

ARTÍCULO ORIGINAL

Modelo de formación dual del Tecnológico Nacional de México

Arturo Gamino Carranza
d_docencia01@tecnm.mx

Mara Grassiel Acosta González
d_docencia@tecnm.mx

Dirección de Docencia e Innovación Educativa
Tecnológico Nacional de México

Rocío Elizabeth Pulido Ojeda
admon_cerroazul@tecnm.mx

Subdirección de Servicios Administrativos
Instituto Tecnológico de Cerro Azul

RESUMEN. *Objetivo:* Establecer un modelo de educación dual innovador para los estudiantes del Tecnológico Nacional de México (TecNM). *Metodología:* estrategia curricular innovadora y flexible declarada a través de un proyecto integral formativo para los estudiantes, que incluye dos ambientes de aprendizaje: el académico (laboratorios y aulas del TecNM) y el laboral (espacios físicos de las empresas); su implementación se realiza en conjunto con el sector productivo, impulsando una formación de ingenieros altamente calificados en su quehacer profesional. *Principales resultados:* titulación integral a través del proyecto integral formativo, experiencia laboral de 1.000 horas en el sector productivo, rápida inserción laboral al egresar, certificaciones en estándares de competencias laborales, y formación altamente especializada en su quehacer profesional.

PALABRAS CLAVE. Modelos de Enseñanza, Estrategias Educativas, Educación Industrial, Programas en la Industria, Innovación Educativa

Dual training model of the National Technological Mexico

ABSTRACT. *Objective:* Establishing an innovative model of dual education for students of the National Technological Mexico (TecNM). *Methodology:* innovative and flexible curriculum strategy declared through a comprehensive training project for students, including two learning environments: academic (laboratories and classrooms of TecNM) and labor (physical spaces of industry); its implementation is overall with the productive sector, promoting training of highly skilled engineers in their professional work. *Main results:* academic degree through the comprehensive project training, work experience of 1.000 hours in the productive sector, rapid job placement upon graduation, certification job skills, and highly specialized training in their professional work.

KEY WORDS. Teaching Models, Educational Strategies, Industrial Education, Educational Innovation

Fecha de recepción: 8-3-2016 · Fecha de aceptación: 14-10-2016

Dirección de contacto:

Arturo Gamino Carranza

Dirección de Docencia e Innovación Educativa

Tecnológico Nacional de México

Arcos de Belén Número 79, piso 4

Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc

C.P. 06080 CIUDAD DE MÉXICO (MÉXICO)

1. INTRODUCCIÓN

Los Institutos Tecnológicos de México con más de 65 años de existencia, han formado ingenieros altamente calificados en su quehacer profesional en todo el país, de acuerdo con Dirección General de Institutos Tecnológicos (DGIT, 1998), ofreciendo una educación integral de calidad sustentada en su modelo educativo orientado a la formación y desarrollo de competencias profesionales (Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, SNEST, 2004); Dirección General de Educación Superior Tecnológica, DGEST, 2012) que impulsan el desarrollo de las capacidades en los estudiantes de aprender a aprender, aprender a obtener información, aprender a colaborar, aprender a aplicar conocimientos y aprender a resolver problemas. Estas competencias, de acuerdo a Bozu y Canto (2009), se constituyen como imprescindibles en una sociedad que demanda profesionales preparados para solucionar problemas de contexto. En el Tecnológico Nacional de México (TecNM, 2015a) se afirma que actualmente en los Institutos Tecnológicos se forma el 44% de los ingenieros de México, motivo por el cual se está impulsando un modelo de formación dual que coadyuve a la formación de estos profesionales.

“Las raíces de la formación dual, datan de la Edad Media en Europa, originada en el aprender haciendo bajo la supervisión de un maestro, que luego fue normado por los gremios de artesanos en el que el maestro era responsable de la educación del joven, la formación del carácter y la enseñanza de un oficio (Araya, 2008, citado en Mittmann, 2001), mientras que Göhringer (2002) señala que la formación profesional dual tradicional en Alemania se refiere a la formación profesional de los empleados jóvenes, después de haber terminado la Educación Secundaria, especialmente aquellos jóvenes que no tenían acceso a la Educación Superior.

Según Palos y Herráiz (2013), la educación dual en México, se inicia en el año de 1993, con el proyecto de formación de técnicos a nivel medio superior para industrias ubicadas principalmente en Puebla, presentado por Volkswagen; posteriormente en el año 2001, la empresa Bosch, implementó un sistema de educación dual en San Luis Potosí mediante un convenio de colaboración con la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca (Gobierno del Estado de México, 2009); en ese mismo año el sistema CONALEP, institución que tiene como objetivo formar mediante un modelo basado en competencias, a Profesionales Técnicos y Profesionales Técnicos Bachiller, en el marco de cooperación bilateral entre México y Alemania, impulsó a través del proyecto MechMexDual la formación de especialistas en el área de Mecatrónica, como se afirma en Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP, 2009). De acuerdo con Olvera (2012) para el año 2012, el proyecto CAMEXA plus da un nuevo impulso a la capacitación de la fuerza laboral de acuerdo con las necesidades de la economía mexicana. Esta iniciativa de educación dual alemana en México es presentada por la Cámara Mexicano-Alemana de Comercio e Industria (CAMEXA); para promover esta educación dual en México se desarrolló la Alianza para la Transferencia Tecnológica (Altratec) entre México y Alemania (iMOVE, 2012). En el año 2013, la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), el Instituto Federal de Formación Profesional (BIBB), la Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX), el CONALEP, la CAMEXA, la Altratec, crean el Modelo de Mexicano de Formación Dual, el cual “busca vinculación de la teoría y la práctica, integrando al estudiante en la empresa para desarrollar sus competencias profesionales” (CONALEP, 2013a: 7). Para este modelo se han establecido los procedimientos, funciones, roles de puesto y actividades que tienen que realizar el profesor, aprendiz y mentor que han sido seleccionados para este tipo de formación profesional técnica (CONALEP, 2013b, 2013c).

En el año 2014 la gaceta oficial del Gobierno del Estado de México, emitió lineamientos generales para la operación de la educación dual en las Instituciones de Educación

Media Superior y Superior del Estado de México, como una opción de formación profesional para la inserción de jóvenes al mercado laboral (Lineamientos de operación general del modelo de educación dual en las instituciones de educación media superior y superior de la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de México, 2014). Derivado de todas las iniciativas en México del año 1993 al 2014, actualmente, en octubre de 2015, se estableció el modelo de educación dual para la educación superior en los Institutos Tecnológicos (TecNM, 2015b).

En Alemania, por ejemplo, de acuerdo a Maurial (2014), se tienen estudios duales bien estructurados en los programas académicos de ingeniería y maestrías, a saber: a) estudios combinados de duración de 4 años y medio que incluyen 2 semestres de estancias empresariales, b) estudios con prácticas ampliadas de duración de 3 años y medio que incluyen durante todos los semestres prácticas empresariales, y c) maestrías duales de duración de 2 años que incluyen 2 semestres de prácticas empresariales. Otro ejemplo, de acuerdo a Burger-Menzel (2014), ofrece una formación de postgrado en dos vertientes: con integración de un trabajo a media jornada, y estudio y trabajo a jornada completa.

En Extremadura (España), por ejemplo, se han llevado a cabo iniciativas del gobierno como @prendizext para la inserción laboral de estudiantes a las actividades económicas emergentes de la región, así como a la creación de empleos (Decreto 100/2013 por el que se regula el Programa de Formación Profesional Dual @prendizext, 2013).

En Colombia durante el año de 1996, basado en el modelo alemán de Baden-Württemberg, se creó la Red de Universidades Empresariales de América Latina, donde de acuerdo a Geilsdörfer (2014) y Berufsakademie BA (2009), la componente esencial del modelo es la convergencia didáctica entre la teoría (Universidad) y la práctica (empresa) a través del plan de estudios y un plan de rotación, la red está conformada por 10 instituciones de educación superior. Por ejemplo, en Quintero, Zuluaga, Suárez, Mejía y Cárdenas (2013), se presenta el impacto de la implementación de la formación dual alemana del programa educativo de Ingeniería Industria de la Universidad

Empresarial Alexander von Humboldt; mientras que en Rojas (2015) se presenta otro análisis satisfactorio de datos cualitativos y cuantitativos de 63 egresados de la Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá UNIEMPRESARIAL y de empresarios.

Chile desde el año 1992 implementó una formación dual en fases distribuidas en 20 años: Experimental, Propagación, Consolidación, Crecimiento y Refundación (Sevilla, 2012). Un aspecto que hay que resaltar es que la Secretaría Ejecutiva de Educación Técnico Profesional, como se afirma en Ministerio de Educación (MINEDUC, 2012a, 2012b, 2012c), tiene establecido los procedimientos, funciones, roles de puesto, actividades y cuaderno de informe de formación dual que tienen que realizar el maestro, profesor-tutor y alumno que han sido seleccionados para este tipo de formación profesional técnica. Bajo este contexto, la Cámara Chilena de Construcción (COREDUC, 2008) emitió un reglamento para la formación profesional dual, con la finalidad de optimizar los procesos de los estudiantes en las empresas y beneficiar esta alternativa curricular.

En El Salvador, durante 2008, se implementó por primera vez el sistema alemán de formación dual para la carrera técnica de Mecatrónica que tiene una duración total de 30 meses (2 años y medio), los estudiantes se encuentran 20 meses en la academia realizando clases teóricas y prácticas, complementado su formación con 10 meses de prácticas en la empresa. Este modelo tiene la particularidad de que el estudiante realiza su aprendizaje con una alternancia de dos meses en la academia y un mes en la empresa, hasta concluir su carrera técnica (Durán, 2015).

Como se ha mencionado anteriormente, actualmente se está impulsando un Modelo de Educación Dual en los Institutos Tecnológicos que establezca las definiciones, directrices, normatividad y procedimientos correspondientes para la implementación del proceso de formación profesional dual en los estudiantes. Este modelo contribuye a “elevar de la condición de ser un país de MANUFACTURA a convertirnos en un país de MENTEFACTURA” (Lagarda, 2014: 5) y a establecer una plataforma de buenas prácticas

de capacitación laboral principalmente en los sectores estratégicos de México: Automotriz, Aeroespacial, Manufactura, Energía, Minería, Construcción, Educación y Medio Ambiente (ProMéxico, 2013).

1.1. El Tecnológico Nacional de México

Los Institutos Tecnológicos de México se han identificado como uno de los sistemas de instituciones de Educación Superior Tecnológica más grande de Latinoamérica, es por ello que durante el año 2014 se crea el Tecnológico Nacional de México con la finalidad de integrar a todos los Institutos Tecnológicos de

México como una sola institución (Decreto que crea el Tecnológico Nacional de México, 2014). Como se observa en la Figura 1, el TecNM es una de las instituciones líder en la formación de ingenieros en México y tiene presencia con 266 instituciones en todas las entidades federativas del país, permitiendo a la población mexicana acceder a una educación superior tecnológica; es más, con esta cobertura facilita la vinculación con las empresas del entorno de cada Instituto Tecnológico, así como el traslado y movilidad de estudiantes y profesores a través de toda la red de institutos.

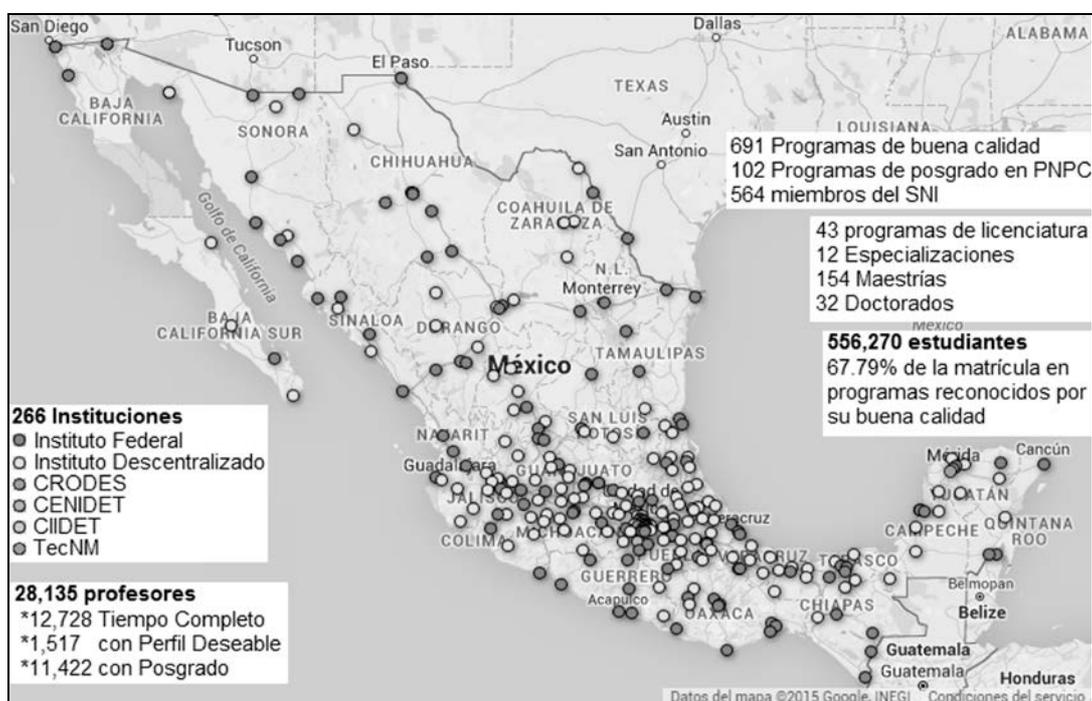


Figura 1. Cobertura y datos estadísticos del TecNM del ciclo escolar 2015-2016. Fuente: Mapa de los Institutos Tecnológicos visualizados en Datos del mapa ©2015 Google, INEGI

La construcción de la propuesta del modelo de formación dual de este artículo, se consolidó con la participación de profesores y directivos de 20 Institutos Tecnológicos: Aguascalientes, Apizaco, Celaya, Cerro Azul, Chihuahua, Colima, La Laguna, Nuevo León, Puebla, Saltillo, Tijuana, Tláhuac, Veracruz, Villahermosa, Ecatepec, Irapuato, Lerdo, Poza Rica, Puerto Vallarta y San Felipe del Progreso, así como representantes de 7 instituciones externas: Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), Cámaras Industriales (CONCAMIN), Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de

Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI), Agencia Espacial Mexicana (AEM), COPARMEX, CONOCER y la CAMEXA. Con este grupo de trabajo se estableció el objetivo del modelo del proceso de formación dual, estrategias, líneas de acción, actividades y procedimientos (TecNM, 2015b).

1.2. Conceptos básicos

Los bloques de una retícula (la estructura genérica, las actividades complementarias, el servicio social, la especialidad, la residencia

profesional), los aspectos metodológicos (programas de asignatura, contenidos educativos, prácticas, instrumentación didáctica), los actores (profesores, tutores, estudiantes, los cuerpos colegiados de las Academias) y las estrategias curriculares (movilidad de estudiantes y profesores, salida lateral, titulación integral, proyectos integradores), son todo el conjunto de elementos, partes, segmentos curriculares y definiciones operativas interrelacionadas entre sí que constituyen el modelo curricular del TecNM (Gamino y Acosta, 2016; DGEST, 2012; TecNM, 2014, 2015b), las cuales definen el comportamiento de la formación de ingenieros, es decir, el comportamiento del sistema dinámico de enseñanza-aprendizaje del TecNM. Este sistema dinámico, responde a una entrada produciendo una respectiva salida, para este caso la entrada al sistema se denomina estudiante el cual, al pasar a través de este sistema, produce una salida denominada *profesionista* o ingeniero (estudiante titulado).

Antes de definir un Modelo de Formación Dual del TecNM, se debe establecer que se entiende por dualidad, dado que en la literatura existen varios puntos de vista, por ejemplo:

(1) Para Araya (2008), la dualidad la introduce como dos escuelas (academia y empresa), donde el estudiante aprende a través de situaciones reales en el puesto de trabajo de la empresa, aplicando los principios teóricos obtenidos en la academia.

(2) Gutiérrez-Rivas (2012) lo explica desde cuatro aspectos centrales: la regulación normativa (aplicación de la normativa del estado y la normativa de la escuela profesional), la financiación (recursos obtenidos de los centros de trabajo y retribuciones al profesorado), la formación (relación entre aprendiz-empresa, aprendiz-escuela profesional y evaluación del aprendiz), y la supervisión y el control (sujetos responsables de inspeccionar las fases de formación).

(3) En Dieter (2013) la dualidad se refiere a que el aprendizaje del estudiante se lleva a cabo en dos lugares principalmente, la empresa y la escuela, conjuntando dos procesos didácticos: la teoría en la escuela y la práctica en la empresa.

(4) Reina (2013) lo explica de manera similar, se basa en la alternancia del estudiante entre la institución y la empresa, logrando con ellos bases científicas y habilidades para su desempeño profesional.

(5) Lauterbach y Lanzendorf (1997) también afirman que la formación se realiza en dos lugares de aprendizaje: la escuela y la empresa, ambas aplican sus respectivas normas, esquemas de financiación y administración del aprendizaje para llevar con éxito la formación.

(6) Alemán (2015: 500) menciona que la dualidad está sustentada por dos elementos fundamentales: “la Berufsschule o escuela de formación profesional a tiempo parcial y la empresa. El aprendiz, a la vez que se forma en la empresa, ha de acudir a las clases que se imparten en la Berufsschule”.

Para este artículo, la dualidad se entiende como la relación uno a uno que traduce la estructura estudiante-profesor-instituto a la estructura aprendiz-mentor-empresa y permite la formación y desarrollo de competencias profesionales, es decir, se formaliza el hecho de que el dual del estudiante es el aprendiz (o viceversa), el dual del profesor es el mentor (o viceversa), y el dual del instituto es la empresa (o viceversa). Las condiciones de una estructura son distintas a la de la otra estructura, por ejemplo, para la estructura estudiante-profesor-instituto las prácticas son realizadas por el estudiante en ambientes controlados con equipo didáctico en los laboratorios académicos del instituto bajo la dirección de un profesor y un reglamento estudiantil, constituyendo una conocimiento teórico-práctico; mientras que para su dual (estructura aprendiz-mentor-empresa) las prácticas son realizadas por el aprendiz en ambientes reales con maquinaria y tecnología de vanguardia en los espacios físicos de la empresas bajo la supervisión de un mentor y condiciones laborales, representando una aprendizaje significativo y experiencia laboral para toda la vida. Aunque son condiciones y escenarios diferentes, en ambos casos, se observa que el resultado es la formación y desarrollo de competencias profesionales para los futuros ingenieros egresados. En la Figura 2 se muestra la representación gráfica de la dualidad de estas estructuras.



Figura 2. La dualidad en el TecNM. Diseño propio del Tecnológico Nacional de México

2. EL MODELO DE FORMACIÓN DUAL DEL TECN

Se sabe por la teoría general de sistemas, que un modelo es una representación matemática o gráfica que relaciona todas las partes entre sí, la cual define el comportamiento del sistema.

El modelo de formación dual se define como una representación para entender, cambiar, gestionar y controlar la realidad de formación de capital humano altamente calificado a través de la formación y desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de nivel licenciatura en un ambiente académico-laboral, y su implementación se concibe como una estrategia de carácter curricular flexible que consiste en la adquisición y perfeccionamiento de competencias profesionales del estudiante, definidas en un plan formativo que se desarrolla en ambientes de aprendizaje académ-

mico y laboral en coordinación con las empresas del entorno, considerando el enfoque y alcance de los perfiles de egreso (TecNM 2015: 24).

Este modelo incide en el comportamiento del sistema dinámico de enseñanza-aprendizaje, considerando las estructuras mencionadas anteriormente; como se observa en la Figura 3 la representación gráfica que permite controlar la formación y desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes se establece a través de cuatro grandes bloques interrelacionados entre sí:

- (1) Análisis del entorno.
- (2) Proyecto integral de educación dual.
- (3) Gestión del convenio.
- (4) Evaluación del proceso de educación dual.

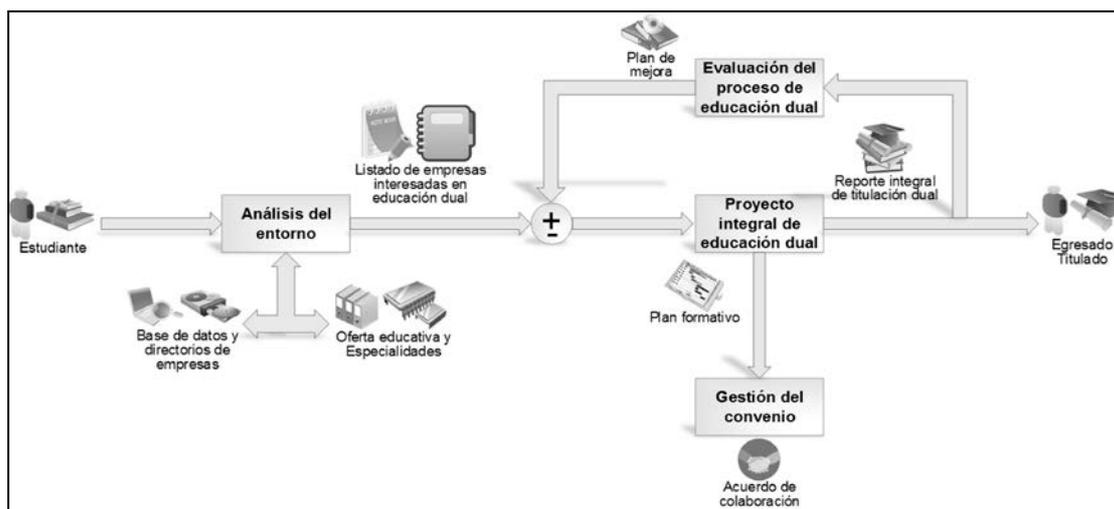


Figura 3. Representación gráfica del Modelo de Formación Dual del TecNM. Diseño propio del Tecnológico Nacional de México

Es importante destacar que en el diagrama de flujo mostrado deben involucrarse y participar tanto el Instituto Tecnológico como la empresa, en la Figura 3 se aprecian las variables de entrada y salida de cada bloque, esto permite hacer un seguimiento más práctico al proceso. En el primer bloque se sugiere que el Instituto Tecnológico, a partir de su oferta educativa y especialidades, identifique en las bases de datos y directorios de empresas, aquellas que su perfil comercial tenga afinidad con el instituto, con este procesamiento de datos se obtiene un listado de empresas interesadas en participar en la formación dual con el instituto. Nótese que al ir realizando vinculación con el sector productivo de las 266 instituciones adscritas al TecNM en todo México, se genera un catálogo a nivel nacional de las empresas afines y esta vinculación es un proceso clave para: a) el éxito de una formación dual, b) la integración de experiencias de aprendizaje significativas en un ambiente de trabajo y c) las cualificaciones terciarias a través de las empresas (Whannell, Humphries, Whannell y Usher, 2015; Cuza-Sánchez y Guibo-Silva, 2015).

Con este listado de empresas en un segundo bloque, se hace un trabajo conjunto entre el Instituto Tecnológico y la empresa denominado Proyecto Integral de Educación Dual (PIED), en el cual se alinean las necesidades y demandas de la empresa con las capacidad y competitividad del Instituto Tecnológico,

en un esquema colaborativo de beneficio de “ganar-ganar”. El PIED es la parte sustancial del modelo presentado en este artículo, es donde se establecen la trayectoria para alcanzar titulación integral del estudiante a través de un reporte integral de titulación dual, así como la formación y desarrollo de las competencias profesionales que el estudiante llevará a cabo durante su formación dual; este PIED indica una planificación detallada de las actividades, acciones y portafolios de evidencias que realizarán las estructuras estudiante-profesor-instituto y aprendiz-mentor-empresa; la variable de salida para este bloque es un *profesionista* titulado con altas probabilidades de ser contratado en la empresa que desarrolló su PIED. Es recomendable utilizar para el PIED un mínimo del 20% del total de horas del programa educativo (1.000 horas en la empresa), que corresponde a la especialidad y residencia profesional de dicho programa. Este aspecto es de alta relevancia para las empresas y estudiantes, debido a que los contenidos educativos son totalmente flexibles y adaptables a los requerimientos del PIED planteados por la empresa y el instituto.

Con estos *profesionistas* egresados de una formación dual, en un tercer bloque se realiza una evaluación de impacto que permita: a) obtención de parámetros cuantitativos y cualitativos de la formación, b) análisis de datos, c) clasificación y visualización, e) colaboración con la empresa, y f) difusión a la sociedad de

los resultados, es decir, permitirá hacer un autoservicio de inteligencia de negocios para la formación dual. Con ello, se obtiene una constante retroalimentación al sistema, que permite obtener la variable de salida del bloque denominado plan de mejora, el cual incide directamente en la modificación de las variables, actividades, líneas de acción de los bloques anteriores. La finalidad es consolidar y fortalecer la formación dual del TecNM para la educación superior tecnológica en México.

En un último cuarto bloque, se sugiere establecer a través de un convenio, base de concertación o acuerdo de colaboración, todas las responsabilidades, sanciones, beneficios, normatividades, duración, propiedad intelectual, seguros médicos, entre otros, que faciliten la implementación de la formación dual a fin

de coadyuvar la formación de profesionales e impulsar la actividad económica del país.

El PIED es la parte sustancial del modelo, el cual se detalla a continuación como 6 sub-bloques (véase Figura 4):

- (2.1) Análisis y determinación de competencias profesionales.
- (2.2) Elaboración del plan del PIED.
- (2.3) Instrumentación para el PIED.
- (2.4) Ejecución, evaluación y acreditación del PIED.
- (2.5) Criterios de selección de participantes para el PIED.
- (2.6) Plan de capacitación para el PIED.

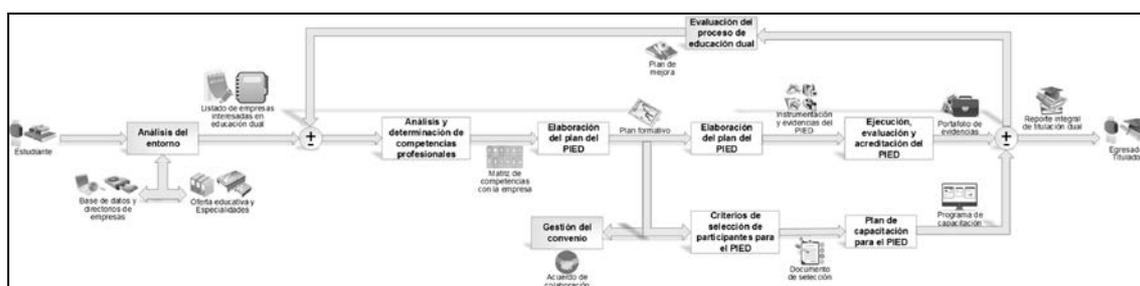


Figura 4. Diagrama detallado del Modelo de Formación Dual del TecNM. Diseño propio del Tecnológico Nacional de México

2.1. Descripción del modelo de formación dual del TecNM

A continuación, se presenta de manera sintética la definición, propósito y variables de salida de cada uno de los bloques y sub-bloques mostrados en la Figura 4. En TecNM (2015) se encuentran adecuados a la estructura académica de los Institutos Tecnológicos de México con mayor descripción de las líneas de acción de cada bloque, de las variables de entrada y salida, de los procedimientos y los formatos de calidad. Para el presente artículo, se hace referencia a la estructura estudiante-profesor-instituto cuando el estudiante se encuentra en un ambiente académico, mientras que cuando el estudiante se encuentra en un ambiente laboral se hace referencia a la estructura aprendiz-mentor-empresa.

* Análisis del entorno: identificación y análisis de los factores internos y externos del

Instituto Tecnológico que potencialmente influyen para captar empresas dispuestas a participar en la formación dual de *profesionistas* de nivel licenciatura, incluye las condiciones del área geográfica de influencia (aspectos económicos del entorno y apoyos de organismos públicos y privados), así como sus condiciones internas (capacidades institucionales, programas académicos, especialidades, vinculación, recursos y características de la planta académica). El resultado de este bloque permite al Instituto Tecnológico tener un listado de empresas afines.

* Análisis y determinación de competencias profesionales: estudio esencial que identifica las competencias específicas y genéricas, afines con el perfil de la empresa obtenidas en el punto anterior, para definir la planificación y trayectoria de la formación dual en un ambiente académico-laboral de los participantes a

través de un PIED. El resultado es una relación matricial de competencias para ser incluidas en el PIED con las empresas.

* **Elaboración del plan del PIED:** conjunto de actividades, aprendizajes significativos, indicadores, criterios, rúbricas de valoración, evidencias del portafolio y roles de puestos, que se desarrollan en un ámbito académico-laboral para la adquisición y mejora de competencias profesionales. El resultado es un documento con el plan formativo de trabajo de formación dual que incluye el reporte integral de titulación dual para garantizar la titulación del egresado.

* **Instrumentación para el PIED:** organización y planificación del conjunto de actividades y acciones que son realizadas por el estudiante-aprendiz y profesor-mentor, que permiten el desarrollo de las competencias en un ambiente académico-laboral, para la generación de documentos estratégicos que guíen el desarrollo, evaluación y acreditación del PIED. El resultado son documentos estratégicos que facilitan la supervisión y verificación del PIED.

* **Ejecución, Evaluación y Acreditación del PIED:** la ejecución es la implementación y desarrollo del plan del PIED, el cual consiste en poner en práctica la instrumentación para el PIED, se realiza con el fin de asegurar que los objetivos sean alcanzados en el tiempo y calidad proyectada en las rubricas, realizando una supervisión y medición del aprovechamiento y logros alcanzados; la evaluación es el proceso sistemático y riguroso de obtención de datos del PIED, de manera que sea posible disponer de información continua y significativa para conocer la situación, formar juicios de valor con respecto a ella y tomar las decisiones adecuadas para continuar con el PIED mejorándolo progresivamente; la acreditación es el testimonio que soporta que el estudiante-aprendiz posee las competencias definidas en el plan del PIED y que son necesarias para el desarrollo de las competencias profesionales acordes al perfil de egreso. El resultado es un portafolio de evidencias, el reporte integral de titulación dual y la calificación del PIED de la formación dual del estudiante.

* **Criterios de selección de participantes del PIED:** proceso que establece los requisitos

y criterios que deben cumplir los profesores-mentores y estudiantes-aprendices para participar en la formación dual, garantizando escoger e incluir a los participantes idóneos para el PIED, que cuenten con habilidades, conocimientos, experiencia y actitudes necesarias para el logro de los objetivos y el éxito del PIED. El resultado es un documento estratégico que determina los estudiantes, profesores y mentores que participarán en la formación dual.

* **Plan de capacitación para el PIED:** planificación de las actividades orientadas a la sensibilización, inducción, adiestramiento y capacitación de estudiantes, profesores y mentores participantes en el PIED. El resultado son programas, talleres, conferencias y cursos establecidos en un calendario para los participantes del PIED.

* **Gestión del convenio:** conjunto de actividades que se deben de llevar a cabo entre la institución y empresa para que culminen en el acto de acuerdo de colaboración donde se detallan las bases, acuerdos, compromisos y responsabilidad de cada una de las partes, con la finalidad de logro de los objetivos y el éxito de la formación dual. El resultado es un documento con validez legal en México para la formación dual.

* **Evaluación del proceso de educación dual:** obtención, análisis, visualización y difusión de los resultados obtenidos durante todos los bloques y sub-bloques descritos anteriormente, con la finalidad de retroalimentar y tomar decisiones para la mejora de los diversos procesos involucrados en la formación dual. El resultado es un plan de mejora que contiene un conjunto de actividades que inciden en la implementación del modelo de formación dual.

En el diagrama de flujo, se ven los bloques y sub-bloques como subsistemas de entrada-salida (requerimiento-producto), se visualiza cómo se van comportando estas entradas y salidas, lo cual permite adaptar al organigrama de funciones de cada institución los actores principales y responsables que deben de intervenir durante el proceso de formación profesional dual. En la Figura 5, se observa cómo el estudiante que tradicionalmente forma y desarrolla sus competencias profesionales establecidas en el perfil de egreso de la inge-

niería a lo largo de su estancia (aulas y laboratorios) en el Instituto Tecnológico –caso a–, transita a un nuevo esquema donde se convierte en aprendiz de la empresa formando y desarrollando competencias profesionales es-

tablecidas en su perfil de egreso, en un ambiente laboral, en un tiempo recomendado de 20% de horas efectivas del programa educativo y preferentemente de tiempo completo en la empresa –caso b–.

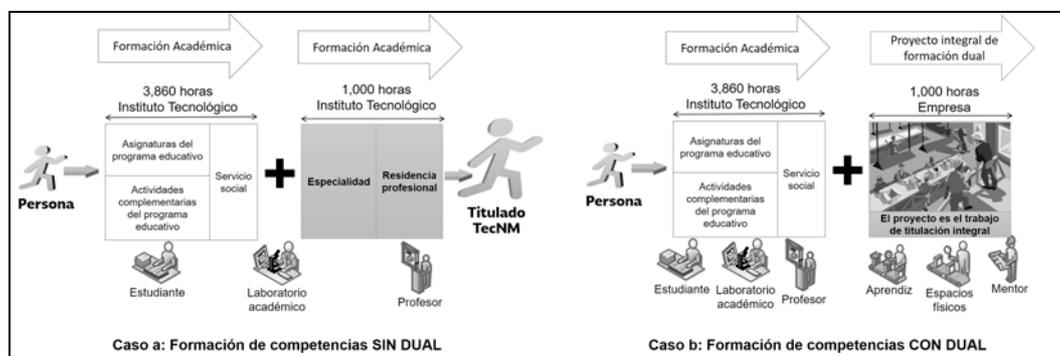


Figura 5. Modelo tradicional vs Modelo de Formación Dual del TecNM. Diseño propio del Tecnológico Nacional de México

3. CONCLUSIONES

En este artículo se describe el Modelo de Formación Dual del TecNM como una estrategia curricular flexible innovadora que permite al estudiante formar y desarrollar competencias profesionales en un ambiente académico-laboral de manera eficiente y práctica, incorporando el carácter integral del saber, del saber hacer y del ser. La inserción exitosa del estudiante en la empresa (formación y desarrollo de competencias profesionales en ambientes reales afines a su perfil de egreso), depende de la planificación de un mínimo de 1.000 horas establecidas en el PIED entre el profesor y mentor, administrativamente su implementación preferentemente se lleva a cabo en los bloques curriculares de la especialidad y residencia profesional. Este PIED contiene un diseño estratégico, flexible e innovador que distingue a cada empresa.

Las características más relevantes del modelo presentado en este artículo para la formación de ingenieros son:

- (1) La titulación integral del estudiante, a través del reporte integral de titulación dual, y con ello aumenta los índices de eficiencia terminal en el TecNM.
- (2) Experiencia laboral del estudiante de aproximadamente un año, aumentando la posibilidad de contratación inmediata al egresar.
- (3) Formación de capital humano altamente calificado para el país, a través de problemas de contexto y situados en situaciones reales para los estudiantes.
- (4) Altas posibilidades de contratación de los estudiantes en la empresa donde realizaron su formación dual.

Los beneficios completos del modelo se indican en la Figura 6. Los podemos clasificar en dos aspectos, de acuerdo a las instituciones (Instituto Tecnológico y empresa) y a los actores (estudiante, profesor y mentor).

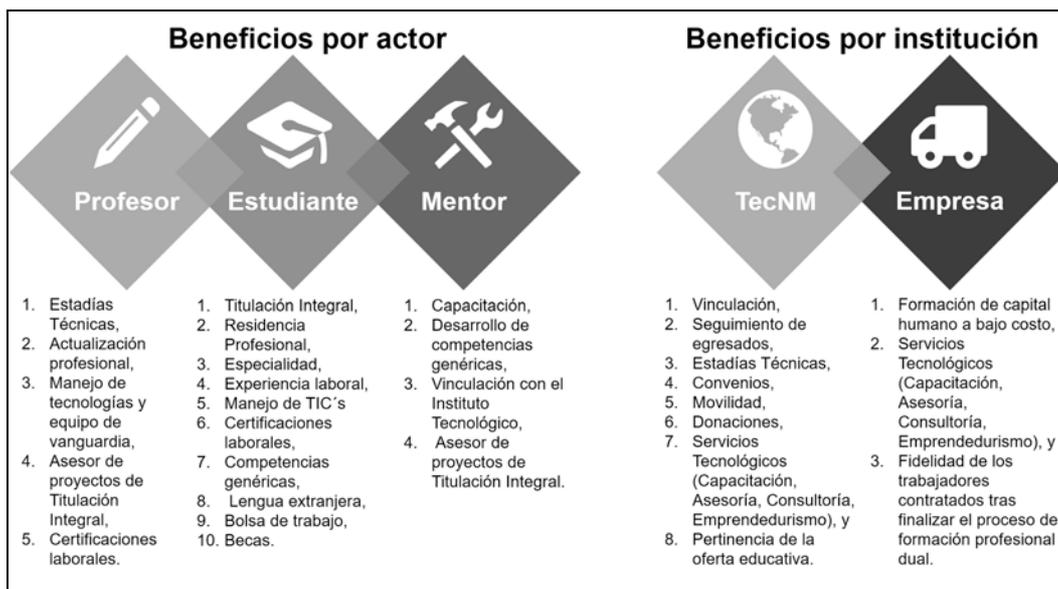


Figura 6. Beneficios de Modelo de Formación Dual del TecNM. Diseño propio del Tecnológico Nacional de México

De este modelo flexible, se tienen casos de éxito de 5 Institutos Tecnológicos con participación de 150 estudiantes, de los cuales 59 son egresados y 91 están en proceso de educación dual, principalmente en los programas educativos de ingenierías Biomédica, Civil, Electrónica, Mecánica, Mecatrónica, Sistemas Computacionales y Arquitectura (ver gráfica de la Figura 7). Para estos casos de éxito los

estudiantes lograron certificarse en competencias laborales, especializarse en el uso de las tecnologías y procesos específicos, desarrollaron competencias genéricas como trabajo en equipo, liderazgo y toma de decisiones; como consecuencia de lo anterior, el 95% de los estudiantes titulados han sido contratados de manera inmediata en las empresas que estuvieron realizando su formación dual.

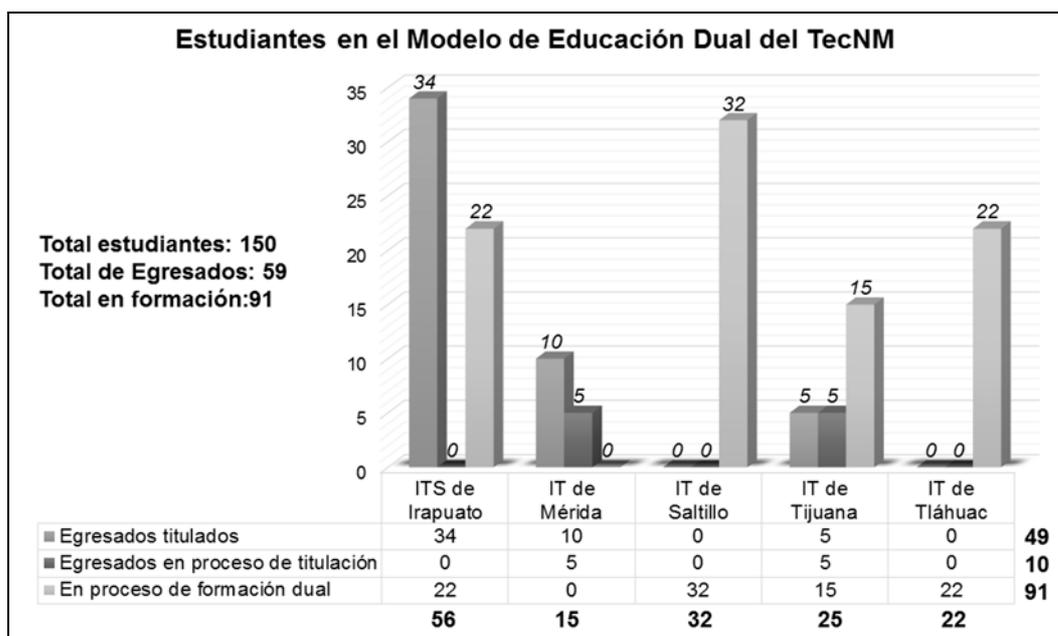


Figura 7. Casos de éxito del Modelo de Formación Dual del TecNM. Diseño propio del Tecnológico Nacional de México

Este modelo permite al Instituto Tecnológico generar nuevos ambientes de aprendizaje en los espacios físicos de las empresas, flexibilidad en sus planes de estudio, guiar un aprendizaje basado en problemas y proyectos reales, generar bancos de proyectos de titulación, aumentar los índices de eficiencia terminal y entregar a la sociedad ingenieros altamente calificados en el quehacer profesional con competencias profesionales para toda la vida.

Para el 2016, se pretende realizar el despliegue de este modelo a profesores, estudiantes y empresarios a través de reuniones regionales en todo México para que se promueva la formación dual de estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, J.A. (2015). El Sistema dual de formación profesional alemán: escuela y empresa. *Revista Educación e Investigación*, 41 (2), 495-511.
doi:10.1590/s1517-97022015021532
- Araya, I. (2008). La formación dual y su fundamentación curricular. *Revista Educación*, 32 (1), 45-61.
doi:10.15517/revedu.v32i1.523
- Berufsakademie B.A. (2009). *Red de Universidades Empresariales de América Latina, Berufsakademie, según el modelo de Baden-Württemberg, Alemania*. Bogotá, Colombia: Uniempresarial. Recuperado de:
<http://www.uniempresarial.edu.co/assets/documentos/1.pdf>
- Bozu, Z. y Canto P.J. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 2 (2), 87-97. Recuperado de:
http://refiedu.webs.uvigo.es/Refiedu/Vol2_2/REFIEDU_2_2_4.pdf
- Burger-Menzel, B. (2014). *Estrategias de Universidades para una Educación Superior que incluye Vinculación con Empresas y Transferencia de Tecnología: El caso de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Brandenburgo (FHB)*. Manuscrito sin publicar, Fachhochschule Brandenburg, Universidad de Ciencias Aplicadas de Brandenburgo, Alemania.
- Cámara Chilena de la Construcción, COREDUC. (2008). *Reglamento de Formación Profesional Dual*. Santiago. Recuperado de:
http://www.coreduc.cl/descargas/reglamento_formacion_prof_dual.pdf
- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, CONALEP (2009). *Acuerdo de Cooperación entre el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) de los Estados Unidos Mexicanos y el Instituto Federal de Educación y Formación Profesional (BIBB) de la República Federal de Alemania*. Distrito Federal, México: CONALEP.
- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, CONALEP (2013a). *Modelo Mexicano de Formación Dual (MMFD): prueba piloto*. Distrito Federal, México: CONALEP. Recuperado de:
<http://www.conalep.edu.mx/academicos/Documents/mmfd/prsntcn-cnfrnc-mmfd.pdf>
- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, CONALEP (2013b). *Manual para determinar el plan de rotación y puesto de aprendizaje*. Distrito Federal, México: CONALEP. Recuperado de:
<http://www.conalep.edu.mx/academicos/Documents/mmfd/mnl-pln-rotacion.pdf>
- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, CONALEP (2013c). *Manual para la preselección de estudiantes del Modelo Mexicano de Formación Dual*. Distrito Federal, México: CONALEP. Recuperado de:
<http://www.conalep.edu.mx/academicos/Documents/mmfd/mnl-pln-rotacion.pdf>
- Cuza-Sánchez, J.C. y Guibo-Silva, A. (2015). La integración universidad - escuela politécnica - entidad laboral, para la formación del profesional de la Educación Técnica y Profesional. *Revista EduSol*, 15 (51), 31-40. Recuperado de:
http://edusol.cug.co.cu/index.php/EduSol/article/download/173/pdf_97
- Decreto 100/2013 de 25 de junio de 2013 por el que se regula el Programa de Formación Profesional Dual @prendizext. Gobierno de Extremadura. Diario oficial de Extremadura No. 121. Recuperado de:
<http://doe.juntaex.es/pdfs/doe/2013/1210o/13040116.pdf>
- Decreto de 23 de julio de 2014 que crea el Tecnológico Nacional de México. Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación 23/07/2014. Recuperado de:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5353459&fecha=23/07/2014 &print=true

- Dieter, E. (2013). *El sistema dual en Alemania - ¿Es posible transferir el modelo al extranjero?* Barcelona: Fundación Bertelsmann. Recuperado de: https://www.fundacionbertelsmann.org/fileadmin/files/Fundacion/Publicaciones/72._130610_El_sistema_dual_en_Alemania_1_.pdf
- Dirección General de Educación Superior Tecnológica, DGEST (2012). *Modelo para el Siglo XXI: Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales*. Distrito Federal, México: DGEST. Recuperado de: <http://www.tecnm.mx/modeloeducativo/modeloeducativo.pdf>
- Dirección General de Institutos Tecnológicos DGIT (1998). *Cincuentenario de los Institutos Tecnológicos en México, 1948-1998*. Distrito Federal: DGIT.
- Durán, R. (2015). Dual system as an option for technical education in El Salvador: a students' perspective. *Revista Científica*, 2015 (16), 27-41. Recuperado de: http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/320/1/3_CIENTIFICA%2016_Dual%20system%20as%20an%20option%20for%20technical%20education%20in%20El%20Salvador.pdf
- Gamino-Carranza, A. y Acosta-González, M.G. (2016). Modelo Curricular del Tecnológico Nacional de México. *Revista Electrónica Educare*, 20 (1), 1-25. doi:10.15359/ree.20-1.10
- Geilsdörfer, R. (2014). *Formación dual en universidades - El modelo de Universidad de Formación Dual de Baden-Württemberg*. Manuscrito sin publicar, Universidad de Baden-Württemberg, Stuttgart, Alemania.
- Gobierno del Estado de México (2009). *Convenio General de Colaboración para la Impartición de la Carrera de Técnico Superior Universitario en Mecatrónica entre la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca y Bosch México*. Estado de México. Recuperado de: <http://transparencia.edomex.gob.mx/utvt/informacion/juridico/convenios/bosch.pdf>
- Göhringer, A. (2002). University of Cooperative Education-Karlsruhe: The Dual System of Higher Education in German. *Asia Pacific Journal of Cooperative Education*, 2 (2), 53-58. Recuperado de: http://www.apjce.org/files/APJCE_03_2_53_58.pdf
- Gutiérrez-Rivas, A. (2012). *La formación profesional dual alemana y su posible implementación en Cantabria*. (Tesis de maestría). Facultad de Educación de la Universidad de Cantabria. Recuperado de: <http://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1697/Antonio%20Guti%C3%A9rriz-Rivas.pdf?sequence=1>
- iMOVE (2012). *Desarrollo de competencias profesionales junto con socios alemanes para mejorar la empleabilidad, 8 historias de éxito en Latinoamérica*. Bonn: Alemania: Instituto Federal de Formación Profesional. Recuperado de: https://www.imove-germany.de/cps/rde/xbcr/imove_projekt_de/p_iMOVE_Success-Stories-Latinoamerica_spanish_2012.pdf
- Lagarda, X. (2014). *Vinculación Educación-Empresa*. Ponencia presentada en el Simposio Franco-Mexicano de Educación Superior e Investigación 2014, México, D.F. Recuperado de: http://www.mexique.campusfrance.org/sites/locaux/files/mexique/page/290745/Xochitl%20Lagarda_10abril14.pdf
- Lauterbach, U. y Lanzendorf, U. (1997). El sistema dual de formación profesional en Alemania: funcionamiento y situación actual. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 30, 51-68. Recuperado de: http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1223244759.pdf
- Lineamientos de 26 de agosto de 2014 de operación general del modelo de educación dual en las instituciones de educación media superior y superior de la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de México*. Gobierno del Estado de México. Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México No. 41. Recuperado de: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2014/agosto261.PDF>
- Maurial, A. (2014). *Estudios Duales en la OTH de Regensburg*. Manuscrito sin publicar. Ostbayerische Technische Hochschule, Universidad de Regensburg. Alemania.
- Ministerio de Educación MINEDUC, (2012a). *Cuaderno de informe: Formación Dual*. Santiago, Chile: MINEDUC. Recuperado de: [http://www.mineduc.cl/usuarios/formacion_tecnica/doc/201206121832540.Cuaderno_de_Informe\(20_03_2012\).pdf](http://www.mineduc.cl/usuarios/formacion_tecnica/doc/201206121832540.Cuaderno_de_Informe(20_03_2012).pdf)
- Ministerio de Educación MINEDUC, (2012b). *Manual del Maestro Guía: Formación Dual*. Santiago, Chile: MINEDUC. Recuperado de: http://www.mineduc.cl/usuarios/formacion_tecnica/doc/201206121833290.Manual_del_maestro_guia.pdf

- Ministerio de Educación MINEDUC, (2012c). *Manual Profesores Tutores: Formación Dual*. Santiago, Chile: MINEDUC. Recuperado de:
[http://www.mineduc.cl/usuarios/formacion_tecnica/doc/201206121834000.Manual_Profesor_Tutor_\(20_%2003_2012\).pdf](http://www.mineduc.cl/usuarios/formacion_tecnica/doc/201206121834000.Manual_Profesor_Tutor_(20_%2003_2012).pdf)
- Mittmann, F. (2001). *Educación dual en Costa Rica: proyecto piloto mecánica automotriz del Colegio Vocacional Monseñor Sanabria 1996-1999*. San José: Instituto Nacional de Aprendizaje.
- Olvera, S. (2012). Apoyarán alemanes a empresas mexicanas. *Negocios edición Reforma*. Recuperado de:
<http://www.negociosreforma.com/aplicaciones/libre/preacceso/articulo/default.aspx?id=63722&urlredirect=http://www.negociosreforma.com/aplicaciones/articulo/default.aspx?id=63722>
- Palos, E. y Herráiz, M. (2013). El sistema de educación dual: nuevas avenidas en la cooperación bilateral entre Alemania y México. *Revista Mexicana de Política Exterior*, 99, 97-115. Recuperado de:
<http://revistadigital.sre.gob.mx/images/stories/numeros/n99/palosherrai.pdf>
- ProMéxico (2013). *Formación Dual, un catalizador para el desarrollo educativo y económico de México*. Distrito Federal, México: Secretaría de Economía. Recuperado de:
http://www.procei.mx/Proyectos/Documents/RESUMEN_EVENTO_PROCEI_CAMEXA%2012022013.pdf
- Quintero, V.D., Zuluaga, A.M., Suárez, C.A., Mejía, L.M. y Cárdenas, C. A. (septiembre, 2013). *Impacto de enseñanza dual en la formación de ingenieros industriales de la universidad Alexander von Humboldt (CUEAvH) de la ciudad de Armenia*. Trabajo presentado en el World Engineering Education Forum 2013, Cartagena. Recuperado de:
<http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/204/94>
- Reina, J.K. (2013). *Formación Dual: Un modelo pedagógico por descubrir. Fundamentación, ventajas y retos* (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/10789/1/04868264.2013.pdf>
- Rojas, L.Y.G. (2015). La formación dual en Colombia. El caso de la Fundación Universitaria de la Cámara de Comercio de Bogotá UNIEMPRESARIAL: los desafíos actuales en la percepción de egresados y empresarios. *Revista Científica General José María Córdova*, 13 (15), 145-181. Recuperado de:
<http://www.esmic.edu.co/esmic/files/ART5.pdf>
- Sevilla, M.P. (2012). *Formación Profesional Dual en Chile: características y alcances del modelo*. Santiago, Chile: MINEDUC. Recuperado de:
http://portal.becasycréditos.cl/usuarios/formacion_tecnica/doc/201206151741230.caracteristicas_y_alcances_modelo_dual_sevilla.pdf
- Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, SNEST (2004). *Modelo Educativo para el Siglo XXI*. Distrito Federal, México: DGEST. Recuperado de:
<http://tese.edu.mx/documentos2004/DBV9QH SKZF416.pdf>
- Tecnológico Nacional de México, TecNM (2014). *Proyectos Integradores para la formación y desarrollo de competencias profesionales del Tecnológico Nacional de México, 2da. Edición*. Distrito Federal, México: TecNM. Recuperado de:
http://tecnm.mx/images/areas/docencia01/Libre_para_descarga/Proyectos_Integradores_2da/Proyectos_Integradores_2da_edicion.pdf
- Tecnológico Nacional de México, TecNM (2015a). *El Tecnológico Nacional de México, pivote del desarrollo regional del país*. Distrito Federal, México: TecNM. Recuperado de:
<http://www.tecnm.mx/tecnm/inauguracion-de-la-reunion-nacional-de-subdirectoras-y-subdirectores-academicos-del-tecnm>
- Tecnológico Nacional de México, TecNM (2015b). *Modelo de Educación Dual para nivel Licenciatura del Tecnológico Nacional de México*. Distrito Federal, México: TecNM. Recuperado de:
http://www.tecnm.mx/images/areas/docencia01/Libre_para_descarga/Modelo_Dual/MODELO_DUAL_2015_TecNM.pdf
- Whannell, P., Humphries, J., Whannell, R. y Usher, K. (2015). The integration of study and work-integrated learning experience through the sequential, embedded completion of tertiary qualifications. *Asia Pacific Journal of Cooperative Education*, 16 (3), 175-184. Recuperado de:
http://www.apjce.org/files/APJCE_16_3_175_184.pdf