.A. (1998). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 41-68.
78. LUCAS, A. (1994). *STS beyond school: Public perceptions and sources of knowledge*. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.): *STS education: International perspectives on reform*, pp. 111-119. Nueva York: Teachers College Press.
79. MAIZTEGUI, A., ACEVEDO, J.A., CAAMAÑO, A., CACHAPUZ, A., CAÑAL, P., CARVALHO, A.M.P., DEL CARMEN, L., DUMAS CARRÉ, A., GARRITZ, A., GIL, D., GONZÁLEZ, E., GRAS-MARTÍ, A., GUIASOLA, J., LÓPEZ-CEREZO J.A., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., MORENO, A., PRAIA, J., RUEDA, C., TRICÁRICO, H., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2002). *Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129-155. En línea en <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a05.PDF>>.
80. MARTÍN-GORDILLO, M. y GONZÁLEZ-GALBARTE, J.C. (2002). *Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 17-59. En línea en <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a01.PDF>>.
81. <http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/f2_matkins_bell_irving_m.rtf>.

82. MEMBIELA, P. (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique*, 3, 7-11.
83. MEMBIELA, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-57.
84. MEMBIELA, P., Ed. (2002). Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Narcea.
85. MILLER, J.D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 96(1), 29-48.
86. NRC (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academic Press.
87. NSTA, National Science Teachers Association (1982). Science-Technology-Society. Science education for de 1980's (NSTA Position Statement). Washington, DC: Autor.
88. OSORIO, C. (2002a). Enfoques sobre la tecnología. En línea en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2. En línea en <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/osorio.htm>>.
89. OSORIO, C. (2002b). La educación científica y tecnológica desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 61-81. En línea en <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a02.PDF>>.
90. PENICK, J.E. (1993). Instrucción en el aula desde un enfoque CTS: nuevas metas requieren nuevos métodos. En C. Palacios, D. Ansoleaga y A. Ajo, Comps. (1993): Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias, pp. 439-458. Madrid: CIDE/MEC.
91. ROSENTHAL, D.B. (1983). Trends in Science and Society Education: An Analysis of the Literature. *The American Biology Teacher*, 45, 18-22.
92. ROSENTHAL, D.B. (1989). Two approaches to Science-Technology-Society (S-T-S) Education. *Science Education*, 73(5), 581-589.
93. SANMARTÍN, J., (1990). La ciencia descubre. La industria aplica. El hombre se conforma. Imperativo tecnológico y diseño social. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 168-180. Barcelona: Anthropos.
94. SANMARTÍN, J. y LÓPEZ-CEREZO, J.A. (1994). CTS en España. Instituto e Investigaciones

sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT). En J. Sanmartín e I. Hronszky (Eds.): Superando fronteras. Estudios Europeos de Ciencia-Tecnología-Sociedad y Evaluación de Tecnologías, pp. 53-64. Barcelona: Anthropos.

95. SANMARTÍN, J. y LUJÁN, J.L. (1992). Educación en ciencia, tecnología y sociedad. En J. Sanmartín et al. (Eds.): Estudios sobre ciencia y tecnología, pp. 67-84. Barcelona: Anthropos.
96. SCHWARTZ, R., LEDERMAN, N.G., KHISHFE, R., LEDERMAN, J.S., MATTHEWS, L. y LIU, S. (2002). Explicit/reflective instructional attention to nature of science and scientific inquiry: impact on student learning. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.): Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, pp. 646-667. Pensacola, FL: AETS. En línea en <http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/f5_schwartz_lederman_k.rtf>.
97. SERRANO T. (1994). El currículo de ciencias en la ESO, ¿área o disciplina? Infancia y Aprendizaje, 65, 51-54.
98. SNOW, C.P. (1959). The two cultures and the scientific revolution. Nueva York: Cambridge, University Press. Traducción al español (1987): Las dos culturas. Madrid: Alianza.
99. SNOW, C.P. (1964). The two cultures: And a second look. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
100. SNOW, R.E. (1987). Core concepts for science and technology literacy. Bulletin of Science, Technology & Society, 7(5/6), 720-729.
101. SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989). Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: Un instrumento de cambio actitudinal. Enseñanza de las Ciencias, 7(1), 14-20.
102. SOLBES, J. y VILCHES, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/ Técnica/Sociedad (C/T/S). Enseñanza de las Ciencias, 10(2), 181-186.
103. SOLBES, J. y VILCHES, A. (1995). El profesorado y las actividades CTS. Alambique, 3, 30-38.
104. SOLBES, J. y VILCHES, A. (2000). Finalidades de la educación científica y relaciones CTS. En I.P. Martins (Coord.): O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências

experimentais, pp. 207-217. Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro.

105. SOLBES, J., VILCHES, A. y GIL, D. (2002a). Formación del profesorado desde el enfoque CTS. En P. Membiela (Ed.): Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia- tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía, pp. 163-175. Madrid: Narcea.
106. SOLBES, J., VILCHES, A. y GIL, D. (2002b). Papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela (Ed.): Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía, pp. 221-231. Madrid: Narcea.
107. SOLOMON, J. (2002). Peter Fensham and the movement for science technology and society (STS) Education. En R. Cross (Ed.): Celebrating and critiquing the vision of Peter J. Fensham. New York: Routledge Press.
108. SOLLEIRO, J.L. (2009). "Gestión del Conocimiento en Centros de Investigación y Desarrollo de México, Brasil y Chile".
109. SPECTOR, B., STRONG, P. y LAPORTA, T. (1998). Teaching the nature of science as an element of science, technology and society. En W.F. McComas. (Ed): The nature of science in science education: Rationales and strategies, pp. 267-276. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
110. SPELLMAN, J.E. y OLIVER, J.S. (2002). The nature and history of science in science in 9th grade Physical Science. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.): Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, pp. 976-1006. Pensacola, FL: AETS. En línea en <http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/f7_spellman_oliver.rtf>.
111. STORER, N. (1966). The Social System of Science. Nueva York: Holt, Rineheart & Winston.
112. UNESCO (1986). The social relevance of science and technology education. Science and Technology Education Document Series, 18. París: UNESCO.
113. UNESCO (1990). The teaching of science and technology in an interdisciplinary context. Science and Technology Education Document Series, 38. París: UNESCO.
114. UNESCO (1994). Science and Technology 2000+ Education for all. The Project

2000+ Declaration. París: UNESCO.

115. VALDÉS, P., VALDÉS, R., GUIASOLA, J. y SANTOS, T. (2002). Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 101-128. En línea en <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a04.PDF>>.
116. VAN GIGCH, J.P. (2003), *Applied General Systems Theory*. Harper & Row, New York, New York, USA.
117. VILCHES, A. (1993). Las interacciones CTS y la enseñanza de las ciencias físico-químicas. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Valencia.
118. VILCHES A., GIL-PÉREZ D., EDWARDS M. y PRAIA J. (2002). Science teachers' perceptions of the current situation of planetary emergency. *Journal of Biological Education* (aceptada su publicación).
119. WAKS, L.J. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 42-75. Barcelona: Anthropos.
120. WORTHINGTON, R. (1990). Estudios superiores sobre ciencia, tecnología y sociedad. El programa de doctorado del RPI. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 95-113. Barcelona: Anthropos.
121. YAGER, R.E. (1986). Restructuring science teacher education programs as they move towards an S/T/S focus. En R.K. James (Ed.): *Science, Technology and Society: Resources for Science Educators*, pp. 46-55 Columbus, OH: AETS and SMEAC Information Reference Center.
122. YAGER, R.E. (1990). STS: Thinking over years. *The Science Teacher*, 57(3), 52-56.
123. YAGER, R.E., Ed. (1992). *The Status of STS: Reform Efforts Around the World*. ICASE Year Book. Petersfield: ICASE.
124. YAGER, R.E. (1993). Make a Difference with STS. *The Science Teacher*, 60(2), 45-48.
125. YAGER, R.E. y TAMIR, P. (1993). STS Approach: Reasons, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. *Science Education*, 77(6), 637-658.
126. ZIMAN, J. (1980). *Teaching and learning about Science and Society*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

127. ZIMAN, J. (1994). The rationale of STS. Education is in the approach. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.): STS education: International perspectives on reform, pp. 21-31. Nueva York: Teachers College Press.
128. Ligas:
129. IMCO: <http://imco.org.mx/indices/#!/un-puente-entre-dos-mexicos/resultados/entidad/02-baja-california>. (Junio, 2017)
130. OCDE 1: <http://www.oecd.org/sti/inno/knowledge-and-innovation-for-inclusive-development.htm>. (Septiembre, 2017)
131. OCDE 2: <http://www.oecd.org/eco/outlook/economic-forecast-summary-mexico-oecd-economic-outlook-june-2017.pdf>. (Septiembre, 2017)

ANEXOS

Publicaciones y artículos científicos

1. Sustainable industrial ecosystem model based on CTS + I for economic growth in development countries

R. Ibarra 1, B. Valdez 2, A. Oliveros 2 , E. Cabrera 2 and I. Araujo 1
1 Skyworks Solutions de México 2 Universidad Autónoma de Baja California, México

London International Conference on Education (LICE-2016) November 14-17, 2016, London, UK, Pp 263 Online. ISBN: 978-1-908320-76-6, Publicado por Infonomics Society 2016

Sustainable industrial ecosystem model based on CTS + I for economic growth in development countries

R. Ibarra¹, B. Valdez², A. Oliveros², E. Cabrera² and I. Araujo¹

¹ Skyworks Solutions de México

² Universidad Autónoma de Baja California, México

Abstract

The proposed model of sustainable industrial ecosystem incorporates four organizational systems: 1) Strategic linkage of triple helix, 2) Competitiveness and innovation, 3) Business intelligence, and 4) Social responsibility. Researchers and students from universities and research centers nationwide participating in the challenges and strategic projects of companies in the industry. The implementation greatly benefit indicators of productivity and competitiveness in the industry with permanent impacts that permeate society. It seeks to promote an innovation ecosystem, which begins with the development of talent and skills, integration of university researchers in the scientific-technological development programs including industry projects. The creation of shared infrastructure between school and enterprise, integration of systems and technology management processes and intellectual property to generate a change that brings economic growth to the region and the country. The sustainable ecosystem model greatly impacts indicators that are part of the National Development Plan and the levels of competitiveness of emerging countries. An impact on society, as culture of innovation change, with companies reaching high added value, more high-paying jobs and a higher quality of life for families.



Sustainable industrial ecosystem model based on CTS + I for economic growth in development countries

Roberto Ibarra W.¹, Benjamin Valdez S.², Amparo Oliveros², Ivonne Araujo¹

¹ SKYWORKS SOLUTIONS DE MÉXICO

² UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

SKYWORKS

Abstract

The proposed model of sustainable industrial ecosystem incorporates four organizational systems: 1) Strategic linkage of triple helix, 2) Competitiveness and innovation, 3) Business intelligence, and 4) Social responsibility. Researchers and students from universities and research centers nationwide participating in the challenges and strategic projects of companies in the industry. The implementation greatly benefit indicators of productivity and competitiveness in the industry with permanent impacts that permeate society. It seeks to promote an innovation ecosystem, which begins with the development of talent and skills, integration of university researchers in the scientific-technological development programs including industry projects. The creation of shared infrastructure between school and enterprise, integration of systems and technology management processes and intellectual property to generate a change that brings economic growth to the region and the country. The sustainable ecosystem model greatly impacts indicators that are part of the National Development Plan and the levels of competitiveness of emerging countries. An impact on society, as culture of innovation change, with companies reaching high added value, more high-paying jobs and a higher quality of life for families.



Figure 1. gdagfdgfl

Introduction

Relevance

Researchers and students from universities and research centers nationwide in programs and specialized technology projects, addressing the challenges and strategic projects of companies in the industry.

Objectives

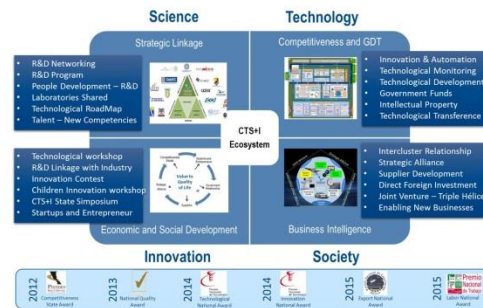
- Generate 500 new employees at least related with technological Project implementation
- Develop an IP and Patent system into one industry of high technology (8 Patents)
- Create and develop an Technologic Startup (1 at least)
- Increase 15% on productivity and cost reduction projects
- Create strong linkage with Universities and R&D Centers implementing 3 shared labs at least
- Implement 3 R&D programs into industry join with universities increasing internal scientific skills

References

- 1) Entrepreneurial Ecosystems (Innovation, Entrepreneurship, Management: Smart Innovation Set) 1st Edition by Sophie Boutillier (Author), Denis Carré (Author), Nadine Levratto (Author)
- 2) Innovation Ecosystems 1st Edition by Eunika Mercier-Laurent (Author)
- 3) The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability Hardcover – August 1, 2004 by Marco Iansiti (Author), Roy Levien (Author)

Methodology

It is worth mentioning that technological projects developed in the model are analyzed based on business trends through the process of technological surveillance and developed roadmaps for both universities for the development of current research and industry to be prepared for new technologies to be transferred; are also considered the needs of the industry with programs of higher education institutions for specialized through the development of talent at all levels of the organization human resource..



Results

As part of the strategic links with higher education institutions has been generated are shared laboratories on the premises of universities that aim to develop applied research in each specific area and train high-level human resources. The implementation of the model as part of the validation, presented the organization savings of more than US \$ 2.5 million in the last 4 years (R&D project savings and government funds). Also this model has been recognized with the National awards related to Quality, Competitiveness and Technology impacting to suppliers, employees and triple helix institutions.

Conclusions and recommendations

The sustainable ecosystem model greatly impacts indicators that are part of the National Development Plan and the levels of competitiveness of emerging countries. An impact on society, as culture of innovation change, with companies reaching high added value, more high-paying jobs and a higher quality of life for families.



2. Interest in STEM Careers of Students from Public High Schools in an Emerging Economy

María Amparo Oliveros Ruiz, Eduardo Cabrera Cordoba, Roumen Nedev, Lidia Esther Vargas osuna, Benjamín Valdez Salas, Michael Schorr Wiener, Juan Jose Sevilla Garcia, **Roberto Luis Ibarra Wiley**,

International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE), Volume 6, Issue 1, March 2015, pp. 2077 – 2080. ISSN 2042 6364 (Online). DOI: 10.20533/ijcdse.2042.6364.2015.0288

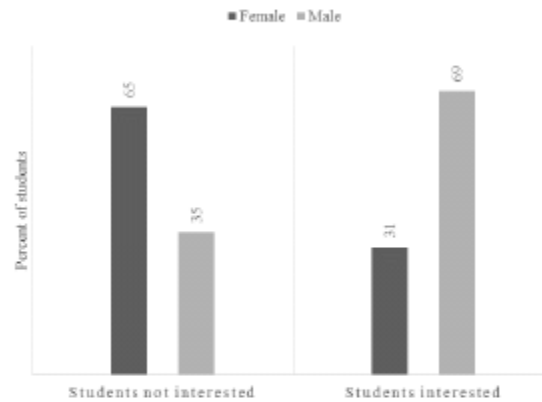


Figure 2. Students by gender interested in a STEM career

manufacturing and construction. Not surprisingly, women are underrepresented in high-technology industries [11].

Hence, the importance of teaching science with an STS model; it is essential to foster of student interest in both genders in matters of science and technology as a priority for economic progress in the region and to promote a better quality of life for citizens.

Finally, we recommend the practice of experiential workshops using information technologies as a strategy for the generating of a dynamic curriculum of science by the discussion of hot topics such as pollution, advances in fighting diseases, infrastructure, genetics, industrial development, nano science, and ethics.

7. References

- [1] Vázquez, A., Acevedo, J., & Mamassero, M. A., "Más allá de la enseñanza de la ciencia para científicos": hacia una educación científica humanista. *Revista Electrónica de la Enseñanza de la Ciencias*, 2005. 4(2).
- [2] Rivera, M., "El futuro de las Universidades en los Países en Desarrollo", *Revista ANUIES*, 1990 19(74), pp.1–8.
- [3] ANUIES [National Association of Universities and Institutions of Higher Education], *Anuario estadístico de educación superior en México 2011-2012*, 2011-2012.
- [4] Secretaría de desarrollo económico de Baja California. (2014). 'Directorios empresariales', <http://www.bajacalifornia.gob.mx> (8 Mayo 2014)
- [5] Plan Nacional de Desarrollo. 2013–2018. Gobierno de la República Mexicana.
- [6] Acevedo, J., *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 1997, 10, pp. 269–275.
- [7] Waks, L. J. (1996). Filosofía de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario. In A. Alonso, I. Ayestarán & N. Ursúa (Eds.), "Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad", Estella: EVD., pp. 19–33.
- [8] Aikenhead, G., & Ogawa, M., "Indigenous knowledge and science revisited". *Cultural Studies of Science Education*, 2007, 2, pp. 539–620.
- [9] Moran, K., Abandono de Estudios en la Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali de la UABC. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, 2012.
- [10] Duarte, M., Sevilla, J., Gutiérrez, S., & Galaz, J. "Expectativas y capital académico de estudiantes de nuevo ingreso a ingeniería en Mexicali, México: Discusión desde la perspectiva de género", *Ingenierías*, 14(51), pp.22–30. 2011.
- [11] Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), (2012) 'Education at a glance', <http://www.oecd-ilibrary.org> (8 May 2014)
- [12] ANUIES [National Association of Universities and Institutions of Higher Education], *Consolidación y avance de la educación superior en México*, 2006.
- [13] OEI, *Ciencia, Tecnología, Ingeniería e Innovación para el desarrollo*. Madrid Una visión para las Américas en el siglo XXI, 2006.
- [14] Plan Nacional de Desarrollo. 2007–2012. Gobierno de la República Mexicana.
- [15] UNESCO. (1999) '*Enseñanza de las ciencias y la tecnología*', <http://www.unesco.org> (5 February, 2014).
- [16] University of California, Berkeley (2012). 'Understanding science: How science really works', <http://www.oei.es> (5 February 2014).
- [17] USAID. (2014) 'Encuesta de competencias profesionales 2014', www.usaid.gov (3 February 2014).

3. The Importance of Teaching Science and Technology in Early Education Levels in an Emerging Economy

Amparo Oliveros R, Lidia Vargas O., Benjamín. Valdez S., Michael Schorr W., Juan Sevilla G., Eduardo Cabrera C., Roumen Nedev and **Roberto Ibarra W.**

Bulletin of Science, Technology & Society, first published on November 30, 34(3-4) 87-93. 2014. Pp. 1-7. Online. ISSN: 0270-4676. DOI: 10.1177/0270467614559124. Publicado el 26 de noviembre de 2014.

The Importance of Teaching Science and Technology in Early Education Levels in an Emerging Economy

Bulletin of Science, Technology & Society
1-7
© 2014 SAGE Publications
Reprints and permissions:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/0270467614559124
bsts.sagepub.com


Maria Amparo Oliveros Ruiz¹, Lidia Vargas Osuna²,
Benjamin Valdez Salas², Michael Schorr Wiener²,
Juan Sevilla Garcia², Eduardo Cabrera Cordova¹,
Roumen Nedev¹, and Roberto Ibarra²

Abstract

In the context of technological dissemination sessions aimed at prospective students at the Polytechnic University of Baja California in the city of Mexicali, Baja California, the importance of engineering and its role in scientific and technological progress was stressed, as well as its role in scientific and technological progress as drivers of economic development in the region. A group of 2,154 students from 20 different institutions of public high school education answered a survey designed as an evaluation tool for a career path or technology area of interest. The survey results show that students have a low preference for engineering careers. Moreover, these results were augmented with an additional study on the high attrition of students in engineering schools in the city of Mexicali, Baja California, also conducted by the authors. It raises the importance of teaching science in the early education levels, which aims to prepare scientists and technologists needed for the development of research and innovation as a foundation for economic prosperity and welfare of an emerging economy such as Mexico.

Keywords

science teaching; science, technology and society (STS); education; engineering students; emerging economy

"Tell me and I forget, show me and I remember, involve me and I learn."

—Benjamin Franklin.

Introduction

Disciplinary college training and high school average completion level in Mexico has some special points in epistemological and historical reflection in the basic disciplines: mathematics, science, and technology. They focus on deep technical details, but lack a comprehensive and accurate view of the general concept of science and technology, how they perform in today's world, their social impact and relationships, or the history of science and technology (Vázquez, Acevedo, & Manassero, 2005). Training in these issues is even more critical when considering that a technologist, specializing in one particular technology, must become professor of the many and different technologies, received in his initial training, which are offered in the high school education curriculum.

Paradoxically, science and technology education has not been developed at the same rate as science and technology. The role that education plays in these two areas has been

featured in the "Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge," adopted at the World Conference on Science held in Budapest in 1999, in these terms: "It is urgent to renew, expand and diversify the basic education for all in the field of science, emphasizing the skills and scientific and technological knowledge to participate meaningfully in the society of the future" (UNESCO, 1999).

In most Latin American countries, the teaching of science and technology is intended to be among the priorities of education programs. Efforts and budgets have been devoted to improve the policies, curricular, teaching methods, and materials related to scientific disciplines as well as the training of specialized teachers, so they are up to date and interested in their professional mission. In this framework, well-educated teachers will have the natural motivation to teach in early education levels. As a consequence of this

¹Universidad Politécnica de Baja California, Mexicali, México

²Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México

Corresponding Author:

Maria Amparo Oliveros Ruiz, Universidad Politécnica de Baja California, Calle de la claridad SN, Plutarco Elías Calles, Mexicali 21376, México.
Email: maoliverosr@upbc.edu.mx

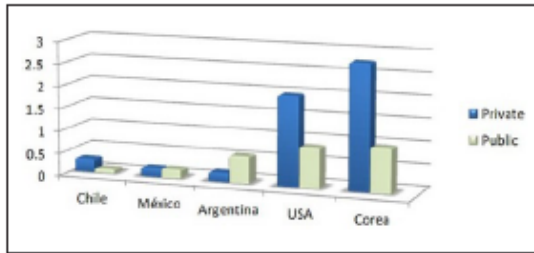


Figure 1. GDP investment in research and development. Source: OECD, CONACYT Mexico.

social environment, students will choose the fields of science and engineering. In recent decades, the scientific community has expressed great concern about the huge decrease in the number of male and female students who enroll in scientific and technological branches.

Science, Technology, and Innovation in Mexico

According to the National Development Plan (NPD) 2013–2018, a lag in the global knowledge market persists in Mexico. Some figures of the situation are revealing: The country's contribution to global knowledge production is less than 1% of the total; for every 1,000 members of the economically active population, researchers represents about one-tenth of those observed in more advanced countries; and the number of graduated doctors per million of inhabitants (29.9) is insufficient for attaining the future human capital that the nation requires. International experience shows that it is convenient to invest in scientific research and experimental development at a rate greater than or equal to 1% of GDP. In Mexico, this figure reached 0.5% of GDP in 2012, representing the lowest level among the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) countries, and even less than the average for Latin American countries (Plan Nacional de Desarrollo [National Development Plan] 2013–2018) (Figure 1).

The New Labor Paradigm

Unlike other generations, young people have on hand access to a wealth of information. However, they sometimes lack the tools or skills to process effectively and extract what is useful or important. Our young people need a clear path to be inserted into a productive life. Mexicans today must reply to a new paradigm where job opportunities are not only offered but sometimes need to be invented. The dynamics of technological advancement and globalization demand young people to be innovative. At this juncture, education must be closely linked to the research and the productive life of the country.

The nation as a whole must invest in activities and services that create added value in a sustainable way. In this regard, it should increase the level of public and private investment in science and technology as well as its effectiveness. The challenge is to make Mexico a dynamic and strengthened Knowledge Society (Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018).

Current Status of Engineering in Mexico

In Mexico, the teaching of engineering suffers from deficiencies arising from underdevelopment itself. There is an emerging technology development and misunderstanding towards scientific research, due to the absence of a tradition of a true culture of engineering.

Education should promote the training of engineers not only to know how to use operations manuals more efficiently. Indeed, the aim is to clarify, within the limitations, which are the most important factors that influence the educational problem.

The level of engineering in Mexico is seen as below that of industrialized countries. There are many schools of engineering, but they suffer, to greater or lesser degree, the lack of resources for development, such as laboratory equipment and highly qualified staff. This is due, in part, to the situation of dependence on technology in our country. Emphasis will be placed on the need to update the plans and study programs in engineering to avoid the lag in the new registered progress (Rivera, 1990).

In the state of Baja California, located on the border with the United States, northwestern Mexico, 2,200 engineers graduate from public and private schools each year, but this does not satisfy the demand of the industrial plants in the region. Only 20% of the college students in the state are enrolled in some type of engineering (ANUIES [National Association of Universities and Institutions of Higher Education] 2011–2012). In Baja California, there are approximately 1,199 assembly plants that require a lot of engineers (Secretaría de desarrollo económico de Baja California 2014). Therefore, the demand is covered by engineers from other parts of the country.

Given the obvious need for engineers, the universities that offer these careers provide financial aid to students in order to supplement their tuition. The low attendance of students is related to the difficulty in learning mathematics that adds to the economic difficulties and student mobility.

The same situation is observed in schools that offer studies but on a technical level, but we must add other variants such as the idiosyncrasies of the parent seeking to have a child with a degree level, according to Unites States Agency for International Development (USAID 2014). In addition to this problem, the Faculties of Engineering are facing a high dropout rate that represents above 50% (ANUIES 2011–2012).

Dropout Basic Assumptions

ANUIES identified, in 2006, a list of problems within the higher education system in Mexico:

1. disruption of higher education system compared to previous educational levels,
2. persistence of high dropout rates and low efficiency, and
3. failure and little impact of policies to promote scientific and technological research.

The dropout at any educational level affects the student that leaves, as well as other members of the system: the student family, the institution (public and private), the economy of the country where this situation occurs, the productive sector, and so forth. Regarding the Mexican economy, the government spends about US\$5,200 yearly for each student in college (Plan Nacional de Desarrollo 2007–2012), representing an investment larger than twice of what is invested on a high school student.

The National Development Plan 2007–2012 describes the following information regarding the average schooling at different educational levels. It is estimated that the average years of schooling among people between 15 to 24 years old are 9.7, implying completed basic education both primary and secondary. Unfortunately, students have low performance regarding reading, writing, and mathematics. For those students who study beyond the average level of education, only one in four young people between 18 and 22 years old reach the top level of educational coverage. It is considered that the low enrollment in higher education is due to backlogs and inefficiencies in the previous levels, poverty, and the institution's own characteristics. On the other hand, 50% of students enroll in areas of social and administrative sciences, in contrast to the exact sciences, where some institutions have decreased enrollments.

However, the completion rate is between 53% and 63%, depending on the type of program. Reaching a higher level does not guarantee that the graduates will join the world of work, reflecting lack of involvement of higher education institutions in the labor market (USAID 2014).

Therefore, it is important to know how the condition in which senior students arrive at college is reflected in their previous academic experience and their personal interest in higher education studies (Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018).

Didactics in Teaching Science as a Proposal to Improve Enrollment and Prevent Dropout in Engineering Careers

What is the Science, Technology, and Society (STS) movement? It emerged in the second half of the 20th century due to the convergence of various factors with the objective of a

better understanding of the social and organizational dimension of science and technology.

Important factors are as follows:

- the need to manage large industrial and military complexes such as the Manhattan Project during World War II and centers of research and development (R&D) associated with big science and high technology that emerged after WWII;
- the appearance of a critical awareness of the risks and negative effects of science and technology: nuclear holocaust, environmental disasters, industrial accidents, and so forth;
- the need to create institutions and training experts in science and technology and impact assessment of technology policy; and
- the creation of research, especially from the perspective of the sociology of knowledge, challenging the traditional image of science and technology as an activity isolated from the social, political and economic context.

The STS in Education

Educational guidance of STS facilitates innovation in the curriculum of science and technology at all levels of education, in accordance with the new goals for science and technology education, and is required for the 21st century. For its effective implementation, it is necessary to change teaching practice, the role of the teacher, and learning strategies. The STS proposal is a field of study and research and, above all, an innovative general education proposal. From the first perspective, it is to understand better the science and technology in its social context, addressing the interrelationship between scientific and technological developments and social processes (Acevedo, 1997). As a general educational proposal, it is a radical new approach to the curriculum at all levels of education, in order to provide training and knowledge, especially in values that promote responsible citizenship and democratic participation in the evaluation and control of the social implications of science and technology.

The Teacher's Role in Education STS

In STS modality, teachers not only have to communicate the objectives to be achieved, but must personally strive to lead by example. The teacher should also promote communication in the classroom, increasing students' activity and autonomy (Waks, 1996).

The Curricula for Science, Technology, and Society

In traditional training there is a very large gap between the sciences and the humanities. However, in the new knowledge society in which we live, integrity of the individual's

professional development is essential. Therefore, it is necessary to bring all this expertise into an action that impacts the society.

The common denominator of the STS curriculum is to present science and technology integrated together in a social context. Its explicit objectives aim to overcome the drawbacks of traditional science education, such as the lack of students' interest in science and technology; their low enrollment in these studies; and the marked inequality affecting different groups in many countries: women, less bright students, ethnic minorities, and so forth.

STS education focuses on students, not learning units, trying to facilitate the understanding of their experiences and phenomena that occur in everyday life, in ways that school learning is applied in technological and social environment, and provide them democratic participation in decision making on social issues related to science and technology. This general objective is focused on others as staff empowerment; development of intellectual skills; preparation for citizenship in local, national, and global levels; to make personal decisions, social and moral formation, and professionally responsible citizens in the community and work; and achieving more and better scientists and engineers.

STS education attempts to balance three types of objectives:

- knowledge and learning skills for personal or cultural purposes;
- processes of scientific and technological research; and
- development of values for professional, public, and political issues, either local or global.

The common objectives of many STS programs are to

- increase scientific and technological literacy of citizens;
- generate science and technology interest in students;
- promote social contextualization of scientific studies through the interactions between STS; and
- help students improve critical thinking, logical reasoning, creative problem solving, and decision making.

The contents of STS education are usually selected based on two criteria: one focusing on relevant scientific and technological issues that affect society inspired by the pragmatic American tradition, and another on social and cultural aspects of science and technology, derived from the European academic tradition.

The former allows a better connection between student's interests and the academy, but can lead to a partial and too specialized education due to its more specific nature. The second approach, more general, could provide students with a more comprehensive and durable structure, but it is far more often seen because it treats STS relations from the perspective of other disciplines such as philosophy, ethics,



Figure 2. Schematic constructivist teaching-learning process.

sociology, history, cultural, and economic aesthetic (Aikenhead & Ogawa, 2007). STS activities may contribute to these changes using the scheme of constructivist teaching-learning process (Figure 2).

Experiential Workshops

It is highly recommended to practice collaboration since this set of activities is important to human development, allowing the integrated formation of students in the STS approach: scientific and technological education, which aims to question the social nature of STS knowledge and its effects on different economic, social, environmental, and cultural fields (OEI, 2006). The recommended strategies to be applied include the use of information technology, allowing generation of a dynamic curriculum of science, such as the use of Moodle platform, educational websites, and so forth. Suggested topics for experiential workshops are

- Industrial water pollution
- AIDS-2000: AIDS vaccine
- The school network
- Roads and highways
- The management of urban waste
- Employment or automation

Method

During January to April 2012, a day of directed technological diffusion was held for students graduating from

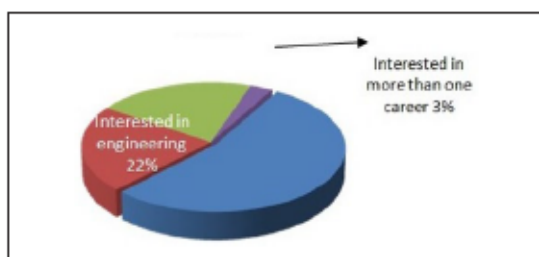


Figure 3. Academic interest of students in higher secondary education.

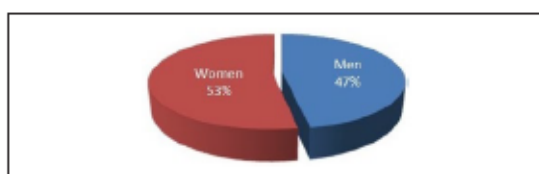


Figure 4. Students by gender.

institutions of higher secondary education. The aim of this event was to show to high school students why they need to pursue a degree in engineering. Personal relations with teachers and other students, with minds open to technical innovations, will ensure success.

Along with this exercise, an exploratory study was conducted in order to understand the perception that students may have about their vocational preferences after graduating from high school. Twenty public high schools were covered and a total of 2,154 students were registered; a talk was given to students on the importance of engineering as a promoter of scientific and technological progress and the economic development of the region. At the end of the conference, a survey on a career preference, gender, or area of interest was handed over. From the population involved in the study, 1,158 students showed no interest in pursuing university studies in any engineering career, while 482 demonstrated interest. That is, only 22% of all registered students showed interest in a career in engineering. In addition, 21% omitted the data of interest and 3% were interested in more than one career (Figure 3).

On the other hand, women accounted for 53% of all students who registered and who are graduating from upper secondary education (Figure 4). From the group that is not interested in engineering, equivalent to 54% of students, 65% are women (Figure 5). Regarding the 22% of students who are interested in continuing their studies in the area of engineering, 69% are men and only 31% women (Figure 6). In contrast, women as new students arriving at the Polytechnic University of Baja California from 2010 to 2013 represented only 15% to 17%, still a gap.

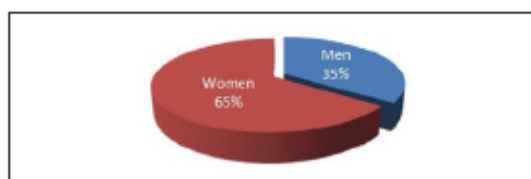


Figure 5. Students by gender not interested in engineering.

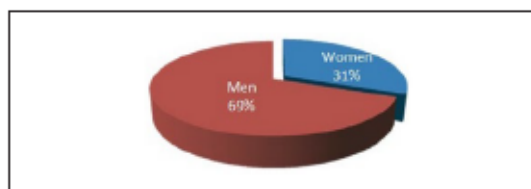


Figure 6. Students by gender interested in engineering.

As a reference, OECD education indicators from 2012 regarding the percentage of 15-year-old boys and girls planning a career in engineering or computing shows Mexico in third place just below Poland and Slovenia, where girls are 7.8% and boys 27.3%. When compared with results from this report, girls are close with 6.8%, but boys appear with a low value of 15.2% (Figure 7).

Conclusions and Recommendations

The results of this exploratory study indicate that there is little interest from the next graduating class of high school students in continuing their studies in the field of engineering. It is necessary to offer them a scenario that allows them to deal with various ethical dilemmas they will have to decide. This experiment was reproduced in a learning environment through experiential workshops. As a result, we observed a stimulation of students' reflective and critical attitude on various economic, political, social, and environmental issues. We also observed an attitudinal change brought by the dynamics of collaborative work that allowed them to implement values such as respect, tolerance, and solidarity among others.

Furthermore, it became evident that teachers need to be updated in the teaching of science based on STS. Therefore, informational and planning meetings were held among secondary education level and academic staff of the university. Free access information from the University of California, Berkeley (2012) was used and proved to be a good a source of STS training materials, guides, assessments, practice exercises, recommendations.

- With regard to gender equity, there has been a greater presence of women in engineering professions than in

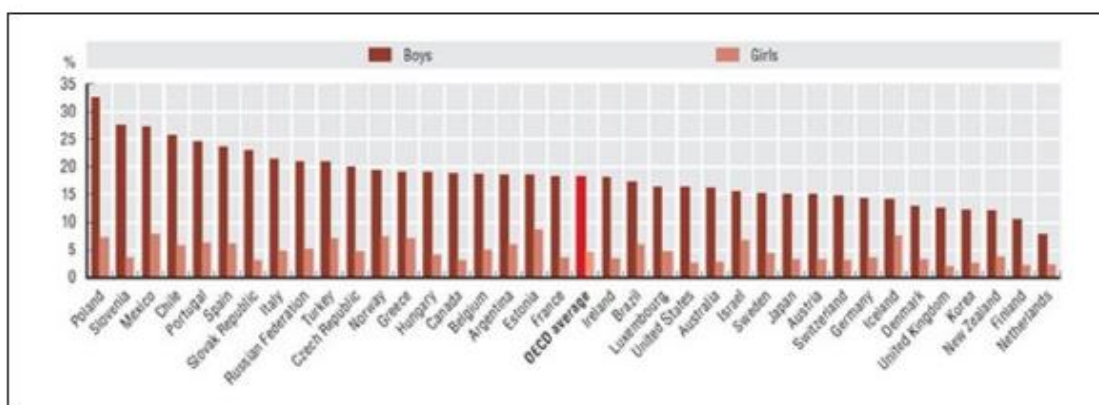


Figure 7. OECD percentage of 15-year-old boy and girls planning a career in engineering or computing. Source: OECD (2012).

previous generational cohorts. The percentage of women interested in engineering careers is low, considering that secondary education graduates are about the same amount of men and women (ANUIES 2011–2012).

- As shown by other studies, women generally have a better academic performance in high school (Moran, 2012), and at higher education levels, they show greater motivation, discipline, persistence, and a varied use of learning strategies in careers that have traditionally been considered “unfit” for them (Duarte, Sevilla, Gutierrez, & Galaz, 2011).
- Even now, in most OECD countries, fewer than 30% of women graduate in the fields of engineering, manufacturing, and construction. Not surprisingly, women are underrepresented in high-technology industries (OECD, 2012).

Hence, the importance of teaching science with an STS model; it is essential to foster of student interest in both genders in matters of science and technology as a priority for economic progress in the region and to promote a better quality of life for citizens.

Finally, we recommend the practice of experiential workshops using information technologies as a strategy for the generating of a dynamic curriculum of science by the discussion of hot topics such as pollution, advances in fighting diseases, infrastructure, genetics, industrial development, nano science, and ethics.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

References

- Acevedo, J. (1997). *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269–275.
- Aikenhead, G., & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2, 539–620.
- ANUIES [National Association of Universities and Institutions of Higher Education]. (2006). *Consolidación y avance de la educación superior en México*.
- ANUIES [National Association of Universities and Institutions of Higher Education]. (2011–2012). *Anuario estadístico de educación superior en México 2011-2012*.
- Duarte, M., Sevilla, J., Gutierrez, S., & Galaz, J. (2011). Expectativas y capital académico de estudiantes de nuevo ingreso a ingeniería en Mexicali, México: Discusión desde la perspectiva de género. *Ingenierías*, 14(51), 22–30.
- Moran, K. (2012). *Abandono de Estudios en la Facultad de Ingeniería. Campus Mexicali de la UABC*. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California.
- OEI. (2006). *Ciencia, Tecnología, Ingeniería e Innovación para el desarrollo*. Madrid Una visión para las Américas en el siglo XXI.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2012). *Education at a glance*. Retrieved May 10, 2014, from http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2012_cag-2012-en
- Plan Nacional de Desarrollo. 2007–2012. Gobierno de la República Mexicana.
- Plan Nacional de Desarrollo. 2013–2018. Gobierno de la República Mexicana.

- Rivera, M. (1990). El futuro de las Universidades en los Países en Desarrollo. *Revista ANUIES*, 19(74), 1–8.
- Secretaría de desarrollo económico de Baja California. 2014. *Directorios empresariales*. Available from <http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/>
- UNESCO. (1999). *Enseñanza de las ciencias y la tecnología*. Retrieved February 5, 2014, from <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening-education-systems/science-and-technology/>
- University of California, Berkeley. (2012). *Understanding science: How science really works*. Retrieved December 4, 2014, from <http://www.oci.es/documentociencia.pdf>
- USAID. (2014). *Encuesta de competencias profesionales 2014*. Retrieved February 3, 2014, from www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/USAID%20-%20Boletín%20-%20Marzo%202014.pdf
- Vázquez, A., Acevedo, J., & Manassero, M. A. (2005). "Más allá de la enseñanza de la ciencia para científicos": hacia una educación científica humanista. *Revista Electrónica de la Enseñanza de la Ciencias*, 4(2).
- Waks, L. J. (1996). Filosofía de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario. In A. Alonso, I. Ayestarán & N. Ursúa (Eds.), *Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 19–33). Estella: EVD.

Author Biographies

Maria Amparo Oliveros Ruiz is a professor in the Science, Technology and Society Program at the School of Engineering of the University Politechnic of Baja California (UPBC). She received a BSc in public administration and political sciences from UABC and holds an MSc degree in education from the State University for Pedagogic Studies, Mexicali. Currently she has been sponsored by the National Science and Technology Council in Mexico with a scholarship to get a doctoral degree in higher education in engineering. Her project research is focused on the implementation of the STS program in the engineering units of the UABC at Mexicali, Mexico. She is a member of the PIEARCT (Iberoamerican Project for Evaluation of STS) network.

Lidia Esther Vargas Osuna is a professor at the Faculty of Engineering, University of Baja California. She has a B.S. degree in Chemical Engineering from the Mexicali Institute of Technology and a M.Sc. degree and PhD degree in Engineering from the Institute of Engineering of the UABC. With 15 years of experience in the manufacturing industry including reliability and failure analysis of microelectronic devices. Her research is focused in the materials science and engineering. She is a National Researcher Candidate by the National System of Researchers (SNI) of the National Council of Science and Technology (CONACYT).

Benjamín Valdez Salas is researcher at Institute of Engineering of the University of Baja California, member of the Mexican Academy of Sciences and the National System of Researchers of Mexico. He was granted the B.S. degree in Chemical Engineering, the M.Sc. degree in Chemistry and the PhD. in Chemistry by the Autonomous University of Guadalajara. His activities include research on the topics; corrosion and materials, electrochemical and industrial processes, chemical processing of agricultural and natural products, and consultancy in corrosion control in industrial plants and environments. He is author of books, chapters in book and scientific articles on electrochemistry, biodeterioration and corrosion of materials and general chemistry. He is the head of the corrosion and

materials department and the founder of the master and doctoral program in sciences and engineering for UABC. His professional career includes the collaboration with chemical, oil, water and energy industry of Mexico, and the preservation of the industrial infrastructure.

Michael Schorr Wiener is a professor (Dr. Hoonoris Causa) at the Institute of Engineering, University of Baja California. He has a B. Sc. in Chemistry and, a M.Sc. in materials engineering from the Technion-Israel Institute of Technology, with 40 years of experience in industrial corrosion control. From 1986 to 2004, he has editor of Corrosion Reviews. He has published 340 scientific and technical articles on materials and corrosion in English, Spanish and Hebrew. He has worked as a corrosion consultant and professor in Israel, the United States, Latin America, Spain, and South Africa. He has been a NACE International member for 22 years.

Juan Sevilla García He is a Doctor in Educational Sciences by Universidad Iberoamericana. Professor-Researcher at the Autonomous University of Baja California attached to the Institute of Engineering in the Masters and Doctoral programs in Science and Engineering in the field of Higher Education in Engineering. His academic activity focuses on the study of Higher Education, in particular, the administration and management of the Higher Education Institutions (HEI), actors in higher education (teachers and students) and management of university-industry relations. Belongs to the National System of Researchers in the level I, comprises with the recognition of the Program for the Improvement of the Teaching Staff (PROMEP Profile), and is member of the Committee of Institutional Administration and Management of the Inter-Institutional Committees for the Evaluation of Higher Education (CIEES) in the areas of Planning and Institutional Assessment and Liaison. He has had experience in the administration of HEI, as Director of the Faculty of Chemical Sciences and Engineering, Vice-rector, Secretary General and Coordinator of Planning and Institutional Development of its University.

Eduardo Cabrera Cordova is a professor at the Polytechnic University of Baja California. He has a bachelor degree in Chemical Engineering from the University of Guadalajara, M.Sc. in Industrial Management from the CETYS University and M.Sc. in Engineering of Materials from the Engineering Institute, University of Baja California. Professional and academic experience with a focus on materials science, research products, processes and equipments.

Roumen Nedev has a M.Sc. in Electrical Engineering and, PhD in computer science from the Mediterranean University in France. From 2008 to 2011, he was an assistant professor in the Technical University of Sofia, Bulgaria. He has published more than 10 scientific articles, and 1 book in English, Spanish and French.

Roberto Ibarra is the Innovation Center Manager of Skyworks Mexicali and student of the doctorate program at Institute of Engineering of UABC, a M.Sc. in industrial management by CETYS University; currently he is participating in some National Advisory boards related with innovation, design and technological development; with 20 years of experience in electronic industry manufacturing, he has created the Semiconductor Innovation Center (CISEM) and the technological and innovation Model for Skyworks and was recognized and awarded by the Mexican government, also he has established a strongest relationship with government institutions and universities in order to deploy an innovation ecosystem. He has led the Mexicali Design Center for 2 years

4. **Flexible Planning Model for a High Tech Company with High Volume – High Mixture**

Amparo Oliveros R, Lidia Vargas O., Benjamín. Valdez S., Michael Schorr W., Juan Sevilla G., Eduardo Cabrera C., Roumen Nedev and **Roberto Ibarra W.**

World Congress of Engineering and Computer Science 2016 Vol II, WCECS 2016, October 19-21, 2016, San Francisco, USA, ISSN: 0270-0958, ISSN:2078-0966 en línea, Publicado WCECS 2016.

Flexible Planning Model for a High Tech Company with High Volume–High Mixture

¹Eddy M. Delgado Arana, ¹Larysa Burtseva, ¹Brenda Flores-Rios, ¹Roberto Ibarra, ²Frank Werner

Abstract—Within an electrical test planning system in the semiconductor industry, various models that allow a better utilization of installed capacity were developed. The workflow in the plant and the information flow in the electrical test planning area were analyzed in order to minimize setup times on the equipment. A paradigm shift is proposed, with which planning is done at the product family level instead of at the level of the part number, always starting with priority products required by the market.

Index Terms— electrical test, modeling, product family, production planning, semiconductors, setup time

I. INTRODUCTION

The planning process is a common problem for any company, unresolved systematically because of the large number of variables which affect the decisions to be taken. That makes it difficult to optimize the makespan. In a high tech semiconductor-edge company, the production planning is affected in productivity because of the high quantity of machine changeovers (setups). The manufacturing work plan core is given by the sequence of the production orders. When an order is delivered to the production supervisor to execute, it is imperative that the output of a schedule reduces the idle times caused by equipment setups. Beforehand, it is known that it is not the same having a small changeover (a recipe or a tool), or a big one, when the product dimension is changed, thus a greater productive capacity is lost. Currently, the machine loading in this semiconductor company is realized at the product level with lack of visibility on the products that are similar by their geometry. For this reason, the production planner usually is not aware of the transition time from one product to another; this practice leads to a machine downtime for a product change, and it reduces productivity.

In the company, the machine downtime caused by a changeover occurring in the production is out of control, and the detected root cause is the method of the machine

allocation order; i.e., the first machine available is assigned to the next lot. Moreover, it does not take into account that the lot change time is different for different sequences of products. Therefore, it is proposed to limit the changeover options for those handled within the same product geometry to form production batches, which do not require major setups in-between. This categorically reduces the idle time due to the activities of the change or adjustment of a tool.

The objective of this work is to develop a flexible model for the manufacture planning in the electrical test area of a high-tech semiconductor company, with the characteristics of high-mix and high-volume to allow: a) Cycle makespan reduction, b) Delivery on time, and as a consequence, c) Manufacture cost minimization. To achieve this goal, the workflow in the company and the information flow in the electrical test area have been studied, the setup structure was analyzed, and the manufactured products were grouped into families on the basis of similarity in geometries. The grouping was performed using the main idea of the Group Technology: the products must be sorted out into groups according to their design or manufacturing attributes, such as shape, size, surface texture, material type, raw material estate [1],[2]. Using the technical similarities of the products within a group to schedule lots in batches permits the company to essentially reduce the setup time on the machines.

The makespan minimization problem that considers setup times and batch processing on the machines is frequent in scheduling literature due to its importance in industries, and the variability of statements. It is NP-hard (Complex solution problem) even for the easiest shop models. Given the problem complexity, solutions have a high computational cost. So, Damodaran and Srihari [3] proposed a mixed integer formulation to minimize the makespan in a flowshop with batch processing machines. Manjeshwar, Damodaran and Srihari [4] presented a simulated annealing algorithm to minimize the makespan in a flowshop with two batch-processing machines. Luo, Huang, Zhang, Dai and Chen [5] used a genetic algorithm for two-stage hybrid batching flowshop scheduling with blocking and machine availability constraints. Yazdani and Jolai [6] considered optimal methods for the batch processing problem with makespan and maximum lateness objectives. A review of models and algorithms, which considers batch processing of lots with similar characteristics, was presented in [7]. In [8], a review and analysis of some works about scheduling of batch processing in the semiconductor industry was performed. Details of the scheduling methods with setups for a hybrid flow shop with batch processing can be found in [9],[10]. In this work, we propose an alternative to high-cost algorithms, which are frequently unacceptable in real

Manuscript received July 1, 2016; revised July 17, 2016. This work was supported in part by the Postgraduate Program MyDCI of the Engineering Institute of the Autonomous University of Baja California (UABC).

¹ E. Delgado, L. Burtseva, B. Flores-Rios and R. Ibarra are with the Engineering Institute of the Autonomous University of Baja California, Mexicali, Mexico (corresponding author e-mail: eddymartin.delgado@skyworksinc.com.) E Delgado and R Ibarra are with Skyworks Soluciones de Mexico S/ de R.L. de C.V. Calzada Gomez Morin 1690 Col Rivera CP 21259, Mexicali, B.C., Mexico.

² F. Werner is with the Institute for Mathematical Optimization of the Otto von Guericke University, Magdeburg, Germany.

conditions of semiconductor manufacturing.

This document is structured as follows: Section II presents some ideas about grouping of the products into families. In Section III, a model of lot sequencing is exposed. Section IV describes the model test test scenarios, run model and the results obtained. Finally, in Section V some conclusions and future work are discussed.

II. GROUPING THE PRODUCTS INTO FAMILIES

A family represents all those products that share the same geometry (the size & the height) of the microcircuit and therefore, they do not require major adjustments between lots. To extract all geometries of the products declared in the business process and to group products into the families, the company product catalog and the product portfolio were considered. Table I shows the number of geometric variations in the portfolio, where approximately 67% of the geometries are active, which means that these ones form the main part in the product categorization according to the demands.

TABLE I
PRODUCT PORTFOLIO CHARACTERISTICS

| Products | Quantity | Geometries | Heights |
|----------|----------|------------|---------|
| Active | 556 | 70 | 11 |
| Inactive | 533 | 34 | 5 |
| Totals | 1089 | 104 | 16 |

By managing planning with a focus on a product family rather than on a part number (product) level, one wants to improve the planner flexibility by the information about the compatibility of the products belonging to the same family. This is more than enough to ensure the production plan execution and fulfillment when a product in the scheduled lot sequence is replaced by another one, which is available for processing.

The three product types are established when they are classified according to A-B-C categories of inventories, where category A is the highest priority, and C is the lowest one (Table II), as a function of the volumes required by every geometry, the same geometries, which are referred to in the classification of inventories established by APICS* [11]. The table shows that different types of the geometry are confronted with the volumes required and the product mix within the period, resulting in 66% of the demands concentrated in 35 part numbers (high volume and high frequency for the priority type A).

TABLE II
VOLUME-PRIORITY RELATION CONSIDERING TYPE AND GEOMETRY OF THE PRODUCTS

| Priority | A | B | C |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Characteristics | High volume, High Frequency | Middle volume, Middle frequency | Low volume, Low frequency |
| Quantity | 65.90% | 24.75% | 9.35% |
| Part Numbers | 35 | 114 | 407 |
| Geometries | 8 | 12 | 50 |

Based on these data, the following policies are proposed for the planning according to the following priorities that consider grouping the products into the families:

- a) Load the equipment capacity assigned to a family with products of type A priority first (confirmed orders by the

* American Production and Inventory Control Society.

customers).

- b) Once a product of the priority type A completed its allocation, assign a product of the priority type B of the same family (to buffer demand peaks).
- c) Once products of the priority type B complete their allocation, pass to assign capacity with a family of the priority type C (to forecast the future demands).

III. BATCH SEQUENCE MODELLING

To model a batch sequence, many activities were performed, starting with the definition of the setup types to set the relation product geometry - setup time. It was fixed, which adjustment is required when a lot change occurs. Following, a study of the workshop information flows was realized. This analysis allowed us to build a general model of the lot sequencing.

A. Setup types specification

The setup types were sorted according to their length from low to high as follows:

- 1) A lot setup was performed when the next lot in the sequence corresponds to the same part number or product. This adjustment process consists of the next activities: the purge of the equipment, the blower cleaning, and feeding a new lot.
- 2) A recipe setup is performed when the next lot in the sequence has a different part number and the symmetry contactor is the same as the previous lot. This minor setup holds the next activities: recipe loading, variables correlating and activities related to a lot setup.
- 3) A tool setup is performed when the next lot has a different part number and the contactors symmetry is not compatible with the current test tool. This changeover consists of: tool installation, fine tuning, recipe setup and lot change related activities.
- 4) A family setup is performed when the next batch has a different geometry, so that both machine adjustments are required (Handler & Tester). This major setup consists of: handler kit installation, handler fine tuning, tool setup related activities, recipe setup related activities, and batch setup related activities.

With this, the machine setup activities were classified by sorting the changes from a minor setup, which is the lot change, to the major one, which is the family (batch) change. The setup times follow the ranges of geometries according to Table III.

TABLE III
STANDARD CHANGEOVER TIMES FOR THE TYPE OF MACHINE - GEOMETRY RANGES

| Geometric ranges | Changeover type | M1 (minutes) | M2 (minutes) |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|
| 1 a 3.9 | Lot setup | 10 +/- 2.5 | 8 +/- 2 |
| | Recipe setup | 30 +/- 5.5 | 45 +/- 12.3 |
| | Tool setup | 90 +/- 13.2 | 135 +/- 51.4 |
| M2 | Family setup | | |
| | 1.6 a 2.8 | 290 +/- 62.3 | 430 +/- 93.2 |
| | M1 | 10 +/- 2.5 | 8 +/- 2 |
| 4 a 6.9 | Recipe setup | 30 +/- 4.8 | 45 +/- 7.9 |
| | Tool setup | 90 +/- 7.8 | 98.2 +/- 35.4 |
| | M2 | Family setup | |
| 2.9 a 4.5 | 210 +/- 42.1 | 340 +/- 38.4 | |
| | M1 | 10 +/- 2.5 | 8 +/- 2 |
| | 7 a 11 | Recipe setup | 30 +/- 3.2 |
| Tool setup | | 90 +/- 6.2 | 89 +/- 22.1 |
| M2 | | Family setup | |
| 4.6 a 5.5 | 170 +/- 33.5 | 260 +/- 25.1 | |

| Tool | Part No | A | B | C | D | E | F | G | |
|------|---------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|-----------|---|-----------|
| XY | A | Lot setup | Recipe setup | | Tool setup | | | | |
| | B | | Lot setup | | | | | | |
| | C | Recipe change | | Lot setup | | | | | |
| VW | D | Tool setup | | | Lot setup | Recipe change | | | |
| | E | | | | Recipe change | Lot setup | | | |
| TU | F | | | | | | Lot setup | | |
| RS | G | | | | | | | | Lot setup |

Fig. 1. Matrix of morphology changes within the family.

B. Matrix of the family association

A matrix of the machine changeovers according to the setup types was prepared for the products which belong to the same family (Fig. 1). It is assumed that a minor setup corresponds to a lot change. If the next product in the sequence shares the same installed tool, then a recipe change is performed. If the next product in the sequence is not compatible with the installed tools, then a tool setup is done. Only in the case when the next product geometry is different, a family setup is needed. The individual family matrices are consolidated into a single matrix that includes all the families that are extracted from the product catalog as stated in Fig 1.

Since each family has different adjustment times, three standard ranges of the geometry combining with the type of the assigned test machine were created, this is mentioned in Table III. A single matrix was structured; it contains all the families that exist in the catalog, according to the explained ones above in Fig. 2. It is assumed that to move from one family to another one, the family changeover times must be taken to make corresponding activities: setting the handler, adjustment of tool, recipe, lot, and cleaning. If the change is related to products belonging to the same family, these times are minimal. Currently, there are 83 product families included into the matrix.

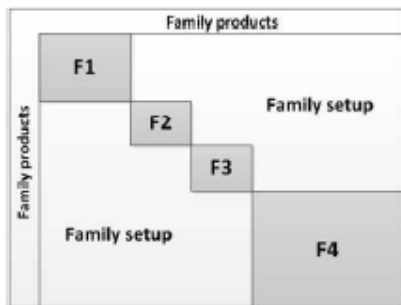


Fig. 2. Morphology of the matrix of the tool changes between four families.

C. Matrix of Tool Change Times

Due to the nature of the test process of the electronic components, there are two machine types (M1 and M2). The information is grouped first by the machine and then by the package geometry range (family). Table III shows the machine setup times for setup adjustments. When the last lot of the last batch (family) is allocated, a detailed production plan is obtained for a period of one week starting on Saturday at 12:00 a.m. and ending on Friday at 11:59 p.m. This means that each machine has totally 168 hours per week, with a tolerance of 10% of the time, representing 151.2 hrs. per week and machine. This time should contain the production processing time plus the idle time due to a changeover (lot, recipe, tool and family).

By mapping the activities of a setup on the machines, the cycle time for the activities corresponding to each setup type was validated. In addition, the setup types were documented in this study by the taxonomy data, which were taken directly from the plant and by the standards presented in Table III, which serves to quantify the transition time between lots and batches.

D. Workflow model of the company production planning

The process of production planning follows the workflow denoted in Fig. 3, the same as described below:

Supply chain (SCM) - prepares the Master Production Schedule (MPS).

Industrial engineering - receives, validates and provides feedback to the Master Production Plan to indicate production capacity constraints along the production line. The Industrial Engineering Department is responsible to indicate if it is feasible to process the required volume.

Materials - receives, validates and provides feedback for material constraints to avoid delays.

Production Control - develops a detailed production plan for the current week (*n*) and for the next week (*n*+1); reviews the production plan proposed with SCM to agree with the final version of the volume planned to deliver; prepares a detailed daily production plan for the plant with the next goals to: a) Fill the installed capacity, b) Achieve cost absorption levels and c) Fulfill on time the delivery orders (OTD); release the orders to the workshop floor.

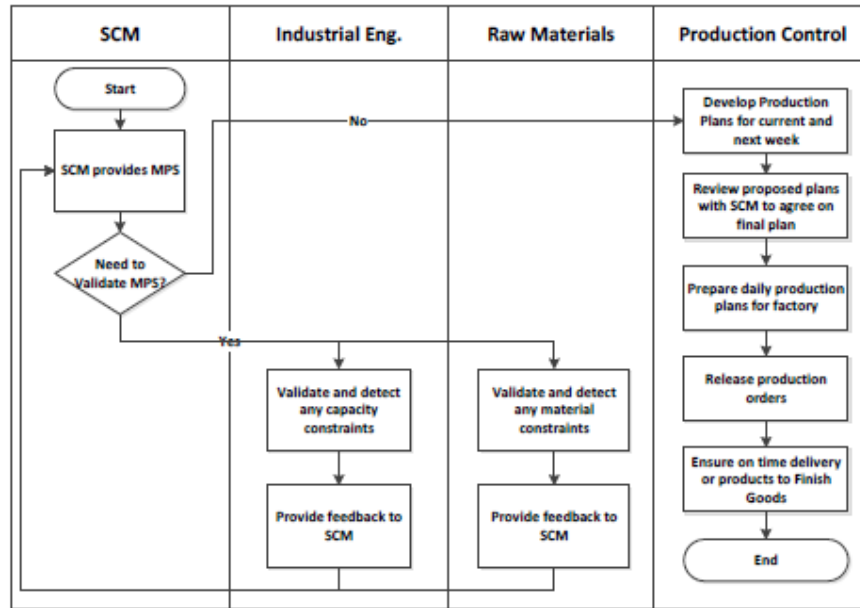


Fig. 3. General workflow of the production plan

E. General sequencing model

From a study of the information flows in the test area and an analysis of the setup structure, a general planning model was obtained, as it is shown in Fig. 4. The demand signal embedded in the MPS and the capacity analysis were used as input. The information on demand, knowledge on product characteristics allowed to obtain a classification of the products on the family level and to apply the delivery priority at the moment of assigning the lots to a machine. This is used to define the amount of the equipment that must be assigned for each family. In this general model, lots are first sequenced according to their highest priority (to produce for demand), followed by those with medium priority (to produce for inventory) and ending with the lowest priority (to produce for the forecast).

IV. PILOT TEST IMPLEMENTATION

Robustness of a model must be tested, first under simulation conditions, using for this purpose real information from the company databases, and then, testing the model under controlled conditions or in a pilot test [12]. Both of them were fulfilled in this work. The data from a sample production month were used first to perform a simulation and then comparing the process data by different stated scenarios. Once this activity was performed, a planning algorithm was implemented for selected a representative family to confirm the efficiency of the lot sequencing model. Next, the realized steps to develop the pilot test are described in detail.

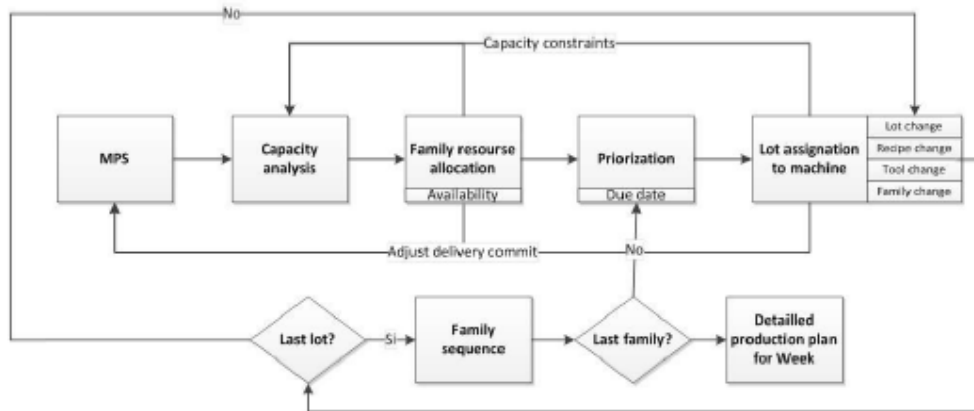


Fig. 4. General lot sequencing model.

A. Family selection

To simulate the model, a family type A, corresponding to the geometry 8.15x5.6, which is used in three part numbers, and a single tool type were selected (Table IV). This family represents a product volume that fills capacity equivalent to 80 M1 machines of 410 machines dedicated to perform the electrical testing of the microcircuits in the whole area.

TABLE IV
SETUP TIME MATRIX FOR FAMILY 8.15x5.6 WITH A SINGLE TOOL

| Part No | Adjustments (minutes) | | |
|---------|-----------------------|-----|-----|
| | X-1 | X-2 | W-1 |
| X-1 | 10 | 30 | 30 |
| X-2 | 30 | 10 | 30 |
| W-1 | 30 | 30 | 10 |

B. Processed lots analysis

In order to verify the general sequencing model (Fig. 4), the information on the production volumes and the level of demand for each manufactured part number were obtained and the processed lots were filtered to correspond only to the geometry 8.15x5.6, in a one-month test period. Table V shows an extracted section of lots with corresponding Parts No (product), which were processed during this month. There are given the volume of the processed lot and the lot cycle time. Tracking Qty is the number of pieces in the lot when it arrives to the machine; Starting Process Time denotes the lot loading time to the machine, End Process Time denotes the lot unloading machine time. Equip Number describes the machine number used to process the lot, and Trackout Qty. is the number of good devices in the lot when it gets out the machine, and some quantity of pieces was lost due the natural process of the segregation.

The information was obtained on standards at the product level according to the partial table. It shows the times used to process each piece, as well as different components of the standard (feeding time, electric test time and withdrawal time). In Table VI, the information mentioned in the Cycle Time column was used as the product standard. This serves to calculate the time, which each lot spent testing on the machine. In this table, the Product No column is dedicated to the part number, which corresponds to the standard; Pk Size shows the package geometry; Test Time denotes the electrical test cycle time; Index Time is the machine device feeding time; Threshold is the time, which corresponds to withdraw the test devices of the test tool; and Cycle time is the complete test time per piece. The information is also taken to calculate the test processing time of the product. The times are given in seconds.

TABLE V
VOLUMES OF LOTS WITH PART NUMBER X-2 FOR THE FAMILY WITH GEOMETRY 8.15x5.6

| Lot | Part Number | Stage | Trackin Qty | Start Process Time | End Process Time | Equip Number | Trackout Qty |
|-----|-------------|-------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 1 | X-2 | TEST | 7113 | 2016-01-01 00:13:18 | 2016-01-01 14:28:24 | PF01 | 6836 |
| 2 | X-2 | TEST | 5486 | 2016-01-01 14:39:24 | 2016-02-01 01:59:17 | PF01 | 4891 |
| 3 | X-2 | TEST | 6043 | 2016-01-02 02:09:06 | 2016-02-01 11:31:02 | PF01 | 5971 |
| 4 | X-2 | TEST | 6769 | 2016-01-02 11:40:51 | 2016-03-01 23:32:21 | PF01 | 6463 |

TABLE VI
PRODUCT STANDARD

| Product No | Pkg Size | Test Time | Index Time | Threshold | Cycle time |
|------------|----------|-----------|------------|-----------|------------|
| X1 | 8.15x5.6 | 1.10 | 0.00 | 0.14 | 1.24 |
| X2 | 8.15x5.6 | 1.40 | 0.14 | 0.15 | 1.54 |
| W1 | 8.15x5.6 | 1.15 | 0.14 | 0.15 | 1.29 |

C. Analysis of the scenarios to run

To check the general sequencing model efficiency, three scenarios of a test run were defined according to the following:

- 1) Best Case - Only machines dedicated per part number were considered; the idle time caused by the lot change was only taken.
- 2) Worst Case - The machines are shared among families; every processed lot is taken with the family change idle time.
- 3) Proposed case - Minimal changes are considered to process the volumes ordered by the customer according to their priority and the part number.

Lot sequencing starts since calculating the processing duration of each lot (*Processed parts volume × Part number standard*), and the setup time is directly related to the lot change, recipe change, tool change or family change; it depends on the product lot sequence to process and the similarity between those lots.

To calculate the total processing time (C_{max}), the start date on the electrical test was defined as 01.01.2016 at 12:00 a.m, and the total of the processed lots was sequenced on the machine. The cumulated time to process the total quantity of lots for this period was calculated using the next formula:

$$C_{max} = \sum_{f=1}^F \sum_{Pri=1}^3 \sum_{m=1}^M \sum_{Prod=1}^P (Q_{f,Pri,m,Prod} \times St_{f,Pri,Prod} + Lot\ setup_{f,Pri,m,Prod} \times Same\ PartNo + Recipe\ setup_{f,Pri,m,Prod} \times Different\ ContactMask + Tool\ setup_{f,Pri,m,Prod} \times Same\ ContactMask + Family\ setup_{f,Pri,m,Prod} \times Different\ geomerty) \rightarrow \min$$

where the notations used are:

- Q - Quantity of pieces,
- St - Standard processing time,
- f - Family,
- Pri - Priority,
- m - Assigned machine,
- $Prod$ - Product or Part Number.

The setup type applied is dependent on the sequence of the previous product and of the next one on every machine. To note this, four Boolean variables are defined, which take the value 1 and multiply it by the value of the corresponding setup time in the case to be presented, if absent, take the value 0.

The name of variables and its definition are presented below:

Same PartNo – the previous part number in the sequence is the same;

Same ContactMask – the symmetry of the contactors in the next lot is the same;

Different ContactMask – the symmetry of the contactors in the next lot is different,

Different Geometry – the product geometry in the part number of the next lot is different.

Same PartNo, Same ContactMask, Different ContactMask, Different Geometry $\in \{0,1\}$.

The lot processing time and the setup time of each processed lot are considered, and only the family change is applied with duration of approximately 210 minutes at the beginning of a monthly period. Table VII presents the lot processing time for family 8.15x5.6 per scenario; the amount is expressed in days.

TABLE VII
 ANALYSIS OF TIME PER SCENARIO

| Scenario | Start | Finish | CT (days) |
|----------|------------------------|------------------------|-----------|
| Better | 2016-01-01 00:00:00 | 2016-01-23 02:07:00 | 22.09 |
| Worst | 2016-01-01 00:00:00 | 2016-01-31 06:47:00 | 30.28 |
| Proposed | 2016-01-01 00:00:00 | 2016-01-23 12:07:00 | 22.50 |

In order to measure the efficiency of the general sequencing model and to compare the time gained or lost with moving from one scenario to another, a matrix was developed, where the time deviation expressed as Delta days is demonstrated, where Delta days represent the difference in days to move from the current scenario to another one. The information in Table VIII shows that in the case of moving from the proposed scenario to the best scenario, the difference is 0.42 days. The worst case scenario represents a family change for each lot processed in the factory. This means that the model, even though it is heuristic, is quite efficient as it is very close to the best result, assuming that all products being processed are equal.

TABLE VIII
 RESULTS OF THE COMPARISON OF SCENARIOS EXPRESSED IN DELTA DAYS

| Scenario | Best | Worst | Proposed |
|----------|------|-------|----------|
| Better | 0.00 | -8.19 | -0.42 |
| Worst | 8.19 | 0.00 | -7.78 |
| Proposed | 0.42 | 7.78 | 0.00 |

In the same table, it is observed that the data present an additional improvement of 7.78 days per month, which means an increment 25.93 % of the installed capacity in the factory. Currently, the planner team has recognized 12% increment in the installed capacity, using the general sequencing model under real conditions. This practice of the planning at a family level can be spread to all families in the catalog and surely, better results will be achieved.

V. CONCLUSIONS

In a High Tech semiconductor company, with characteristics of high volume – high mix, it is important to understand the product similarities. Planning without taking advantage of this fact leads to a myopia that complicates the efficient use of the installed capacity and setup in excess resulting in a downtime increase where machines are not productive. This work has put a foundation and structure for the planner to make a detailed short-term plan at the family level, to assign the required machines, to attend the product grouping into the families and to act quickly when a part number does not arrive as planned. In this case, it is clearly observed that there are major advantages of planning at the family level. As it was demonstrated, a gain of 25.93 % in the additional capacity was rescued from the operation, and it helps to reduce the discrepancies in the sequenced plan that makes it difficult to enhance utilization of the installed capacity. Rescuing a quarter of the capacity, the company could attract more customers, produce more products, increase the delivered volume to customers and definitely reduce the operating cost, since machine depreciation is amortized in a greater volume of products, and this enhances the profitability for this semiconductor company.

This work helps as a first stage to develop a short term plan to continue with its optimization developing low cost efficient algorithms, which could be acceptable for a company with the characteristics previously mentioned. It is considered that the proposed model is exportable to any discrete manufacturing business, which has to sequence production orders.

REFERENCES

- [1] S.P. Mitrofanov, *Scientific Principles of Group Technology*. (1966) National Lending Library, Yorkshire, UK.
- [2] C. Andrés, J.M. Albarracín, G. Toranzo, E. Vicens, J.P. García-Sabater, "Group technology in a hybrid flowshop environment: a case study". *European Journal of Operational Research*, vol. 167, no. 1, pp. 272-281, 2005.
- [3] P. Damodaran, K. Srihari, "Mixed integer formulation to minimize makespan in a flow shop with batch processing machines". *Mathematical and Computer Modeling*, vol. 40, no. 13, pp. 1465-1472, 2004.
- [4] K. Manjeshwar, P. Damodaran, K. Srihari, "Minimizing makespan in a flow shop with two batch-processing machines using simulated annealing". *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 25, no. 3, pp. 667-679, 2009.
- [5] H. Luo, G. Q. Huang, Y. Zhang, Q. Dai, X. Chen, "Two-stage hybrid batching flowshop scheduling with blocking and machine availability constraints using genetic algorithm". *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, vol. 25, no. 6, pp. 962-971, 2009.
- [6] S. M. T. Yazdani, F. Jolai "Optimal methods for batch processing problem with makespan and maximum lateness objectives". *Applied Mathematical Modelling*, vol. 34, no. 2, pp. 314-324, 2010.
- [7] C. N. Potts, M. Y. Kovalyov "Scheduling with batching: a review". *European Journal of Operational Research*, vol. 120, no. 2, pp. 228-249, 2000.
- [8] M. Mathirajan, A. L. Sivakumar, A. L. "A literature review, classification and simple meta-analysis on scheduling of batch processors in semiconductor". *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 29, pp. 990-1001, 2006.
- [9] L. Burtseva, V. Yaurima, R. Romero Parra, "Scheduling Methods for Hybrid Flow Shops with Setup Times", in *Future Manufacturing Systems*, T. Aized Ed. Ch. 7, pp. 137-162, 2010, Sciyo, Croatia.
- [10] L. Burtseva, R. Romero, S. Ramirez, V. Yaurima, F. Gonzalez-Navarro, P. Flores Perez, "Lot Processing in Hybrid Flow Shop Scheduling Problem". *Production Scheduling*, R. Righi Ed., 2011, pp. 65-96. Ch. 4. InTech Publisher, Croatia.
- [11] R. Jacobs, W. Berry, *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management APICS*, 2011, pp. 469-495, Ch. 16, Sciyo.
- [12] D. C. Montgomery, *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, 2008.

5. Remoción de plástico para blindaje electromagnético en microcircuitos electrónicos

Lidia Vargas, Eduardo Cabrera, Benjamín Valdez, Amparo Oliveros y **Roberto Ibarra**.

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.). Congreso Interdisciplinarios de Cuerpos Académicos, Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Septiembre 11-12, 2014, Handbook -©ECORFAN-Valle de Santiago, Guanajuato, 2014. Vol VII, Pp. 94-102, ISBN-CL 978-607-8324-04-0, ISBN-V 978-607-8324-24-8 ,ISSN 2007-1582, e-ISSN 2007-3682

Remoción de plástico para blindaje electromagnético en microcircuitos electrónicos

Lidia Vargas, Eduardo Cabrera, Benjamín Valdez, Amparo Oliveros y Roberto Ibarra

L. Vargas, E. Cabrera, B. Valdez, A. Oliveros y R. Ibarra
Universidad Politécnica de Baja California, Calle de la claridad S/N, Col. Plutarco Elias Calles, CP. 21376. Mexicali,
Baja California. México.
Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal s/n Col.
Insurgentes Este. CP. 21280, Mexicali, Baja California. México.
levargaso@upbc.edu.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -@ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

The manufacture of electronic components continues an increasing trend towards miniaturization and more complex designs. A consequence of taking advantage of full function modules and integration is an increased susceptibility to electromagnetic interference on devices.

It has been necessary to develop new shielding techniques to protect sensitive electronic devices from any external interference while at the same time preventing any interference being emitted from the device to adversely react with adjacent circuits.

There was reviewed a shielding in circuit approach consisting in removing a thin top layer of molding compound thru sand blast and a subsequent application of a conductive acrylic paint with silver to create a highly conductive coating to obtain a Faraday's cage. Process ablation alternatives were developed using a laser and plasma cleaning on components with plastic molding compress.

10 Introducción

Los aparatos electrónicos emiten radiación electromagnética cuando están funcionando normalmente y esto puede afectar a otros dispositivos electrónicos cercanos o en su alrededor.

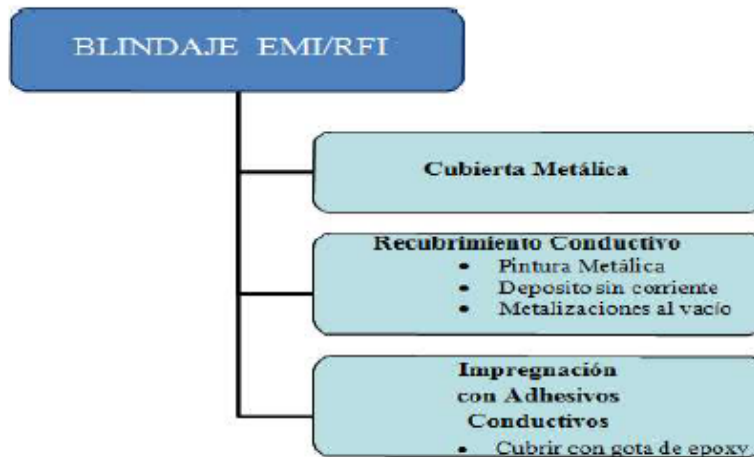
La emisión no deseada de las ondas electromagnéticas puede permitir fallos inesperados de los dispositivos afectados. La interferencia electromagnética (EMI) es en realidad una frecuencia de ruido eléctrico, mientras que la interferencia por radiofrecuencia (RFI) es un subconjunto específico de ruido eléctrico en el espectro de EMI, ambos términos se usan indistintamente.

La interferencia electromagnética en un dispositivo puede ser minimizada a través de un diseño adecuado del circuito. Sin embargo, hay algunas áreas sensibles que requieren protección adicional, por lo que se utiliza el blindaje electromagnético o blindaje EMI, a través de la construcción de una jaula de Faraday.

El blindaje electromagnético que bloquea la radiación electromagnética de radiofrecuencia también se conoce como blindaje EMI/RFI. El objetivo principal es evitar el paso de ondas electromagnéticas dentro o fuera del dispositivo.

El campo electromagnético es bloqueado al utilizar barreras de materiales conductores o magnéticos, que pueden trabajar por reflexión, absorción, o llevar la radiación electromagnética a tierra. Los principales métodos utilizados para el blindaje EMI/RFI son mostrados en la figura 1

Figura 10 Métodos utilizados para el blindaje EMI/RFI



10.1 Materiales y métodos

Alternativas de remoción de plástico, uso tecnología láser y plasma.

El proceso normalmente utilizado y que ha demostrado su capacidad para remover el plástico de moldeo, en dispositivos que posteriormente serán sometidos al proceso de blindaje EMI/RFI, consiste en una micro abrasión con arena, pero los costos generados por el uso y disposición de la misma y el desprendimiento de polvo en un ambiente limpio de ensamble de componentes electrónicos no parece la opción viable en el mediano plazo.

Por otro lado, en la industria de la microelectrónica, durante el análisis de fallas, se utiliza comúnmente ácido nítrico y ácido sulfúrico, ya sea en forma individual o en combinación para remover el plástico de moldeo que encapsula a los dispositivos microelectrónicos. A pesar de que esta técnica de decapado es muy efectiva, también es común que en ocasiones se dañe internamente el microcircuito. Existen otras alternativas como la ablación del plástico con láser hasta llegar poco antes de la superficie del dado, de manera que solo se requiera una cantidad mínima de ácido, favoreciendo de esta manera la integridad de la circuitería interna. Otra opción al uso del ácido es la ablación con láser más un ataque con plasma para terminar la exposición del dado. Sin embargo, cuando el láser es utilizado para remover todo el plástico a profundidades mayores, puede ocasionar daños por un excesivo calentamiento en los tableros, alambres y otros componentes del microcircuito.

El Plasma se ha utilizado los últimos 50 años para la remoción de polímeros en ambientes controlados. El plasma combinado con oxígeno es muy efectivo en la remoción de contaminaciones orgánicas y polímeros utilizados en la industria electrónica. Por lo anterior, se consideraron en este trabajo las alternativas de láser y plasma para la preparación de los dispositivos microelectrónicos previa al blindaje contra la interferencia electromagnética.

Moldeo por Compresión

En el moldeo por inyección, el cual ha sido durante mucho tiempo el sistema más utilizado en la industria electrónica, un pistón inyecta a alta presión la resina, de un polímero termo fijo, permitiendo el flujo y llenando de las cavidades en un molde. Sin embargo, retos en la tecnología de empaquetamiento tales como el aumento en el número de componentes, tamaño de dado, dados apilados y alambres más delgados, limitan el espacio para permitir el flujo de la resina o incrementar el número de conexiones más largas.

Debido a esto, el método de moldeo por compresión, el cual es libre de flujo y de espesor delgado, ha cobrado fuerza y ganando terreno rápidamente en más aplicaciones convirtiéndose posiblemente en el próximo método estándar más utilizado en esta industria.

En este proceso se coloca y sujeta una película en la base inferior del molde y el sustrato se carga, en la parte superior con un cargador mecánico. Mientras que la resina, originalmente en forma granular, es preparada en un contenedor para ser suministrada en el fondo del molde inferior y en la cantidad requerida de acuerdo al número de circuitos. El flujo de resina es mínimo y el compuesto queda confinado en una pequeña área. La película en el fondo del molde ayuda a que se despegue fácilmente y a moldear sin tener que limpiar el molde después de cada ciclo, el vacío ayuda también a moldear cualquier espacio abierto.

Las alternativas evaluadas en el proceso de remoción de plástico, fueron:

- 1) Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases O_2/Ar .
- 2) Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando un láser.
- 3) Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza con plasma combinación de gases O_2/Ar
- 4) Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza fina con láser.

Desarrollo del proceso en equipo laser

El equipo de láser utilizado es enfriado por aire, del tipo de diodo de bombeo final con un cristal de Nd: YVO4, con potencia de salida de 10W y una longitud de onda de 1064 nm, con un pulso de frecuencia que varía de 1 a 200 kHz, en una mesa con área de barrido de 120 x 120 mm y un consumo de 500W. Las variables utilizadas en el desarrollo del proceso fueron: frecuencia, intensidad y velocidad de barrido. Con el objetivo de remover 30 micrones de plástico durante la limpieza gruesa y 5 micrones en una limpieza fina, se realizó también inspección final de las piezas bajo microscopio 7-30X, buscando el efectos de sobre calentamiento por el láser, patrones de remoción, etc.

Desarrollo del proceso en equipo plasma

Se utilizó un equipo de gas plasma etch de 300 watts, con un generador de RF a 13.5 MHz. Las variables utilizadas durante el desarrollo, fueron el tiempo de exposición y la relación de gases alimentados, Argón y Oxígeno suministrados en lt/min. El objetivo fue remover el remanente de plástico a una profundidad aproximada de 5 micrones.

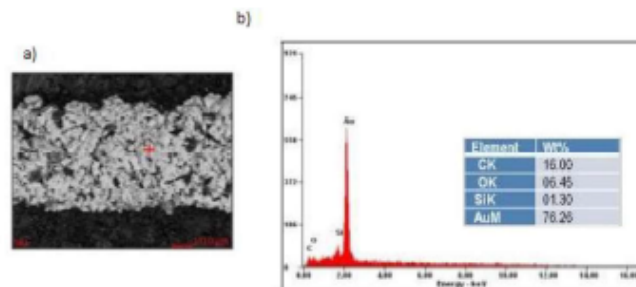
Inspección de resultados

La observación bajo el microscopio óptico a 200x, no fue suficiente por lo que se requirió el uso de un microscopio electrónico de barrido SEM, con detector EDX que permitió analizar la presencia de elementos químicos presentes en el punto de muestreo.

10.2 Resultados

Análisis SEM/EDX de muestra sometida a remoción de plástico de moldeo por micro abrasión con arena (Figura).

Figura 10.1 a) Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de remoción de plástico con arena; b) análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre.



Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases O₂/Ar (Figura)

Figura 10.2 a) Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de limpieza con plasma

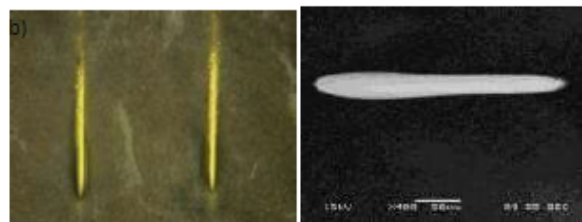
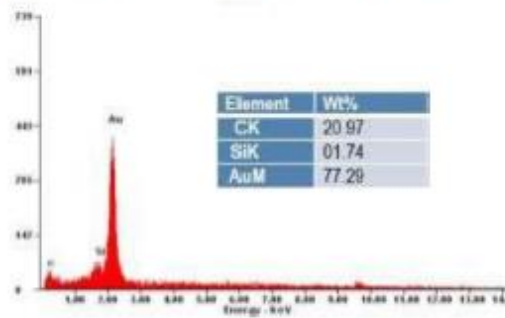


Gráfico 10 Análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre



Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando un láser (Figura)

Figura 10.3 Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de limpieza con laser

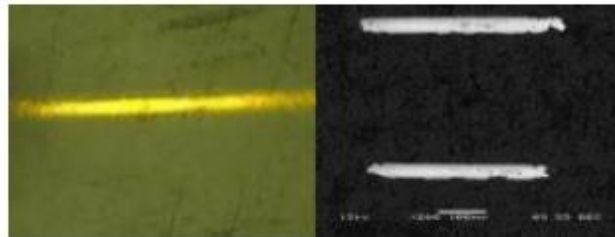
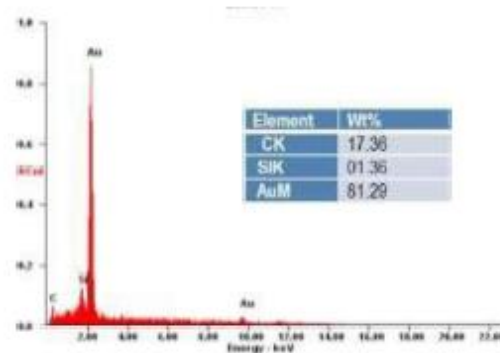
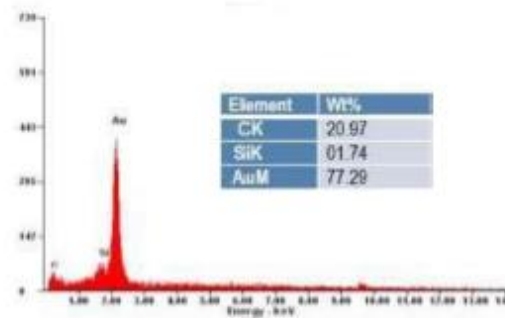


Gráfico 10.1 Análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre



Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por inyección y remoción del plástico usando un láser con posterior limpieza con plasma combinación de gases O₂/Ar (Figura).

Gráfico 10 Análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre



Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando un láser (Figura)

Figura 10.3 Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de limpieza con laser

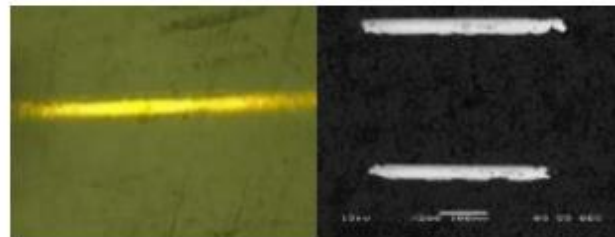
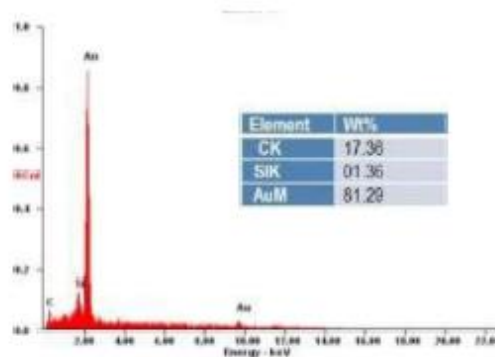


Gráfico 10.1 Análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre



Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por inyección y remoción del plástico usando un láser con posterior limpieza con plasma combinación de gases O₂/Ar (Figura).

10.3 Discusión

Proceso remoción por micro abrasión con arena.

- a) Se observa un agresivo ataque sobre el alambre de oro producto de la micro abrasión con arena. El alambre se deforma, en su superficie se observan incrustaciones de plástico y arena. La rugosidad observada crea una situación que favorece una buena adhesión.
- b) El EDX muestra un contenido de Oro 76.3%, Carbón 16% y Oxígeno 6.4%. La combinación de Carbón y Oxígeno delata la presencia de residuos de plástico.

Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases O₂/Ar.

Se observa una completa remoción del plástico sobre la superficie del alambre, superficie lisa con externos limpios pero acotados por el plástico alrededor, lo que dificultaría un buen anclaje con la pintura.

EDX no muestra contenido de Oxígeno, lo que representa que se alcanzó una buena limpieza. Aunque, el porcentaje de Oro no mejora sustancialmente.

El tiempo de ciclo de limpieza para plasma 90s es de 2 minutos para 5 tiras, aproximadamente 24 segundos por tira

Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando un láser.

El láser comienza a eliminar plástico en las orillas del alambre pero no logra hacerlo por completo, y arroja residuos de plástico encima en la superficie del alambre.

EDX muestra que el porcentaje de Oro aumenta por encima del 81%, pero no hay una limpieza uniforme.

El tiempo de ciclo por tira se eleva a 60 segundos.

Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza con plasma combinación de gases O₂/Ar.

Aunque el láser se considera una alternativa elegante de remoción, al evaporar los sólidos y dejar residuos casi nulos. El proceso de remoción de plástico en las zonas más frías que no alcanzan a evaporarse, se presentan en forma de hojuelas que se desprenden del sólido. Al aplicar limpieza con plasma estas colapsan sobre el alambre. Esta opción más que limpiar ensucia los alambres.

EDX muestra que el porcentaje de Oro cae significativamente hasta un porcentaje de 55% y vuelve a detectarse oxígeno en un 7.5%

El tiempo de tratamiento por tira alcanza 1 min por remoción de plástico con láser + 24 segundos por tira en un proceso de plasma de 2 minutos por 5 tiras.

Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza fina con láser.

- a) Se observa una mayor exposición del alambre en los extremos, extremos muy limpios y con mínimos residuos en la superficie, con alambres lisos libres de ataque.
- b) EDX un porcentaje de Oro en casi 75%, libre de carbono.
- c) El tiempo de ciclo se mantiene en 90 segundos, en un primer tratamiento el láser remueve el 90% del material y en un segundo paso sin salir del equipo, se realiza con menor energía y más velocidad una limpieza fina para terminar el tratamiento.

10.4 Conclusiones

En el desarrollo de este trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos en las distintas corridas, se desarrollaron proceso y parámetros de dos posibles soluciones para la preparación de la superficie del plástico de moldeo de los dispositivos microelectrónicos previa al proceso de blindaje para protegerlo contra la interferencia electromagnética: 1) Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases O₂/Ar y 2) Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza fina con láser. A partir de estas soluciones, se propone realizar corridas piloto para realizar pruebas del nivel de resistencia eléctrica, prueba de estrés térmico, humedad y envejecimiento, para corroborar la confiabilidad de los procedimientos propuestos por el laboratorio de análisis de fallas.

Referencias

- Fogarrassy E., Lazare S. (1992). Laser ablation of electronic material: Basic mechanism and applications. *European Materials Research Society Monographs*, North Holland.
- Foote D. (2012). Using Plasma Processing as a Mold De-Cap Method for Copper Wire Bonded Devices. *Nordson MARCH Inc.*
- Zeus Technical Newsletter, EMI Shielding with plastics (2012).
- Bao L.R., Wei B., Xiam Y.A. (2007). Conductive Coating Formulations with Low Silver Content. National Starch and Chemical Company. Electronic Components and Technology Conference.
- Martens S., Fink M., Mack W., Voelklein F., Wilde J. Simulation-Based Analysis of the Heat-Affected Zone during Target Preparation by Pulsed-Laser Ablation through Stacked Silicon Dies in 3D integrated System-in-Packages. Infineon Technologies AG.

6. Clark Oxygen Probe Application for On-Line H₂O₂ Quantification in GaAs Etching Solution in Semiconductor Industry

R. Zlatev, M. Stoytcheva, **R. Ibarra**, **B. Valdez**, R. Ramos,

5th Regional Symposium On Electrochemistry South-East Europe, Published by Academician Evgeni Budevski Institute of Electrochemistry and Energy Systems Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria, PEA-P-01, P. 153, June 2015, ISBN 978-954-92483-4-0

CLARK OXYGEN PROBE APPLICATION FOR *ON-LINE* H₂O₂ QUANTIFICATION IN GaAs ETCHING SOLUTION IN SEMICONDUCTOR INDUSTRY

R. Zlatev*, M. Stoytcheva, R. Ibarra, B. Valdez, R. Ramos
Engineering Institute of UABC, Blvd. B. Juarez s/n, 21280 Mexicali, B.C. México
*roumen@uabc.edu.mx

The etching process (wet etching) GaAs wafers is applied in the semiconductor industry for the removal of nucleus of roughness and cracks at the edges of the dice, thereby preventing subsequent emergence of the hidden cracks in semiconductor dice. The more effective in this process is the solution known as SC-1 [1] consisting of H₂O₂, NH₄OH, and H₂O (1:1:10). Unfortunately, the SC-1 solution is very unstable: H₂O₂ (the most important component) is continuously decomposed both because of its reaction with the semiconductor material, as well as by its instability in alkaline medium (NH₄OH).

To be effective the SC-1 solution, the H₂O₂ concentration should be kept constant by adding of fresh H₂O₂. This correction requires measurement of the actual H₂O₂ concentration automatically - in real time and online. Analytical techniques such as UV-VIS spectroscopy, Raman spectrometry [2, 3] and some electrochemical methods able to be used cannot be applied automatically online requiring highly trained personnel and equipped laboratories.

The objective of this work is the development and characterization of an analytical method for automatic online quantification of H₂O₂ based on its decomposition and measurement of the produced oxygen concentration by the application of a Clark type oxygen probe.

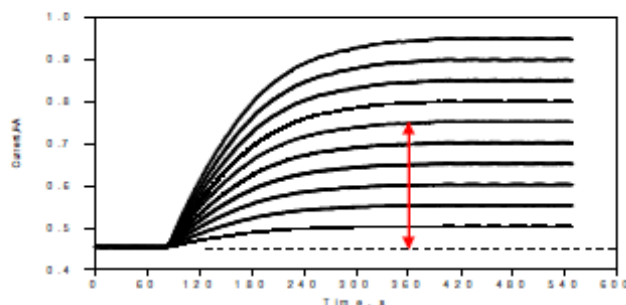


Fig. 1. Clark oxygen probe responses to H₂O₂ concentrations from 0.3 to 3% (step 0.3%)

H₂O₂ undergoes decomposition by KI in accordance with equation: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2(\text{g})$ which is the total of the following reaction: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + \text{I}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{IO}(\text{aq})$ and $\text{IO}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{I}(\text{aq})$. The optimum KI concentration to obtain maximum reaction rate and minimum analysis time respectively was experimentally determined to be 0.75 mol L⁻¹. The following steps were applied: the measuring cell was equipped with a Clark oxygen probe and magnetic agitator was completely filled by KI solution. Then micro-liter volume of the H₂O₂ containing solution was added to the cell registering the current through the Clark oxygen probe. Clark oxygen probe responses to various H₂O₂ concentrations are shown in Fig. 1.

The maximum analysis duration was found to be 360s at the highest H₂O₂ concentration of 2.5% (vol) used in the etching process. The H₂O₂ concentration in % (vol) was calculated employing the following previously constructed calibration curve: $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0.198 I$. The limit of detection (LOD) was determined to be 0.02% (vol) that meets the requirements of the semiconductor industry. The relative error of the analysis was found to be from 6.2% at LOD concentration down to 2.8% for the top of the measured concentration range.

References

- [1] W. Kern, J. Electrochem. Soc. 137/6 (1990) 1887
- [2] C. Bryce, D. Berk, Ind. Eng. Chem. Res. 35 (1996) 4464
- [3] P. Tanner, A. Wong, Analytica Chimica Acta 370 (1998) 279

Patentes, Marcas y Registro de Autor

Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES: ARAUJO GONZALEZ IVONNE LIZETH
IBARRA WILEY ROBERTO LUIS
OLIVEROS RUIZA MARIA AMPARO
VALDEZ SALAS BENJAMIN

TITULO: MODELO DE SUSTENTABILIDAD INDUSTRIAL BASADO EN CIENCIA,
TECNOLOGIA E INNOVACION, CON IMPULSO AL ECOSISTEMA CTS+I PARA
EL DESARROLLO ECONOMICO EN PAISES EMERGENTES

RAMA: LITERARIA

TITULARES: ARAUJO GONZALEZ IVONNE LIZETH
IBARRA WILEY ROBERTO LUIS
OLIVEROS RUIZA MARIA AMPARO
VALDEZ SALAS BENJAMIN

Con fundamento en lo establecido por el artículo 3° de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado ampara única y exclusivamente la obra original literaria.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracción I de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

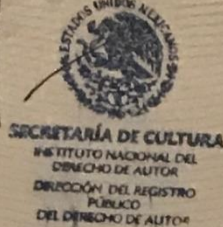
Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2016-072711274600-01

México D.F., a 1 de agosto de 2016

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



CULTURA

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES: BURTSEVA LARYSA
DELGADO ARANA EDDY MARTIN
FLORES RIOS BRENDA LETICIA
IBARRA WILEY ROBERTO LUIS

TITULO: MODELADO DE FLUJOS DE CONOCIMIENTO PARA SECUENCIAR LOTES EN UNA EMPRESA DE EMPAQUETAMIENTO Y PRUEBA DE SEMICONDUCTORES

RAMA: COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)

TITULARES: BURTSEVA LARYSA
DELGADO ARANA EDDY MARTIN
FLORES RIOS BRENDA LETICIA
IBARRA WILEY ROBERTO LUIS

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracciones I, II y III de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo; el aprovechamiento industrial o comercial de las ideas contenidas en las obras; los esquemas, planes o reglas para realizar actos mentales, juegos o negocios.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. Dicha protección no se extenderá a los datos y materiales en sí mismos.

Con fundamento en el artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.

Con fundamento en el artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidos por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.

Con fundamento en el artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.

03-2016-101813324900-01

Página 1 de 2

CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



| Lista de verificación (uso interno) | | | |
|-------------------------------------|--|-----------|--|
| No. Hojas | | No. Hojas | |
| X 1 | Comprobante de pago de la tarifa | X 2 | Documento de cesión de derechos |
| X 8 | Descripción y reivindicación (es) de la invención | | Constancia de depósito de material biológico |
| X 2 | Dibujo (s) en su caso | | Documento (s) comprobatorio(s) de divulgación previa |
| X 1 | Resumen de la descripción de la invención | | Documento (s) de prioridad |
| X 2 | Documento que acredita la personalidad del apoderado | | Traducción |
| | | 22 17 | TOTAL DE HOJAS |

Observaciones:

Bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos asentados en esta solicitud son ciertos.

Roberto Luis Ibarra Wiley
Nombre y firma del solicitante o su apoderado

Mexicali, Baja California 15 de Abril 2015
Lugar y fecha

Página 1 de 2

IMPI-00-009



ROBERTO LUIS IBARRA WILEY

Nacionalidad MEXICO
Domicilio AV. GIROLATA NUM. EXT. 2578, RESIDENCIAL MONTECARLO III, (ENTRE CALLES MONZA Y VEZANI, CALLE POSTERIOR RODANO)
MEXICALI, B.C. 21255 MEXICO

Registro 1775707
Signo distintivo EPX y Diseño

Tipo de Marca MIXTA

Clase 1

Se aplica a PRODUCTOS QUIMICOS DESTINADOS A LA INDUSTRIA, CIENCIA, FOTOGRAFIA, ASI COMO A LA AGRICULTURA, HORTICULTURA Y SILVICULTURA, RESINAS ARTIFICIALES EN ESTADO BRUTO, MATERIAS PLASTICAS EN ESTADO BRUTO, ABONO PARA LAS TIERRAS, COMPOSICIONES EXTINTORAS, PREPARACIONES PARA EL TEMPLE Y SOLDADURA DE METALES; PRODUCTOS QUIMICOS DESTINADOS A CONSERVAR LOS ALIMENTOS; MATERIAS CURTIENTES, ADHESIVOS (PEGAMENTOS) DESTINADOS A LA INDUSTRIA.

Expediente 1879465
Fecha de presentación MAR 23, 2017
Hora 09:50



Clasificación de 24.17.20, 26.3.23,
Elementos Figurativos (7) 27.5.1, 27.5.5, 29.1.12

La impresión del signo distintivo en este título puede presentar variaciones en el tono de los colores respecto al presentado en la solicitud de registro.

El registro de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción II, 125 y 126 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 95 de la Ley de la Propiedad Industrial, el presente registro tiene una vigencia de diez años contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud y el mismo podrá renovarse por periodos de la misma duración, en los términos establecidos en los artículos 132 y 134 del mismo Ordenamiento Legal.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en los artículos 6º fracción II y 7º BPS de la Ley de la Propiedad Industrial; 1º, 3º fracción V inciso b), subincisos ii) y iii) primero y segundo guión respectivamente, 4º, 5º, 11, fracción II y último párrafo y 131 inciso II del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso b), subincisos ii) y iii) primero y segundo guión respectivamente, 17 fracción II, 28 y 31 del Estatuto Orgánico de este Instituto; 1º, 3º y 6º incisos a) parafraseo anteposicional, penúltimo y último del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdivisiones Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros Subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; Ordenamientos Legales vigentes, adiciones y modificaciones se encuentran vigentes a la fecha de expedición del presente título.

CIUDAD DE MEXICO, A 18 DE JULIO DE 2017.

SUBDIRECTOR DIVISIONAL DE EXAMEN DE SIGNOS DISTINTIVOS 'A'

LIC. JOSE DANIEL GARCIA BUSTAMANTE



20170614525

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Solicitud de Registro o Publicación de Signos

Homoclave del formato
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
RECIBIDO
23 JUN 2017
*Fecha de publicación del formato en el BOF
SUBDELEGACIÓN FEDERAL
EN MEXICALI
005619

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
NOMBRE COMERCIAL
Expediente: 8888361
Folio: 8167416
FECHA: 13/07/2017 HORAS: 12:28
Código de Clase: MEDICOR,TECH
Clase: 160208
424-07008

Datos generales del o de los solicitante(s)

| Personas físicas | Personas morales |
|---|--|
| CURP (opcional): Nombre(a): ROBERTO LUIS Primer apellido: BARRA Segundo apellido: WILEY Nacionalidad: MEXICANA Teléfono (lada, número, extensión): 686-248-7543 Correo electrónico: rbarr@hotm.com | RFC (opcional): Denominación o razón social: Nacionalidad: Teléfono (lada, número, extensión): Correo electrónico: |
| <input type="radio"/> Continúa en anexo | <input type="radio"/> Continúa en anexo |

Domicilio del solicitante

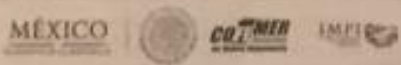
| | |
|---|---|
| Código postal: 21255 | |
| Calle: AVE GIROLATA | |
| Número exterior: 2578 | Número interior: |
| Colonia: RESIDENCIAL MONTECARLO | |
| Municipio o demarcación territorial: MEXICALI | Localidad: MEXICALI |
| Entidad federativa: BAJA CALIFORNIA | Entre calles (opcional): NONZA Y VEZANI |
| País: MEXICO | Calle posterior (opcional): RODANO |

Domicilio para sí y recibir notificaciones

| | |
|---|---|
| Código postal: 21255 | |
| Calle: AVE GIROLATA | |
| Número exterior: 2578 | Número interior: |
| Colonia: RESIDENCIAL MONTECARLO | |
| Municipio o demarcación territorial: MEXICALI | Localidad: MEXICALI |
| Entidad federativa: BAJA CALIFORNIA | Entre calles (opcional): NONZA Y VEZANI |
| | Calle posterior (opcional): RODANO |

En caso de que, por cuestiones ajenas al Instituto, las notificaciones no puedan realizarse en este domicilio éstas se efectuarán mediante publicación en la Gaceta de la Propiedad Industrial, en términos del artículo 13 del Reglamento de la Ley de la Propiedad Industrial.

Notificación por Gaceta de la Propiedad Industrial
Manifiesto expresamente en conformidad para que todas las notificaciones previas a la resolución definitiva del presente trámite, se realicen a través de la Gaceta de la Propiedad Industrial.



Caracas
Avenida 500, Piso 5, Puerto Santa María, Turquesa, Delegación Acapulco, C.P. 04030, Ciudad de México.
Teléfono: (52) 55 52 54 00 00 en la Ciudad de México y área metropolitana, del exterior de la República del
México para el extranjero: (52) 55 52 54 00 00, extensiones 31181, 31182 y 31084.
Correo electrónico: atencion@impi.gob.mx



Caracas
Avenida 500, Piso 5, Puerto Santa María, Turquesa, Delegación Acapulco, C.P. 04030, Ciudad de México.
Teléfono: (52) 55 52 54 00 00 en la Ciudad de México y área metropolitana, del exterior de la República del
México para el extranjero: (52) 55 52 54 00 00, extensiones 31181, 31182 y 31084.
Correo electrónico: atencion@impi.gob.mx

tal de

gov mx

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

9776

Solicitud de Registro o Publicación de Signos Distintivos

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

RECIBIDO 23 MAR 2017 9:50

Fecha de publicación en el DOF: 28 FEBRERO 2015

00254F

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

MARCA

Expediente: 1879465

Folio: 0000481

FEDER: IB/84/2017 HERR: 14 21

CPA

Código QR: 00254F



Datos generales del o de los solicitante(s)

| Personas físicas | Personas morales |
|---|---|
| CURP (obligatorio) | RPC (obligatorio) |
| Nombre(s): ROBERTO LUIS | Denominación o razón social |
| Primer apellido: IBARRA | |
| Segundo apellido: WILEY | |
| Nacionalidad: MEXICANA | Nacionalidad: |
| Teléfono (fecha, número, extensión): 886-248-7545 | Teléfono (fecha, número, extensión): |
| Correo electrónico: ribaw@hotmail.com | Correo electrónico: |
| <input type="radio"/> Continúa en anexo | <input type="radio"/> Continúa en anexo |

Domicilio del solicitante

| | |
|--|---|
| Código postal: 21255 | |
| Calle: AVE GIROLATA | |
| <small>Propiedad Registral (Código de Propiedad Registral): (fecha, número, folio)</small> | |
| Número exterior: 2578 | Número interior: |
| Colonia: RESIDENCIAL MONTECARLO III | |
| <small>Propiedad Registral (Código Registral): (fecha, número, folio)</small> | |
| Municipio o Delegación: MEXICALI | Localidad: MEXICALI |
| Estado o Distrito Federal: BAJA CALIFORNIA | Entre calles (opcional): NONZA Y VEZANI |
| País: MEXICO | Calle posterior (opcional): BODANO |

Domicilio para ser y recibir notificaciones

| | |
|--|---|
| Código postal: 21255 | |
| Calle: AVE GIROLATA | |
| <small>Propiedad Registral (Código de Propiedad Registral): (fecha, número, folio)</small> | |
| Número exterior: 2578 | Número interior: |
| Colonia: RESIDENCIAL MONTECARLO III | |
| <small>Propiedad Registral (Código Registral): (fecha, número, folio)</small> | |
| Municipio o Delegación: MEXICALI | Localidad: MEXICALI |
| Estado o Distrito Federal: MEXICO | Entre calles (opcional): NONZA Y VEZANI |
| | Calle posterior (opcional): BODANO |

In caso de que, por cuestiones ajenas al Instituto, las notificaciones no puedan realizarse en este domicilio éstas se efectuarán mediante publicación en la Gaceta de la Propiedad Industrial, de acuerdo al artículo 13 del Reglamento de la Ley de la Propiedad Industrial.

Notificación por Gaceta de la Propiedad Industrial

Marque con una X, sólo si está de acuerdo

Manifiesto expresamente mi conformidad para que todas las notificaciones previas a la resolución definitiva del presente trámite, se realicen a través de la Gaceta de la Propiedad Industrial.

MEXICO

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

CPA

IMPI

Caracas

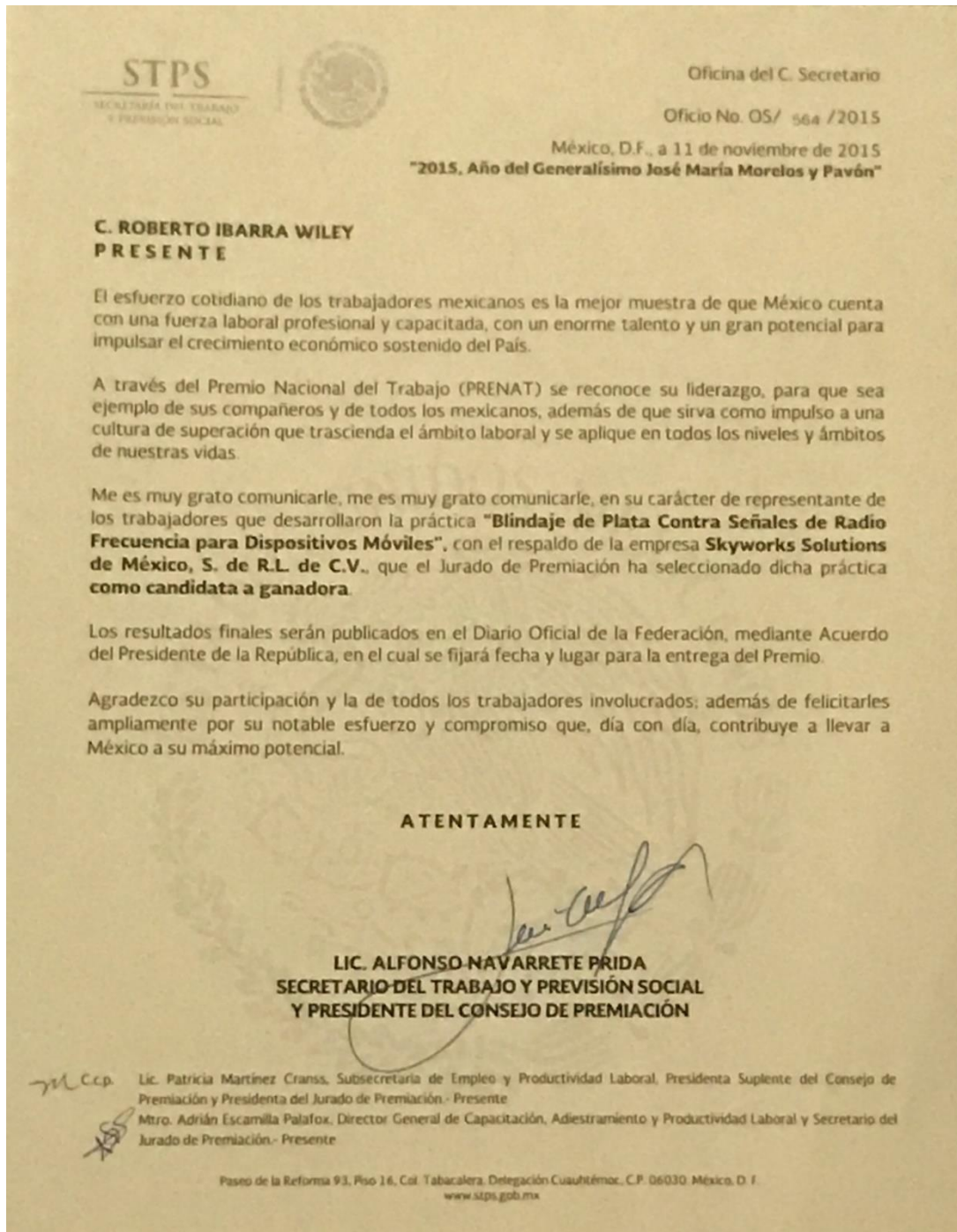
Avenida 120, Piso 2, Puntos Surta Plaza, Torreón, Coahuila de Zaragoza, C.P. 27000, México, D.F.

Teléfono: (222) 2121 51 94 97 99 de 4021 y 994 (horario oficina), del Instituto de la Propiedad Industrial, correo postal 4600, 4601 4700 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90

Reconocimientos por resultados del Modelo CTS+I

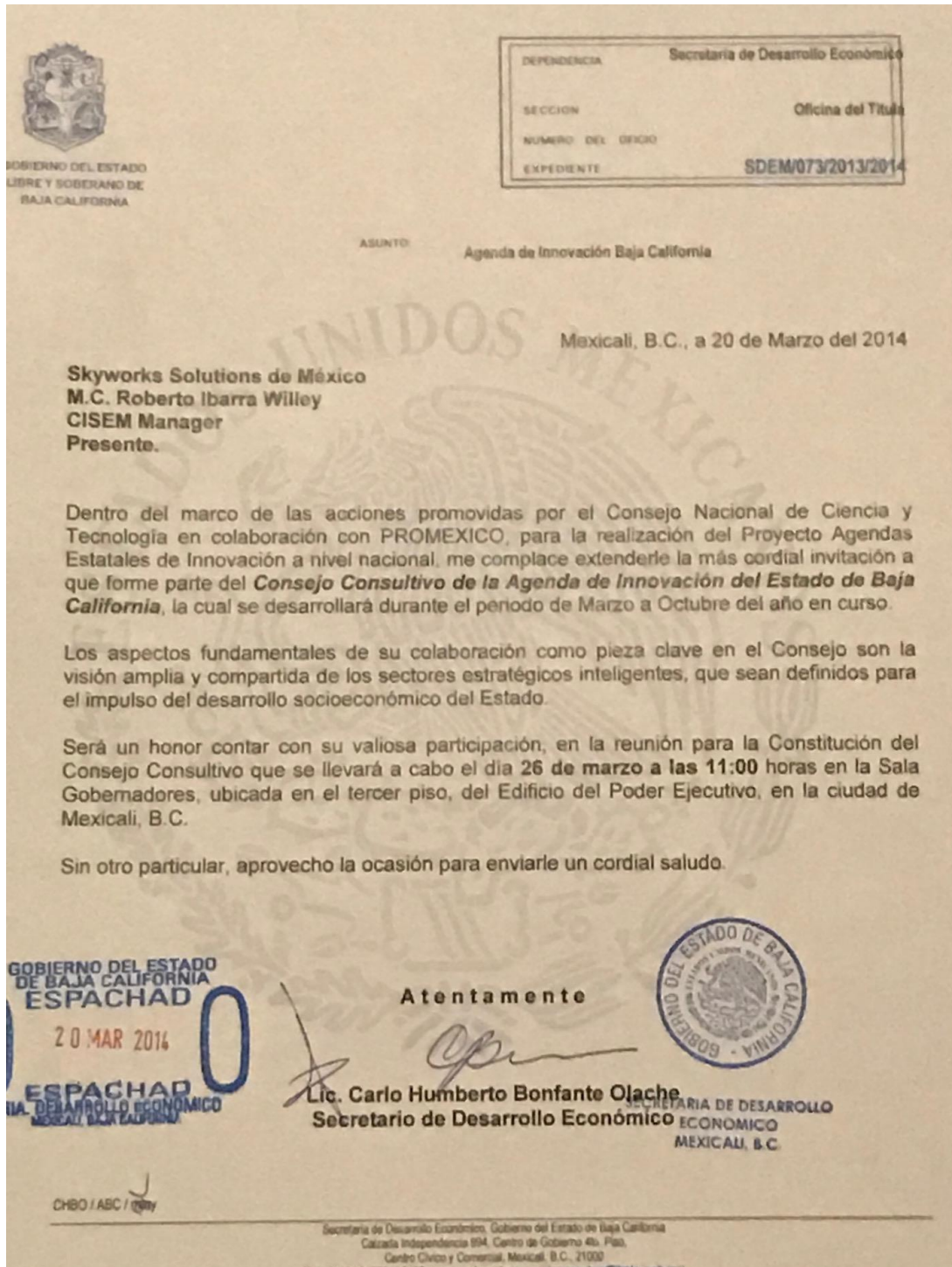
Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

- Proyecto Ganador del Premio Nacional del Trabajo



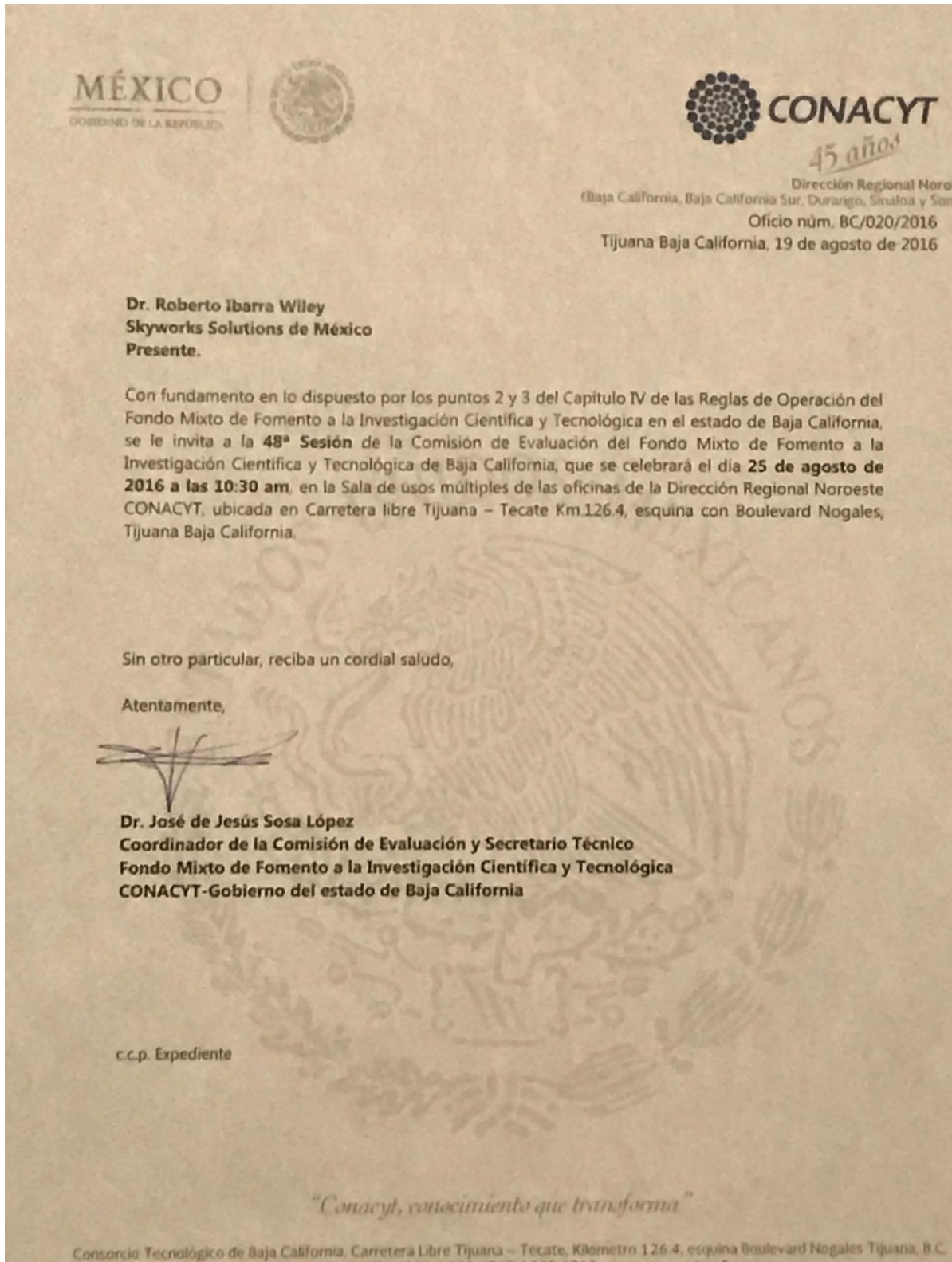
Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

- CISEM integrando la mesa del Consejo Consultivo de Agendas de Innovación del Estado.



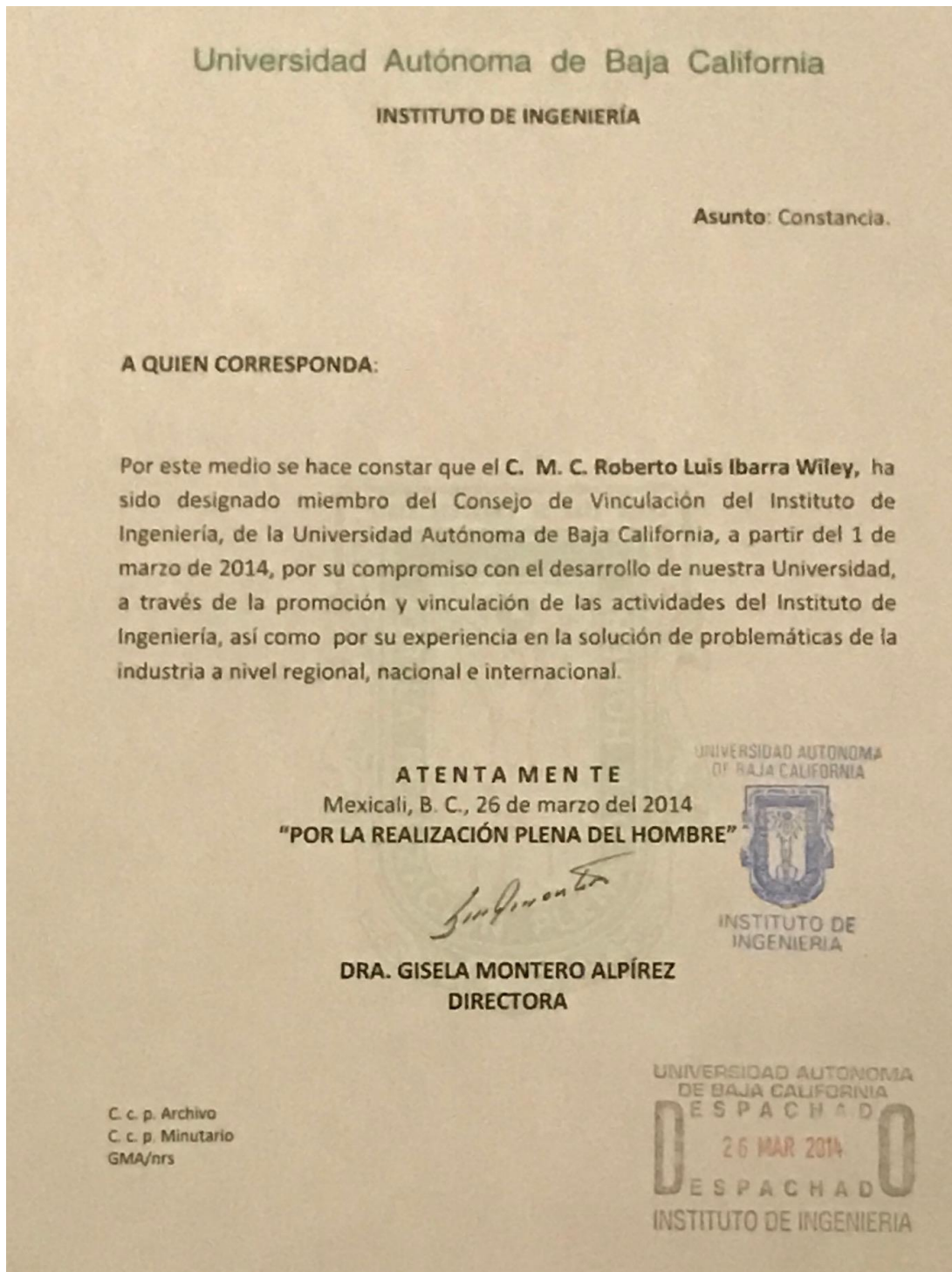
Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

- CISEM como parte del Comité Evaluador del Fondo Mixto del Estado.



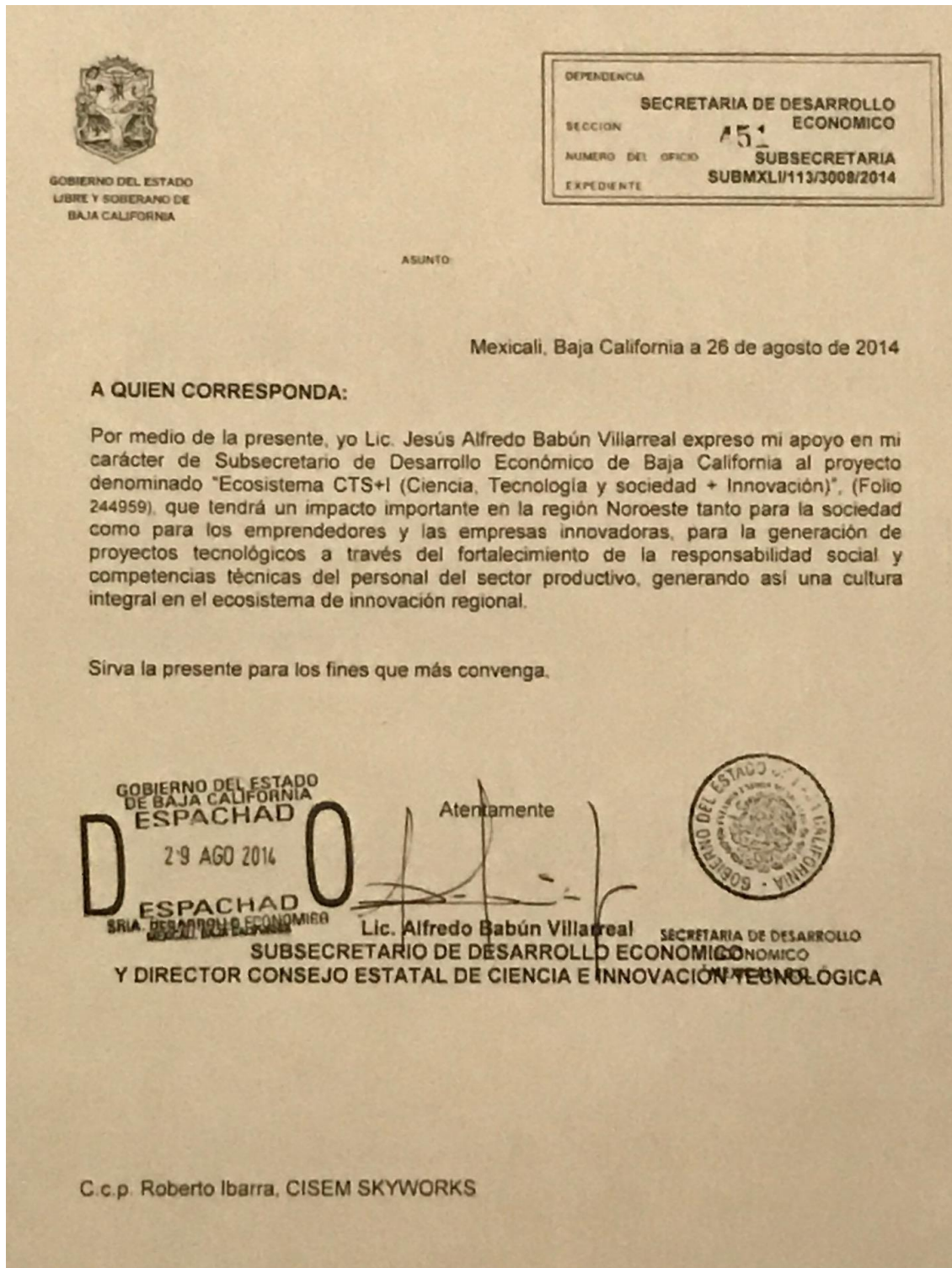
Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

- **CISEM como parte del Consejo de Vinculación del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California.**

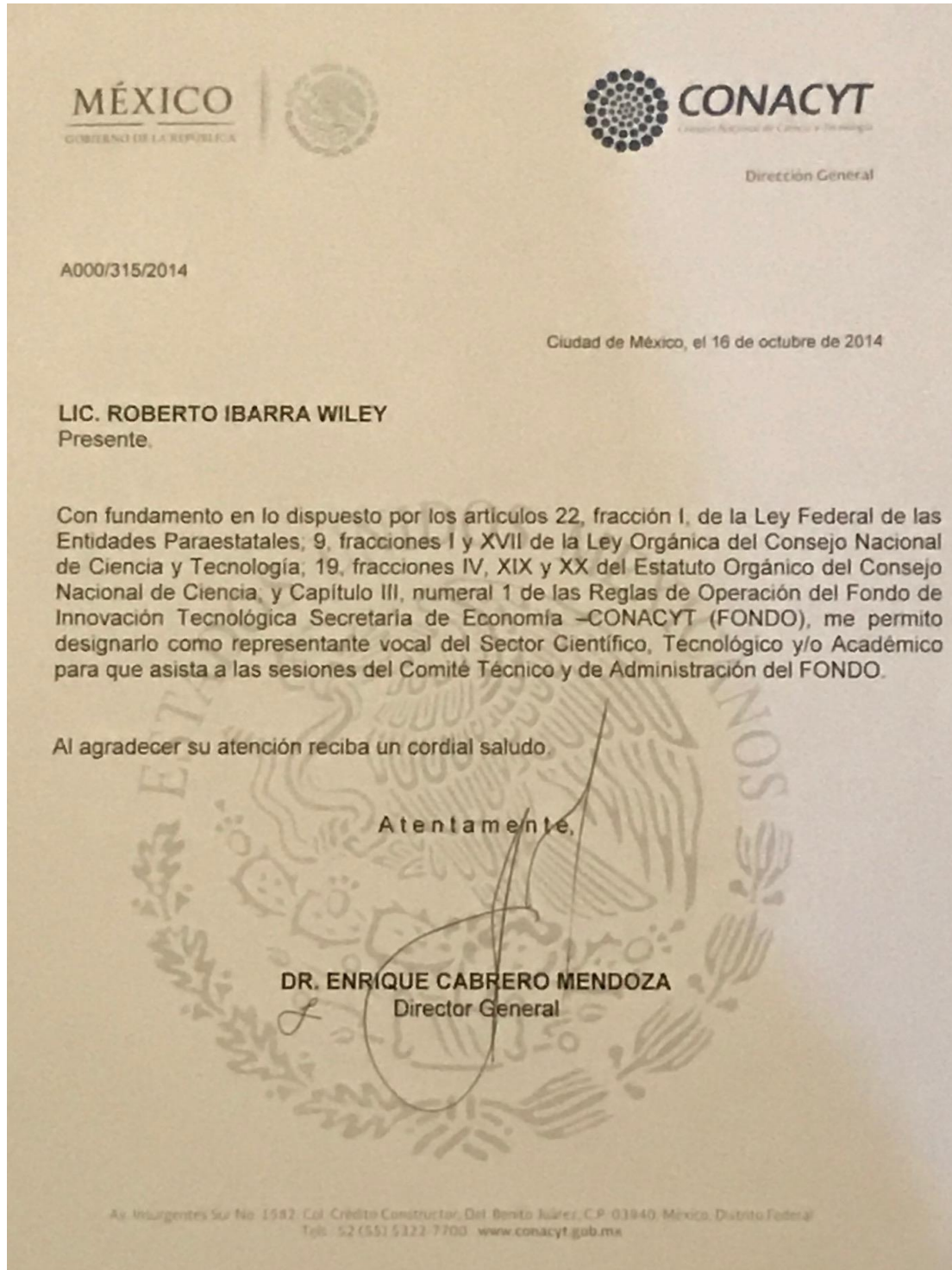


Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

- Reconocimiento al Modelo por parte de la Secretaria de Desarrollo Económico del Estado de Baja California.



- Reconocimiento al CISEM por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), seleccionándolo como vocal científica para fondos nacionales de innovación tecnológica.



Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

Producto y Empresa desarrollada basada en el modelo CTS+I

Empresa: MEDICALTECH Laboratorios S.A. de C.V

Actividad: Desarrollo, Fabricación y Venta de insumos médicos

Inicio de Operaciones: Octubre 2017

Descripción del Producto: Dispositivo innovador biodegradable antimicrobiano que combate el problema de periodontitis crónica con liberación prolongada. Dicho producto ha cumplido satisfactoriamente las pruebas microbianas, en campo y pacientes, confirmando su efectividad. Actualmente se encuentra la patente y la autorización por COFEPRIS en trámite.



PERIOSAN
(Chitosan, Triclosan <0.5%)



Roberto Luis Ibarra Wiley © 2017 Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor de esta tesis

Certificaciones y participaciones relacionados al modelo CTS+I



www.scrum-institute.org



**INTERNATIONAL
SCRUM
INSTITUTE**

ACCREDITED SCRUM CERTIFICATIONS

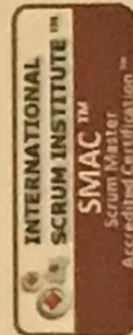
ROBERTO LUIS IBARRA WILEY

HAS SUCCESSFULLY COMPLETED ACCREDITED SCRUM CERTIFICATION
REQUIREMENTS AND IS AWARDED WITH THIS

**SCRUM MASTER
ACCREDITED CERTIFICATION**

AUTHORIZED CERTIFICATE ID
81580901420675

CERTIFICATE ISSUE DATE
18 SEPTEMBER 2015



CEO - International Scrum Institute

www.scrum-institute.org



Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación de Formación Profesional y Vinculación Universitaria
 Facultad de Ingeniería



Otorgan el presente

RECONOCIMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
 DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE
 INGENIERÍA

A: M.C. Roberto Luis Ibarra Wiley

Por su participación como ponente de la conferencia: "Ecosistema de Innovación", en la Semana de Vinculación, Ciencia y Emprendimiento, celebrado los días del 23 al 26 de mayo de 2015 en la Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali.

Mexicali, Baja California

"Por la realización plena del hombre"



Dr. Daniel Gerardo Balbuena
 Director Provisional de la Facultad de Ingeniería

Dr. Miguel Ángel Martínez Romero
 Coordinador de Formación Profesional
 y Vinculación Universitaria



BAJACALIFORNIA
GOBIERNO DEL ESTADO



COCITEC
Consejo Estatal de Ciencia
e Innovación Tecnológica de Baja California

LICE



London International Conference on Education (LICE-2016)

Submission ID: 116

To: Roberto L. Ibarra
UABC
Blvd Benito Juarez 1190 L15
Col Jardines del valle
Mexicali
Mexico

Date: 7 November, 2016

Subject: LICE-2016 Poster Acceptance and Invitation Letter

Dear Roberto L. Ibarra,

We are pleased to inform you that your poster titled "Evaluation of a Teaching Sequence Regarding Science, Technology and Society Values in Higher Education" by Maria Amparo Oliveros, Benjamin Valdez, Eduardo Cabrera, Lidia Vargas and Roberto Ibarra, has been accepted for oral presentation at the London International Conference on Education (LICE-2016) to be held at the Heathrow Windsor Marriott Hotel, London, UK, from the 14th to 17th of November 2016.

On behalf of the LICE-2016 organising committee, I am inviting you to attend and present your poster at the LICE-2016. If you have any further questions, do not hesitate to contact me.

Looking forward to meeting you at the LICE-2016

Professor Charles A. Shoniregun
LICE-2016 Steering Committee Chair
cshoniregun@liceducation.org
<http://www.liceducation.org>



London International
Conference on Education

www.liceducation.com

Certificate of Participation

On behalf of the
London International Conference on Education
(LICE-2016)

The Executive Committee would like to thank you
very much for participating in this conference

Roberto L. Ibarra

It is a great honour to have had your collaboration.
Many thanks for your never-ending support!



Professor Charles Shoniregun
LICE-2016 Steering Committee Chair

Dates: 14-17 November, 2016

Sponsored and In Co-operation with





La Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Otorga la presente

Constancia

A:

Roberto Luis Ibarra

Por su participación como ponente con el trabajo
Remoción de plástico para blindaje electromagnético en microcircuitos electrónicos.
Presentado en el congreso de cuerpos académicos
Llevado a cabo el 11 y 12 de septiembre de 2014 en Guanajuato, Gto.

Dra. Virginia Aguilera Sanjoyo

Rectora UTSOE
RECTORIA



Universidad Tecnológica
del Suroeste de Guanajuato



SEP



ANUT

ANUT



IAENG INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERS

World Congress on Engineering and
Computer Science 2016

San Francisco, USA, 19-21 October, 2016

presents this

*Certificate of Merit for
International Conference on
Systems Engineering and
Engineering Management 2016*

to

*Eddy M. Delgado Arana, Larysa Burtseva, Brenda
Flores-Rios, Roberto Ibarra, and Frank Werner*

for the paper entitled

*Flexible Planning Model for a High Tech Company with
High Volume-High Mixture*



Annalee
Anna Lee, Assistant Secretary, IAENG
8 February 2017