

# TENDENCIAS Y NECESIDADES EN LA INDUSTRIA PARA LA ACREDITACIÓN DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## TRENDS AND NEEDS IN THE INDUSTRY FOR THE ACCREDITATION OF THE INDUSTRIAL ENGINEERING SPECIALIZATION

A. Castellón Barraza<sup>1</sup>  
R. Zamora Alarcón<sup>2</sup>  
J. C. Medina Aguirre<sup>3</sup>

### RESUMEN

El principal objetivo de este estudio es contar con perfiles profesionales más acordes a las nuevas necesidades de la sociedad y de la industria en su conjunto, con el requerimiento de realizar una actualización de la especialidad de Sistemas de Manufactura Avanzada de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Mexicali, cumpliendo a su vez con los criterios para la acreditación por medio del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). Debido a las condiciones imperantes motivados por la contingencia de salud derivados del SARS-CoV2, la obtención de la información diagnóstica de las necesidades de los medios productivos se adaptó a métodos virtuales y a distancia para el manejo de los instrumentos de investigación como son las encuestas hacia egresados, docentes y empleadores y así poder lograr que los futuros egresados tengan un plan de estudios acorde a las nuevas exigencias del entorno laboral. Asimismo, es importante considerar en los contenidos temáticos la utilización de herramientas virtuales en la nube de manera que exista la posibilidad de manejar un modelo académico virtual dentro de las materias de la especialidad.

### ABSTRACT

The main objective of the research in this paper is to have professional profiles more in line with the new needs of society and the industry, with the requirement to update the specialty of Advanced Manufacturing Systems of the Industrial Engineering career of the Technological Institute of Mexicali, in turn meeting the criteria for accreditation through the Engineering Teaching Accreditation Council (CACEI). Due to the prevailing conditions stemmed by the health contingency derived from SARS-CoV2, the acquisition of the diagnostic information on the needs of the productive means was adapted to virtual and remote methods for the management of research instruments such as surveys towards graduates, teachers, and users and thus be able to ensure that future graduates have a study plan made for the fulfilment of the new demands of the work environment. Furthermore, it's important to consider in the thematic contents the use of virtual tools in the cloud so that there is the possibility of managing a virtual academic model within the subjects of the specialization.

### ANTECEDENTES

Los medios académicos virtuales se han convertido en una herramienta indispensable para complementar los procesos de enseñanza-aprendizaje por medio del uso de los entornos y las herramientas digitales de tal manera que, por la afectación que se ha tenido debido a la contingencia de salud, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) realizó 10 recomendaciones a considerar por docentes e instituciones educativas. Entre las que destaca “Analizar el tipo de tecnología con la que se cuenta y elegir la más pertinente”

<sup>1</sup> Profesor de carrera de enseñanza superior, Depto. de ingeniería industrial, Instituto Tecnológico de Mexicali, [acelacastillon@itmexicali.edu.mx](mailto:acelacastillon@itmexicali.edu.mx)

<sup>2</sup> Profesor de asignatura, Depto. de ingeniería industrial, Instituto Tecnológico de Mexicali, [zamora@itmexicali.edu.mx](mailto:zamora@itmexicali.edu.mx)

<sup>3</sup> Profesor de carrera de enseñanza superior, Depto. de ingeniería industrial, Instituto Tecnológico de Mexicali, [jmaitm@itmexicali.edu.mx](mailto:jmaitm@itmexicali.edu.mx)

que se refiere a las soluciones tecnológicas, de acceso a internet y de competencias digitales tanto para docentes como estudiantes (Educaweb, 2020).

Lo anterior, aunado a la dinámica cada vez más acelerada de cambios tecnológicos en los sectores productivos tienen el efecto de obtener una propuesta de nuevas materias dentro del seno de la Carrera de Ingeniería Industrial y que cumplan los requerimientos para los futuros egresados por lo cual Macedo y Ávila (2017) señalan que, la Ingeniería Industrial ha estado en evolución debido constantes cambios en los sectores productivos y administrativos. Por lo cual, dicha carrera debe estar en constante actualización de acuerdo con su plan de estudios al igual que las especialidades que forman parte de ella dentro del plan curricular, para así poder estar acordes a las nuevas necesidades y tendencias del mercado laboral. Para ello, en las instituciones de educación superior se cuenta con los procesos de acreditación.

En términos sencillos, de acuerdo con el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI, 2018), la acreditación es:

La manera en que los programas educativos son verificados para poder garantizar su calidad. No sólo de una cuestión arbitraria de una autoridad mexicana, sino de los estándares mínimos internacionales, es necesario crear y rectificar programas de buena calidad y, sobre todo, que cuenten con la capacidad de la mejora continua, que sean capaces de mantener el trote de las tendencias no sólo de México, pero del resto del mundo por igual.

Esto al mismo tiempo busca poder formar ingenieros que, además, de los fundamentos de su profesión, sean egresados más capacitados para poder adaptarse al ámbito laboral. Es decir, que los planes de estudio en los que se encuentren deben aportar al profesionista la perspectiva de que el mundo está en constante cambio y es responsabilidad de ellos hallar la forma de adaptarse ante las exigencias del mercado laboral.

Si se toma el caso de Colombia y su diseño curricular en cursos de ingeniería es muestra de que no solo en México se realizan investigaciones para la mejora de planes de estudio. Según Balza (2016, p. 63) considera que, en Colombia, “Los planes de estudio se perciben desconectados de las tendencias globales y de las necesidades locales de gestión del cambio: innovación, información, conocimientos tecnológicos y organizacional”.

Si se enfoca la vista a México, en el “artículo el estudio de incidencia de la acreditación del CACEI en el programa de estudios de ingeniería industrial” realizado en la universidad Metropolitana- Azcapotzalco, en la que se menciona cuál fue el impacto de la evaluación de su plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial por parte de CACEI, donde según López, *et al.* (2016) señalan el impacto positivo de las acreditaciones del CACEI, mencionando incluso mejoras en los laboratorios y la versatilidad de los mismos.

Además, Torres, *et al.* (2016) indican que CACEI realiza un fructífero esfuerzo para crear una metodología que avale los procesos de acreditación que contribuye a mejorar la calidad de la educación superior y a la formación de profesionistas más competentes, responsables y comprometidos.

Es claro que la institución académica no puede ser su propio evaluador, es aquí donde organismos evaluadores externos hacen la aparición y ayudan a regular el sistema. Considerado instituciones que avalen la calidad de los programas educativos como el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) que desde el año 1994 se ha convertido en una autoridad para crear y aplicar instrumentos de evaluación, con la misión de dar a las instituciones información válida, respaldada que permita ratificar los conocimientos y habilidades que obtienen los estudiantes universitarios, para que obtengan una formación íntegra (Centro Nacional para la Evaluación de la Educación Superior [CENEVAL], 2020).

Con lo anterior, queda claro que una organización externa especializada en el área de las ingenierías contribuye a detectar problemas específicos en los planes curriculares y atender a las exigencias de los estudiantes para que ellos puedan ser más competitivos y comprometidos con la demanda laboral.

Dentro de esta denominada competencia laboral en el artículo “Valoración de ingenieros, estudio de egresados: estimación relevante para un proceso de acreditación” se hace mención de acuerdo con los resultados de las habilidades requeridas al egresado por el entorno laboral, donde Cabrera y Gutiérrez (2016, p.5) comentan que, “La competencia laboral considera los siguientes aspectos: Habilidad para resolver problemas, capacidad de análisis, habilidad para aprendizaje, creatividad, administración del tiempo, capacidad de negociación, trabajo en equipo, iniciativa, honestidad, persistencia”.

Estos aspectos se forman durante la licenciatura de ingeniería para cuando sea expuesto por completo al mercado laboral, posean valores que le permitan al egresado desempeñarse en su profesión.

Con respecto a la metodología a utilizar, se tiene que Mota, *et al.* (2017) optaron por una metodología con enfoque mixto para la aplicación de encuestas a empresas sobre ingenieros líderes en las empresas. Dicho enfoque fue descriptivo transversal porque se realizó análisis de necesidades del sector, para con ello responder al planteamiento sectorial en educación superior y, que los estudiantes estén en posibilidad de cursar una especialidad de acuerdo con las necesidades de su entorno.

Además, se consideró al artículo “Valoración de ingenieros, estudio de egresados: estimación relevante para un proceso de acreditación”, donde Cabrera y Gutiérrez (2016) explican que, realizaron un acercamiento a través de 3 intentos de contacto: correo electrónico, llamadas telefónicas y en algunos casos rastreo a través de la red social Facebook como tercer intento de contacto.

Para lo cual, los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial que conforman la especialidad de manufactura llevaron a cabo un estudio para su actualización, mediante investigación del entorno y la realización de un cuestionario que cubrió requerimientos tanto de CACEI como de CENEVAL, aplicándolos tanto a empleadores, docentes y egresados.

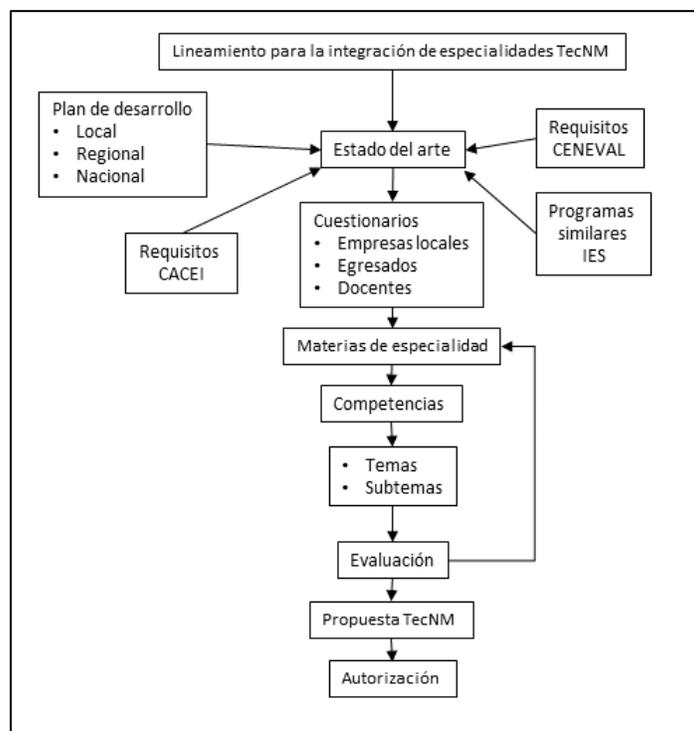
## METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó fue deductiva en el sentido de recabar información mediante encuestas, aplicándolas en tres instancias: empleadores, egresados y docentes del área de manufactura. Se consideró una población de 100 egresados de la carrera de Ingeniería Industrial de los últimos 5 años de egreso, donde participaron distintas universidades las cuales cuentan con un perfil de egreso similar, además de una población de 86 empleadores con el giro aeroespacial, automotriz, electrónica y médica. Se analizaron las necesidades de la industria para la actualización y modificación del perfil profesional del plan de estudio del programa educativo, lo que permitirá que los estudiantes cursen una especialidad más acorde a las nuevas necesidades del sector industrial.

La recolección de datos se hizo por medio de tres encuestas de tipo cuantitativo diseñadas de acuerdo con los atributos del egresado. Dichas encuestas fueron realizadas con herramientas digitales disponibles en el ámbito educativo, en particular Google Workplace en su aplicación Google Forms. Para el diseño de la encuesta se consideró los requeridos en el organismo acreditador CACEI (2018), además de considerar los requerimientos según la institución de evaluación CENEVAL que evalúa habilidades y conocimientos en temas propios de la ingeniería industrial enfocados para una mayor integración al mercado laboral, así como, los programas de desarrollo económico tanto local, regional y nacional, verificando ir acorde con los programas educativos similares en el área de manufactura de las Instituciones de Educación Superior (IES), como se muestra en la Figura 1.

Al contar con la encuesta aplicada a egresados, sector empresarial y docentes del área, las estadísticas resultantes proporcionadas por la aplicación utilizada (Google forms), permitieron diseñar las competencias necesarias para nuestros egresados y así elaborar un documento de propuesta de especialidad, con las materias, temas y subtemas que incluyeran los resultados obtenidos en las encuestas. Con ello, se evalúan los programas con los empleadores para, posteriormente, realizar los ajustes necesarios en el contenido temático y proponer la actualización de la especialidad de Sistemas Integrados de Manufactura al Tecnológico Nacional de México para su autorización.

La primera encuesta fue dirigida hacia los egresados del año 2015 al año 2020 de la carrera de Ingeniería Industrial y, la segunda encuesta fue dirigida al empleador hacia la máxima autoridad de ese centro de trabajo.



**Figura 1.** Metodología de investigación para el diseño de especialidades

La forma de contacto fue por medio de un correo electrónico institucional, acompañado del enlace correspondiente generado por la aplicación, conteniendo cuestionario en línea que nos brindó un apoyo eficaz debido a la situación de pandemia con la que contamos a nivel mundial desde el 2019, además de conto con el apoyo de redes sociales para la difusión de la encuesta en línea de los egresados del programa.

Para la recolección de la información con los empleadores se brindó con el apoyo del área de gestión tecnológica y de vinculación del Instituto Tecnológico de Mexicali con las empresas de la ciudad de Mexicali y la utilización de las redes sociales como contacto. Donde se obtuvo una respuesta del 100% de egresados y una respuesta del 31.82% de empleadores.

Igualmente, la Figura 1 nos indica que, el resultado del procesamiento de las encuestas fueron las competencias educacionales para las materias de la especialidad y sus contenidos temáticos. Es en este rubro y en virtud de la contingencia de salud actual, se optó por la búsqueda de herramientas académicas y tecnológicas que propicien modelos académicos híbridos o virtuales que se adapten a las necesidades que se presenten para los estudiantes.

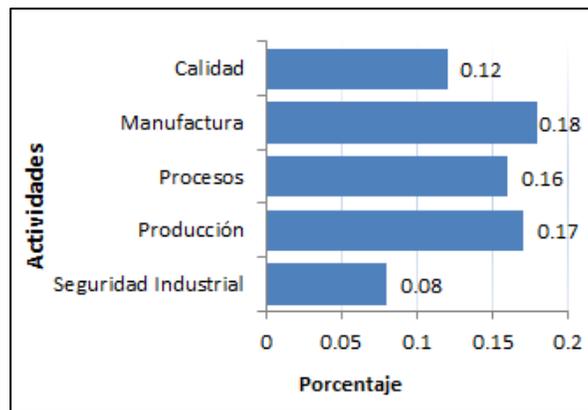
Como ejemplo, para softwares de diseño especializados se tomaron algunas características mencionadas por Makerbot 3D printing (2021), definiendo al final las siguientes para la selección de estos:

1. Accesibles en línea para descarga tanto para el alumno como el docente.
2. Que este ambientado en la nube, en otras palabras, que el procesamiento de la información y de los datos de los ejercicios de cada alumno sean realizados en la nube del proveedor.

3. Que dichos datos sean accesibles desde cualquier sitio con internet e incluso con aplicaciones.
4. Que no represente un gasto adicional para el alumno o el docente.

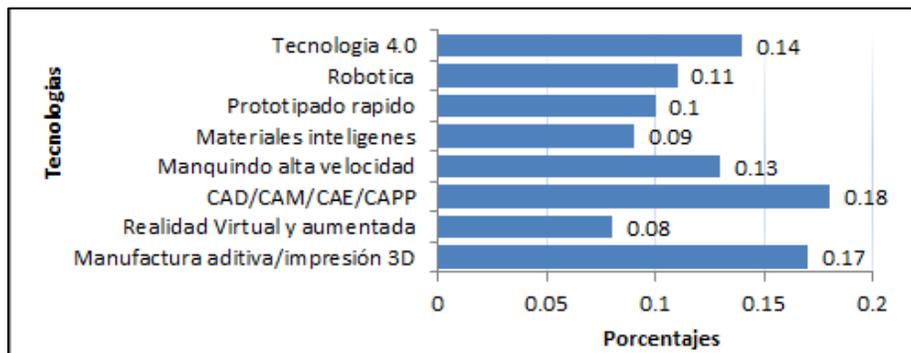
**RESULTADOS**

Por medio de la aplicación Google Forms se capturaron y obtuvieron estadísticos por rubro de reactivos. A partir de allí se depuró la técnica de los resultados de la encuesta con respecto a las categorías de actividades de los sectores productivos. Dentro de 14 actividades que se evaluaron, el empleador consideró como las 5 principales para el buen desempeño de los Ingenieros Industriales las mostradas en la Figura 2.



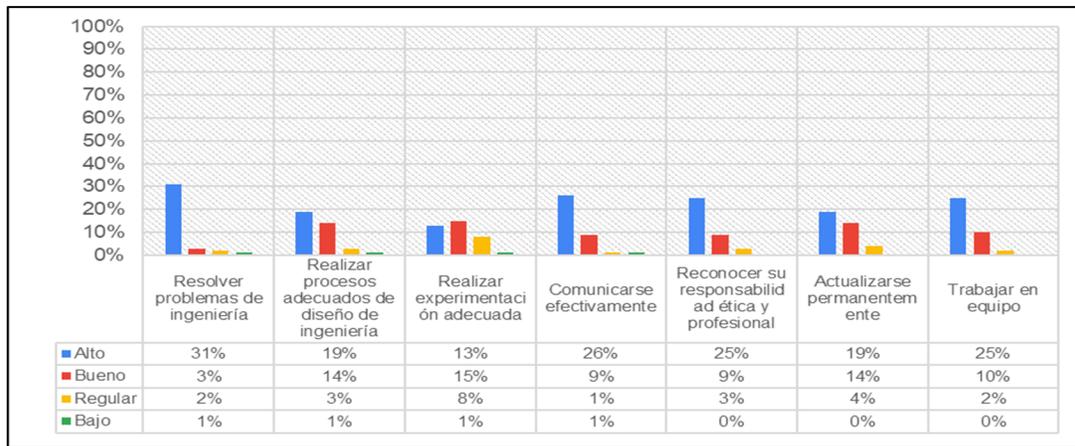
**Figura 2.** Principales actividades que desempeñan los ingenieros industriales

La principal tendencia en tecnología de acuerdo con los empleadores (donde los egresados deberían de tener una mayor preparación para poder competir laboralmente) es la tecnología asistida por computadora CAD/CAM/CAE/CAPP con 18%, como se muestra en la Figura 3.



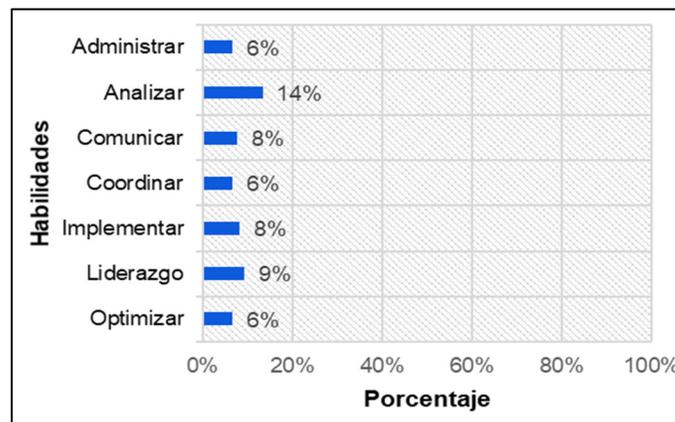
**Figura 3.** Tecnología relacionada a la manufactura

En la Figura 4 se muestran los atributos de egreso, donde el empleador considero que el atributo con mayor valor alto en aportación en el egreso de ingenieros con 31% es resolver problemas de ingeniería.



**Figura 4.** Principales atributos que requiere el empleador

Los resultados de la técnica de recolección de datos indicaron que, de 21 habilidades tomadas en cuenta, de las cuales las 5 principales habilidades más mencionadas por los empleadores son analizar 14%, liderazgo 9%, comunicar e implementar 8%, administrar, coordinar y optimizar 6%, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Principales habilidades requeridas por el empleador

Como principales habilidades, los egresados señalaron analizar 14%, administrar y evaluar 8%, implementar y planear 7%, como se muestra en la Figura 6.

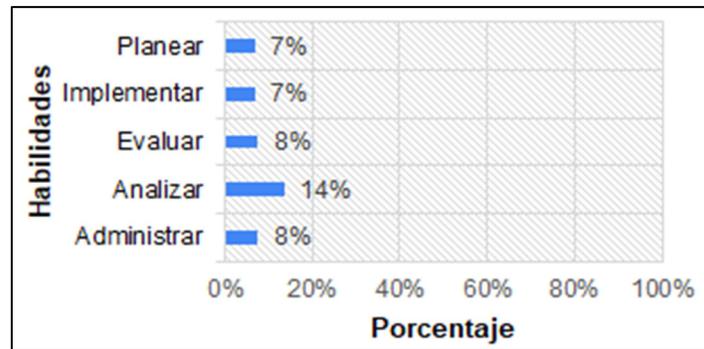


Figura 6. Principales habilidades requeridas por el egresado

Los principales conocimientos que son requeridos a los ingenieros para realizar sus actividades fueron 24, siendo que los empleadores consideraron como los 5 principales conocimientos para que los Ingenieros Industriales puedan desarrollar sus actividades los indicados en la Figura 7.

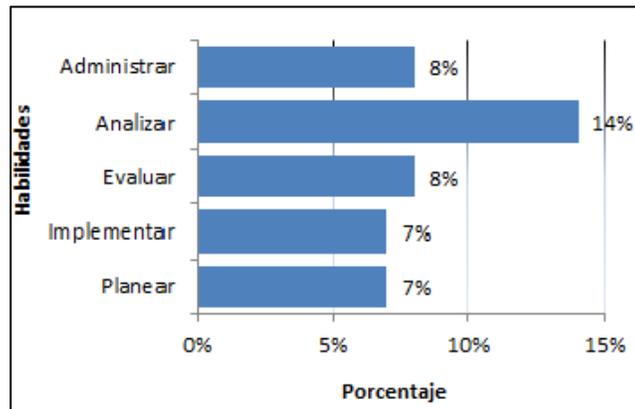


Figura 7. Principales conocimientos requeridos por el empleador

También los egresados consideraron que los principales conocimientos requeridos para el desempeño de sus actividades son calidad y manufactura 8%, liderazgo y administración 7% y producción con 6% como se indica en la Figura 8.

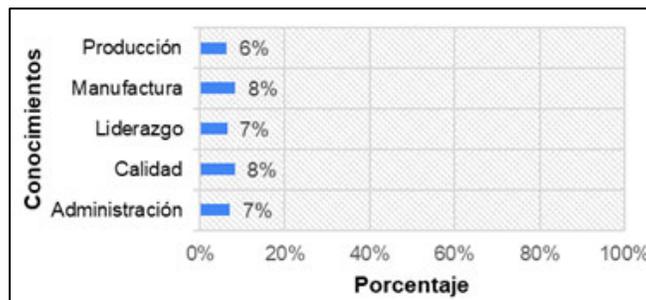
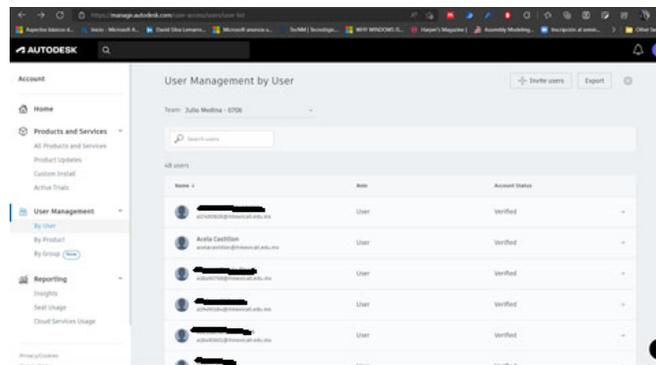


Figura 8. Principales conocimientos requeridas por el egresado

Al respecto de los softwares de diseño analizados, se observó que, aunque la institución cuenta con licencias para uso de Solidworks y que las licencias son suficientes para que el alumno pueda instalar en sus propias computadoras, este software ocupa que dicho equipo cumpla con capacidades de memoria y procesamiento que dificultan que el estudiante pueda usarlo y a su vez llevar las sesiones en línea. Al hacer el análisis de lo que ofrece Fusion 360 de Autodesk que no ocupa tantos recursos, hace su procesamiento y almacenamiento en la nube y que el docente, identificándose como perteneciente a una institución de educación, puede recibir la licencia para descargar dicho software (incluido aplicaciones y complementos en línea) y, además, puede administrar y compartir con los alumnos dichos recursos de forma gratuita incluso con sus cuentas de personales.

En la Figura 9 se observa un grupo de estudiantes a quienes se ha compartido por parte del docente dicho software.



**Figura 9.** Plataforma virtual compartida con estudiantes.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada para la actualización de la especialidad de manufactura de la carrera de Ingeniería Industrial en el TecNM/Instituto Tecnológico de Mexicali, no fue sencillo debido a las condiciones sanitarias a nivel nacional por la pandemia de COVID, para la cual se decidió utilizar medios electrónicos para realizar estudios de pertinencia y necesidades del entorno como a los empleadores, docentes y egresados, con el diseño de cuestionarios con base en las especificaciones que los centros de certificación solicita y así cuando llegue esta evaluación será de vital importancia para agilizar el proceso de certificación de la carrera.

El análisis realizado apoyó a actualizar el módulo de especialidad de la carrera que estará conformada por 6 materias: Automatización y diseño para la manufactura, Diseño y manufactura de prototipos, Sistemas integrados de manufactura, Análisis y diseño ergonómico, Diseño de experimentos aplicados y Desarrollo de proyectos de lean sigma, en las cuales se agregaron temas actuales como el Design Thinking Process metodología moderna para el diseño de productos innovadores, el desarrollo de prototipos de manufactura aditiva el manejo de máquinas 3D entre otras tecnologías innovadores que cubren con las necesidades actuales del entorno.

El uso de tecnologías digitales como el uso de formularios en línea apoyo al desarrollo considerablemente en el desarrollo de este proyecto de actualización de la especialidad sobre todo en este tiempo de pandemia y restricciones actuales de reuniones presenciales, pero hay que destacar que la realización de estos recursos para la adquisición de la información tiene que ser cuidadosa con la investigación bibliográfica y de campo, buscando los requisitos necesarios para un efectiva formulación que sea eficaz.

Las condiciones de contingencia han demostrado que los modelos académicos virtuales o híbridos deben estar vigentes, por ejemplo, con respecto a softwares y herramientas digitales que tengan la flexibilidad con respecto al consumo de recursos de computo previendo las capacidades tecnológicas del equipo con que los alumnos cuentan para sus clases línea.

## BIBLIOGRAFÍA

- Balza, V. (2016). Formulación y diseño de un modelo de vigilancia tecnológica curricular en programas de ingeniería en Colombia. *Revista de la Educación Superior*, 45(179), 55-77. <http://resu.anuies.mx/ojs/index.php/resu/article/view/117>
- Cabrera, A. y Gutiérrez, J. (2016). Valoración de ingenieros, estudio de egresados: estimación relevante para un proceso de acreditación. *Revista ANFEI digital*, 2(4), <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/201/686>
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (2020). *Guía para el sustentante. Examen general para el egreso de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica*. [https://ceneval.edu.mx/wp-content/uploads/2021/09/1\\_Guia-EXANI-I\\_sm.pdf](https://ceneval.edu.mx/wp-content/uploads/2021/09/1_Guia-EXANI-I_sm.pdf)
- Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, AC (2018). *Marco de Referencia 2018 del CACEI en el Contexto Internacional*. <http://cacei.org.mx/nvfs/nvfs02/nvfs0210.php#>
- Educaweb (2020). *Propuestas de la UNESCO para garantizar la educación online durante la pandemia*. <https://www.educaweb.com/noticia/2020/04/01/propuestas-unesco-garantizar-educacion-online-pandemia-19132/>
- López, M., Hanel, M. y Hernández J. (2016). Incidencia de la acreditación del CACEI en el programa de estudios de Ingeniería Industrial. *Revista ANFEI digital*, 2(4), <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/150/568>
- Macedo, F. y Ávila, N. (2017). Tendencias y actualización de planes de estudio en Ingeniería Industrial. *Revista ANFEI digital*, 3(6). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/336/977>
- Makerbot (2021). *Makerbot Educators Guidebook* (3<sup>rd</sup> Ed.). [https://pages.makerbot.com/EducatorsGuidebook21.html?utm\\_source=website&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=21-NA-EDU-EducatorsGuidebook&utm\\_content=](https://pages.makerbot.com/EducatorsGuidebook21.html?utm_source=website&utm_medium=organic&utm_campaign=21-NA-EDU-EducatorsGuidebook&utm_content=)

- Mota, C., Moo, M. y de la Cruz Canul, C. (2017). Demanda del sector productivo para la formación de ingenieros líderes en animación digital del sureste. *Revista ANFEI digital*, 4(7). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/392/1039>
- Torres, R., Méndez, O. y Astorga F. (2016). Factores que llevaron al programa de Ingeniería Civil a obtener de manera consecutiva la acreditación. *Revista ANFEI digital*, 2(4). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/141/504>