

NUEVOS MODELOS Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DEL INGENIERO EN LA ERA DIGITAL

Lizbeth Habib Mireles



Nuevos modelos y estrategias para el desarrollo de competencias del ingeniero en la era digital



Esta investigación, arbitrada por pares académicos, se privilegia con el aval de las instituciones editoras. La edición fue revisada bajo el criterio de pares ciegos.

Labýrinthos editores. General Mariano Escobedo, N.L. 66055
www.labyrinthoseditores.com

Universidad Autónoma de Nuevo León/ Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Av. Universidad s/n, Ciudad Universitaria 66455, San Nicolás de los Garza, N.L., México

Teléfono: +52 (818) 329 4000 | 329 4020

Dr. Santos Guzmán López, Rector de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Celso José Garza Acuña, Secretario de Extensión y Cultura

Dr. Arnulfo Treviño Cubero, Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Primera edición 2022

Tiraje: 1000 ejemplares

© 2022 Labýrinthos editores

© 2022 Universidad Autónoma de Nuevo León

© 2022 Lizbeth Habib Mireles

ISBN: 978-607-99722-0-2

Impreso y hecho en México

Diseño de portada: Equipo editorial Labýrinthos, imagen de portada: Young female teacher marks exam papers during online classes; Item ID: 9D7W2QG; Author Username: gpointstudio; Licensee: Marco Olivares; Registered Project Name: Sistema híbrido; License Date: January 27th, 2022; Item License Code: 5JZG3HB7WA.

Diseño de interiores: Labýrinthos editores

Revisor Editorial: Dr. Eduardo Loredo Guzmán

Nuevos modelos y estrategias para el desarrollo de competencias del ingeniero en la era digital

Lizbeth Habib Mireles



Índice

Introducción	11
Capítulo 1. Antecedentes de la Ingeniería en México y el Mundo	15
México y su contexto en el 2020	18
La Formación de Ingenieros	19
Perfil de estudiante de Ingeniería	22
Capítulo 2. Competencias del ingeniero frente a la Industria 4.0	25
La Industria 4.0 y su impacto en la formación de Ingenieros	25
Los nueve pilares de la Industria 4.0	27
La Industria 4.0 y su impacto en la formación de ingenieros	31
Competencias para enfrentar los nuevos retos tecnológicos frente a la Industria 4.0	35
Análisis Bibliométrico de competencias para ingenieros	42
Tecnologías emergentes y competencias resultado de análisis bibliométrico	44
Definición de las 20 competencias identificadas para la formación de ingenieros	47
Aportaciones para formar ingenieros frente a la industria inteligente y sociedad digital	54
Capítulo 3. Competencias digitales en la formación de ingenieros	57
Alfabetización digital	60
Abordar las competencias digitales en la Universidad	61
Competencias digitales que requieren los profesores de ingeniería para formar a sus estudiantes	63
Aplicación y análisis de instrumento de autoevaluación de competencias digitales a profesores de ingeniería	65

Evaluación de competencias digitales de los estudiantes de Ingeniería	76
Consideraciones finales del dominio de las competencias digitales	87
Capítulo 4. Rediseñando la forma de aprender y evaluar la ingeniería en modalidades híbridas	89
Diseño instruccional para ambientes en línea o híbridos	91
Métodos de aprendizaje activo para el desarrollo del pensamiento crítico del ingeniero	94
Cambio en los paradigmas de la evaluación	98
Equipamiento, infraestructura y conectividad necesarias en las Aulas activas e híbridas	104
Conclusiones	112
Referencias	121
Anexos	139
Anexo 1	141
Anexo 2	148
Anexo 3	152
Anexo 4	160

Índice de figuras

Figura 1. Representación gráfica de las 4 revoluciones industriales	25
Figura 2. Pilares de la industria 4.0	30
Figura 3. Tecnologías Emergentes que deben dominar los ingenieros ante la Industria 4.0	44
Figura 4. Competencias demandadas para los ingenieros en la industria 4.0 y su porcentaje de mención en análisis bibliométrico	46
Figura 5. Características de la sociedad digital	54
Figura 6. Antigüedad de Profesores que participaron en la autoevaluación	67
Figura 7. Porcentaje de estudiantes por género	79
Figura 8. Número de estudiantes participantes por semestre de estudio	80
Figura 9. Propuestas a lo largo del tiempo del diseño instruccional	92
Figura 10. Aplicaciones y plataformas digitales que promueven el aprendizaje activo e híbrido	94
Figura 11. Tipos de evaluación	101
Figura 12. Diferencias visuales entre un aula tradicional y aula híbrida	106
Figura 13. Aula TILE	109
Figura 14. Aulas diseñadas para aprendizaje activo	110

Índice de tablas

Tabla 1. Desarrollo de competencias efectivas propuestas por la OCDE	36
Tabla 2. Competencias propuestas por el Foro Económico Mundial	37
Tabla 3. Tecnología que emergirá en la Industria al 2025	38
Tabla 4. Competencias propuestas por ASIBEI	39
Tabla 5. Tecnologías Emergentes mencionadas por documentos analizados	45

Tabla 6. Competencias genéricas mencionadas por autores y organismos analizados	47
Tabla 7. Media y desviación estándar de la Dimensión 1 Uso y alfabetización	68
Tabla 8. Media y desviación estándar de la Dimensión 2 Metodología Educativa a través de las TIC en el aula.	70
Tabla 9. Media y desviación estándar de dimensión 3 Formación del Universitario en TIC	72
Tabla 10. Media y desviación estándar Dimensión 4 Actitud ante las TIC en la Educación Superior	74
Tabla 11. Dimensión 1 Alfabetización tecnológica	81
Tabla 12. Dimensión 2 Búsqueda y tratamiento de la información	82
Tabla 13. Dimensión 3 Pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones	83
Tabla 14. Dimensión 4 Comunicación y colaboración	84
Tabla 15. Dimensión 5 Ciudadanía digital	85
Tabla 16. Dimensión 6 Creatividad e innovación	86

Introducción

El presente libro aborda los cambios disruptivos por los que atraviesa actualmente la formación de los ingenieros, buscando aportar desde la perspectiva de un ingeniero de formación y educador por convicción. Debemos considerar que en la Educación Superior los profesores son profesionistas de las carreras que forman o de la asignatura que imparten, por lo tanto, la experiencia en el aula a través de los años es la que les permite ir aprendiendo a ser maestros, por lo cual, muchos de los profesores que forman ingenieros imparten su cátedra como les fueron impartidas en su tiempo de estudiantes.

Considerando este punto de partida, y teniendo como fundamento que las aulas han evolucionado, que los estudiantes son totalmente distintos y no es posible tratar de seguir formando ingenieros con una metodología utilizada en el siglo pasado, que no le prepare para enfrentar los retos del siglo XXI. Se presenta en este libro una propuesta que busca compartir la experiencia dentro del aula de un ingeniero que cambió su especialización y se formó en la educación y la transición de quince años entre la enseñanza de la ingeniería y la docencia.

En el primer capítulo se abordan los antecedentes de la ingeniería, con la finalidad de mostrar que, si bien México no es un país a la vanguardia en este sentido, existe una evidencia del dominio de las bases en nuestros antepasados. También se plantea la necesidad de formar ingenieros, con bases sólidas que desarrollem un perfil que haga frente a la era digital y a los cambios tecnológicos.

Durante el segundo capítulo se presenta el impacto de la Industria 4.0 en la formación de ingenieros, mostrando la evolución de las revoluciones industriales, de tal manera que permita reflexionar como estas requieren de egresados con diferentes perfiles, características y conocimientos para seguir

apoyando la innovación y desarrollo tecnológico. Partiendo de los nueve pilares para la manufactura inteligente, manifestando lo que señalan organismos internacionales como el WEF (World Economic Forum), la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) entre otros muchos autores que debaten acerca de los roles emergentes frente al 2025, donde los ingenieros están presentes en 13 de los 20 roles propuestos por el WEF. Se continúa con una exploración de las competencias que con base en estos nuevos roles y futuras profesiones requieren los próximos egresados, mediante análisis bibliométricos, para proponer las 20 competencias que deben poseer los futuros ingenieros, conforme a los autores e instituciones investigadas y como cierre de ese capítulo se mencionan las características de una sociedad digital donde se desenvuelven profesores y estudiantes en la actualidad.

En el tercer capítulo se plantean las competencias digitales que tanto profesores como estudiantes deben dominar para un mayor aprovechamiento de los aprendizajes, analizando diversos instrumentos propuestos por distintos autores y grupos de investigación, se seleccionaron uno para profesores y otro para estudiantes y se implementaron en la institución de la autora, para obtener un primer acercamiento en la medición de las competencias digitales mediante la autoevaluación de profesores y estudiantes.

Por último, en el cuarto capítulo se presenta una propuesta de los principales elementos que deben considerar los profesores para rediseñar la forma de aprender y evaluar la Ingeniería considerando la modalidad híbrida que en la actualidad forma parte esencial de la enseñanza y que llegó para quedarse. En suma, se aborda el diseño instruccional, el aprendizaje activo y cómo puede ser incrustado poco a poco en las aulas tradicionales, la necesidad de los cambios de paradigma en la evaluación, considerando diversas modalidades para enriquecer, retroalimentar y realizar la evaluación de manera objetiva.

Para terminar, mencionando lo que requiere un aula activa ideal y como subsanar o emprender pequeños cambios que fomenten el aprendizaje activo e híbrido en los estudiantes, cuando no se cuenta con toda la infraestructura o equipamiento necesario.

En conclusión, la presente obra sugiere que tanto las Instituciones educativas formadoras de ingenieros, como los profesores mismos, emprendan una evolución permanente, que les permita innovar de manera continua en la construcción del conocimiento de sus estudiantes, con materiales, estrategias, uso de herramientas digitales y evaluaciones que fomenten el aprender a aprender y el desarrollo de competencias para la vida.



Capítulo 1. Antecedentes de la Ingeniería en México y el mundo

En innumerables ocasiones se han abordado los antecedentes de la Ingeniería, decir que inicia con la historia de la humanidad es lo óptimo, al principio se crearon herramientas que le servían para cazar o protegerse, siglos después se crean los primeros inventos que revolucionan la vida, como la rueda, la polea y la palanca. Las diversas culturas de la antigüedad realizaron construcciones que en la actualidad es difícil comprender cómo se edificaron sin las herramientas actuales, por nombrar algunas de ellas el Coliseo Romano, las Pirámides de Guiza, el Tesoro de Petra y en México, la Pirámide del Sol. (Salazar, et al., 2004).

Pero ¿quiénes fueron los principales aportadores a la ingeniería en la antigüedad? al hacernos esta pregunta viene a la mente grandes personalidades de la historia como Galileo quien formuló las primeras leyes de movimiento, entre muchas otras aportaciones a la ciencia. Newton se vuelve un referente con las leyes que llevan su nombre, la ley de gravitación, la ley de convección térmica y su aportación a la óptica, por mencionar algunas. Por su parte Bernoulli aportó en la hidrodinámica, flujo de fluidos y el “principio de Bernoulli”, Da Vinci definitivamente debe ser mencionado por aplicar el método científico, sus diseños desde el paracaídas, planeador alado, tornillo aéreo, sistema de irrigación, entre tantos otros, Torriceli al demostrar mediante el barómetro la presión atmosférica, definitivamente esta lista sería infinita.

Por otra parte, en nuestro país se tienen indicios de antecedentes que precedieron al desarrollo tecnológico desde el México prehispánico y sus aportes a la Ingeniería. Nuestros antepasados dominaban la hidráulica y la construcción, muestra de ello es la ciudad de Tenochtitlan, de los pueblos

Mexicas al ser construida sobre un lago, asimismo su aportación mediante el barro y el adobe, construían armas de obsidiana, fabricaban textiles con fibras y algodón, producían azúcar y pulque, por lo que se comprueba que dominaban la fermentación. La construcción de artefactos de cuarzo de los Mixtecas es otro ejemplo de cómo trabajaban las joyas, entre ellas las de oro y plata, y su dominio en conocimientos que les permitían construir las grandes edificaciones que hoy se mantienen de pie. (Morán Moguel y Vega Gallaga, 2012).

Posteriormente con el arribo de los españoles y Hernán Cortés llegan los oficios que permiten construir barcos, puentes, armas, caminos, etcétera, pero es preciso destacar el uso de la electricidad en la época virreinal mediante molinos movidos por el agua en los ríos Coyoacán y Tacubaya. (Vechi Appendini y Espinosa de los Monteros Aguilar, 2007).

En la época moderna, se menciona que a partir de 1970 crecen las instituciones de enseñanza de la ingeniería en la búsqueda de la modernización industrial, pero retomemos un poco de la historia, en 1792, surge la escuela de ingenieros Real Seminario de Minería de México, la cual fue la primera de su tipo en Latinoamérica, años después nace la Escuela Nacional de Ingenieros en 1883, en México la industrialización moderna llega hasta la década de 1890, la Fundidora de hierro y acero de Monterrey abre sus puertas en 1903. En 1920 la ingeniería se enfocaba en las compañías de petróleos, y es hasta 1921 cuando se registra la presencia de mujeres estudiando programas de ingeniería. Más tarde, en 1931 solo se tenían 541 carreteras en el país pavimentadas, otro grande reto para la ingeniería; en 1940, se crea la Comisión Nacional de Irrigación de Recursos Hídricos, se construyeron presas, se ampliaron carreteras y vías ferroviarias. (Llanas y Fernández, 2012; Morán Moguel & Vega Gallaga, 2012).

Recuero (2002) menciona un modelo para la formación de ingenieros en países latinoamericanos, este se centraba en las características del ingeniero y establece que las diferentes

escuelas surgen según la necesidad ya sea nacional o local, en sus inicios no necesariamente se vinculaban con las universidades, según las necesidades industriales, existía mucha independencia entre los centros y programas, se tenía menor acceso y la formación era general y no específica como las diversas ramas que se conocen en la actualidad.

En el estado de Nuevo León fue hasta el año de 1936 que nacen las carreras de ingeniería civil, ingeniería química, industrial y en 1956 se crea la carrera de ingeniero mecánico electricista, 1974 ingeniero mecánico administrador, 1975 ingeniero administrador de sistemas e ingeniero en electrónica y comunicaciones, en el 1983 ingeniero geofísico, geólogo ambiental, y geólogo mineralogista, por mencionar algunas carreras en la UANL, contexto donde se sitúan las investigaciones de los capítulos posteriores.

Durante el siglo XX, el ingeniero tuvo un papel importante, la ciencia y la tecnología fueron factores que en conjunto modernizaron la vida y el desarrollo social. Al llegar el siglo XXI, el avance de las TIC, la difusión del conocimiento e información hacen más evidente la evolución y desarrollo tecnológico, pero eso conlleva los requerimientos de una formación eficiente, innovadora, con aprendizaje profundo y crítico, con un compromiso social.

Desde el 2015 la OCDE, menciona que México se encuentra entre los diez países con más graduados en ingeniería. Sin embargo, no podemos considerarnos una potencia en este sentido, por lo que formar ingenieros que innoven y generen conocimiento y desarrollo tecnológico, permitirá un crecimiento de la industria y la calidad de vida de los mexicanos.

La formación de ingenieros es compleja, interactúan muchos elementos, desde los actores involucrados, estudiantes, profesores, directivos, pero también es importante el currículo, las tendencias tecnológicas y lo que requiere la sociedad y el sector industrial, sin embargo, no solo estos elementos influ-

yen o intervienen en la formación, existen otros aspectos como el contexto familiar, la sociedad y el lugar de origen. Algunas ciudades en México que tienen más presencia que otros de ciertos sectores industriales, esto también afecta directamente los programas educativos y el currículo especializado según estas necesidades.

La formación de ingenieros ha evolucionado con el paso del tiempo, pero hoy más que nunca se requiere de egresados capaces de aprender de forma continua y permanente, denominado también como aprendizaje para la vida.

México y su contexto en el 2020

Durante el año 2020, aún y con las complicaciones de la pandemia por COVID-19, se llevó a cabo el Censo de población y vivienda del INEGI (2021), el cual arrojó datos pertinentes para el contexto de la presente investigación, el total de la población en México fue de 126 014 024, de los cuales el 51.2% fueron mujeres y 48.8% hombres, de esta población el 21.6% tiene el nivel de educación superior, donde los jóvenes entre 15 y 24 años que son los que se encuentran en edad para realizar este nivel escolar se encuentran inscritos el 45.3%, lo que muestra que existe un alto porcentaje de jóvenes que en la actualidad no tienen acceso a la educación superior, la cual no es obligatoria en México pero si muy necesaria.

La tecnología y el acceso a la misma permite a la sociedad el autoaprendizaje en muchos contextos, dentro del mismo Censo del INEGI, se obtuvieron datos en este contexto que permiten ampliar un poco el panorama, al conocer el acceso a la tecnología y por ende la información, donde el 87,5% tienen acceso a celular, el 37.6 % a computadora y el 52.1% a Internet. A nivel de Nuevo León la población en edad de estudiar nivel medio y superior de 14 a 24 años, se encuentran debajo de la media nacional con 44.1%, sin embargo, en cuestión al acceso a la tecnología los porcentajes son

superiores donde el 93.0% de la población tienen un celular, el 47.8% una computadora y el 69.6% Internet. Esta información nos muestra un panorama general desde donde parte la investigación y el acceso al conocimiento sin ser específicos para ingeniería.

Capote León, et al. (2016), alude a la necesidad actual de un ingeniero que debe tener una formación multidisciplinaria, tener dominio profundo de las ciencias básicas y específicas para ejercer su carrera de manera independiente por su consolidación teórica y científica; debe estar vinculado con la fuerza laboral y la sociedad para poder resolver los problemas de ambos; debe ser capaz de adaptarse a los cambio y ser autodidacta, dominar la tecnología, lenguas extranjeras, formación económica, ecológica y humanista; considerando la cultura que favorezca las relaciones humanas, donde los valores, sentimiento y ética serán fundamentales; además desarrollar su pensamiento lógico y ser flexible, todo esto es una tarea que requiere de una ardua labor de planeación, justificación y creación de currículos que permitan la flexibilidad e integración de materias con las nuevas tecnologías.

Por lo tanto, la importancia de lo que se requiere formar ingenieros competentes, con una responsabilidad compromiso ético y comprometidos con la sociedad y el desarrollo tecnológico deberá enfocarse no solo en los aspectos teóricos, tecnológicos, sino se requerirá de una educación integral que fomente el bien común de la mano de ciencias, humanidades, artes, tecnología e innovación.

La formación de ingenieros

La formación de Ingenieros es una necesidad tanto de la sociedad como del individuo mismo, la innovación y el desarrollo tecnológico del país depende de la formación y desarrollo de ingenieros cualificados que tengan una formación multidisciplinaria, amplio conocimiento en mé-

todos y herramientas científicas y técnicas, de tal manera que puedan aprovechar al máximo los materiales y recursos humanos en pro de la prosperidad de la sociedad y la tecnología.

A nivel individual es una realidad que terminan una carrera profesional ha permitido disminuir las desigualdades sociales y mejorar la calidad de vida. Sin embargo, existe una gran parte de la población que no estudian una licenciatura ni de ingeniería ni de ninguna otra, por este motivo la Reforma Educativa en México se apegó a las recomendaciones de la OCDE (2017b), en búsqueda de una sociedad más incluyente, que otorgue igualdad de oportunidades a la población de todos los niveles socioeconómicos y demográficos, mediante una educación de calidad que permita la reducción de la pobreza.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen una ardua labor de preparar egresados competentes y para ello se requiere constante evolución de los programas educativos de formación de las diferentes especialidades tanto científicas, humanísticas y sociales. Pero principalmente, la formación de ingenieros requiere un cambio permanente de tal manera que puedan prepararse a los egresados para enfrentar un mundo que aún no existe, con tecnología que aún no se ha contemplado y en contextos inimaginables. La transformación de los modelos educativos y los programas deben ser rediseñados de manera constante debido al desarrollo, progreso científico y tecnológico a nivel global, teniendo entre una de sus principales características la flexibilidad que permita incluir unidades de aprendizaje de última generación con base en las corrientes tecnológicas.

En las últimas décadas, esta formación ha ido evolucionando de un modelo centrado en la enseñanza a uno centrado en el aprendizaje donde el profesor se transformó y pasó de ser un transmisor de solo transmitir de conocimientos, a ser una guía que ayude al estudiante a construir su propio conocimiento.

En este sentido, Salazar, et al. (2004) menciona que los ingenieros deben conocer el enfoque del mercado global, la tecnología de materiales, dominar los procesos industriales y ser innovadores para desarrollar tecnología a partir de lo que se requiere. Particularmente hace hincapié en el aspecto de la tecnología de información donde se requiere ingenieros que utilicen software, ingenieros con bases científicas, especializadas en diseño y desarrollo de software y los ingenieros que desarrollarán productos.

Capote León, et al. (2016) plantean que los egresados de los programas de ingeniería deben tener una base sólida de conocimientos, acompañados de capacidades y actitudes, por lo que el rediseño curricular debe plantear el conocimiento de frontera, el enfoque que permite resolver problemas nacionales, de tal manera que propone una visión con tres ejes: “el objeto de la profesión y la formación de habilidades profesionales, el enfoque científico para la solución de problemas profesionales y la formación ética del ingeniero contemporáneo” (p. 24).

Pero, cuál es el contexto de México con respecto a la formación a nivel superior, la OCDE (2017b) expresa que a nivel medio superior era muy bajo del 54%, sin embargo, a nivel superior el beneficio de estudiar una licenciatura se encuentra por encima de la media internacional, lamentablemente solo el 16% de los adultos de 25 a 64 años en el 2015, lo que conlleva que a pesar de los avances logrados en México durante los últimos años, aún se tenga una mano de obra poco competitiva y calificada, al estar 20 puntos porcentuales debajo de la media de la OCDE.

Los organismos internacionales nos ofrecen un panorama de la educación en general donde queda claro una falta de visión estratégica en particular en la calidad, diversidad y programas existentes, existen trabajos al respecto, pero estos están fragmentados, las secretarías federales trabajan de manera independiente y no colaborativa por lo que el área educativa,

empleo, economía propone de forma individual los programas nacionales. OECD (2019b).

Perfil de estudiante de ingeniería

En la actualidad se forman estudiantes que tienen características diferentes, nacieron en un contexto donde la tecnología los ha acompañado y se ha desenvuelto en conjunto con ellos, para ellos no es raro un teléfono inteligente, tener acceso a infinidad de información mediante un click, el mundo interconectado es parte de su vida diaria, donde el aprendizaje no solo se desarrolla en una aula académica, sino que se puede acceder a ella mediante aplicaciones como, YouTube y, MOOCs, encontrar en línea un sinfín de tutoriales, que les enseñan a hacer cualquier cosa, desde resolver un problema matemático, hasta desarrollar un prototipo o imprimir una pieza en 3D, sin dejar cuestiones simples como aprender a vestirse, maquillarse, etc.

Sin embargo, el estudiante no tiene la capacidad de evaluar críticamente la veracidad de la información presentada en línea, requieren aprender a procesar información y saber qué hacer con ella. En este sentido la OECD (2011), expresa:

El lector es quien tiene que descubrir no sólo de lo que trata el texto, sino también quién lo escribió, quién lo publicó, cuándo, con qué propósito y con qué sesgos potenciales. En el mundo impreso, estas atribuciones las facilita una gama de claves contextuales y de percepción [...]. Sin embargo, la red carece de la mayor parte de estas claves y mediadores, y el lector tiene que recurrir a niveles más profundos de razonamiento para evaluar la calidad del texto. (p.37).

Por lo que es elemental que se considere dentro de su formación, el desarrollo de esta capacidad que les permita identificar la pertinencia y confiabilidad de las fuentes consultadas menciona que deben corroborar la información, detectar anomalías o conflictos para lograr resolverlos. (OECD, 2019).

Otro aspecto que forma parte de cómo aprenden es el uso de los videojuegos, factor importante a considerar a pesar de no ser el total de la población el que tiene acceso a los mismos, si representa un porcentaje muy alto que dedican más tiempo a esta actividad que a sus estudios, en este mismo caso se encuentra el navegar en las redes sociales. Existen múltiples investigaciones que afirman que los videojuegos cambian la estructura del cerebro, la forma de desarrollar ideas y cómo aprenden, Prensky y Berry (2001) proponen que estos deben integrarse a las actividades de aprendizaje. Pero en el caso del tiempo dedicado a navegar por redes sociales trae consigo la inversión de tiempo que no se recupera y no se puede considerar como beneficioso en la formación, al contrario, existen investigaciones que apuntan los efectos negativos que tienen en la autoestima. En el sentido de las redes sociales Sinek afirma que generan adicción y relaciones sociales superficiales.

Los estudiantes de ingeniería que actualmente están en las aulas, según Sinek (2017), tienen aspectos negativos al ser perezosos, ególatras y egoístas, en cuanto al desarrollo de su profesión no están conformes. Por su parte Casey (2015), encuentra la parte positiva, desde su punto de vista son conscientes que deben integrarse al mundo laboral, en lo general tienden a ser líderes, que les gusta colaborar y tienen un compromiso social.

Considerando el perfil del estudiante actual, Capote et al. (2016), consideran señalan que la formación del ingeniero debe ser interdisciplinaria, de tal forma que sea integral, aborde la parte científica y práctica, sin dejar de considerar la social y humanista, lo cual es prioritario para afrontar los cambios tecnológicos y el impacto de ello en las relaciones humanas.



Capítulo 2. Competencias del ingeniero frente a la Industria 4.0

La Industria 4.0 y su impacto en la formación de ingenieros

La Industria 4.0 se ha convertido en un parteaguas en la historia de la humanidad e impacta directamente a la ingeniería y la formación de ingenieros, por ello es conveniente establecer los antecedentes que permitan comprender la evolución y su impacto en la educación, al enfrentarnos a cambios tecnológicos sin precedentes, la figura 1 nos muestra cada una de las cuatro revoluciones industriales que se describen más adelante con mayor profundidad.

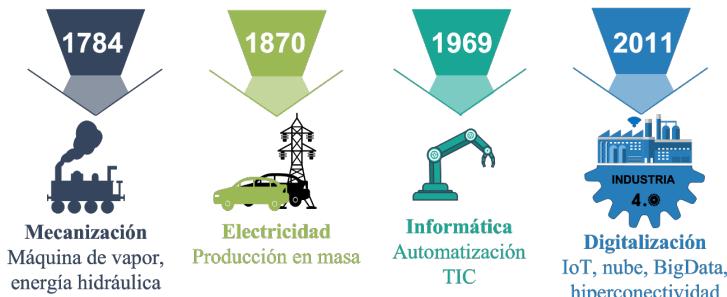


Figura 1. Representación gráfica de las cuatro revoluciones industriales.

Fuente: Elaboración propia.

La *primera revolución industrial* en 1784 fue caracterizada por los avances científicos y tecnológicos entre los que se pueden destacar la mecanización, la invención de la máquina de vapor, potencia hidráulica y térmica, sistemas de manufactura, industria textil, máquinas y herramientas que fueron la causa del progreso en estas áreas de la industria. La *segunda revolución industrial* en 1870 se destaca por la creación del motor de combustión interna, la generación de la electricidad, múltiples avances en química, el telégrafo, la producción en masa y creación de turbinas. A partir de estos cambios se transforma

la producción agraria, la mecanización de los medios de transporte, entre otras. (Castells, 1997; Carvajal Rojas, 2020).

A mitad del siglo XX, cobran fuerza las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la *tercera revolución industrial* en 1969, se caracteriza por el desarrollo de la aviación, el lanzamiento de los primeros satélites al espacio, la energía nuclear, así como el Internet, los smartphone y la realidad virtual, los inicios de la cibernetica, manufactura digital, principios de la robótica, automatización, electrónica y digital, redes, avances significativos en fitogenética, el empleo de las energías renovables por lo que a esta revolución también se le denomina “revolución verde”. (Cáceres, 2016; Carvajal Rojas, 2020) Rifkin (2011) establece cinco pilares para esta revolución: 1) la transición hacia la energía renovable; 2) la transformación en microcentrales eléctricas que recojan y aprovechen *in situ* las energías renovables; 3) el despliegue de la tecnología del hidrógeno para acumular energías como las renovables; 4) el uso de la tecnología de Internet, y 5) la transición de la actual flota de transportes hacia vehículos de motor eléctrico.

La cuarta revolución industrial o Industria 4.0 tiene sus orígenes en Alemania en 2011 durante la Feria de Hannover, posteriormente en el 2016 el Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés), Schwab presenta los retos que conllevan estos cambios tecnológicos. Se caracteriza por la convergencia de las tecnologías de información, máquinas autónomas, robótica avanzada, Big data, analítica de datos, Internet de las cosas, la nube, industrias inteligentes, machine learning e inteligencia artificial. Lo que hace diferente a esta revolución de las tres que le precedieron es la convergencia de lo físico, digital y biológico creando innovación exponencial en robótica, drones, sensores, impresión 3D, Internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial (AI), Big data, vehículos y máquinas autónomas, nanotecnología, biotecnología, ciencias de los materiales o almacenamiento

energético y computación cuántica entre otras a nivel global. (Schwab, 2015 y 2016; Tinmaz y Lee, 2019; García Ortega, 2021; López Calderón, 2021).

Estas áreas de conocimiento de una u otra forma se relacionan con la inteligencia artificial, la cual se vuelve el centro del desarrollo tecnológico, por la necesidad de analizar megadatos mediante algoritmos, la interconectividad de sistemas y dispositivos digitales puesto que generan grandes beneficios, pero conlleva también infinidad de retos y desafíos al tener la capacidad de interconectar la electrónica, la conectividad y el software para crear procesos inteligentes que tengan la capacidad de autogestionarse y tomar decisiones mediante sensores y programación; pero para que todo lo enunciado se implemente de manera holística se requiere conocer a profundidad el impacto de la Industria 4.0. (Sampietro-Saquicela, 2020).

Los nueve pilares de la Industria 4.0

Así como se mencionó los cinco pilares propuestos por Rifkin en la tercera revolución industrial, en la Industria 4.0 se establecen nueve pilares para la manufactura inteligente los cuales se pueden observar en la figura 2 y se describen a continuación: (Hernández-Muñoz, et al., 2019; Rüßmann et al., 2015; Bartodziej, 2016; Cheng et al., 2016; Gilchrist, 2016; Carvajal Rojas, 2020; Sampietro-Saquicela, 2020).

1. *Big data y analítica de datos:* La gran cantidad de productos y sistemas inteligentes, los datos y conocimientos se multiplican, este pilar se centra en el tratamiento de grandes volúmenes de datos, la capacidad de identificar, almacenar y clasificar grandes cantidades de ellos para extraer información, medir y tomar decisiones con base en algoritmos avanzados, todo ello en tiempo real para identificar patrones, descubrir ineficiencias e incluso predecir eventos futuros.

2. *Máquinas y robots autónomos:* La tecnología ha permitido la evolución de máquinas y robots, al alcanzar cada vez más

autonomía mediante la inteligencia artificial y los sensores, así como la capacidad de interactuar unos con otros y con los humanos. Innovando en las fábricas inteligentes mediante la automatización de los procesos, integración de sensores y actuadores, comunicación mediante interfases con tareas cada vez más automatizadas.

3. *Simulación*: la simulación ha tomado mayor relevancia al ofrecer la oportunidad mediante datos reales de producir un modelo virtual de uno físico, por ejemplo; máquinas, productos, procesos, incluso personas, con la finalidad de prevenir o minimizar errores y fallas, ahorrar tiempo, y evaluar el resultado en un entorno controlado por la inteligencia artificial previo a su puesta en marcha en la realidad.

4. *Integración de información vertical y horizontal*: la integración de capacidades físicas y virtuales en todos los sentidos, entre departamentos, procesos, empresas, proveedores, clientes y el acceso a datos, servicios disponibles, monitorear y controlar procesos, manteniendo comunicado el mundo real y virtual mediante el Internet y las fábricas inteligentes, dando como resultado la automatización de cadenas de valor.

5. *Internet de las cosas*: Cada vez es más común el uso de objetos inteligentes en la vida diaria y no solo en la industria, mediante dispositivos electrónicos y, sensores, los cuales interactúan con máquinas mecánicas y digitales, incluso objetos, animales o personas. Permiten almacenar información y transmitirla comunicando el mundo artificial y la realidad, transfiriendo datos a través del Internet, donde no es necesario la interacción entre personas o persona-máquina.

6. *Ciberseguridad*: Representa la necesidad de proteger los sistemas computacionales debido al aumento de la conectividad y asegurando la seguridad de red mediante protocolos de comunicación, que permita proteger sistemas críticos de la industria, amenazas de seguridad cibernetica en robo información o líneas de fabricación, permitiendo a las empre-

sas y usuarios mantener comunicaciones confiables y seguras, encriptar datos para que no puedan ser utilizados sin autorización, implementación se sistemas de seguridad mediante sofisticados sistemas de identidad, usando la bioseguridad.

7. *La nube (Cloud Computing)*: este pilar ofrece la oportunidad de tener acceso a aplicaciones, infraestructura e información procesada en tiempo real y desde cualquier lugar donde tengas acceso al Internet, el almacenamiento en su mayoría tiene acceso limitado de manera gratuita o amplio mediante un costo, la industria genera Big data con sus productos y sistemas inteligentes y la nube permite almacenarlos, procesarlos y acceder a ellos en cualquier momento y desde cualquier lugar, se denomina como flujo de datos sin frontera y permite la flexibilidad al no tener que invertir en infraestructura física para almacenar la información y el procesamiento de datos con requerimientos de procesamientos informáticos elevados.

8. *Manufactura aditiva*: Las empresas y los individuos han cambiado la forma de fabricación mediante la superposición de capas de distintos materiales, permitiendo mediante este pilar el diseño e impresión en 3D mediante un modelo virtual para lotes de cualquier tamaño de artículos, esta tecnología permite la creación de prototipos, rápidos cambios en los diseños, producir piezas únicas, reducir costos de materiales o materia prima acumulada y bajos costos de transportación, teniendo como ventajas la creación de complejos diseños y el producto ligero.

9. *Realidad aumentada*: este pilar permite unir entornos reales y recursos digitales, ofreciendo la capacidad de integrar elementos físicos que permitan interactuar con información en tiempo real para un procesamiento rápido y mejorar la toma de decisiones, además de compartir información con expertos que no se encuentran en el lugar y recibir indicaciones para realizar los procedimientos en cualquier

contexto. Permite combinar el modelado 3D, la simulación en entornos virtuales, para diseñar nuevos productos, mejorar procesos, aumentando la flexibilidad, disminuye costos y aumenta la producción, entre alguno de sus usos.

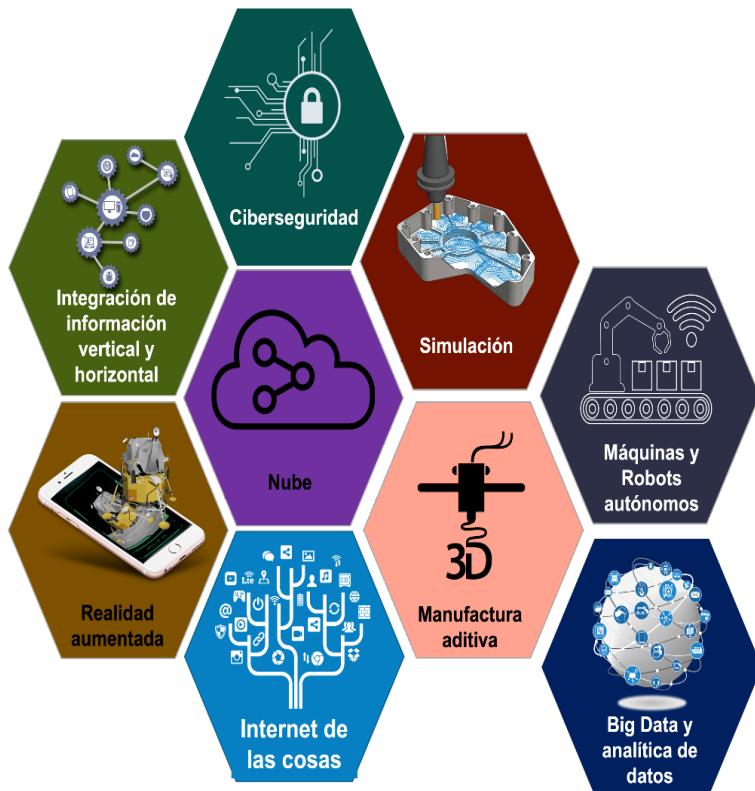


Figura 2. Pilares de la industria 4.0.

Fuente: Elaboración propia.

De estos pilares se desprende no solo las tendencias de desarrollo tecnológico sino también el cambio necesario en el perfil de los ingenieros para que puedan evolucionar y enfrentarse a esta etapa donde la innovación es parte fundamental en las fábricas inteligentes.

La Industria 4.0 y su impacto en la formación de ingenieros

La OCDE (2017b) menciona que en México no ha sido posible incrementar la productividad y la competitividad, debido al pobre desarrollo en competencias y el uso inadecuado de las mismas en el desarrollo profesional. Es pertinente establecer estrategias con respecto a los conocimientos específicos y las competencias transversales que se esperan de los egresados, por lo que se parte de un análisis bibliométrico, con la finalidad de realizar una propuesta que establezca las competencias requeridas frente a los cambios tecnológicos que trae consigo la Industria 4.0 y la globalización.

En este sentido, las IES deben emprender un rediseño con cambios estratégicos en sus currículos o programa académicos de tal manera que los egresados puedan adaptarse y ser factor de cambio en la industria inteligente. Las tecnologías emergentes demandan ingenieros bien cualificados, por lo que el desarrollo de habilidades y competencias que se requieran para el contexto actual y el futuro próximo debe ser atacado desde las aulas, lo que concuerda con Pernías Peco (2017), el cual establece que es pertinente armonizar las nuevas competencias, reformular las existentes y añadir o eliminar las que sean necesario.

Es necesario considerar la propuesta de OCDE (2017, p. 6), misma que aborda un marco de estrategias de competencias, destrezas y habilidades que permitan emprender acciones para el desarrollo de competencias relevantes, activación de competencias en el mercado laboral y su uso eficaz en beneficio de la economía y la sociedad mediante mejores empleos y condiciones de vida. Esta estrategia establece ocho desafíos para el desarrollo de habilidades, en estos rubros mencionados:

I. Desarrollo de competencias relevantes

1. Mejorar el nivel de las competencias de los estudiantes de educación obligatoria.
2. Aumentar el acceso a la Educación Superior, a la vez que se mejora la calidad y la relevancia de las competencias desarrolladas en la Educación Superior.

II. Activación de la oferta de competencias

3. Eliminar las barreras en el ámbito de la oferta y la demanda a fin de activar las competencias en el empleo (formal).
4. Promover la activación de competencias de grupos vulnerables.

III. Uso efectivo de las competencias

5. Mejorar el uso de competencias en el trabajo.
6. Apoyar la demanda de mayores competencias a fin de impulsar la innovación y la productividad.

IV. Fortalecimiento del sistema de competencias en México

7. Respaldar la colaboración entre el Gobierno y las partes interesadas para alcanzar mejores resultados en materia de competencias.
8. Mejorar el financiamiento público y privado para las competencias

En el 2019 la OCDE, realiza cambios en la Estrategia de Competencias que abarcan las mega tendencias: la globalización, la digitalización; y las buenas prácticas resultado de la aplicación del programa anteriormente propuesto el cual México fue el segundo país en participar después de Noruega, para el 2019 ya había sido aplicado en once países, cambiando los desafíos por tres componentes claves: a) Desarrollar competencias necesarias a lo largo de la vida, b) usar las competencias de manera eficaz en el trabajo y en la sociedad y c) fortalecer la gobernanza de los sistemas de competencias. En esta investigación se toma en cuenta principalmente, el desarrollo de competencias efectivas, lo cual implica “la movilización de conocimiento, competencias, actitudes y valores para satisfacer demandas complejas” (OCDE, 2019, p.73).

La propuesta presentada de este análisis busca aportar al diseño curricular, las competencias que se requieren para una formación de calidad en los ingenieros, la cual se centra en el estudiante y las necesidades para desempeñarse un mundo laboral competitivo. Es pertinente para el desarrollo de competencias incorporar metodologías ágiles de planeación que permitan enfrentar la reforma educativa que el Sistema de educación superior requiere (Pernías Peco, 2017).

La integración de las necesidades para enfrentar los cambios tecnológicos que la Industria 4.0 conlleva, requiere el desarrollo de competencias considerando los nueve pilares antes mencionados para afrontar los nuevos sistemas y ambientes inteligentes. En el 2016 el Foro Económico Mundial (WEF, 2016), pronosticaba la desaparición de múltiples puestos de trabajo, esto estaba previsto del 2015 al 2020, debido a la reducción de intermediarios en la adquisición de bienes y productos y la automatización de tareas, sin embargo, el cambio de tecnología también crea nuevas necesidades en la industria y por lo tanto nuevas oportunidades laborales, siempre y cuando los egresados cuenten con las herramientas para enfrentarse a estos nuevos retos tecnológicos.

Por este motivo, la formación de ingenieros competentes y cualificados permitirá desempeñarse con éxito en los puestos de nueva creación por el desarrollo tecnológico. Jeschke (2016), propone tres características necesarias para poder enfrentar los requerimientos en la Industria 4.0, a) Un nuevo lenguaje entre los ingenieros y las máquinas que denominó programación científica, b) Revolución tecnológica mediante la innovación y el desarrollo empresarial y c) Dominio de conocimientos intangibles para lo que requerirá un aprendizaje analítico.

De igual manera el Foro Económico Mundial (WEF, 2020) en su reporte el Futuro de los Trabajos, señala que el 35% de las competencias que hoy son prioritarias dentro de la

formación y la industria evolucionarán o transformarán para el 2025, las empresas prevén que muchos de los trabajadores actuales requerirán capacitación para enfrentarse a las nuevas demandas laborales pues se espera que el tiempo dedicado a las tareas para este año sean iguales para los humanos y las máquinas, si bien existen predicciones de 85 millones de trabajos perdidos por sustitución de automatización y máquinas, también se presentan 97 millones de nuevos trabajos que faciliten la interacción de humanos, máquinas y algoritmos. Esto conlleva una responsabilidad hacia las Instituciones de Educación Superior, especialmente a los formadores de ingenieros, los cuales tienen el gran reto de reestructurarse para formar los ingenieros del futuro que puedan desempeñarse en los roles emergentes mencionados a continuación y propuestos en este mismo documento.

Roles emergentes para el año 2025 (WEF, 2020):

1. *Analistas de datos y científicos*
2. *Especialistas en inteligencia artificial y aprendizaje automático*
3. *Especialistas en Big data*
4. *Especialistas en estrategia y marketing digital*
5. *Especialistas en automatización de procesos*
6. *Profesionales del desarrollo empresarial*
7. *Especialistas en transformación digital*
8. *Analistas de seguridad de la información*
9. *Desarrolladores de software y aplicaciones*
10. *Especialistas en Internet de las cosas*
11. *Jefes de proyecto*
12. *Gerentes de administración y servicios comerciales*
13. *Profesionales de bases de datos y redes*
14. *Ingenieros robóticos*
15. *Asesores estratégicos*
16. *Analistas de gestión y organización*
17. *Ingenieros de tecnología financiera*
18. *Mecánicos y Reparadores de Maquinaria*
19. *Especialistas en Desarrollo Organizacional*

20. Especialistas en gestión de riesgos

De los 20 roles emergentes o futuros puestos de trabajo con mayor demanda en la industria propuestos por el Foro Económico Mundial, los 13 que se encuentran en cursivas, pueden ser formados y desarrollados por ingenieros, por tal motivo las competencias que requiere la Industria 4.0, para generar los cambios tecnológicos que se avecinan se convierte en una tarea prioritaria en las agendas de las instituciones educativas, pero también consideradas por organismos internacionales.

Competencias para enfrentar los nuevos retos tecnológicos frente a la Industria 4.0

Afrontar la necesidad de la formación de ingenieros con nuevas competencias requiere de regresar a los inicios del concepto competencias, este concepto ha sido abordado por diversos autores a través del tiempo, como las características que requiere una persona para la práctica eficiente de su trabajo, también se ha definido como los rasgos personales, conocimientos, experiencias, habilidades para desempeñarse exitosamente. (Boyatzis, 1982; Roberts, 1997)

En la evolución del concepto se presenta la propuesta por Gehrke, et al. (2015), de clasificar las competencias para la industria en dos categorías: a) Técnicas o específicas, se refieren a los conocimientos de las TIC y las habilidades de procesar y analizar información y datos, poder realizar estadísticas a partir de ellos, habilidad de interactuar con interfaces modernas y b) Personales o genéricas, entre las que se encuentran la autogestión, saberse adaptar a las diferentes situaciones y cambios tecnológicos, trabajar en equipo y las habilidades de socialización y comunicación.

Algunas de estas competencias serán específicas para la formación de ingenieros, pero también existen las competencias genéricas que deben desempeñar independientemente de su formación. Por su parte, la OCDE propone una cla-

sificación de competencias efectivas que pueden observarse en la tabla 1.

Tabla 1. Desarrollo de competencias efectivas propuestas por la OCDE.

Competencias básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión lectora • Competencia matemática y digital • Competencias analíticas, sociales y emocionales
Competencias cognitivas y metacognitivas transversales	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento crítico • Resolución de problemas complejos • Pensamiento creativo • Competencia de “aprender a aprender” • Autocontrol
Competencias sociales y emocionales	<ul style="list-style-type: none"> • Concienciación • Responsabilidad • Empatía • Autosuficiencia y colaboración
Conocimientos y Competencias profesionales, técnicos y especializados	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el conocimiento de su profesión específica, con potencial de transferencia a nuevos campos desconocidos.

Fuente: OCDE (2019, p73).

El desarrollo de estas competencias no solo será responsabilidad de las IES, pues muchos de los egresados deberán ser capacitados dentro de las empresas donde se desenvuelven, en este sentido Ghobakhlo (2018) hace referencia a que para alcanzar el éxito en la transición de las empresas hacia la Industria 4.0, los administradores de recursos humanos serán clave pues deberán evaluar las competencias de su equipo de trabajo, identificar las habilidades digitales que su empleados tienen y las que carecen y requieren para desempeñar bien su trabajo.

Retomando el informe del Futuro de los trabajos del WEF (2020), afirma que cambiarán las competencias demandadas laboralmente en los próximos 5 años, es probable que las actuales no sean consideradas, incluso utilizadas, pues los cambios tecnológicos requerirán de la creación de nuevas competencias, el Foro Económico Mundial propone 15

competencias genéricas (ver tabla 2) para enfrentar estos cambios:

Tabla 2. Competencias propuestas por el Foro Económico Mundial.

1. Pensamiento analítico e innovador
2. Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje
3. Resolución de problemas complejos
4. Análisis y pensamiento crítico
5. Creatividad, originalidad e intuición
6. Liderazgo, trabajo en equipo e influencia social
7. Control, monitoreo y uso de tecnología
8. Programación y diseño tecnológico
9. Resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad
10. Razonamiento y resolución de problemas
11. Inteligencia emocional
12. Solución de problemas
13. Orientación de servicio
14. Evaluación y análisis de sistemas
15. Persuasión y negociación

Fuente: WEF (2020, p.36).

Es importante mencionar que estas competencias genéricas requieren de los egresados de cualquier licenciatura conocimientos de programación, diseño tecnológico, control, monitoreo y uso de tecnología, y evaluación y análisis de sistemas que anteriormente solo era requeridos para las áreas relacionadas con la ingeniería y la tecnología. No obstante desestimar la importancia del desarrollo de las competencias, puede ser un gran error, pues la demanda de la industria frente a la tecnología que se desarrolla a pasos agigantados, donde será necesario enfrentar los retos presentes y futuros, por ello la adaptación y adopción de nuevos conocimientos y competencias serán un factor clave para alcanzar el éxito en la vida laboral de los egresados de las carreras de ingeniería.

El mismo informe presenta la tecnología que será adoptada por las empresas frente a la Industria 4.0 (ver tabla 3), es ahí de donde es necesario partir, para asegurar que los nuevos egresados de ingeniería tengan el perfil para enfrentarse a ellos. (WEF, 2020, p.27).

Tabla 3. Tecnología que emergerá en la Industria al 2025.

Tecnología emergente
1. La nube
2. <i>Big data</i> o analítica de datos
3. Internet de las cosas (IoT)
4. Ciberseguridad
5. Inteligencia Artificial y robótica
6. Procesamiento de texto imagen y voz
7. Comercio electrónico y digital
8. Robots, no humanoides
9. Realidad virtual y aumentada
10. Tecnologías de registro y <i>Blockchain</i>
11. Modelado e impresión 3D y 4D
12. Almacenamiento y generación de energía
13. Nuevos materiales (nanotubos, grafeno)
14. Biotecnología
15. Robots, humanoides
16. Computación cuántica

Fuente: Foro Económico Mundial (WEF 2020, p.28)

Durante los últimos 5 años, múltiples investigaciones han abordado la importancia del desarrollo de competencias, que permitan enfrentar la preocupación de un futuro incierto que pueda combatir los cambios vertiginosos en la tecnología y nuevas realidades que requieren de los profesionistas para enfrentar estos desafíos.

Existen organismos internacionales que acreditan a los programas educativos y tienen como finalidad asegurar la calidad de los programas y de los conocimientos que los egresados deben poseer, en este sentido se consideraron dos organismos acreditadores, para conocer cuáles son las competencias que consideran deben desarrollar un estudiante de ingeniería.

ASIBEI (2016), propone 5 competencias tecnológicas y 5 competencias sociales políticas y actitudinales, estas pueden observarse en la tabla 4, a pesar de que estas no están totalmente alineadas a la industria 4.0, si existe una relación con las ya antes expuestas.

Tabla 4. Competencias propuestas por ASIBEI.

Competencias Tecnológicas	Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales
<p>Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.</p> <p>Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.</p> <p>Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.</p> <p>Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.</p> <p>Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.</p>	<p>Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.</p> <p>Comunicarse con efectividad.</p> <p>Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</p> <p>Aprender en forma continua y autónoma.</p> <p>Actuar con espíritu emprendedor.</p>

Fuente: ASIBEI (2016, p.18)

Por su parte ABET (2018, pp. 5-6), indica que los estudiantes deben de desarrollar al menos siete competencias que respalden el programa educativo en donde se formaron, estas competencias y capacidades se describen a continuación:

1. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería mediante aplicar principios de ingeniería, ciencia y matemáticas
2. Capacidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que cumplan con las especificaciones, necesidades, teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como los factores culturales, sociales, ambientales y económicos
3. Capacidad para comunicarse de manera eficaz con una variedad de audiencias
4. Capacidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en ingeniería situaciones y emitir juicios informados, que deben considerar el impacto de Solu-

- ciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
5. Capacidad para funcionar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos proporcionan liderazgo, crear un entorno colaborativo e inclusivo, establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos
 6. Capacidad para desarrollar y realizar la experimentación, el análisis y el interpretar datos y utilizar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones
 7. Capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando nuevas estrategias aprendidas.

Autores como Prifti, et al. (2017) proponen competencias como la comunicación, afinidad a la tecnología Big data, resolución de problemas, el aprendizaje para la vida, trabajo colaborativo en ambientes interdisciplinarios, toma de decisiones, el liderazgo, creatividad y autogestión, gestión de procesos, conocimientos de ciberseguridad, modelado.

Desde el punto de vista de Karre, et al. (2017), las competencias necesarias para enfrentarse el mundo laboral son: la planificación de recursos empresariales, dominio de Big data y la nube, ciberseguridad y manufactura autónoma, pensamiento crítico y analítico, programación de robots, también mencionan conocimientos más específicos como conocimiento estadísticos para la resolución de problemas, mantenimiento y uso de almacenamiento de datos, dominio de servidores, procesos de mapeo, PL/SQL avanzado, lenguaje unificado de modelado. Esto concuerda con lo propuesto por Longo, et al. (2017), quien ratifica que los sistemas de planificación de recursos empresariales, Big data y analítica de datos, la nube, ciberseguridad y la manufactura autónoma serán claves para enfrentar los cambios tecnológicos.

Otros autores recomiendan otras competencias que han estado en las agendas de las IES como es el dominio de otros

idiomas, el trabajo autónomo, la flexibilidad y creatividad, disposición de aprender nuevas cosas, pensamiento analítico y lógico, responsabilidad, habilidades manuales y técnicas, sin embargo, coinciden en conocimientos estándares de seguridad y comunicación, dominio de servidores y habilidades de organización e informática. (Benešová & Tupa, 2017).

En este sentido, Pernías Peco (2017), sostiene que las empresas hoy han cambiado su forma de reclutamiento, buscando talento en vez de currículo, entre el talento requerido se encuentra el poder medir y tomar decisiones con base en datos, desarrollar pensamiento crítico y actividad científica, pensamiento computacional, incentivar el aprendizaje continuo, prácticas de e-learning y autoaprendizaje.

Bamrungsin (2017), clasifica las competencias en tres grupos: el primero consta de habilidades de innovación (pensamiento innovador, pensamiento creativo, pensamiento crítico y resolución de problemáticas), el segundo las habilidades digitales y de información (literatura digital, literatura de tecnologías de información, literatura de herramientas digitales) y el último habilidades de vida y carrera (adaptabilidad, flexibilidad y colaboración, autogestión, ciudadanía cívica y global, habilidad con lenguajes en específico el inglés).

En forma similar Azmi, et al. (2018), propone que el dominio de la lengua inglesa, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, habilidades de emprendimiento e informática son necesarias para ser competitivo. Por su parte, Jerman, et al. (2018) destaca que la industria inteligente requiere conocimiento de ciberseguridad, programación, comunicación, trabajo en equipo, resolución de problemas complejos, creatividad, resolución de conflictos, habilidad analítica y de investigación, liderazgo, habilidad con lenguajes, saber enseñar, compromiso con el aprendizaje activo, flexibilidad, adaptabilidad, trabajar bajo situaciones de estrés y responsabilidad social.

Carvajal Rojas (2020, pp.4-5), alude a competencias analíticas avanzadas (Big data), aplicación de Internet de las cosas, simulación avanzada y modelado virtual de plantas, competencias en ingeniería de computación, habilidades en la Interface Hombre-Máquina, gestión integrada de control de calidad, de procesos y de productos, optimización de logística y de inventarios, concebir lógica de programación y computación, usar Matlab/Simulink o programas afines para solucionar problemas de ingeniería, analizar y experimentar a través de laboratorios remotos, virtuales e interactivos, operar herramientas CAD/CAM/CAE/FEA para modelado y simulación de elementos y sistemas de ingeniería, como también diseño de manufactura integrada por computador física y virtual, a través de un modelo educativo pertinente a la evolución de la Industria 4.0 y a un diseño curricular flexible.

Análisis Bibliométrico de competencias para ingenieros

Para la elaboración del presente apartado, se inició con la identificación de los conceptos o palabras clave de la búsqueda, que permitieran identificar artículos, informes y documentos que nos permitieran identificar las competencias requeridas por los ingenieros frente a la Industria 4.0 y las tecnologías emergentes donde se desenvolverán los futuros egresados de ingeniería.

Se realizó esta búsqueda en artículos e informes del 2017 al 2021, en bases de datos como ScienceDirect, Scopus, ERIC, Scielo, entre otras, sin discriminar el idioma, con la finalidad de identificar los conceptos clave: competencias genéricas y específicas, ingeniería y tecnologías emergentes.

Los resultados obtenidos una vez que fueron descartados los documentos repetidos los documentos no revisados por pares y las reseñas de libro, fue la identificación 64 artículos y tres informes de organismos internacionales. De este total de 67 documentos se profundizó en la identificación de competencias para ingenieros, seleccionando a este grado de

profundidad un total de 23 artículos e informes que mencionaban las competencias requeridas en los ingenieros contemporáneos, así como organismos líderes como la OCDE, UNESCO y el Foro Económico Mundial.

De esta búsqueda en las diferentes plataformas en donde en un principio eran cientos de documentos, para después al ir afinando la investigación según el nivel de profundidad de lectura, al final se consideraron nueve publicaciones, para realizar la propuesta mediante un enfoque de las competencias emergentes y su relación con perfiles que la industria requiere, se agruparon las competencias que fueron identificadas con mayor relevancia, debido a su futura demanda dentro de la industria inteligente.

Una vez recolectada la información, se realizó un proceso de extracción y análisis crítico de competencias mencionadas por cada uno de los autores. Posteriormente se realizó una agrupación de tecnologías emergentes para determinar aquellas que fueron mencionadas con mayor frecuencia con base en nueve documentos seleccionados y resaltar aquellas cuya frecuencia de mención fue mayor o igual a dos. Las competencias con mayor frecuencia de mención son las que se propone sean consideradas en los rediseños curriculares, debido a que diversos autores de distintos países coinciden en que es necesario el desarrollo de estas competencias para los futuros egresados de ingeniería, por lo que su inclusión o desarrollo dentro de los programas curriculares permitirá a los futuros ingenieros desempeñarse con éxito en la industria inteligente y bajo los cambios tecnológicos que seguirán evolucionando a la industria. Después de identificar las tecnologías emergentes que requieren conocer y dominar los estudiantes, se propone las competencias genéricas del análisis de los nueve documentos por la frecuencia en que fueron incluidas en los mismos.

Tecnologías emergentes y competencias resultado de análisis bibliométrico

En análisis bibliométrico permitió identificar las ocho principales tecnologías emergentes necesarias para enfrentar la Industria 4.0, para este apartado de los nueve documentos analizados se consideraron ocho pues uno de ellos se enfoca en las competencias genéricas y no las tecnologías emergentes. En primera instancia considerada por seis de los ocho autores analizados fue Ciberseguridad, seguida por cinco menciones de Analítica de datos y Big data, con cuatro menciones modelado e impresión 3D y 4D, con tres menciones Robots no humanoides, Simulación de realidad virtual y realidad aumentada y la nube y por último con dos menciones el Internet de las cosas, los porcentajes del número de investigaciones o autores que mencionaron las tecnologías se puede observar en la figura 3.

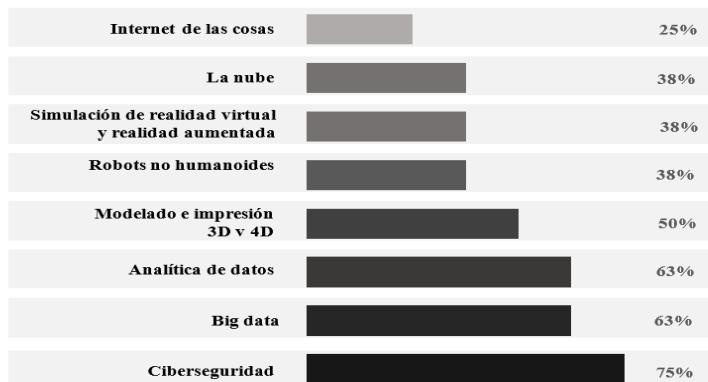


Figura 3. *Tecnologías Emergentes que deben dominar los ingenieros ante la Industria 4.0.*

Fuente Elaboración propia.

En la tabla 5, se observan los ocho documentos analizados y las tecnologías emergentes en las que hacen aportación los distintos autores, donde el Foro Económico Mundial (WEF, 2020), menciona las ocho tecnologías emergentes y así van

disminuyendo como se observa en la tabla 5, siendo los Karre et al., Carvajal Rijas y Longo et al., los que más aportaciones hacen en este respecto.

En lo que respecta a las competencias genéricas, se identificaron 20, las cuales aparecen en la figura 4, iniciando con las competencias con menor frecuencia mencionada, hasta las competencias con mayores frecuencias.

Las competencias más demandadas del análisis bibliométrico y la mención específica por organismo o autor se observan en la tabla 6, donde autores como Jerman, et al. Y Pridti, et al. Consideran doce de las 20 competencias genéricas requeridas, seguidas por el Foro Económico Mundial y Bamrungsin con diez competencias cada uno.

Tabla 5. Tecnologías Emergentes mencionadas por documentos analizados.

	Foro Económico Mundial	Karre et al.	Carvajal Rojas	Longo et al.	Priffi et al.	Benesová y Tupa	Jerman et al.	Pernías Peco
Ciberseguridad	X	X		X	X	X	X	
BigData	X	X	X	X	X			
Analítica de datos	X	X	X	X				X
Modelado e impresión 3D y 4D	X	X	X		X			
Robots no humanoides	X	X		X				
Simulación de Realidad Virtual y aumentada	X	X	X					
La Nube	X	X		X				
Internet de las cosas	X		X					

Fuente: Elaboración Propia.

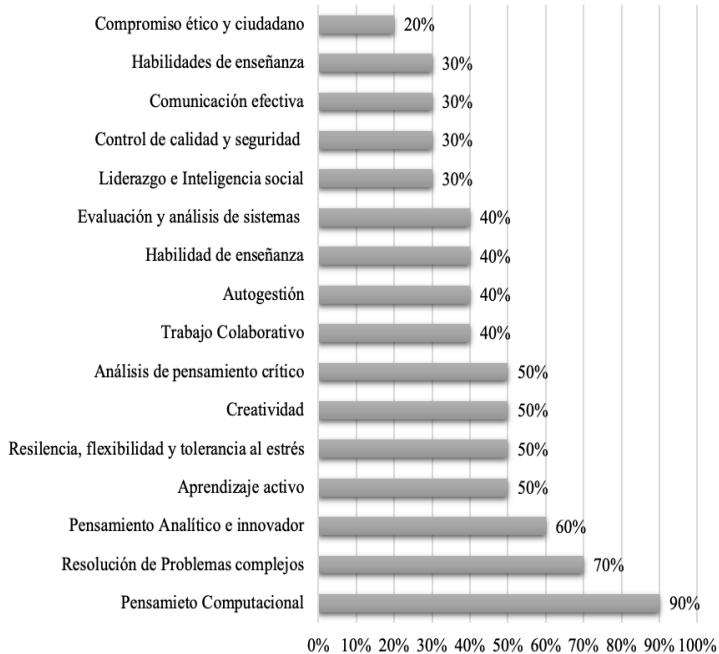


Figura 4. *Competencias demandadas para los ingenieros en la industria 4.0 y su porcentaje de mención en análisis bibliométrico.*

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados.

Dentro de este análisis podemos concluir, que la formación debe ir evolucionando conforme a lo requerido por la sociedad y las exigencias profesionales, en este sentido las IES, presentan grandes retos, tanto en la adaptación a los cambios tecnológicos como en la formación de los futuros ingenieros que enfrentarán tecnologías emergentes, donde aunque ya se tienen indicios de hacia dónde evolucionará la innovación científica y tecnológica, no es posible predecir qué tanto y de qué manera progresará cada una de estas tecnologías emergentes, pero definitivamente cambiarán la forma de cómo se han hecho las cosas en la industria y la vida laboral hasta ahora, por lo que ingenieros con una formación en estas competencias tendrán más probabilidades de adaptarse a los cambios disruptivos y desempeñarse con éxito en

la vida laboral al ser factores de cambio e innovación para la ingeniería.

Tabla 6. Competencias genéricas mencionadas por autores y organismos analizados.

	Jerman et al.	Prifti et al.	Foro Económico Mundial	Banrungsin	Benešová y Tupa	Karre et al.	Azmi et al.	Pernías Peco	Carvajal Rojas	Longo et al.
Pensamiento Computacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Resolución de Problemas complejos	X	X	X	X	X	X	X			
Pensamiento Analítico e innovador	X		X	X	X	X	X			
Aprendizaje activo	X	X	X		X			X		
Resiliencia, flexibilidad y tolerancia al estrés	X	X	X	X	X					
Creatividad	X	X	X	X	X					
Ánalisis de pensamiento crítico		X	X	X		X	X			
Trabajo Colaborativo	X	X		X			X			
Autogestión		X		X	X			X		
Habilidad de enseñanza	X			X	X		X			
Evaluación y análisis de sistemas			X			X			X	X
Liderazgo e Inteligencia social	X	X	X							
Control de calidad y seguridad		X				X			X	
Comunicación efectiva	X	X			X					
Habilidades de enseñanza	X	X	X							
Compromiso ético y ciudadano	X			X						

Fuente: Elaboración propia.

Definición de las 20 competencias identificadas para la formación de ingenieros

En el apartado previo, se identificaron las tecnologías emergentes y las competencias que diversos autores e investigaciones consideraron prioritarias desarrollar en los

estudiantes de ingeniería en la época actual, se estimó importante describir cada una de estas competencias e identificar la forma idónea de incluirlo en los currículos de formación de ingenieros, es por esto que el presente análisis presenta la definición de las 20 competencias encontradas y una propuesta de cómo es posible implementarlo en los Programas educativos a fin de asegurarnos que los egresados de ingeniería hayan desarrollado estas competencias y sean herramientas que le permitan impulsar en su vida profesional.

Una vez identificadas las competencias que en los últimos cinco años diversas investigaciones han considerado como las más trascendentales para considerar en la formación de los futuros ingenieros es pertinente describir cada una de estas competencias para comprender el por qué estas competencias toman tal importancia.

1. Pensamiento computacional:

Esta competencia está considerada como la capacidad de resolver problemas, diseñar sistemas e interpretar el comportamiento humano con base en la ciencia computacional, también contempla habilidades universales entre las que podemos destacar el comprender la información y literatura de datos, crear contenido digital, programación, comunicación y colaboración, ciberseguridad y resolución de problemas. (Wing, 2006; Juškevičienė, 2018).

2. Resolución de problemas complejos:

La segunda competencia más considerada se refiere al uso de las capacidades cognoscitivas, metodológicas que permitan manejar el entorno, acompañado de destrezas tecnológicas y lingüísticas. (González y Wagenaar, 2003).

3. Pensamiento analítico e innovador:

Esta competencia se desarrolla mediante la indagación y búsqueda de relaciones entre situaciones, argumentos y conclusiones, requiere el identificar las premisas, analizar los

elementos para considerar si es factible, identificar si la información es veraz y confiable. (Ramirez, 2018).

4. Aprendizaje activo:

Se refiere a la competencia de utilizar el pensamiento superior como el análisis, síntesis y la evaluación, todo lo anterior mediante la instrucción que involucre el aprender considerando el por qué y cómo se aplica. (Bonwell y Eison, 1991).

5. Resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad:

Estas tres características, permiten enfrentarse a la vida actual y desempeñarse eficazmente en el trabajo, la resiliencia como expresa Indriyana (2021), es la capacidad de adaptarse a las situaciones cambiantes, esto toma mayor trascendencia por qué nos enfrentamos a circunstancias extremas de un ambiente cambiante, por su parte Goldstein (2013), lo define como habilidad de lograr adaptarse a adversidades, distracciones o estrés, construyendo metas alcanzables y realistas, resolviendo problemas y relacionándote efectivamente con los que te rodean. En cuanto a la flexibilidad esta va de la mano con la resiliencia, Colak (2014) menciona que es capacidad de disminuir los efectos negativos de una situación mediante habilidades cognitivas y emocionales.

6. Evaluación y análisis de sistemas:

Esta competencia es necesaria para enfrentar el mundo digitalizado y las fábricas inteligentes, consiste en la capacidad de examinar un proceso, actividad o situación, con la finalidad de mejorar según los procedimientos o métodos que mejor se adapten a la necesidad observada, todo ello mediante programación y comunicación de equipos conectados a la red.

7. Análisis y pensamiento crítico:

Esta competencia es analizada desde la perspectiva de varios autores, para esta investigación se consideran las propuestas de Baker (2001), Wijaya (2011) y Sholihah (2020), los cuales plantean que es la habilidad de procesar la información desde

una expectativa lógica y ordenada, para explicar, analizar, evaluar e interpretar información que permita generar ideas para solucionar un problema de manera más eficaz.

8. Creatividad:

Esta competencia es la capacidad de buscar alternativas y oportunidades, mediante el pensamiento, imaginación buscando nuevos usos, o maneras de resolver un problema innovando (Schnarch, 2012).

9. Liderazgo e inteligencia social:

Esta competencia, se refiere a la empatía, sintonización, conciencia organizacional, influencia, desarrollo de otras personas, inspiración y trabajo en equipo, existen instrumentos que permiten evaluar a las personas 360 grados, denominada Inventario de Competencias Emocionales y Sociales (ESCI, por sus siglas en inglés) (Goleman, & Boyatzis, 2008). Otros autores definen la inteligencia social como la capacidad de comprender a los individuos, lo que sucede a nuestro alrededor y las respuestas en cuanto a la situación donde se considera la respuesta inteligente y efectiva. También como la capacidad de alcanzar un objetivo o meta, tomando en cuenta el entorno específico, interpretando la interacción social. (Waigel & Lemos, 2020).

10. Habilidades de enseñanza:

Esta competencia se puede describir como la conducta de enseñar, que considera la didáctica con la finalidad de que otra persona aprenda, no se considera al individuo que aprende, sino que se centra en el que enseña y cómo genera o transmite el conocimiento a otro individuo. (Silva Victoria, et al., 2014).

11. Control de calidad y seguridad:

Esta competencia alude a la capacidad de mejorar la calidad del servicio o producto y cumplir con las regulaciones requeridas para desarrollarse en condiciones seguras. En esta competencia se interactúa con Sistemas de Gestión que son

los que marcan las normas para asegurar que se cumpla de manera eficaz y eficiente y se logre el objetivo. (Sotolongo Sánchez, 2018).

12. Uso, monitoreo y control de la tecnología:

En la industria inteligente cada vez toma mayor importancia el uso de la tecnología para alcanzar los objetivos, seleccionar, obtener y utilizar información que aporta la tecnología mediante infraestructura, aplicaciones o software se vuelve una competencia que permite la toma de decisiones y logro de resultados. Autores como Escobar Gallardo y Villazon (2018) plantean que el uso, monitoreo y control en tiempo real permite mejorar la eficiencia del sistema analizado, diagnosticar errores y fallas mediante el uso de la tecnología y el IoT.

13. Trabajo en equipo:

Esta competencia es la capacidad de alcanzar un objetivo mediante la suma de las habilidades personales de un equipo de trabajo, dejando de considerar los intereses personales en pro del objetivo del equipo, se requiere la capacidad de orientar a la acción, inspirar a los compañeros, con la capacidad de retroalimentar e integrar las ideas y opiniones de todos los miembros anticipando los posibles resultados. Villa (2007), expresa que es un proceso grupal, el cual requiere de las capacidades, conocimientos y actitudes del equipo, donde la observación, participación, reflexión y proactividad deberán enfocarse en el bien común o meta que se pretende alcanzar. Sánchez, et al. (2018) señala que para lograr esta competencia es “fundamental la puesta en común, la toma de decisiones colectiva, la organización y planificación” (p.34).

14. Autogestión:

Esta competencia es parte del proceso cognitivo, en donde el individuo requiere de estar motivado, usar su inteligencia y estrategias individuales para lograr un mejor desempeño que le permita tomar decisiones, ser empático al considerar que la

adecuada expresión emocional es parte de esta competencia y ser él mismo quien determine lo que aprende, cómo lo hace y con qué objetivos, aprovechando la tecnología. (Ponce, 2015; Lucero Revelo & Ortega Delgado, 2017; Ramos-Galarza, et al. 2020).

15. Inteligencia emocional:

El término nace en 1990 y continúa evolucionando hasta lo propuesto por Salovey y Mayer al definirlo como la competencia de percibir, asimilar comprender y regular las emociones. Goleman menciona que tiene componentes como la conciencia de uno mismo, autorregulación, motivación, empatía y habilidades sociales, esta competencia va de la mano de la inteligencia social, así lo afirma Bar-On, quien es el primero en dividir en bloques: 1) Componente intrapersonal: comprensión emocional, asertividad, autoconcepto, autorrealización e independencia, 2) Componente interpersonal: empatía, relaciones interpersonales y responsabilidad social, 3) componentes de adaptabilidad: solución de problemas, prueba de la realidad y flexibilidad, 4) Componentes del manejo del estrés: tolerancia al estrés y control de los impulsos y 5) Componente del estado de ánimo en general: felicidad y optimismo. (García-Tudela & Marín-Sánchez, 2019).

16. Observador y enfocado al detalle:

Es la competencia en donde estar alerta y concentrado, con la capacidad de identificar errores o información detallada permitirá encontrar respuestas según el objetivo, es necesario procesar a profundidad la información de manera efectiva y consistencia. Osorio Correa (2018), considera que la observación involucra la identificación del objeto o proceso observable, definir el propósito de la acción y fijar atención a los detalles y características según el objetivo.

17. Habilidades lingüísticas:

Hymes (1972) define esta competencia como la capacidad de expresarte correctamente según la situación presentada. En este sentido la comprensión auditiva, lectora en conjunto con el lenguaje y la construcción sintáctica permite expresarse correctamente en diferentes contextos y situaciones, también conocida como competencia comunicativa. En forma similar Hernández Junco, et al. (2019), plantea que se requiere de una planificación, ejecución y evaluación de lo comunicado con base en el contexto y los participantes.

18. Comunicación efectiva:

Para lograr una comunicación efectiva es necesario asegurarnos que el mensaje llegó de manera correcta y fue interpretado con la finalidad del emisor. Llacuna y Pujol citados en (Moreno Espinoza, 2019), establecen que se requieren ciertos elementos, entre los que destacan la claridad, integración, aprovechamiento de la organización informal, el equilibrio, la moderación y la evaluación, de tal manera que se identifiquen las barreras y se logre derribarlas para que el mensaje llegue tal cual el emisor lo estableció.

19. Emprendimiento y negociación:

La OCDE (2005) define la competencia emprendedora como la capacidad o habilidad del individuo para controlar de forma responsable su vida y su trabajo, otro autor hace referencia a la intencionalidad y esfuerzo por lograr objetivos y metas, donde la autonomía, capacidad de cambiar, construir y modificar lo ya establecido mediante la creatividad, innovación y motivación de logro deben estar presentes. (Briasco, 2014).

Para que esta competencia de emprendimiento se lleve a cabo se requiere de varias dimensiones entre ellas la de negociación la cual es la capacidad de mediar y resolver conflictos de manera eficaz, utilizando un clima estable, conciliador, positivo y equilibrado (Blázquez, et al., 2018).

20. Compromiso ético y ciudadano:

Organismos como la UNESCO (2015) hacen referencia a que esta competencia aporta al bien común, justicia social y mejora las condiciones de vida para generar una comunidad más justa.

Aportaciones para formar ingenieros frente a la industria inteligente y sociedad digital

Ciertamente, las IES deben formar ingenieros que no solo vivan dentro de una sociedad digital, sino que sean parte de fomentar la evolución de esta, entendemos como sociedad digital lo propuesto por Rodríguez (2020, pp. e79/2-3), “es aquella donde fluye la información permanentemente sin barreras de tiempo y espacio entre los distintos actores; la tecnología está inmersa en todas las actividades cotidianas de los individuos definiendo los modos de vida”.

Trejo Delarbre (2001) expresa que la sociedad digital tiene características, son importante considerar para la formación de futuros egresados las características en donde se desenvuelven y de donde obtienen información, no solo para su desarrollo académico sino para la interacción social, en la figura 5 se observan las 10 características propuestas.

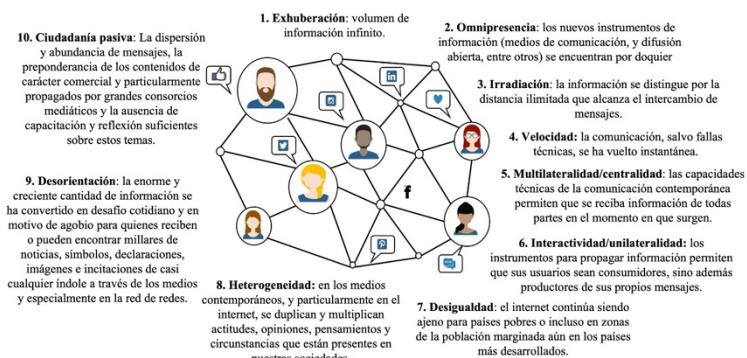


Figura 5. *Características de la sociedad digital.*

Fuente: Elaboración propia a partir de Trejo Delabre (2001)

De igual manera que el presente y futuro tecnológico en el cual los estudiantes y egresados pueden ser los propios constructores del desarrollo tecnológico mediante la innovación y emprendimiento tanto en situaciones de la industria como en su vida personal. Gros (2015), propone que la sociedad digital cambió el acceso y cómo se produce el conocimiento, en donde los profesores tienen la obligación formar a los estudiantes para vivir en una sociedad en donde el acceso a la información no tiene muros, pero la fragmentación y dispersión generan en ellos una mayor carga emocional y cognitiva, por lo que la capacidad de auto-regulación del aprendizaje será clave en el desarrollo de los estudiantes.

A modo de cierre, los nuevos programas educativos para formar ingenieros que puedan enfrentar las exigencias del mundo tecnológico en el que se van a desarrollar, deben considerar que el egresado deberá aprender de forma permanente y adaptarse a los cambios constantes de la tecnología, además se desempeñará y dominará conocimientos transversales para todas las especialidades de Ingeniería.

Una de ellas, dentro de la competencia de pensamiento computacional, será el conocer y utilizar lenguajes de programación, independientemente que no sean del área de software o sistemas, entre los utilizados por la industria inteligente se puede considerar a Python el cual es un lenguaje de programación R que permite hacer estadísticas, SQL para base de datos, por mencionar solo algunos. En este sentido Garcés y Peña (2020) mencionan la que la programación orientada a objetos será necesaria para todas las disciplinas.

Motivar a los estudiantes a participar en eventos que promuevan y difundan el uso de las tecnologías emergentes y su aplicación en la industria como actividades ya sea extracurriculares o bien complementarias a su formación permitirá desarrollar el potencial creativo y resolución de

problemas, en este sentido en México existe un ciclo de Innovación Virtual el cual busca desarrollar las habilidades de la industria 4.0 en los universitarios, este es solo un ejemplo de las opciones disponibles para enfrentarlos a la realidad desde su vida universitaria.

Una alternativa más son las fábricas de aprendizaje, estas proporcionan la oportunidad de desarrollar competencias autónomas y de alta calidad, mediante un concepto didáctico, con énfasis en el aprendizaje activo que favorezca la capacitación e investigación. (Abele et al., 2015; Tisch et al., 2015). El aprendizaje basado en retos, también con fundamento en el aprendizaje activo, permite al estudiante aprender en situaciones reales, donde ellos mismos pueden descubrir un problema o mejora para proponer soluciones. (Akella, 2010; Moore, 2013).

La sociedad en general, los profesores y estudiantes de ingeniería en lo particular se desarrollan en la actualidad dentro de la digitalidad, lo que requiere el desarrollo de competencias específicas, que permitan sacar el mayor provecho a la tecnología en función del desarrollo sostenible para mejorar la forma en la que vivimos.

Para conocer la situación actual del desarrollo de las competencias digitales se aborda en la parte número dos del presente libro conceptos clave que permitieron abordar mediante dos diferentes instrumentos de percepción de los principales actores involucrados en la formación de ingenieros, los resultados de profesores y estudiantes de una institución pública pueden apreciarse al final de la siguiente sección.



Capítulo 3. Competencias digitales en la formación de ingenieros

La formación de ingenieros sigue evolucionando, tomando en cuenta dos grandes vertientes; la enseñanza presencial y la no presencial. Es importante identificar las principales diferencias entre la enseñanza presencial (o tradicional) y la enseñanza no presencial. Como expresa Mendoza Castillo (2020) en la enseñanza presencial la relación humana es inmediata, mientras que en la enseñanza no presencial depende de conexiones, datos, tiempos, videos y audios de calidad, en esta última la tecnología es el mediador del aprendizaje, ya que los materiales y recursos didácticos se concentran en un dispositivo o plataforma.

La enseñanza no presencial requiere el desarrollo de competencias digitales tanto de profesores como de estudiantes, a partir del año 2020 el medir estas competencias que tienen relación directa con el éxito o fracaso del aprendizaje cobra mucha relevancia. El presente apartado analiza el contexto actual entre la enseñanza presencial y la no presencial, considerando la enseñanza remota de emergencia ERT (por sus siglas en inglés, Emergency Remote Teaching).

A partir de marzo del 2020, a raíz de una pandemia que rápidamente se propagó en el mundo conocida por todos como COVID-19, en México y el mundo cambió la enseñanza en todos los niveles educativos, hubo necesidad de abandonar las aulas de un día para otro y las instituciones educativas junto con administrativos, profesores y estudiantes se vieron obligados a enfrentarse a una Enseñanza Remota de Emergencia. Este concepto ya utilizado por muchos autores hace referencia a un cambio abrupto donde no existe una capacitación, ni elaboración de materiales digitales ni estrategias didácticas específicas, más bien ocurre un traslado de una clase presencial a sesiones síncronas.

Autores como Hedges et al. (2020) señalan que la ERT es un cambio temporal de la educación presencial ante la crisis, mediante instrucciones en línea que volverán a la presencialidad cuando esto pase. Por lo que el autor propone identificar lo que se requiere para impartir las clases en línea con base en lo que se tenía preparado para la presencialidad. En este sentido, fue muy importante considerar la comunicación con los diferentes actores, la infraestructura tecnológica con la que se contaba, la capacidad de los profesores, espacios o plataformas alternativas, implementar la ERT y evaluar si estos cambios para transmitir el conocimiento han tenido resultados satisfactorios tanto para estudiantes como profesores y de esta forma, encontrar los retos y desafíos a enfrentar.

El objetivo principal en estas circunstancias no es recrear un ecosistema educativo robusto, sino más bien proporcionar acceso temporal a la instrucción y a los apoyos instructivos de una manera rápida y fácil de instalar durante una emergencia o crisis. (Hedges et al., 2020, p.17).

Sin embargo, lo que parecía ser por un periodo corto se ha prolongado por más de un año y medio, lo que ha provocado confusión en los conceptos: educación en línea, educación virtual, educación a distancia y la educación remota como conceptos que se usan indistintamente (Bustamante, 2020). Este hecho es algo totalmente fuera de orden, pues los cursos o clases que nacieron para ser transmitidos por medios digitales están planteados desde su origen con una organización, metodología y pedagogía específica de tal manera que sean efectivos y otorguen una enseñanza de calidad.

Para entender claramente por qué no debemos usar estos términos indistintamente es conveniente describir los que pueden causar confusión:

- *La educación a distancia* nace para llevar la educación a lugares apartados y tiene muchos años impariéndose en diferentes contextos, desde por correo en sus inicios, se-

guido por la televisión o el radio, luego mediante el uso de correos electrónicos, hasta llegar al uso del Internet.

- *La educación en línea o virtual* es un aprendizaje por medio de la tecnología donde estudiantes y profesores se encuentran de manera síncrona por medio de plataformas, por lo que no es por cuestión de distancias, más bien disponibilidad de los estudiantes a trabajar según sus horarios disponibles, en esta modalidad se privilegia actividades, el diálogo y tutoría personalizada.
- En cambio, en *la educación virtual* se tienen materiales, una plataforma y un profesor para resolver dudas y no se requiere estar de manera síncrona, privilegiando la autonomía y el trabajo autogestivo.

La parte positiva debería ser el avance en el conocimiento o dominio de plataformas digitales, desarrollo de competencias de docentes y estudiantes, pero por el contrario es probable que la ERT mal implementada traiga consigo una experiencia negativa a las comunidades estudiantiles al no estar a la altura de lo requerido, incluso los profesores que pudieron capacitarse e ir migrando poco a poco a la enseñanza en línea, la pueden entender como algo no recomendable y en el caso de los estudiantes pueden concluir que no es posible aprender con la misma calidad que de manera presencial.

Teniendo en cuenta las diferentes formas de enseñanza y considerando el futuro próximo, el abordar la educación híbrida o *b-learning*, adquiere un papel preponderante, al proveer las ventajas de la enseñanza en línea y la enseñanza presencial mediada por plataformas y herramientas digitales. Pero, para sacar el mayor provecho a esta enseñanza el desarrollo de competencias y la alfabetización digital se convierten en el factor de éxito o fracaso. En los temas que se presentan a continuación nos adentramos en estos conceptos y su aplicación en entornos de enseñanza virtual en Ingeniería.

Alfabetización digital

El término de alfabetización digital nace en la década de los 90, para autores como Lanham (1995), alfabetización significa la capacidad de leer y escribir a nivel digital esto se refiere a tener información de cualquier formato, capacidad de comprender imágenes, sonidos. Gilster (1997) al publicar su libro socializa el concepto y lo define como la capacidad de utilizar y comprender información por medio de un ordenador y acceder a las fuentes informáticas dándoles un uso apropiado.

En el 2006, la Comisión Europea reconoce la alfabetización digital como una competencia clave para el aprendizaje permanente, convirtiéndose en una necesidad para profesores, estudiantes y la sociedad a lo largo de la vida.

Los profesores y los estudiantes que hoy se están en las aulas deben enfrentarse a nuevos entornos de aprendizaje con metodologías tecnopedagógicas que permitan aprender mediante recursos tecnológicos y materiales didácticos en un ambiente flexible, abierto y conectado donde el tiempo ya no es un factor predominante. (Pérez-Escoda, et al., 2019).

Las TIC influyen directamente en la educación al proporcionar la oportunidad de innovar y cambiar los medios pedagógicos, de tal manera que mejore la práctica docente en el entorno digital que prevalece en todos los niveles educativos.

Entre las definiciones actuales de alfabetización digital encontramos la propuesta por Chan, et al. (2017, p.2) quienes sostienen que es “la capacidad de comprender y utilizar información en múltiples formatos con énfasis en el pensamiento crítico en lugar de las habilidades de tecnología de la información y la comunicación”.

Autores como Roche (2017) profundizan en que la alfabetización digital debe ser crítica, refiriéndose a evaluar con este enfoque la información, usar y crear contenido en medios digitales con un compromiso social.

Spante et al. (2018), realizaron una revisión sistemática de dos conceptos clave: alfabetización y competencia digitales, dentro de tres índices reconocidos por su prestigio, obteniendo un total de 107 publicaciones en el periodo comprendido del 1997 y el 2017, 28 de ellas contenían información de competencia digital y 79 de alfabetización digital, lo que nos muestra como ha ido incrementándose principalmente por ser factores que aumentan la competitividad y el crecimiento económico.

Abordaje de las competencias digitales en la Universidad

En la primera parte del libro se analizaron las competencias que requiere la sociedad digital para un buen desempeño bajo los cambios tecnológicos que conlleva la Industria 4.0, así como las competencias que requieren los egresados para desempeñarse en su vida profesional. En esta segunda parte abordaremos las competencias digitales para la formación en la Universidad relacionada con el dominio de una disciplina y también la formación para la vida.

Es importante precisar que las competencias digitales van modificando su significado junto con la innovación en la era digital, la globalización y la aplicación de tecnologías emergentes, a pesar de que estas competencias han adquirido mayor impacto en los últimos años, hace más de una década que se vienen abordando, como es el caso del Parlamento Europeo, quien considera las competencias digitales como unas de las competencias clave para el aprendizaje para la vida y establece que

La competencia digital entraña el uso seguro y crítico de las tecnologías de la sociedad de la información (TSI) para el trabajo, el ocio y la comunicación. Se sustenta en las competencias básicas en materia de TIC: el uso de ordenadores para obtener, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, y comunicarse y participar en redes de colaboración a través de Internet (Comisión Europea, 2007, p.7).

Desde el punto de vista de Avitia Carlos y Uruarte Ramírez (2017), la competencia se requiere tanto en la vida propia, como para integrarse a un mundo digital como “actor activo y responsable”, favoreciendo el aprendizaje aunado al fenómeno tecnológico que invade nuestro trabajo e incluso el tiempo libre. Como afirman Marzal García y Cruz Palacios (2018), las competencias digitales se vuelven instrumentos para adquirir saberes y habilidades, mientras que Ocaña Fernández, Valenzuela Fernández y Garro Aburto (2019), mencionan que dichas competencias son la base del éxito en esta era digital, considerando que aportan facultades y conocimientos para la aplicación y generación de conferencias, transmisiones, así como de plataformas de streaming.

Como expresa Ferrari (citado en Suárez, et al., 2019, p.35)

Se considera una competencia digital como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias hoy en día para ser funcional en un entorno digital. Por tanto, además de los cambios que introducen las nuevas tecnologías en la alfabetización de la lectura y escritura, podemos argumentar que la competencia digital requiere un conjunto nuevo de habilidades, conocimientos y actitudes.

En la competencia digital, existen diferentes propuesta, se ha mencionado que con base en el año de nacimiento existe la generación de *nativos digitales* aquellos que nacieron durante el uso de las TIC y por lo tanto se considera que se les da de manera natural en este caso se puede considerar los estudiantes que hoy están en la universidad y los *inmigrantes digitales* aquellas generaciones que nacieron antes del uso de las TIC y que han tenido que aprender y evolucionar con estas, el cual es el caso de la mayoría de los profesores universitarios. (Prensky citado en Henríquez Coronel, Gisbert Cervera, & Fernández Fernández, 2018).

No todos los autores consideran que las personas por haber nacido en las últimas décadas ya son *nativos digitales*, por lo que

se proponen los términos de *estudiantes digitales* o *expertos rutinarios*. (Pérez Escoda, Castro Zubizarreta y Fandos Igado, 2016; Gutiérrez Castillo, Cabrero Almenara y Estrada Vidal, 2017).

De acuerdo con Area (2015) el proceso de enseñanza-aprendizaje de las competencias digitales denominada *alfabetización digital* o *tecnológica* debemos asumirlo como un problema sociocultural y no solo enfocarlo desde el panorama de aprender a utilizar una nueva herramienta, sino plantear soluciones destinadas a la igualdad de oportunidades para el uso de las tecnologías reduciendo la brecha digital existente para lograr la *sociedad informacional*.

Competencias digitales que requieren los profesores de ingeniería para la formación de los estudiantes

El profesor debe perfeccionar de manera permanente su dominio de las TIC y el uso de las herramientas tecnológicas que permitan involucrar en sus sesiones de clases un aprendizaje activo e híbrido, que favorezca la comunicación eficaz. Actualmente se debe tener la facilidad de localizar información en la red, verificar su confiabilidad, clasificar y elegir la información a utilizar bajo un análisis crítico. Y no solo se requiere el uso de la información, el docente también debe poseer la capacidad de comunicarse con sus estudiantes y colegas en medios digitales, generar contenidos digitales que mejoren su práctica educativa, cuidar los derechos de autor y enfrentar las dificultades por medio del dominio de las herramientas.

Uno de los referentes relacionados con las competencias digitales fue el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF, 2017) quien propuso un Marco Común de Competencias Digitales Docentes, divididas en cinco áreas: Información y alfabetización digital, Comunicación y colaboración, Creación de contenidos digitales, Seguridad y Resolución de problemas, dentro de

estas áreas se desarrollan 21 competencias que a pesar de estar establecidas y ser reconocidas desde hace años, tomaron mayor relevancia durante los últimos años, a raíz de la pandemia tal como lo mencionan Tejedor, Cervi, Tusa y Parola: “La irrupción de este virus planetario ha dejado constancia de las exigencias de una pandemia a las instituciones educativas: flexibilidad, plataformas, metodologías y contenidos adaptados a unos intercambios formativos mediados por las pantallas.” (2020, p.3) Esto refleja que si bien los profesores han tomado cartas en el asunto y el cambio se ha desarrollado a pasos agigantados, es importante que cada una de las instituciones evalúe el dominio de las competencias digitales que tienen su planta académica y tome las acciones pertinentes.

En México existen investigaciones acerca de las competencias digitales de hace más de una década, Pozoz y Tejeda (2018) abordan desde un estudio secuencial las necesidades formativas docentes con base en una autoevaluación diagnóstica, que les permitió analizar 20 instituciones para medir la competencia digital necesaria y el dominio actual. Proponen siete competencias digitales que el profesor universitario debe dominar (p. 75):

1. Planificación y diseño de experiencias de aprendizaje en ambientes presenciales y virtuales.
2. Desarrollo y conducción de experiencias de aprendizaje colaborativas presenciales y en red.
3. Orientación, guía y evaluación de los procesos de construcción del conocimiento en entornos presenciales y virtuales.
4. Gestión del crecimiento y desarrollo profesional con apoyo de las TIC.
5. Investigación, desarrollo e innovación pedagógica con/para el uso de las TIC en educación.
6. Diversidad, ética y uso responsable de las TIC en el desempeño profesional docente.

7. Medio ambiente, salud y seguridad laboral con el uso de las TIC en la profesión docente.

Desarrollando estos mismos autores, un modelo de integración de la competencia digital, que les permitiera medir las necesidades formativas de estas competencias en el área de la docencia, la investigación y el desarrollo profesional, la gestión y la responsabilidad social.

Aplicación y análisis de instrumento de autoevaluación de competencias digitales a profesores de ingeniería

En este sentido, se presenta un instrumento adaptado del propuesto por Agreda, et al. (2016), que en su versión original los autores aplicaron en diversas instituciones de España.

La adaptación de este instrumento aplicado para el análisis puede observarse en el Anexo 1, donde el vocabulario fue modificado, las herramientas, las plataformas utilizadas se consideraron las utilizadas en las IES y fue aplicado a 230 profesores de Educación Superior que forman estudiantes de Ingeniería, con la finalidad de conocer su autoevaluación en el dominio de competencias.

Este instrumento contiene 112 preguntas, 3 de datos generales y el resto en 4 dimensiones; la primera, Uso y alfabetización contiene 40 ítems; la segunda, *Metodología educativa a través de las TIC en el aula* con 30 ítems; la tercera, *Formación del Universitario en TIC* con 23 ítems y la cuarta, *Actitud ante las TIC en la Educación Superior* con 16.

Este instrumento se aplicó bajo un enfoque cuantitativo con la finalidad de analizar el dominio de las competencias digitales desde la perspectiva del profesor. Las preguntas fueron diseñadas bajo la escala Likert del 1 a 5, donde 5 representaba el dominio total y 1 la falta total del dominio. El análisis realizado es de tipo descriptivo para centrarse en la búsqueda de este grupo específico de estudio, sin la intervención de la autora que solo fungió como observadora.

Así mismo, se considera una investigación transversal ya que los datos fueron analizados en un momento único y no probabilística, debido a que son resultados que no representan a la población general, pero si permite a la institución tomar decisiones y conocer el contexto de sus profesores.

Las preguntas generales estuvieron orientadas a conocer la antigüedad de los profesores en la docencia para tener una apreciación del dominio de sus conocimientos técnicos y años de experiencia docentes. Cabe mencionar que estos profesores en su mayoría son ingenieros de profesión u otras licenciaturas y su nivel de formación pedagógica ha sido a través de la práctica y no como parte de su formación durante sus estudios. Los resultados que se presentan en la figura 6, muestran que el 76% de profesores que participaron en esta auto-evaluación tienen más de 10 años de experiencia como profesores de ingeniería.

Para cada uno de los ítems se les solicitó a los profesores que se autoevaluaran según el dominio, seleccionando 1 cuando tenían conocimiento nulo hasta 5 el dominio total. Los resultados se analizaron y se muestran por dimensiones en las tablas posteriores, identificando las fortalezas y áreas de oportunidad, que permita a la institución considerar programas específicos de capacitación que incrementen las competencias de los docentes y les otorgue las herramientas que requieren para desarrollar su clase de mejor manera.

En la tabla 7, se puede observar la dimensión 1 *Uso y alfabetización*, la media de cada uno de los ítems donde se aprecia que el uso de correo electrónico y listas de distribución es de las capacidades mejor autoevaluadas por los profesores con 4.55 de 5, lo que demuestra un muy buen dominio, seguido del dominio de MS Teams con 4.50, así sucesivamente, siendo todas las competencias superiores a 4, consideradas como bien desarrolladas.

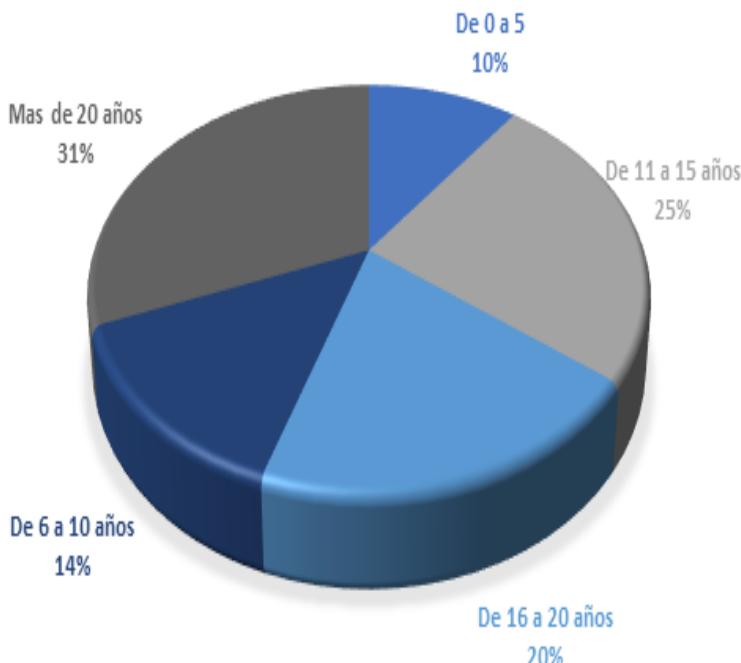


Figura 6. *Antigüedad de Profesores que participaron en la autoevaluación.*

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación.

Por lo tanto, nos enfocaremos en las menos desarrolladas que son las que requiere atención de la institución, así como capacitación. Encontrando con medias menores a dos, los conocimientos sobre marcadores sociales de contenidos para compartir información y recursos, seguidos de desconocimiento de algunas plataformas como Moodle y Schoology, con medias de 2.22 y 2.29 respectivamente y el manejo de herramientas de publicación en línea como SlideShare con 2.55. Definitivamente estas competencias se desarrollaron durante la pandemia de manera exponencial, al obligar al docente a adentrarse en el uso de las tecnologías, con el fin de hacer más eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 7. Media y desviación estándar de la Dimensión 1. Uso y alfabetización.

Ítem	Media	Des. Estándar
1.1 Conocimiento y uso de los componentes básicos de las TIC:		
Elementos periféricos.	4.14	1.11
Almacenamiento externo.	4.26	1.01
Pizarrones y proyectores digitales.	3.94	1.10
1.2 Conocimiento y uso de sistema operativo y manejo de:		
Procesadores de textos.	4.43	0.85
Imágenes y presentaciones.	4.45	0.80
Hojas de cálculo, bases de datos.	4.18	0.97
1.3 Uso de la web y sus herramientas básicas		
Correo electrónico y lista de distribución.	4.55	0.71
Exploradores y motores de búsqueda.	4.46	0.81
Herramientas de intercambio de archivos.	4.30	0.91
1.4 Conocimiento y uso de redes sociales.		
Chats	4.23	0.98
Wikis	3.25	1.34
Sitios de alojamiento de videos (Youtube)	3.77	1.19
Podcasts	3.12	1.29
Herramientas digitales para construir materiales (Genially, Canva, Prezi, Kahoot, Edmodo, Edpuzzle, etc.)	3.20	1.30
1.6 Manejo y uso de herramientas y almacenamiento dentro de los entornos en la nube:		
Google Drive.	4.30	0.95
Dropbox	4.12	1.10
ICloud	3.52	1.31
Office 365 y OneDrive	4.19	1.00
1.7 Conocimientos sobre marcadores sociales de contenidos para compartir información y recursos:		
Delicious, Mister Wong, Diigo, Keepyourlings.	1.91	1.09
Netvibes, FeedReader, DiggReader, RSS Owl.	1.93	1.09
1.8 Conocimiento y uso de plataformas de gestión:		
Moodle	2.22	1.36
Blackboard	2.58	1.39
Classroom	3.34	1.46
MS TEAMS	4.50	0.76
Schoology	2.29	1.40

Otras plataformas virtuales	2.59	1.55
1.9 Manejo de software de protección del dispositivo y cuidado en la protección de datos.	3.63	1.20
1.10 Dominio de bases de datos y tesoros en la búsqueda de información.	3.32	1.23
1.11 Conocimiento y manejo de herramientas para la creación de códigos QR.	2.90	1.43
1.12 Conocimientos sobre Entornos Personales de Aprendizaje.	3.32	1.20
1.13 Uso de las TIC de forma colaborativa.	3.69	1.05
1.14 Elaboración de materiales mediante presentaciones, multimedia, videos, podcast, etc.	4.02	1.07
1.15 Conocimiento sobre derechos de autor y propiedad intelectual.	3.52	1.18
1.16 Manejo de gestores bibliográficos (Zotero, Mendeley, Refworks).	2.61	1.42
1.17 Búsqueda eficaz y discriminación de información de relevancia en la web.	3.74	1.16
1.18 Manejo de herramientas de publicación en línea:		
Pinterest	2.73	1.51
Instagram	2.97	1.48
SlideShare	2.55	1.45
Otra plataforma	2.33	1.52

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

La Dimensión 2, *Metodología Educativa con el uso de las TICs en el aula* (ver tabla 8), muestra que la principal fortaleza de este grupo de profesores está en el uso de presentaciones en línea con 4.35, seguido de videos en línea con 4.12 y el uso de cuestionarios con 4.08. Sin embargo, uno de los ítems de esta dimensión que se considera importante para la impartición de clases es la generación de recurso digitales que obtuvo una media de 4.07, lo que muestra que los profesores están creando contenido didáctico que les facilite la explicación de sus temas de su materia.

En las competencias o dominio de herramientas con menor valor, se encuentran los tres ítems de conocimiento y uso de herramientas para la gestión de actividades educativas a través de Realidad Aumentada con valores inferiores a 2.0, seguido

de Realizar actividades o tareas, diseños y esquemas de proyectos y explicaciones a través de Códigos QR con 2.37, estos resultados constituyen oportunidades de capacitación para los profesores.

Tabla 8. Media y desviación estándar de la Dimensión 2 Metodología Educativa a través de las TICs en el aula.

	Media	Des. estándar
2.1 Implementación de experiencias y creación de ambientes de aprendizaje con TIC en el aula, entornos educativos personalizados.		
Participación en proyectos de innovación en TIC.	3.20	1.34
Compartir experiencias en el aula a través de las TIC.	3.46	1.25
Participación en Comunidades de Aprendizaje o Redes de Aprendizaje.	3.18	1.29
2.2 Uso de contenido digital como apoyo en el aula:		
Presentación en línea.	4.35	0.87
Video en línea.	4.12	1.08
Recursos digitales realizados por usted mismo.	4.07	1.01
2.3 Empleo de actividades mediante el uso de las TIC en el aula para la adquisición de habilidades y competencias de la asignatura.	4.00	0.98
2.4 Uso de herramientas virtuales universitarias y las diferentes plataformas de trabajo colaborativo.	3.91	1.09
2.5 Acceso a los recursos educativos y estructuración de actividades a través de diferentes dispositivos.	3.90	1.07
2.6 Uso de herramientas de la web 2.0 como blogs, wikis, podcast, para la asignatura.	3.01	1.35
2.7 Producir Códigos QR para compilar información relevante sobre el plan de estudios, bibliografía obligatoria de la asignatura e información complementaria del tema.	2.51	1.46
2.8 Realizar actividades o tareas, diseños y esquemas de proyectos y explicaciones a través de Códigos QR.	2.37	1.43
2.9 Utilización de aplicaciones para la creación de Realidad Aumentada como recurso en el aula.	2.08	1.30
2.10 Habilidad para crear un entorno de aprendizaje colaborativo en el aula y fuera de ella.	3.45	1.21
2.11 Uso del portafolio como actividad para el autodesarrollo.	3.75	1.19
2.12 Uso del video como material para el aprendizaje.	3.97	1.13
2.13 Uso de simuladores virtuales y videojuegos como recurso educativo.	2.83	1.49

2.14 Utilizar herramientas TIC para la planeación y organización del aprendizaje autónomo.	3.62	1.20
2.15 Uso de herramientas de alojamiento en la nube para compartir y almacenar material educativo.	3.86	1.19
2.16 Evaluación de la consecución de las competencias de la asignatura mediante el uso de las TIC.	3.62	1.20
2.17 Uso de los MOOC (Cursos en línea gratuitos) como recurso complementario en el aprendizaje	3.04	1.38
2.18 Uso de videoconferencias con expertos sobre un campo o temática destacada de la asignatura.	3.25	1.37
2.19 Toma de tutorías digitales para la mejora del aprendizaje	3.41	1.28
2.20 Uso del pizarrón digital como elemento de las TIC y el desarrollo de la competencia digital.	3.20	1.39
2.21 Uso de las redes sociales como recurso del aula	3.09	1.43
2.22 Aprendizaje de la asignatura basado en redes, colaboración y en el que la opinión de todos es básica a través de las herramientas TIC.	3.20	1.40
2.23 Contestar cuestionarios en línea.	4.08	1.14
2.24 Conocimiento de las funciones del aula virtual.	3.59	1.21
2.25 Conocimiento y uso de herramientas para la gestión de actividades educativas a través de Realidad Aumentada:		
Aplicaciones: LearnAR, ARToolKit, Aumentary.	1.68	1.04
Navegadores: Layar, Junxio, Wikitude World Browser	1.66	0.99
Conocimiento sobre Proyectos basados en AR: SpiRa, Venturi.	1.63	0.96

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

Los resultados obtenidos en la dimensión 3 *Formación del Universitario en TIC* se muestran en la tabla 9, esta dimensión es en la que los profesores no obtuvieron medias superiores a 4 de 5, siendo la mejor evaluada la habilidad para el uso de las TIC como recurso escolar con 3.93, seguida por la comprensión sobre la importancia de la competencia digital para los futuros profesionistas con 3.90 y la habilidad para la resolución de problemas a través de las TIC con 3.84. Sin embargo, también es importante considerar que, si bien las medias de esta dimensión no fueron tan altas, tampoco se autoevaluaron tan mal ya que solo dos ítems aparecen con medias menores a 3 de 5, como la difusión de sus experiencias

TIC en la red con 2.94 y la formación recibida en TIC a través de *e-learning* o *b-learning* con 2.88.

Tabla 9. Media y desviación estándar de dimensión 3 Formación del Universitario en TIC.

	Media	Desv. estándar
3.1 Aprendizaje y experimentación autodidacta sobre el uso de las TIC.	3.75	1.08
3.2 Habilidad para la resolución de problemas a través de las TIC.	3.84	1.05
3.3 Habilidad para el uso de las TIC como recurso escolar.	3.93	1.03
3.4 Participación en cursos de formación de TIC de instituciones educativas	3.56	1.26
3.5 Formación recibida en TIC a través de <i>e-learning</i> o <i>b-learning</i>	2.88	1.31
3.6 Conocimientos de las "buenas prácticas" a través de las TIC.	3.39	1.21
3.7 Integración de las TIC en el programa analítico.	3.64	1.19
3.8 Aprendizaje permanente y reciclaje en la competencia digital por la evolución de la tecnología educativa.	3.48	1.18
3.9 Formación recibida en el uso de dispositivos móviles como recursos educativos.	3.36	1.27
3.10 Formación en software dedicado a investigación, tratamiento y recolección de datos.	3.12	1.34
3.11 Distinción entre los diferentes usos de las TIC: recurso educativo, ocio, comunicación, etc.	3.45	1.22
3.12 Participación en proyectos de innovación basados en el uso de las TIC.	3.08	1.34
3.13 Difusión de sus experiencias TIC en la red.	2.94	1.37
3.14 Creación y conservación de una red de contactos.	3.19	1.32
3.15 Evaluación de su aprendizaje mediante el uso de las TIC.	3.45	1.21
3.16 Comprensión y entendimiento de los indicadores y estándares tanto nacionales como internacionales de la competencia digital.	3.16	1.22
3.17 Noción y conocimiento sobre los diferentes informes que vaticinan (Predicción con base en conocimientos científicos) la inclusión de las tecnologías TIC a corto y medio plazo.	3.10	1.24
3.18 Habilidad para seleccionar y discriminar las diferentes herramientas y gestores de información para su aprendizaje.	3.31	1.15

3.19 Resolución de problemas de aprendizaje y atención a la diversidad a través de las TIC.	3.34	1.19
3.20 Comprensión sobre la importancia de la competencia digital como futuros profesionistas.	3.90	1.04
3.21 Aptitud para utilizar las herramientas educativas de la nube en el aula y formar parte de un entorno interactivo de aprendizaje.	3.67	1.15
3.22 Habilidad para trabajar en redes personales y ambientes de aprendizaje en la nube.	3.53	1.17
3.23 Actualización y autorregulación del conocimiento propio ante los cambios TIC dentro del ámbito educativo.	3.45	1.18
3.24 Manejo y uso de las TIC en procesos de gestión y organizativo de las tareas e investigaciones	3.49	1.22

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

La cuarta y última dimensión *Actitud ante las TIC en la Educación Superior* se presenta en la tabla 10. Esta dimensión a diferencia de las 3 anteriores, fue diseñada con afirmaciones donde el profesor contestó 5 cuando estaba totalmente de acuerdo, 4 de acuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2 algo en desacuerdo y 1 totalmente en desacuerdo. Es sustancial considerar que existen afirmaciones positivas y negativas por lo que los valores fueron analizados desde esa perspectiva. El ítem con mayor ponderación es el correspondiente a la renovación y actualización pedagógica en TIC del docente universitario, mismo que es primordial en la Sociedad del Conocimiento con un 4.48, seguido de dos ítems con el mismo valor, el relacionado con que las TIC favorecen el trabajo en red colaborativo y establecen una red de contactos con expertos profesionales y el que se correspondía con el hecho de que las TIC mejoran la calidad de la educación, pero no solucionan todos los problemas que surgen en el aula con una media de 4.32, lo que muestra el interés o compromiso de los docentes para mejorar sus prácticas, resolver problemas y desarrollar el trabajo colaborativo. El ítem que expresaba que las TIC suponen una inversión de tiempo que se considera desperdiciado por el profesor fue el que tuvo un menor valor con

2.75. Este resultado se puede considerar como favorable por ser uno de los tres ítems con connotación negativa en el uso de las TIC.

Tabla 10. Media y desviación estándar Dimensión 4 Actitud ante las TIC en la Educación Superior.

	Media	Desv. estándar
4.1 Los ambientes híbridos de aprendizaje (uso de entornos personales de aprendizaje en línea y presenciales) proporcionan un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje y un enriquecimiento más completo tanto para el alumnado como para el profesorado.	3.91	1.09
4.2 La renovación y actualización pedagógica en TIC del docente universitario es primordial en la Sociedad del Conocimiento.	4.48	0.80
4.3 Las TIC ofrecen una mayor flexibilización y enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje.	4.29	0.89
4.4 Las TIC están llevando hacia la ubicuidad de la educación, hacia el aprendizaje invisible más allá del tiempo y el espacio. Se da el aprendizaje en todas partes.	4.13	1.03
4.5 Las TIC te permiten fomentar la creatividad e imaginación para llevar a cabo innovaciones.	4.22	0.96
4.6 Las TIC favorecen el trabajo en red colaborativo y establecen una red de contactos con expertos profesionales.	4.32	0.88
4.7 El empleo de dispositivos móviles en el aula fomentará la implementación de tecnologías emergentes (Realidad Aumentada, Learning Analytics, Códigos QR) en el ámbito de la Educación Superior.	4.15	0.99
4.8 La accesibilidad a la educación a través de las TIC sólo es posible para quienes tienen acceso habitual a Internet.	4.17	1.04
4.9 Las aplicaciones y recursos de código abierto y gratuito y con soporte en servidores externos (Cloud Company) facilitan el trabajo para el profesor y el alumno.	4.09	1.02
4.10 Las TIC mejoran la calidad de la educación, pero no solucionan todos los problemas que surgen en el aula.	4.32	0.92
4.11 El uso de las TIC en la metodología docente aumenta la motivación del alumnado y del propio docente.	3.89	1.08

4.12 La formación ofertada en cuanto a TIC a nivel pedagógico es suficiente para el desarrollo profesional del estudiante.	3.53	1.21
4.13 Las TIC presentan limitaciones por dificultad técnica en su uso.	3.68	1.07
4.14 Tecnologías emergentes como Big Data, Realidad Aumentada, Analytica Learning, favorecerán y enriquecerán los ambientes de aprendizaje tanto presencial como virtual.	4.00	1.00
4.15 Se han tecnificado las aulas, pero no se utiliza todo su potencial pedagógico para la formación.	3.96	0.96
4.16 La TIC suponen una inversión de tiempo que se considera desperdiciado por el profesor.	2.75	1.35

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

Con base en los resultados expresados, se puede apreciar que los últimos dos años los docentes se vieron obligados a emprender acciones para el desarrollo y dominio de competencias digitales que les permitieran desempeñar su labor de enseñanza-aprendizaje de una manera eficaz. Se observa el dominio del uso de la web, herramientas básicas para el desarrollo de materiales didácticos que usan en sus clases. No obstante, es importante mencionar que también se detectó que las MOOCs, no son utilizadas en este grupo de profesores, a pesar de constituir una herramienta adicional con materiales que puede fortalecer los conocimientos y la capacidad de auto aprender de los estudiantes.

Si bien uno de los ítems con mayor valor fue el dominio de la plataforma MS Teams, otras como Schoology, Moodle y Blackboard son poco utilizadas y dominadas por los profesores.

La mayor área de oportunidad en este caso se corresponde con el conocimiento en marcadores sociales y el uso de herramientas de Realidad Virtual, entre las que fueron propuestas como las aplicaciones (LearnAR, ARToolKit, Aumentary), los navegadores (Layar, Junxio, Wikitude World

Browser) y el conocimiento de Proyectos basados en Realidad virtual con SpiRa, Venturi.

Existen muchos instrumentos que pueden ayudar a las instituciones de Educación Superior a profundizar en la medición de indicadores del desarrollo de competencias digitales en profesores. Esta propuesta fue el primer acercamiento a más de un año de haber migrado a clases en línea por el COVID-19, sin embargo, son datos que permiten identificar y proponer áreas de capacitación docente.

Conocer el dominio de las competencias digitales de los profesores, es uno de los elementos clave que consiente al docente ser un facilitador de aprendizaje en las aulas, independientemente de su modalidad ya sea presencial, en línea o híbrido, tal como se abordará en temas subsecuentes. Se coincide con Ocaña Fernández, Valenzuela Fernández y Garrido Aburto (2019) cuando afirman que el reto que tienen las instituciones educativas y los profesores universitarios requieren de “planificar, diseñar, desarrollar e implementar” procesos formativos eficaces que formen profesionistas competentes en el entorno tecnológico.

En el caso de los estudiantes de Educación Superior, particularmente los estudiantes de Ingeniería el desarrollo de su profesión demanda estas competencias digitales, por ello, se presenta a continuación un estudio exploratorio de la auto-evaluación de los estudiantes atendidos por estos profesores, para conocer la otra perspectiva.

Evaluación de competencias digitales en estudiantes de Ingeniería

Si bien, es importante el dominio de las competencias digitales en los profesores para enfrentar las necesidades de aprendizaje, también es oportuno el conocer el dominio de los estudiantes en el mismo sentido. Autores como Galindo Aranz, Ruiz Blanco y Ruiz San Miguel (2017) afirman que no se puede suponer el dominio de una competencia digital en

los estudiantes universitarios por haber nacido dentro del desarrollo de las TIC y en la era digital, sino que tenemos que evaluar su desempeño. Estos autores identificaron en su investigación áreas de oportunidad en cuanto a la preparación de los estudiantes para ser competentes en el desarrollo de sus actividades académicas, pero también profesionalmente.

Para realizar una evaluación diagnóstica de las competencias digitales de la misma institución educativa y caracterizar el contexto desde ambas perspectivas: profesores y estudiantes, se eligió un instrumento previamente propuesto y validado por Gutiérrez Castillo y Gómez del Castillo (2014) y Gutiérrez Castillo, Cabrero Almenara y Estrada Vidal (2017), mismo que se compone de dos instrumentos evaluados: Cuestionario para el estudio de la competencia digital del alumnado de Educación Superior –CDAES– (Gutiérrez Castillo y Gómez del Castillo 2014) y el de Redes Sociales (Cabrero Almenara & Marín Diaz, 2013).

Dichos instrumentos fueron adaptados al contexto y situación actual de estudiantes y está compuesto por 48 ítems, que abordaban desde datos generales (4 ítems) hasta las principales dimensiones: Alfabetización digital (ítems del 1 al 13), Búsqueda y tratamiento de la información (ítems del 14 al 19), Pensamiento crítico (ítems del 20 al 23), Comunicación y colaboración (ítems del 24 al 32), Ciudadanía digital (ítem del 33 al 38) y Creatividad e innovación (ítems del 39 al 44).

Los 44 ítems aparecen en el Anexo 2, y están concebidos para contestar en escala *Likert* con el mismo rango de 1 a 5 utilizado en el instrumento de competencias docentes, otorgando al estudiante un rango amplio de valoración al elegir en la escala del 1 al 5 su autoevaluación de la competencia digital desarrollada, donde el valor 1 indica que tiene conocimiento nulo en lo planteado, y el 5 el dominio total del ítem propuesto.

Los resultados fueron analizados con un enfoque probabilístico al alcanzar la participación de 378 estudiantes, calculado mediante la muestra como propone Suárez Ibujs (2011).

$$n = Z^2 \sigma^2 N e^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2 (1)$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población (21,009 estudiantes de ingeniería durante el primer semestre del 2021).

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

e = Rango aceptable de error para la muestra. Radica entre el 1% (0,01) y 9% (0,09).

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que relaciona la desviación estándar de la proporción mediante el nivel de confianza, para 95% de confiabilidad (1.96).

Fue considerada la población de alumnos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en el semestre comprendido por el periodo febrero-junio 2021 de $N=21009$, para el 95% de confianza $Z=1.96$, consideramos una desviación estándar $\sigma=0.5$ y un error muestral del 5% $e=0.05$. Reemplazando valores en la Ecuación 1 se obtiene:

$$n = 21009 \cdot 0.5^2 \cdot 1.96^2 \cdot 21009 - 1(0.05)^2 + 0.5^2 \cdot 1.96^2 = 20177.0453.48 = 377.28 \approx 378 \quad (2)$$

Para presentar los resultados de la información de los estudiantes encuestados se aplicó la exploración univariable para estudiar el comportamiento de los ítems de forma individual, así como la distribución de frecuencias que permitió obtener una primera aproximación de las tendencias de los resultados.

Los resultados obtenidos en este primer análisis exploratorio para conocer el dominio de las competencias digitales en educación superior se presentan a continuación.

La población estuvo compuesta por 275 hombres, 101 mujeres y dos personas que prefirieron no contestar, los porcentajes reflejan la realidad del bajo porcentaje de mujeres que estudia ingeniería, como aparece en la figura 7.

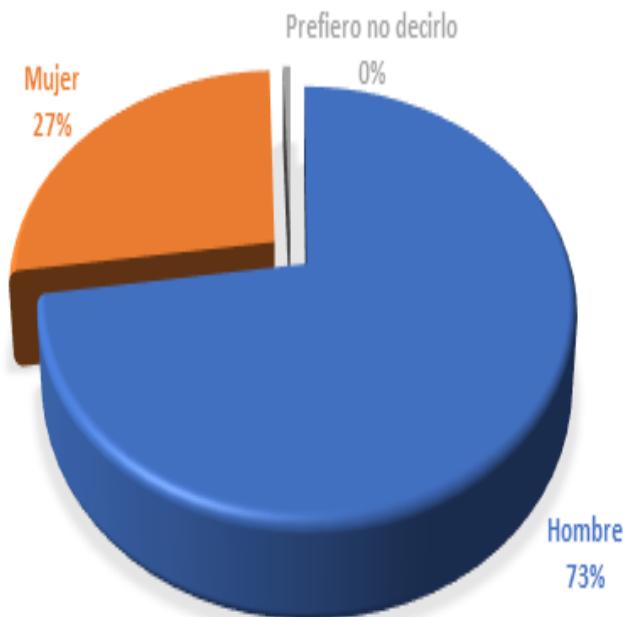


Figura 7. Porcentaje de estudiantes por género.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

Otro elemento por considerar para conocer el avance en el programa de estudio de los participantes fue el semestre que cursaban, este dato posibilita realizar un análisis de la existencia de una evolución significativa en las competencias digitales en la medida que avanzan en sus estudios de

Ingeniería. Los resultados se muestran en la figura 8, donde el porcentaje de estudiantes por semestre varía de 3 a 18%, se observa mayor presencia en los semestres pares debido al ciclo escolar regular.

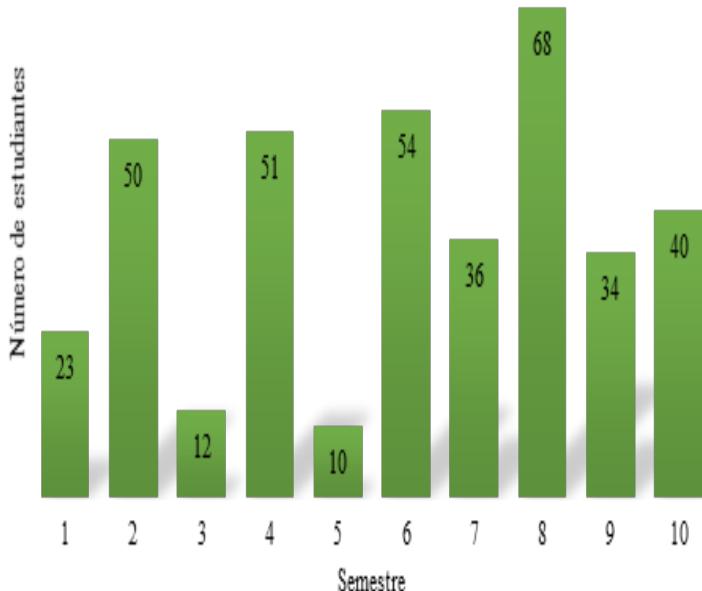


Figura 8. *Número de estudiantes participantes por semestre de estudio.*

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

Al analizar los resultados por dimensiones, la primera aborda la Alfabetización tecnológica, tal como proponen los autores Gutiérrez Castillo, et al. (2016), contiene 4 indicadores los cuales pueden observarse en la tabla 11, donde el diseño de páginas web es una de las competencias menos desarrolladas con una media de 2.847 y la comunicación sincrónica vía web como una de las más desarrolladas con una media de 4.76.

Tabla 11. Dimensión 1 *Alfabetización tecnológica.*

Indicadores	Ítem	Media
Entienden y usan sistemas tecnológicos de Información y Comunicación.	1. Soy capaz de utilizar distintos tipos de sistemas operativos instalados en un ordenador (Microsoft Windows, Linux, Mac...) y en dispositivos móviles (iOS, Android...).	4.085
	2. Soy capaz de utilizar distintos dispositivos móviles (Smartphone, Tablet...).	4.677
	3. Navego por Internet con diferentes navegadores (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome...).	4.13
Seleccionan y usan aplicaciones efectiva y productivamente.	4. Domino distintas herramientas ofimáticas para el tratamiento de la información, tales como los procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos...	3.717
	6. Soy capaz de utilizar distintas herramientas de tratamiento de imagen, audio o video digital.	3.622
	7. Me puedo comunicar con otras personas utilizando herramientas de comunicación sincrónica vía Web (Messenger, WhatsApp, Skype...).	4.762
	8. Soy capaz de comunicarme con otras personas utilizando herramientas de comunicación asincrónica vía Web (foros, redes sociales, lista de distribución, tweets...).	4.339
	10. Se usar software de trabajo colaborativo utilizando las herramientas online tipo Groupware (Google Apps, BSCW, OpenGroupWare...).	2.979
	9. Se diseñan páginas web utilizando algún programa informático, incluyendo textos, imágenes, audio, links...	2.847
	11. Domino las herramientas de la Web 2.0 para compartir y publicar recursos en línea (Ventas Online, Redes Sociales, YouTube, Podcast...).	3.788
Investigan y resuelven problemas en los sistemas y las aplicaciones.	5. Investigo y resuelvo problemas en los sistemas y aplicaciones (configurar correo electrónico, configurar antivirus, desfragmentar el disco duro...).	3.704
Transfieren el conocimiento existente al aprendizaje de nuevas tecnologías de Información y Comunicación (TIC).	12. Uso de manera eficaz las herramientas utilizadas en mi Universidad (SIASE, Nexus, Territorio...) como apoyo a la docencia presencial.	4.127
	13. Me siento competente para utilizar la gestión virtual y de mi Universidad. (Trámites en escolar, CAADI, tutorías, titulación etc.).	3.643

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

La segunda dimensión: Búsqueda y tratamiento de la información admite que los estudiantes se consideran competentes en la búsqueda de información y selección de

información relevante y capaz de organizar, analizar y usar éticamente la información en Internet con media en los tres ítems, superiores a 4.1 de 5.0. Siendo el ítem con menor media, el de ser capaces de realizar organizadores gráficos, mapas conceptuales, etc. con herramientas en línea (ver tabla 12).

Tabla 12. Dimensión 2 *Búsqueda y tratamiento de la información.*

Indicadores	Ítem	Media
Planifican estrategias que guíen la investigación.	14. Soy capaz de localizar información a través de diferentes fuentes y bases de datos disponibles en la Red.	4.119
Evalúan y seleccionan fuentes de información y herramientas digitales para realizar tareas específicas, basados en su pertinencia.	15. Se identificar la información relevante evaluando distintas fuentes y su procedencia.	4.159
	16. Soy capaz de organizar, analizar y usar éticamente la información a partir de una variedad de fuentes y medios.	4.19
Procesan datos y comunican resultados.	17. Sintetizo la información seleccionada adecuadamente para la construcción y asimilación del nuevo contenido, mediante tablas, gráficos o esquemas.	3.968
	18. Uso organizadores gráficos y software para la realización de mapas conceptuales y mentales (CmapTools, Mindomo...), diagramas o esquemas, para presentar las relaciones entre ideas y conceptos.	3.257
Ubican, organizan, analizan, evalúan, sintetizan y usan éticamente información a partir de una variedad de fuentes y medios.	19. Planifico búsquedas de información para la resolución de problemas.	3.878

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

En la tercera dimensión relacionada con el pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones se presentan cuatro ítems, los cuales pueden observarse en la tabla 13, donde las medias oscilan entre la más baja de 3.585 correspondiente a la capacidad de configurar y resolver problemas en el uso de hardware, software y redes, y la mayor de 4.04

concerniente al uso de recursos y herramientas digitales para solucionar problemas reales.

Tabla 13. Dimensión 3 *Pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones.*

Indicadores	Ítem	Media
Identifican y definen problemas auténticos y preguntas significativas para investigar.	20. Soy capaz de identificar y definir problemas y/o preguntas de investigación utilizando las TIC.	3.942
Planifican y administran las actividades necesarias para desarrollar una solución o completar un proyecto.	21. Utilizo los recursos y herramientas digitales para la exploración de temas del mundo actual y la solución de problemas reales, atendiendo a necesidades personales, sociales, profesionales...	4.04
Reúnen y analizan datos para identificar soluciones y/o tomar decisiones informadas.	22. Se analizar las capacidades y limitaciones de los recursos TIC.	3.772
Usan múltiples procesos y diversas perspectivas para explorar soluciones alternativas.	23. Configuro y resuelvo problemas que se presenten relacionados con hardware, software y sistemas de redes para optimizar su uso para el aprendizaje y la productividad.	3.585

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

La cuarta dimensión aborda la comunicación y colaboración dentro de las competencias digitales, (ver tabla 14) donde aparecen los ítems que se corresponden con los indicadores de esta dimensión, se observa una media de 4.423 en el dominio de la interacción mediante redes sociales y canales de comunicación lo que es de esperarse, debido al tiempo prolongado que los estudiantes dedican a estas actividades, y con un menor dominio se presenta en el diseño o modificación de Wiki con una media de 2.899.

Tabla 14. Dimensión 4 *Comunicación y colaboración*.

Indicadores	Ítem	Media
Interactúan, colaboran y publican con sus compañeros, con expertos o con otras personas, empleando una variedad de entornos y de medios digitales.	24. Comparto información de interés con mis compañeros empleando una variedad de entornos y medios digitales.	3.64
	27. Se utilizan programas informáticos (Office 365 Documents, Google Docs...) y herramientas tecnológicas para administrar y comunicar información con mis compañeros y otros usuarios en la Red.	4.119
	30. Soy capaz de desenvolverme en redes de ámbito profesional (LinkedIn...).	3.238
	31. Soy capaz de diseñar, crear o modificar una Wiki (Wikispaces, Wikipedia...).	2.899
	32. Se utilizan los marcadores sociales (Tendencias en Twitter, Pinterest, LinkedIn, etc.) para localizar, almacenar y etiquetar recursos de Internet.	3.54
Comunican efectivamente información e ideas a múltiples audiencias, usando una variedad de medios y de formatos.	25. Comunico efectivamente información e ideas a múltiples audiencias, usando variedad de medios y formatos.	3.608
	29. Interactúo con otros compañeros y usuarios empleando las redes sociales (Facebook, WhatsApp, Twitter) y canales de comunicación (Twitch, Discord, YouTube...) basados en TIC.	4.423
Desarrollan una comprensión cultural y una conciencia global mediante la vinculación con estudiantes de otras culturas.	26. Soy capaz de desarrollar una comprensión cultural y una conciencia global mediante la comunicación con otros estudiantes profesionales de otras culturas.	3.72
Participan en equipos que desarrollan proyectos para producir trabajos originales o resolver problemas.	28. Soy capaz de coordinar actividades en grupo utilizando las herramientas y medios de la Red.	4.019

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

La quinta dimensión relacionada con la *Ciudadanía digital* está representada en la tabla 15 por las medias de los 6 ítems que

muestran valores superiores en el dominio de estos indicadores de 3.6, siendo el liderazgo para la *ciudadanía digital* dentro de los grupos el menor ponderado con 3.675 y el mayor la responsabilidad del aprendizaje de las TIC para utilizarlo a lo largo de la vida.

Tabla 15. Dimensión 5 *Ciudadanía digital*.

Indicadores	Ítem	Media
Promueven y practican el uso seguro, legal y responsable de la información y de las TIC.	33. Asumo un compromiso ético en el uso de la información digital y de las TIC, incluyendo el respeto por los derechos de autor, la propiedad intelectual y la referencia adecuada de las fuentes.	3.857
	34. Promuevo y practico el uso seguro, legal y responsable de la información y de las TIC.	3.852
	35. Demuestro la responsabilidad de que lo que aprendo de las TIC ahora, será utilizado lo largo de la vida.	4.021
Ejercen liderazgo para la ciudadanía digital.	36. Me considero competente para hacer críticas constructivas, juzgando y haciendo aportaciones a los trabajos TIC desarrollados por mis compañeros.	3.833
	37. Ejerzo liderazgo para la ciudadanía digital dentro de mi grupo.	3.675
Exhiben una actitud positiva frente al uso de las TIC para apoyar la colaboración, el aprendizaje y la productividad.	38. Exhibo una actitud positiva frente al uso de las TIC para apoyar la colaboración, el aprendizaje y la productividad.	3.984

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

Por último, este instrumento contiene la dimensión seis dedicada a la creatividad e innovación, con tres indicadores y seis ítems que se presentan en la tabla 16, teniendo dos medias altas, el de ser capaz de adaptarse a nuevas situaciones y entornos tecnológicos con 4.333, realidad que se ha puesto a prueba durante los últimos tiempos, seguida de identificar las TIC y sus posibilidades para uso e impacto futuro con 4.024. La

peor evaluada con 3.619 fue el uso de modelos y simulaciones para explorar sistemas y temas complejos.

Tabla 16. Dimensión 6 *Creatividad e innovación.*

Indicadores	Ítem	Media
Aplican el conocimiento existente para generar nuevas ideas, productos o procesos.	39. Tengo la capacidad de concebir ideas originales, novedosas y útiles utilizando las TIC.	3.794
	40. Soy capaz de crear trabajos originales utilizando los recursos TIC tradicionales y emergentes.	3.844
	41. Identifico cómo las TIC me presentan posibilidades para su uso y entiendo la tendencia en el futuro.	4.024
Identifican tendencias y prevén posibilidades.	42. Uso modelos y simulaciones para explorar sistemas y temas complejos utilizando las TIC.	3.619
	43. Desarrollo materiales donde utilizo las TIC de manera creativa, apoyando la construcción de mi conocimiento.	3.772
Crean trabajos originales como medios de expresión personal o grupal.	44. Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones y entornos tecnológicos.	4.333

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de instrumento.

Además de los resultados presentados se realizó un análisis por semestre, para conocer si existía una diferencia significativa en el desarrollo de competencias digitales según van avanzando en la formación de su carrera, solo se encontraron 4 ítems con varianza superior a 0.1 los cuales fueron el ítem 15. Se identifica la información relevante evaluando distintas fuentes y su procedencia, corresponde al 27. Se utilizar programas informáticos (Office 365 Documents, Google Docs...) y herramientas tecnológicas para administrar y comunicar información con mis compañeros y otros usuarios en la Red, el ítem 30. Soy capaz de desenvolverme en redes de ámbito profesional (Linkedin...). Y el ítem 31, Soy capaz de diseñar, crear o modificar una Wiki (Wikispaces, Wiki-

pedia,...), puede observarse la tabla con los resultados completos en el Anexo 3, por lo que no se considera que el semestre sea concluyente en el dominio de las competencias digitales, según esta autoevaluación.

Al analizar los resultados obtenidos desde un enfoque de género se pueden observar en el Anexo 4, la muestra 37 de los 44 valores de mayor dominio de las competencias digitales en las mujeres que en los hombres según su propia autoevaluación, lo que representa un 88% de los ítems, se desprecia las respuestas de los estudiantes que prefirieron no decir su género por ser menor al 1%.

Estos resultados comprueban que es un error suponer el dominio de competencias digitales según la edad, género, semestre o carrera de estudios, más bien son independientes de cada individuo. Tal como la mayoría de los autores citados refutan las categorías impuestas para medir la cantidad de competencias digitales tales como género, generación de nacimiento, estratos sociales e incluso como demostramos por su área de estudios o formación previa a su actividad laboral.

Consideraciones finales del dominio de las competencias digitales

A pesar de considerar instrumentos diferentes para estudiantes y profesores, mismos que fueron seleccionados entre múltiples instrumentos analizados y propuestos por varios autores, nos permitieron concluir que, si bien los profesores presentan dificultades en la adaptación a nuevas situaciones y entornos tecnológicos como es el dominio de diversas plataformas como Schoology y Moodle, así como el uso de los marcadores sociales, los estudiantes en definitiva llevan ventaja en este sentido en el dominio de competencias digitales.

Puede observarse también que el uso de generación y contenido digital es una de las habilidades que los docentes tienen

mayor desarrollada que los estudiantes, de igual forma ocurre con el uso de las herramientas y plataformas e incluso el diseño de organizadores gráficos. Ambas autoevaluaciones en la institución de estudio permiten identificar las áreas que requieren atención o capacitación tanto de profesores como estudiantes

Según Galindo Arranz, Ruiz Blanco y Ruiz San Miguel (2017) estaremos frente a un dilema educativo principalmente en la educación superior ya que, con el avance exponencial de la tecnología en los próximos años, las competencias digitales requeridas en egresados estarán orientadas hacia la innovación tecnológica, mismas que evolucionan las propuestas laborales dejando obsoletas las carreras y profesiones que no se adapten a este nuevo panorama. Por este motivo las universidades deberán ajustarse para que el perfil de egreso cumpla con las necesidades de la industria, actualizando desde planes analíticos, herramientas y metodologías hasta la forma de comprender el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A modo de cierre estos resultados no impiden el desarrollo humano de los estudiantes tan necesario en estos tiempos que se puede lograr con un alto nivel de desarrollo de las competencias generales. Porque es la manera de evitar la inminente robotización de las personas.



Capítulo 4. Rediseñando la forma de evaluar el aprendizaje en ingeniería en modalidades híbridas

Una vez analizadas las competencias que requieren los ingenieros para desarrollarse en la vida académica y profesional, es necesario identificar aquellas que permiten enfrentarse a las innovaciones y requerimientos tecnológicos frente a la Industria 4.0. De igual modo, es indispensable señalar las competencias digitales que requieren los profesores para desarrollar sus clases y enseñar a los estudiantes en el proceso de aprender a aprender. En este caso, es pertinente precisar el rol de facilitador del profesor, de manera tal que contribuya al desarrollo de competencias y dominio de habilidades, bajo un enfoque que fomente el pensamiento crítico y el empoderamiento del estudiante hacia su proceso de aprendizaje.

Al considerar el desafiante momento que atraviesa la educación debido a la evolución en los modelos formativos, el cambio de perfil de los estudiantes, el uso de entornos de aprendizajes virtuales y la evolución de la tecnología, es preciso que las instituciones educativas y los profesores replanteen los elementos y metodologías que conforman el proceso educativo, en primer orden; desde el profesor y el estudiante, sin dejar de considerar los materiales, los contenidos, los objetivos de aprendizaje, las actividades para lograr dichos objetivos, los canales de comunicación, la tecnología, metodologías utilizadas y la evaluación.

Las condiciones actuales exigen un cambio radical en la práctica pedagógica en lo que respecta a su enfoque y percepción general sobre la enseñanza y el aprendizaje, centrándolo todo esfuerzo en la atención de necesidades de nuestros estudiantes y el logro de un impacto mayor en el aprendizaje y, por tanto, en el rendimiento académico.

Lo anterior indica que es inminente el cambio de un enfoque centrado en el profesor, que sigue siendo hasta nuestros días la práctica generalizada en muchas de las Instituciones de Educación Superior, hacia un enfoque centrado en el estudiante. Significa que se ha de innovar con metodologías de aprendizaje activo, con nuevas didácticas dentro y fuera del aula, que logren el involucramiento del estudiante, desde sus propios estilos de aprendizaje.

Es preciso lograr una concientización de los profesores para afrontar esta etapa de cambios acelerados por el desarrollo tecnológico y el impacto de la migración de la presencialidad a lo digital, rompiendo paradigmas y aprendiendo a desaprender la forma como se ha impartido clase. Estos propósitos han de orientarse a descubrir otros caminos que permiten mejorar la experiencia de los estudiantes y lograr un aprendizaje significativo.

Para rediseñar una clase el docente tiene que replantearse qué puede mejorar, ante todo, el desarrollo de las competencias digitales necesarias para ser un facilitador del aprendizaje en ambientes híbridos, mismas que fueron abordadas mediante el análisis del instrumento y los resultados presentados en el capítulo tres que permitieron identificar la necesidad de capacitación para dominar las competencias digitales que permita ofrecer un aprendizaje activo, con metodologías didácticas que aporten diversas formas de aprender, considerando diferentes tiempos, modalidades, canales de comunicación y motivación de los estudiantes.

Otros elementos por considerar que permitirán mantener a un estudiante conectado con el proceso de enseñanza aprendizaje son la creación de contenidos digitales y el uso de diferentes plataformas de aprendizaje mediante micro actividades, interacción entre los estudiantes, que permitan cambio de ritmo en las sesiones. Para ello el diseño instruccional juega un papel fundamental.

Diseño instruccional para ambientes en línea o híbridos

Es fundamental para el éxito de enseñanza mediante plataformas tecnológicas un adecuado diseño instruccional, no simplemente colocar el contenido del curso presencial en el contexto virtual sin la respectiva adaptación, convirtiendo las clases en largas conferencias dictadas por el profesor, seguida por una tarea que debe ser entregada en un correo o una plataforma. Esta realidad que lamentablemente prima en diferentes instituciones definitivamente traerá malas experiencias de la educación en línea.

Al abordar las clases en línea o híbridas en búsqueda de un aprendizaje de calidad se debe de 1) partir de la selección de una plataforma que permita llevar a cabo la planeación, 2) organización y estructuración de actividades. Entre las opciones más utilizadas se encuentra Blackboard, Moodle, Schoology, adquiriendo mayor impacto en el último año; Zoom, Google Classroom y MS Teams.

Partiendo de la plataforma seleccionada por la institución o por el profesor se tendrá que diseñar el curso, dividiendo por sesiones, semanas, temas, delimitando como lo expresa Galindo, et al. (2020).

- a) Los contenidos y materiales donde será importante considerar cambios de ritmo, diferentes materiales, videos, textos, ejercicios, que involucren a los estudiantes y los mantengan interesados en la temática abordada;
- b) Actividades que deberán ser planteadas en base al objetivo de aprendizaje, estos deberán, tener instrucciones precisas;
- c) Medio de entrega, aquí se considera si lo enviará por correo, lo subirá a la plataforma institucional, carpeta en la nube etc.;
- d) Evaluación contempla cómo serán evaluadas las actividades, por ejemplo, mediante rúbricas claras u otras propuestas descritas más adelante, un requisito importante es que el estudiante conozca desde un inicio cómo y cuándo será eva-

luado, sin dejar de considerar la modalidad de cada una de las sesiones, presenciales, en línea o híbridas.

El diseño instruccional ha sido abordado desde mediados del siglo pasado, la figura 9 nos muestra la definición propuesta por diversos autores.



Figura 9. *Propuestas a lo largo del tiempo del diseño instruccional.*

Fuente: Elaboración propia con información de Belloch (2012).

Belloch (2012) indica que desde la década de los 60 se fundamentan los modelos en el conductismo, en los años 70 en la teoría de sistemas, en la década de los 80 en la teoría cognitiva, en los años 90 del siglo pasado en teorías constructivistas y de sistemas. Sin embargo, existen modelos reconocidos como el Modelo de Gagné, el cual propone diez funciones en la enseñanza, posteriormente Gagné y Briggs lo amplían a 14 pasos basados en el enfoque de sistemas considerando el Nivel de sistema, de curso, de lección y de sistema final. Otro modelo para el diseño instruccional es el denominado ASSURE, el cual se basa en el constructivismo y considera estilos de aprendizaje y la participación activa. Los modelos continúan desarrollándose y aportando nuevas propuestas como el modelo de Jonassen y el modelo ADDIE.

La intención no es adentrarnos en cada uno de estos modelos, más bien dimensionar la importancia de un buen diseño instruccional que permita planear, generar materiales, instrucciones para que el estudiante aprenda. Todo esto muy relacionado con los diferentes momentos y formas de evaluar el

cumplimiento del objetivo de aprendizaje, con la finalidad de realizar las adaptaciones pertinentes sobre la marcha, lo necesario para mejorar el proceso de aprendizaje. Esta debe ser una labor de todos los profesores de manera constante y permanente.

Se ha hecho mención durante este capítulo de los *objetivos de aprendizaje*, Galindo et al. (2020) los definen como “enunciados que describen los conocimientos, habilidades o aptitudes que debe demostrar un estudiante al completar cada una de las lecciones que componen a un curso” (p.5). De ahí que se debe partir de la definición de estos objetivos para posteriormente diseñar las actividades y evaluación de estas, considerando lo que los estudiantes deben de aprender y qué deben saber hacer. Es aquí donde la evaluación de y para los aprendizajes se vuelve una actividad docente que requiere de atención y de un cambio de paradigma donde no solo se evalúe la memorización o mecanización de los conocimientos en exámenes tradicionales, sino debe ser un proceso, donde se potencie el pensamiento crítico, las capacidades y habilidades de los estudiantes así como las competencias transversales requeridas para la formación de ingenieros, como las identificadas anteriormente; la resolución de problemas complejos, un pensamiento analítico e innovador, la resiliencia, flexibilidad y tolerancia al estrés entre muchas otras, lo que permitirá asegurar la calidad integral de la formación.

En consecuencia, es pertinente hacer referencia a diversas metodologías que permiten a partir del diseño instruccional, ofrecer al profesor y al estudiante una variedad de oportunidades que generen un aprendizaje activo aunado al desarrollo del pensamiento crítico considerado fundamental para la sociedad actual y los ingenieros.

Métodos de aprendizaje activo para el desarrollo del pensamiento crítico del ingeniero

La inclusión de la tecnología en el aula no es un tema nuevo, desde hace algunos años, se convirtió en una preocupación y ocupación latente de las autoridades de las IES. En la práctica didáctica de los últimos años se ha promovido el uso de las TICs, se ha implementado el diseño de materiales educativos, el empleo de plataformas y aplicaciones, que generan un entorno variado para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, se pueden observarse en la figura 10, algunos propuestos para la creación de contenidos, plataformas de gestión de aprendizaje y de comunicación, contenidos desarrollados por otros como videos, tutoriales, podcast y algunas propuestas para la evaluación del aprendizaje, todos ellos desde la nube y el Internet.

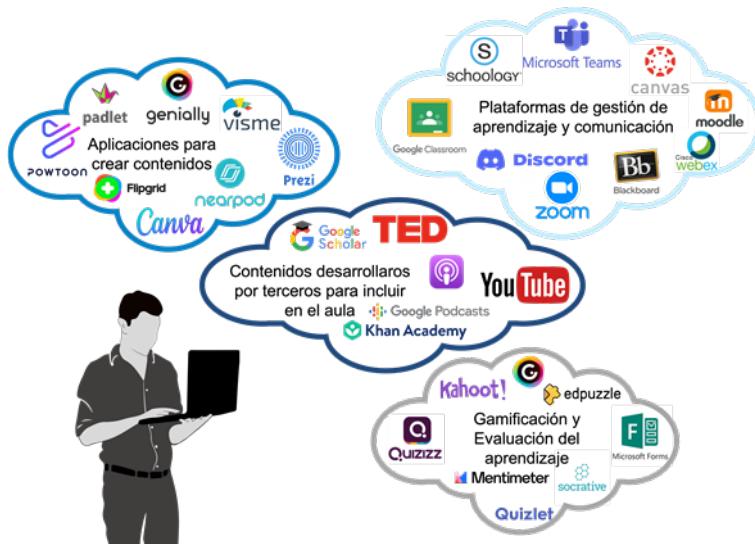


Figura 10. *Aplicaciones y plataformas digitales que promueven el aprendizaje activo e híbrido.*

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, no basta con hacer un documento en Word o una presentación en PowerPoint y presentarlo en las pantallas en clases para asumir que ya se está cumpliendo con las exigencias de los alumnos del siglo XXI. Los profesores se enfrentan a generaciones distintas, donde se adaptan a los avances de la tecnología, mientras que los estudiantes nacieron autodidactas digitales, son altamente creativos y están sobre expuestos a la información.

Si la intención es formar a los ingenieros del futuro entonces se hace necesario transformar la metodología pedagógica que penetre el mundo de los estudiantes, puesto que éstos ya no prestan atención a los profesores que sólo exponen. Entonces, es frecuente que los estudiantes no realicen la tarea por ocupar su tiempo en la ociosidad de las redes sociales o aplicaciones de entretenimiento por falta de interés. Muchas veces esto ocurre porque ellos mismos no saben cómo adecuar la tecnología a sus tareas escolares. Por tanto, el rol de los docentes se relaciona con facilitar el uso de recursos para aplicar la tecnología en la solución de actividades y tareas de aprendizaje.

No se trata solo de usar aplicaciones para apoyar la tarea docente, sino también es una obligación dedicar tiempo a la investigación de lo que existe en cuanto aplicaciones y *software* en general para elegir la mejor opción para el logro del objetivo educativo que se pretende; el profesor deberá buscar si las condiciones le permiten una buena conexión a Internet, instalaciones que favorezcan el aprendizaje activo y elaborar un buen plan de clase que permita explotar todas las bondades tecnológicas.

La planeación de las actividades y métodos de aprendizaje a utilizar por el profesor debe considerar la estimulación del estudiante a desarrollarse bajo un enfoque de aprendizaje activo, situado, autorregulado, constructivo y colaborativo. Huber (2008), propone que los estudiantes deben abordar aprendizajes teóricos y prácticos, donde colaboren para

incorporar casos reales, que permitan aterrizar el conocimiento para entender su relevancia.

Jerez (2015) propone pasar de una metodología pedagógica centrada en la enseñanza a una centrada en el aprendizaje, de tal manera que se genere una formación orientada a los estudiantes y su participación activa en el proceso.

Algunos autores coinciden en que existen cuatro rasgos fundamentales en el aprendizaje activo (Huber, 2018; Jonassen, Mayes & McAleese, 1993; Wertsh, 1985; Lave & Wenger, 1991), por lo que se recomienda analizar su implementación según las condiciones siguientes:

- Aprendizaje constructivista: donde de manera individual cada uno de los estudiantes construirá su nuevo conocimiento a partir de los conocimientos, habilidades y destrezas desarrolladas previamente.
- Aprendizaje situado: donde el estudiante aprende en base al análisis de casos, que le permitan aplicar los conocimientos a contextos reales para reconocer la importancia del desarrollo del conocimiento y su implementación.
- Aprendizaje colaborativo: donde se aborda el aprendizaje entre pares, el cual impacta favorablemente en el aprendizaje, la interacción social y la mejora las habilidades de comunicación.
- Aprendizaje autorregulado: este tipo de aprendizaje es de mucha importancia, debido a que el estudiante deberá ir descubriendo cómo aprende, además a autoevaluarse, saber aceptar retroalimentación, así como a adaptarse según los resultados obtenidos para lograr la autorregulación.

En este sentido, abordaremos algunos de los métodos más utilizados para el aprendizaje activo que toman en cuenta los cuatro rasgos mencionados. En primera instancia, el *Aprendizaje basado en proyectos* (ABP), en esta metodología el estudiante se vuelve el protagonista mediante la instrucción del profesor, generalmente se organiza en pequeños grupos que

realizan investigación integrando la teoría y la práctica, para resolver una situación que simule un contexto real. (Toledo Morales y Sánchez García, 2018).

Otro método muy utilizado que fomenta el aprendizaje activo es el *aprendizaje basado en problemas*, según Gil-Galván (2018) esta metodología se caracteriza por el protagonismo del estudiante, también potencia el desarrollo de competencias de las profesiones de los estudiantes. En este método el estudiante debe participar activamente para facilita la autorregulación del aprendizaje, los profesores por su parte organizan y estimulan el aprendizaje mediante una guía previamente establecida.

Desde la posición de Hubert (2008), consiste en la presentación del problema, su análisis, la generación de hipótesis, en descubrir conocimientos carentes, en tomar decisiones sobre las metas de aprendizaje, generando un aprendizaje individual y colaborativo en el intercambio de resultados y conclusiones.

El *estudio de casos* es otra metodología que coincide con las dos presentadas anteriormente, donde un grupo pequeño de estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en su curso para resolver casos, los cuales pueden ser reales o ficticios que simulen realidades de su quehacer profesional. Al igual que en las dos propuestas anteriores requiere del profesor como guía para fomentar el trabajo colaborativo y la investigación de conceptos de difícil comprensión, lo que estimula el aprendizaje activo.

Otras técnicas recomendadas para el desarrollo de aprendizaje activo son; la construcción del aprendizaje mediante debates o foros, donde los estudiantes argumentan sus posturas, defienden sus ideas. El papel del profesor en estas actividades es de un moderador que genera preguntas detonantes y guía a los estudiantes en la construcción del conocimiento.

En el aprendizaje activo es propicio considerar usar:

- Los estudios de casos;
- La discusión guiada;
- La enseñanza basada en preguntas y problemas;
- La retroalimentación por sesión y las dudas que fomenten descubrir el conocimiento;
- El aprendizaje entre pares;
- El análisis de lectura y elaboración de organizadores gráficos a partir de ella;
- El uso de simuladores; el aprendizaje por proyectos;
- El juego de roles;
- El trabajo colaborativo;
- La exposición oral de los conceptos teóricos; elaboración de videos; materiales de apoyo;
- La gamificación que entre otros favorece la interacción y aprendizaje activo, entre muchos otros más.

Todas estas actividades de aprendizaje deben de ser evaluadas y los estudiantes deberán recibir una retroalimentación para identificar sus fallas o áreas a mejorar, en este sentido la evaluación debe ser considerada, con otra perspectiva diferente a la tradicional.

Cambio en los paradigmas de la evaluación

El aprender siempre va de la mano con la evaluación, es que a pesar que lo importante es la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas, muchos de los estudiantes enfocan sus esfuerzos en la evaluación cuantitativa por lo que es importante considerar que la evaluación tiene como finalidad aprender, comprender, diagnosticar, mejorar y motivar al estudiante, mientras que algunos profesores y estudiantes la asocian a medir o comparar los conocimientos adquiridos por los estudiantes y los objetivos propuestos.

El proceso de evaluación ha sido estudiado a lo largo de la historia, la adopción de modelos por competencias en las instituciones educativas requirió de la evolución de los procesos

de evaluación, donde en la formación de ingenieros el reto se tornó mayor al considerar que los profesores de las carreras de Ingeniería no son formadores de profesión, sino profesionistas de especialidades de Ingeniería que educan. No obstante, estos docentes se han dado a la tarea de capacitarse y adaptarse a las necesidades de las IES para lograr en un principio, transmitir el conocimiento hasta en la actualidad convertirse en el facilitador que guía al estudiante en la construcción de su propio conocimiento.

De lo anterior partimos para establecer que existen posturas diferentes con respecto a la evaluación del aprendizaje y la evaluación para el aprendizaje. Moreno Olivos (2016) afirma que estos dos conceptos no son un juego de palabras, sino un cambio de fondo donde la evaluación para el aprendizaje tiene como primicia promover el aprendizaje de los estudiantes y la evaluación del aprendizaje se realiza con la finalidad de rendir cuentas, clasificar o acreditar competencias de los estudiantes en la institución. Analizar la educación superior y particularmente la evolución de la enseñanza de la Ingeniería durante los últimos años hacia modelos educativos centrados en el aprendizaje, entre rápidos cambios sociales, culturales, requiere una transformación de las formas de evaluar como un proceso permanente de observación del estudiante, de valorar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, considerando la retroalimentación como la herramienta que permite identificar al estudiante sus áreas de oportunidad en su propio proceso de aprendizaje, así como identificar las dificultades para el logro de los objetivos. De esta forma, es posible adaptar la metodología para incrementar el desarrollo de competencias, conocimientos y habilidades de los estudiantes.

Por su parte, Moreno Olivo (2016), coincide en que no son términos equivalentes, porque la evaluación para el aprendizaje se enfoca en los estudiantes, para comprender el beneficio de que el estudiante logre sus metas de aprendizaje y esté informado de las metas que debe alcanzar a lo largo del

proceso educativo. Se debe usar la evaluación con la finalidad de mejorar la confianza y comunicación con el estudiante, de tal manera que sean ellos mismos los que asuman su responsabilidad, la labor del profesor es retroalimentar y orientar a mejorar y alcanzar sus objetivos de aprendizaje, en conjunto al desarrollo de las competencias transversales, como la comunicación, el trabajo en equipo, el liderazgo, entre otras.

La evolución de la evaluación ha sido paulatina, irregular y bajo diversos enfoques, han aparecido el uso de las rúbricas, listas de cotejo, evaluación por proyectos, evaluación mediante análisis de casos, portafolios de evidencias, entre muchos otros. Sin embargo, las evaluaciones por medio de exámenes escritos siguen estando presente en las aulas y en muchas de ellas como único elemento de evaluación.

Continuando con la misma línea de disertación, se debe partir de las preguntas propuestas por múltiples autores, tales como: ¿Por qué/para qué evaluar?, ¿qué evaluar?, ¿cómo evaluar? y ¿cómo comunicar los resultados de la evaluación? García Medina, *et al.* (2011) proponen que la evaluación del aprendizaje puede considerarse como sumativa y la evaluación para el aprendizaje como evaluación formativa, este enfoque nos muestra un principio de clasificación de la evaluación que describiremos más adelante.

Particularmente en la institución donde se han aplicado los instrumentos y se desarrolla la presente investigación, en su modelo educativo se establece que para poder evaluar el desarrollo de competencias incluye diversos agentes, momentos e instrumentos, de tal manera que se obtenga información y retroalimentación mediante un proceso continuo considerando la evaluación sumativa y formativa.

También se hace referencia a la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación para enriquecer y hacer un proceso objetivo de evaluación de los aprendizajes, donde las habilidades, destrezas, actitudes y valores en conjunto con los

conocimientos adquiridos se vean reflejados en una evaluación integral. (UANL, 2020).

Los profesores deben estar familiarizados con los tipos de evaluación, conocer su clasificación e implementarlos para mejorar el resultado del aprendizaje. Se presenta en la figura 11, una propuesta que puede esclarecer los tipos de evaluación que se recomiendan para la evaluación, aunque por supuesto, no son las únicas existentes.



Figura 11. *Tipos de evaluación*.

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación del aprendizaje ocurre desde diferentes perspectivas, si la analizamos por el tiempo de realización, la evaluación inicial puede ser considerada como una evaluación diagnóstica por su función, suele ser empleada al inicio de un nuevo tema o ciclo escolar para identificar los conocimientos previos que los estudiantes dominan, para ello pueden utilizarse diversas herramientas, desde preguntas detonantes pero también existe la oportunidad del uso de herramientas digitales como Kahoot, Quizziz, entre muchas otras. Estas alternativas pueden ser utilizadas en el aula de forma presencial si los estudiantes cuentan con un dispositivo móvil conectado a Internet, además de las sesiones en línea o

híbridas o incluso pueden ser desarrolladas de manera asíncrona. En este caso se usan cuestionarios cronometrados que además de estimular el aprendizaje proporciona una retroalimentación en tiempo real para que el estudiante reflexione acerca de sus errores, tienen la ventaja de su fácil uso aun cuando no se posee dominio total de estas herramientas.

Las actividades que desarrollan los estudiantes en las sesiones de clase, independientemente del medio, son consideradas evaluaciones formativas, aquí el profesor se convierte en el guía que acompaña a los estudiantes a construir su conocimiento, por lo tanto es de tipo procesual, en este tipo de evaluación es de suma importancia la retroalimentación del estudiante, para que identifique lo logrado y se motive, pero también para el reconocimiento de lo que debe corregir o desarrollar para lograr su objetivo. Se recomienda que esta evaluación sea cualitativa para que el estudiante tenga claro que deberá mejorar.

Por su parte, la evaluación sumativa, en el caso del modelo por competencias, se subdivide en actividades que el estudiante va construyendo a lo largo del proceso de aprendizaje y que le permiten al profesor evidenciar ante la institución el cumplimiento del desarrollo de competencias y conocimientos. La suma de estas actividades se verá reflejada como la evaluación cuantitativa y final, es aquí donde en muchas IES se hace uso del portafolio de actividades.

En cuanto a los tipos de evaluación por sus actores, la heteroevaluación consiste en la realizada por el profesor u otro agente, la autoevaluación es la reflexión misma del estudiante con respecto a su proceso de aprendizaje y la coevaluación la retroalimentación entre estudiantes. Existen muchas estrategias donde la implementación de estos tipos de evaluación a lo largo del proceso educativo permite al estudiante ser consciente de su propio proceso y además considerar la perspectiva de sus compañeros para realizar acciones en consecuencia, para el logro de sus metas.

Es comprensible que la evaluación no debe ser una tarea complicada, tampoco el centro de atención en el proceso de aprendizaje. Anteriormente, para evaluar a un estudiante se utilizaban las observaciones, tareas o trabajos, exposiciones y los exámenes tradicionales, actualmente se integran a estas formas, la autoevaluación, los proyectos, las rúbricas y los portafolios, estos dos últimos serán descritos a continuación:

El uso de rúbricas (consideradas dentro de las evaluaciones formativas), son las guías de puntuación que se le asigna a cada una de las características del producto, actividad o proyecto que los estudiantes realizan, estas permiten una evaluación objetiva y facilitan la retroalimentación, informando al estudiante previo a su evaluación los criterios que serán tomados en cuenta. Autores como Stevens y Levi (2005), Martínez Rojas (2008) y Allen (2014) coinciden en que las rúbricas ofrecen ventajas, ya que los estudiantes pueden auto-evaluarse previamente a la entrega de su actividad, además posibilitan el ahorro de tiempo en la evaluación, la retroalimentación específica que aporte al estudiante sobre cómo mejorar su proceso de enseñanza.

El uso del portafolio de evidencias admite reunir y documentar las diferentes actividades desarrolladas por los estudiantes a través del curso, este puede ser en una carpeta física o virtual, a través de ella se espera que el estudiante presente sus actividades y demuestre el desarrollo de las competencias y conocimientos adquiridos a lo largo del proceso educativo. Al profesor corresponde dar seguimiento y retroalimentar a cada una de las actividades, con criterios específicos previamente establecidos, se puede llevar registro del progreso, logro de los estudiantes, etc.

La cuestión no solo radica en el dominio de las diferentes opciones citadas entre muchas otras, también cabe preguntarse ¿entonces cuáles se deben de utilizar y en qué momento?, esto dependerá del propósito de evaluación y el pro-

profesor debe planearlas y adaptarlas conforme a la retroalimentación y necesidades del aula.

En el caso que el profesor realizó un diseño instruccional de su curso, diseñó una propuesta fundamentada de cómo evaluar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, no debe obviar el equipamiento, la infraestructura y conectividad de la que dispone.

Equipamiento, infraestructura y conectividad necesarias en las Aulas activas e híbridas

La transformación digital de las universidades asume retos de infraestructura, conectividad y formación digital. Las diferentes investigaciones coinciden en que los retos a enfrentar durante la contingencia fueron los relacionados con la formación en competencias digitales, tanto de alumnos como de profesores, así como el no contar con suficientes equipos de cómputo para ambos casos, así como el acceso al Internet limitado por el contexto socioeconómico de muchos estudiantes, incluso por los lugares remotos de origen. No obstante, las IES, los profesores y los alumnos han buscado las formas de enfrentar estas dificultades que se derivan de la educación híbrida, como la manera de continuar los procesos formativos.

Para reflexionar acerca de cómo se puede evolucionar en las clases para crear aulas activas e híbridas, debemos partir de la reorganización del tiempo y participación activa del estudiante en la construcción de su conocimiento, se debe elaborar materiales para transmitir los contenidos mediante herramientas tecnológicas o soporte en línea, que fomenten la aplicación práctica de los conocimientos, la solución de problemas, el trabajo colaborativo mediante debates, foros y actividades diseñadas para que cada uno de los estudiantes aporte sus conocimientos y puntos de vista para un aprendizaje experiencial. Estas características son opuestas a una enseñanza tradicional, donde el profesor transmite los cono-

cimientos al estudiante mediante sesiones discursivas donde el estudiante juega un papel pasivo. (Sousa Santos, *et al.*, 2020).

Es conocido que las brechas de acceso al equipamiento, infraestructura y conectividad constituyen un reto para las instituciones públicas y en general para la educación en México y Latinoamérica, tanto en lo que se requiere en las aulas como en las casas de los estudiantes. Por ello, nos referiremos a las aulas en condiciones ideales y alternativas que consientan migrar hacia las aulas activas e híbridas.

El aula híbrida ideal, se puede comparar con la construcción de un edificio con cimientos profundos y sólidos, de esta manera debe el profesor construir su aula híbrida. Se requiere de una infraestructura sólida tanto física como tecnológica: El aprendizaje activo e híbrido se refiere, no solo a la organización del aula en sí, sino a todos los elementos que se emplean para que el estudiante participe activamente en su propio proceso de aprendizaje (Jerez, 2015). Los elementos tecnológicos son primordiales, estos incluyen, entre otros, la cantidad y calidad de ancho de banda para el trabajo en el aula, la disposición de las mesas de trabajo, las computadoras, las pantallas, los pintarrones, entre otros.

Las aulas diseñadas y enfocadas en el aprendizaje activo e híbrido, el espacio físico se combina con el virtual permitiendo una mayor participación de estudiantes y profesores, mediante las plataformas de gestión de aprendizaje como algunas de las mencionadas en la figura 10. Del mismo modo, contribuyen significativamente al involucramiento de los estudiantes en su proceso de aprendizaje (Barrantes, 2019). Se trata de un nuevo sistema de organización y disposición de los elementos basados en una nueva filosofía de aprendizaje donde el profesor ejerce la función de guía e involucre a los estudiantes desde el entorno donde se encuentren.

Se trata de un sistema que se enfoca en el estudiante, y que solo puede adquirirse a través de su involucramiento y la motivación constante. El papel del profesor también es decisivo porque es la figura que guía a los alumnos en su proceso de búsqueda de nuevos conocimientos. Sin embargo, ya no tiene el papel de expositor, por lo que su lugar ya no es al frente del aula en un lugar elevado, como lo era en el modelo tradicional. En la figura 12, se puede apreciar de lado izquierdo un aula presencial y el profesor como actor principal y los estudiantes como actores pasivos, y a la derecha un aula híbrida donde el docente se encuentra fuera del aula, pero lo más común es que se encuentre en ella con una parte de los estudiantes y el resto de ellos desde sus respectivos hogares.



Figura 12. *Diferencias visuales entre un aula tradicional y una aula híbrida.*

Fuente: Imágenes gratuitas de freepic.

Para la conformación del aula ideal, se precisa tener mesas de trabajo, en su defecto pupitres móviles que permitan crear zonas de trabajo colaborativo, cada área de trabajo tendrá acceso al pintarrón, hojas de rotafolio o vidrios donde se plasmen las ideas, y se sociabilicen. El acceso a Internet en cuestión de infraestructura es fundamental, para que puedan

indagar y profundizar en la red los acerca conocimientos que se están asimilando.

La propuesta consiste en contar con un espacio (aula) que permita una organización polivalente y flexible en su uso, y que cumpla con los siguientes criterios:

- Admitir usos diversificados (organización tipo aula, o tipo U, o de mesas de trabajo independientes) con mobiliario con ruedas preferentemente, así como cambios y ajustes en las estructuras a través de muros móviles o biombos.
- Contar con espacios higiénicos, de fácil acceso, seguros, bien iluminados y cuyo colorido y textura contribuyan a crear un ambiente agradable, alegre y cálido.
- Tener acceso a un ancho de banda suficiente para la participación de equipos de trabajo en grupos de 1 a 30 estudiantes presenciales y hasta a 70 estudiantes en línea, para reunir hasta 100 estudiantes en modalidad híbrida, independientemente de la tarea a realizar.
- Estar equipada con dos grandes pantallas o proyectores, uno en cada extremo del aula a fin de proyectar el material de apoyo didáctico del profesor, sin que esto represente que todos los estudiantes se tengan que alinear en forma de auditorio y puedan seguir colaborando en sus estaciones de trabajo.
- Adaptar conforme al tipo de actividad a realizar en cada momento, trabajo individual, o colaborativa, en equipos de 3 o de 5 (o más), con estaciones de trabajo cómodas, donde se cuente con infraestructura para que los estudiantes puedan conectar sus equipos en cada estación.
- Contar con espacios adaptados a las características de las personas que conviven en ellos facilitando el acceso a aquellos alumnos con necesidades específicas para moverse por el aula con seguridad y puntos de referencia claros (eliminando barreras arquitectónicas y adaptando el mobiliario, la iluminación, las texturas, etc.).

- Garantizar que los materiales de trabajo, como los pizarrones deben ser móviles para facilitar su uso, y tener herramientas como plumones y borradores al alcance.
- Contar con el material académico y tecnológico supeditado al proyecto curricular de tal forma que coadyuve al alcance de los objetivos de aprendizaje.
- Tener seguridad que tanto el mobiliario como los materiales consten con un cuidadoso plan de uso, cuidado y mantenimiento.

El MIT (Massachusetts Institute of Technology) a finales de la década de los 90, implementó innovaciones educativas en la enseñanza de física para estudiantes de primer año, específicamente un método llamado compromiso interactivo, ofreciendo mayores logros de aprendizaje que el formato tradicional de exposición. Estas innovaciones implementadas por el profesor John Belcher, denominaron al proyecto Aprendizaje Activo Habilitado por la Tecnología (TEAL). Belcher estaba lidiando con el desajuste entre los métodos de enseñanza tradicionales y cómo los estudiantes realmente aprenden (Rostanin, Ullrich, Holz & Song, 2006).

A pesar de que los estudiantes de primer año del MIT tenían buenas habilidades matemáticas, a menudo les costaba entender los conceptos de física de primer año, y eso sin considerar que contaban con excelentes profesores. Sin embargo, la metodología expositiva de estos, no transmitían bien los conceptos debido a su naturaleza pasiva. Mediante el aprendizaje activo, se han incrementado las tasas de aprobación y se han fortalecido los fundamentos de los estudiantes a lo largo de sus estudios universitarios.

Por su parte la Universidad de IOWA, creo una serie de aulas con estas características, establecidas en el proyecto Tile: Transform, Interact, Learn, Engage, las cuales varían desde 24 hasta 81 asientos, y cuentan con mesas circulares y sillas con ruedas para distribuir todo el mobiliario según la actividad

en el aula o en conjunto con los estudiantes que interactúan desde sus casas (ver figura 13).



Figura 13. *Aula TILE*.

Fuente: Programa TILE Universidad de Iowa.

En la figura 14, se muestra un aula con estas características, misma que la Universidad EAFIT (Escuela de Administración, Finanzas y Tecnologías) de Colombia, implementó en enero del 2017, aunque estas aulas están diseñadas para el aprendizaje activo, cuentan con todos los elementos para el aprendizaje híbrido, al estar equipadas con pantallas, Internet, acceso a trabajo desde los equipos personales de los estudiantes. Se presenta el ejemplo de una universidad Latinoamericana, porque estos esfuerzos se realizan en todo el mundo, a pesar de los problemas de presupuesto.

Los resultados de la implementación de estas aulas en la Educación Superior han sido objeto de estudio, coincidiéndose en que mejoran el aprendizaje, la motivación y aumentan la creatividad del estudiante al compararlo con aulas tradicionales. No obstante, en muchas instituciones educativas no se cuenta con los recursos para la creación de un aula con estas características, por lo que se proponen algunas ideas para ir transformando nuestras aulas poco a poco, considerando los recursos al alcance de las instituciones, profesores y estudiantes.



Figura 14. *Aulas diseñadas para aprendizaje activo.*

Fuente: Mojica Herazo (2017). EAFIT innova con espacios vanguardistas que conjugan infraestructura y concepto. Revista El Eafitense, 112.

Es conveniente empezar poco a poco construyendo las actividades y los materiales que fomenten el aprendizaje activo, estos pequeños cambios pueden tener un gran impacto en los estudiantes. Si no se cuenta con mesas para el trabajo colaborativo y lo que se tiene en el aula son mesabancos se pueden construir espacios comunes con esos materiales. Si se tiene acceso a Internet se pueden crear los materiales y compartirlos mediante una pantalla o proyector, la flexibilidad juega un papel muy importante, por eso se puede proponer a los estudiantes que acomoden sus bancos según la actividad a desarrollar. Es preciso tener la habilidad de sacar el mayor beneficio a las herramientas tecnológicas de las que se disponen, aprovechando el diseño de actividades y uso de materiales digitales con el apoyo de Internet en el aula, para poder llevar a cabo las sesiones híbridas, estas pequeñas acciones representan un gran avance.

Fomentar la participación de todos los estudiantes es una ardua tarea, pero al fungir como guía en el aula presencial y virtual, donde los estudiantes participan en equipos colabo-

rativos y aportan desde sus fortalezas puede ser un estrategia que permita la participación de estudiantes que en caso de aulas tradicionales nunca se escucharían o aportarían, la intención principal es que todos tengan la misma oportunidad de interactuar, de comunicarse, de proponer y de aportar al proceso de aprendizaje.

En las aulas activas e híbridas es importante considerar que los estudiantes cuentan con diferentes canales de comunicación, en este caso nos referimos a que existen estudiantes que aprenden escuchando, otros viendo, otros haciendo, si a esto le sumamos que unos estarán en el aula físicamente y otros en línea, las actividades y materiales diversos, con cambios de ritmo y diferentes tipos permitirá a los estudiantes apropiarse del conocimiento desde su forma de aprendizaje.

Un beneficio adicional que podemos aprovechar es el ofrecer la oportunidad a nuestros estudiantes a elegir entre diversas opciones de actividades o proyectos de acuerdo con sus preferencias o que realicen propuestas para que se sientan parte del proceso y el compromiso aumente.

Por último, es importante considerar que muchos de los estudiantes no cuentan aún con experiencias en aulas activa e híbridas, por lo que es esencial el seguimiento y acompañamiento del profesor para que se involucren y sepan lo que se espera de ellos en cada una de las nuevas actividades, herramientas y momentos será fundamental para crear un ambiente seguro donde prime la libre expresión y actuación para asumir con creatividad su aprendizaje.

Esta modalidad implementada por algunas instituciones, durante los últimos años, por la mayoría de manera necesaria, ha llegado para quedarse, decir que es la modalidad perfecta sería falso, pues a pesar de que se puede conjuntar lo mejor de aulas presenciales tradicionales y aulas virtuales, continúa presentando algunas dificultades, tanto a profesores como a estudiantes. Por ejemplo, en muchas ocasiones se torna

complicado el acceso a Internet y equipos de cómputo y cuando estos equipos son compartidos en los hogares la distribución del tiempo en su uso.

En el caso de los profesores pueden reconocer como una desventaja el tiempo requerido para la planeación, diseño y elaboración de materiales es mayor. Sin embargo, estos materiales podrán con pequeñas adecuaciones según las evaluaciones de los estudiantes, seguirse utilizando en diversos períodos. El profesor debe buscar las formas más idóneas para mantener la atención de los estudiantes, principalmente de aquellos que toman la materia en línea, pues podrán distraerse fácilmente, sin que el docente del otro lado de la pantalla pueda apreciarlo directamente.

Los estudiantes por su parte presentan dificultades para la administración del tiempo, la procrastinación se vuelve una práctica muy común que les dificulta la administración de sus tiempos, fechas de entrega y trabajo autodirigido. Otra dificultad que presentan los es la falta de socialización cara a cara pues a pesar de existir actividad en el aula física, puede que algunos estudiantes tomen la totalidad de su curso totalmente en línea por cuestión de cambios de residencia, necesidades laborales, entre otras situaciones.

Conclusiones

El presente libro transita entre los antecedentes de la Ingeniería en México y el Mundo, abordando las condiciones dadas en la actualidad con la finalidad de mostrar que nuestros antepasados contaban con amplios conocimientos en la construcción, la elaboración de herramientas, podían dirigir el cauce del agua, entre muchos otros conocimientos muy avanzados para la época. Sin embargo, al avanzar la comunicación y confrontaciones entre territorios, muchos de los conocimientos fueron descartados y quedaron en el olvido. A nivel global las revoluciones industriales han modificado la forma en la

que vivimos y los ingenieros lideran muchos de estos cambios e innovaciones.

En la actualidad, México se puede considerar como uno de los países que más ingenieros forma, entonces ¿qué requerimos como sociedad para ir a la vanguardia en estos cambios tecnológicos e industriales?, buscando responder a esta pregunta se analiza el perfil del ingeniero, diversos autores muestran la necesidad de un perfil multidisciplinario, con capacidad de proponer ciencia de frontera, aportar a la innovación y el desarrollo científico. Para ello se requiere de esfuerzos conjuntos de instituciones gubernamentales, educativas, la industria y la sociedad misma. Los trabajos deben ir encaminados en un mismo sentido que permita construir un presente de calidad educativa para un futuro con una economía estable y en crecimiento.

El estudiante que actualmente se encuentra en las aulas tiene grandes ventajas, respecto a las generaciones pasadas, en el acceso a la tecnología y la información, no obstante, requieren una formación con conocimientos específicos de sus especialidades, con competencias blandas muy desarrolladas y competencias emergentes para enfrentar los retos actuales.

Los cambios que genera la Industria 4.0 han impactado directamente la educación y la formación de ingenieros, pese a los esfuerzos realizados por las IES, mantener los programas actualizados, tener el acceso a tecnología y conocimientos de vanguardia se ha vuelto una tarea inalcanzable principalmente para los países en desarrollo como es el caso de México y para las instituciones de educación superior públicas. Contar con la infraestructura en laboratorios para preparar a los futuros líderes en *Big Data*, ciberseguridad, máquinas y robots autónomos, manufactura aditiva, Internet de las cosas, entre los otros pilares de esta industria se vuelve una tarea inalcanzable, por lo que la labor de las IES debe enfocarse en formar ingenieros que *aprendan a aprender* y formarse de forma permanente, dentro de las industrias y

empresas en donde se desenvuelvan con competencias que les permitan desarrollar el máximo de su capacidad para enfrentarse a actividades y puestos profesionales que muy probablemente hoy no se han creado, o van a evolucionar de manera considerable durante los próximos años.

Tal como el Foro Económico Mundial propone los 20 roles emergentes y el análisis presentado identifica que de esos 20, 13 pueden ser desarrollados por un ingeniero, muestra una amplia oportunidad de desarrollo y crecimiento de nuestros futuros egresados, siempre y cuando tengan la formación para enfrentarse a la vida laboral con las herramientas pertinentes para desempeñarse y ser un factor de cambio.

Los estudios de las competencias según las fuentes planteadas en el capítulo 2, muestran que no solo es suficiente ser competente en cuanto al desarrollo tecnológico, sino se requieren de competencias transversales que les permitan comunicarse, dirigir equipos de trabajo, ser autogestivos, poder resolver problemas complejos, tener un pensamiento analítico e innovador, entre las otras ya mencionadas, en conjunto con el dominio de las tecnologías emergentes que requerirán para el desenvolvimiento de su profesión.

Posteriormente, se dedicó a lo largo del capítulo 3, a la exploración de las competencias digitales que se requieren en la vida contemporánea tanto de profesores como estudiantes, con el propósito de además de identificarlas, hacer un estudio preliminar que permitirá a la autora identificar por la autoevaluación ambas figuras, el dominio o falta de cada una de las competencias reconocidas y considerada en los dos instrumentos aplicados y examinados.

El instrumento para los profesores muestra un buen dominio de la *dimensión 1*, la cual considera el uso y alfabetización: Es así como se muestra que los docentes son capaces de utilizar los elementos periféricos, los almacenamientos externo el uso de proyectores, ofimática para desenvolverse en su aula

presencial o virtual, demostrando que la capacitación en esta dimensión es principalmente en los marcadores sociales y plataformas diferentes a la institucional. Del mismo modo la falta de pericia en la creación de códigos QR y manejo de gestores bibliográficos este último, se considera importante para la creación de contenidos y materiales cuidando los derechos de autor de las fuentes consultadas.

La *dimensión 2*, que contiene la metodología educativa mediante las TICs, evidenció la falta de dominio en el uso de herramientas de realidad aumentada, considerando que estas pueden permitir al estudiante que se encuentra en línea o incluso presencial desarrollar un conocimiento mediante realidad aumentada de equipos, dispositivos o prácticas de laboratorio, que permitan involucrarse. Cabe mencionar que desde el 2018 la institución hace uso de posters y material de difusión mediante la plataforma HP REVEAL, lo que muestra que se tiene acceso a la creación de materiales, pero aún no se ha explotado esta oportunidad y la creación durante el primer semestre del 2020 de un laboratorio de realidad virtual e inmersiva que pretende lograr que los profesores generen recursos para que sus estudiantes puedan desarrollarse mediante estas herramientas tecnológicas.

Por su parte, derivado de los resultados de la *dimensión 3*, formación del universitario en TIC, los 24 ítems considerados presentan medias entre 2.88 y 3.93 de 5.00, localizando como para futuras acciones la participación de los profesores en proyectos de innovación basados en TIC, compartir y divulgar las experiencias e incluir en capacitaciones en modalidad híbrida. Como parte de las prácticas en este sentido se propone que los docentes trabajen con pares académicos de manera transparente para que fuera de sentirse vigilados o juzgados, se encuentren abiertos a recibir retroalimentación y observar otras estrategias propuestas por otros profesores que pudieran adaptar a sus necesidades y objetivos de aprendizaje.

La *dimensión 4*, actitud ante las TIC en la educación superior, permitió observar que los profesores son conscientes de las necesidades de actualización pedagógica, se muestra una postura donde les cuesta aún la inversión del tiempo al desarrollo de su programa de clase, materiales y planeación mediante TIC, por considerar que se requiere más tiempo invertido para una clase activa e híbrida.

Los resultados presentados en el caso de los profesores superan las expectativas en cuanto al número de participantes para cumplir con la muestra para ser considerado estadístico, y asegurar que los resultados representen fielmente la opinión de estos. El estudio preliminar, permitió examinar en la institución objeto de estudio, identificar fortalezas y debilidades en el dominio de las competencias digitales, los datos obtenidos sirven de guía a la institución en el caso de los docentes de las necesidades de capacitación, con la finalidad de impactar en mejorar las prácticas educativas, cómo deben abordarse los cambios pedagógicos y curriculares.

En el caso de los estudiantes, se determinó necesario incluir en su formación el diseño de páginas *web*, diseñar actividades donde se desenvuelvan y aporten mediante *software* colaborativo y uso de *wikis* donde tanto el profesor como los estudiantes interactúen y construyan un proyecto o actividad, utilizando las fortalezas de todos. Se propone que los estudiantes creen sus perfiles y redes profesionales como el *Linkedin*, donde puedan ir construyendo expediente, actualizar o incluso capacitarse en la plataforma, el ejercicio de identificar las vacantes y los requisitos de su área o especialidad le permitirá construir ese perfil en conjunto con su avance escolar, para ser competitivo a su egreso. En definitiva, los resultados demuestran que la comunicación e interacción entre dispositivos móviles, redes sociales y otros individuos son de las competencias digitales más desarrolladas en los estudiantes.

En consecuencia, las competencias que demanda el sector laboral de los futuros ingenieros se encuentran enmarcadas

entre conocimientos básicos de Ingeniería, el pensamiento computacional, el ser capaces de aprender de manera permanente y desarrollar competencias blandas que les permitan liderar y socializar proyectos, tareas y actividades necesarias para desenvolverse en su vida profesional y la resiliencia para enfrentar las innovaciones y cambios tecnológicos a los que se seguirán enfrentando a lo largo de la vida según avance la industria y las necesidades sociales.

Por último, a modo de propuesta se plantean los elementos que a juicio de la autora, pueden ayudar al profesor a rediseñar los cursos que imparte frente a la era digital, considerando como elemento prioritario la capacitación pedagógica necesaria para los profesores de nivel superior, debido a que no se tienen las bases por ser la mayoría, por no decir la totalidad, especialistas en áreas afines a la Ingeniería, sin formación docente o pedagógica de inicio al empezar a desenvolverse como profesores.

Se deben fomentar los cursos-talleres donde los docentes diseñen y apliquen adecuados diseños instruccionales que les permitan adaptarse a clases activas e híbridas, mediante la elaboración de contenidos digitales, diseño actividades y evaluaciones, de tal manera que además de conseguirse los objetivos de aprendizaje, se alcance la calidad educativa que la institución y la sociedad esperan de las IES.

Se plantearon algunos ejemplos de métodos de aprendizaje activo, con el propósito de generar ideas y el interés por implementar estas metodologías, desde la perspectiva de la autora la aplicación y el resultado que generará en los estudiantes estos pequeños cambios, conlleva a mejores resultados académicos, mayor involucramiento de los estudiantes y una mayor motivación de los profesores por realizar estos cambios de forma permanente para mantener la atención e involucramiento constante de los estudiantes.

En definitiva, es necesario iniciar con un cambio permanente, en la planeación, diseño instruccional, evaluación, elaboración de materiales, uso de nuevas herramientas y plataformas digitales que permitan un proceso de mejora continua de los cursos y fomenten la innovación dentro y fuera del aula, para esto se requiere de una organización e implementación pedagógica que fomente entre los profesores un intercambio de buenas prácticas y estrategias exitosas.

Es importante considerar que se están formando ingenieros, en un contexto laboral conformado por equipos multidisciplinarios. Si las instituciones fomentan y promueven el uso de estrategias pedagógicas activas, donde no solo el profesor sea quien realice esos pequeños o grandes cambios, sino la comunidad educativa en conjunto, se generarán resultados más alentadores, donde los estudiantes sean los que construyan su propio conocimiento, creen contenidos y no solo sean receptores.

Los profesores tienen el compromiso de capacitarse de manera permanente en el dominio de las competencias digitales que requieren para convertirse en ese facilitador y guía del estudiante, también en el uso de herramientas y plataformas digitales que continuarán evolucionando y apareciendo nuevas. Los docentes deben tomar conciencia de la importancia de una formación pedagógica, independientemente de su área de especialidad, de tal manera que tengan el interés por incluir en su actividad formativa de forma permanente materiales actualizados, dejando a los libros de texto fuera del foco principal por tener en muchas ocasiones contenidos desactualizados, y generar materiales donde los estudiantes aporten y construyan.

Los estudiantes no se deben quedar atrás al enfrentar este compromiso, deben de estar preparados para enfrentarse a profesiones que no se han inventado, usar herramientas ideológicas que aún no existen y desempeñarse bajo una formación de valores que fomente la evolución de la sociedad

por encima de los individuos. Renovar las aulas, los programas, las estrategias y los currículos acordes a las exigencias de futuro, permitirán una sociedad con principios, valores y empoderada.

*La educación es el arma más poderosa
que puedes usar para cambiar el mundo.*

Nelson Mandela



Referencias

- ABET (2018). Criteria for accrediting engineering programs. Baltimore. <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2018/11/E001-19-20-EAC-Criteria-11-24-18.pdf>
- Allen, M. (2014). Using Rubrics to Grade, Assess, and Improve Student Learning. In Strengthening Our Roots: Quality, Opportunity & Success Professional Development Day de Miami-Dade College, Estados Unidos.
- Area Moreira, M. (2015). La alfabetización digital y la formación de la ciudadanía. Revista Integra Educativa, 21-33. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1997-4043201400030002&lng=es&tlng=es
- Avitia Carlos, P., & Uriarte Ramírez, I. (2017). Evaluación de la habilidad digital de los estudiantes universitarios: estado de ingreso y potencial educativo. *EDUTEC, Revista electrónica de Tecnología Educativa*, 61. doi:10.21556/edutec.2017.61
- ASIBEI (2016). Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación. Plan estratégico. Bogotá.
- Azmi, A.N., Kamin, Y., Noordin, M.K., y Nasir, A.N.M. (2018). Towards industrial revolution 4.0: employers' expectations on fresh engineering graduates. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.28), 267–272. doi: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.28.22593>
- Baker, M., Rudd, R. y Pomeroy, C. (2001). Relationships between Critical and Creative Thinking, *J. of Southern Agricultural*. 51(1), 173.
- Bamrungsin, P. (2017). Enhancement students' innovation and learning skills for 21st century and Thailand 4.0: A case

- study of Mahapajabati Buddhist College, Thailand. *5th International Scholars' Conference Proceedings*. Bangkok, Thailand.
- Barrantes, A. (2019). Enseñanza de la física en Massachusetts Institute of Technology Metodología del Aula Invertida.
- Bartodziej CJ (2016) The concept industry 4.0: an empirical analysis of technologies and applications in production logistics. Springer, Germany. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16502-4>
- Belloch, C. (2012). Diseño Instruccional. UTE. Universidad de Valencia. <http://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>
- Benešová, A., y Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 2195–2202. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Blázquez, A.L.T., Zaldívar C. R. V. & Leite, E. F. (2018). El emprendimiento: actitud o como competencia del capital humano? Una mirada conceptual desde la universidad de Holguín, Cuba. *Holos*, 8, 109-137. DOI: 10.15628/holos.2018.7954
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHE-ERIC Higher Education Reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.
- Boyatzis, R.E. (1982). The Competent Manager: A Model for Effective Performance. *Strategic Management Journal*, 4, 297-387. <https://doi.org/10.1002/smj.4250040413>
- Briascos I. (2014). El desafío de emprender en el siglo XXI. Herramientas para desarrollar la competencia emprendedora. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 18, núm.

- Bustamante, R. (2020) Educación en cuarentena: cuando la emergencia se vuelve permanente. *Aportes para el Diálogo y la Acción*, 1(1), 1-9. <https://bustamante.pe/grade%2001.pdf>
- Cáceres, A. (2016). La cuarta revolución: innovación en la economía digital. In J. Lagos Sandoval, L. García Monsa, & J. Perea Sandoval, Capital de conocimiento para el desarrollo sostenible (pp. 187-197). Bogotá: Universidad ECCI.
- Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21-28. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100004&lng=es&tlang=es
- Carvajal Rojas, J. H. (2020). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. LACCEI. http://www.laccei.org/LACCEI2017-BookRaton/work_in_progress/WP386.pdf
- Castells, M. (2000). Globalización, sociedad y política en la era de la Información. *Bitácora*, 4(1), 42-53.
- Casey, S. (2015). How Millennial Are You? *PM World Journal*, IV(X), 1-4
- Chan, B. S. K., Churchill, D. y Chiu, T. K. F. (2017). Digital Literacy Learning in Higher Education Through Digital Storytelling Approach. *Journal of International Education Research (JIER)*, 13 (1), 1 - 16. <https://doi.org/10.19030/jier.v13i1.9907>
- Cheng GJ, Liu LT, Qiang XJ, Liu Y (2016) Industry 4.0 development and application of intelligent manufacturing. In: 2016 international conference on information system

- and artificial intelligence (ISAI), pp 407–410.
<https://doi.org/10.1109/ISAI.2016.0092>
- Colak, T. S. (2014). The effect of Logotherapy oriented group counselling on gaining forgiveness flexibility. *Unpublished Doctoral Dissertation*. Sakarya University, Turkey.
- Coll, C. Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y la resolución de problemas. En Psicología de la educación virtual, editado por C. Coll y C. Monereo. España: Morata.
- Comisión Europea (2006). Recommendation on key competences for lifelong learning. Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning, 2006/962/EC, L. 394/15 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:32006H0962&qid=1496720114366>.
- Comisión Europea (2007). Competencias clave para el aprendizaje permanente un marco de referencia europeo. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
<https://www.educacionyfp.gob.es/dctm/ministerio/educacion/mecu/movilidad-europa/competenciasclave.pdf?documentId=0901e72b80685fb1>
- Escobar Gallardo, E., & Villazón, A. (2018). Sistema de monitoreo energético y control domótico basado en tecnología internet de las cosas. *Investigación & Desarrollo*, 18(1), 103-116.
- Galindo Arranz, F., Ruiz Blanco, S., & Ruiz San Miguel, F. J. (2017). Competencias digitales ante la irrupción de la Cuarta Revolución Industrial. *Estudos em Comunicação*, 1-11. doi:10.20287/ec.n25.v1.a01
- Galindo, D., García, L., García, R., González, P., Hernández, P. C., López, M., ... & Moreno, C. I. (2020).

Recomendaciones didácticas para adaptarse a la enseñanza remota de emergencia. *Revista Digital Universitaria*, 21(5), 1-13.

<http://doi.org/10.22201/cuaied.16076079e.2020.21.5.15>

García Medina, A.M., Aguilera García, M.A., Pérez Martínez, M.A., Muñoz Abundez, G. (2011). Evaluación de los aprendizajes en el aula Opiniones y prácticas de docentes de primaria en México. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. México.

García Ortega, Beatriz. (2021). Industria 4.0. La cuarta revolución industrial. RiuNet, Repositorio Institucional UPV (University of Valencia). 1 - 4. <http://hdl.handle.net/10251/165996>

García-Tudela, P. A., & Marín-Sánchez, P. (2019). Educación en inteligencia emocional y social: revisión y propuesta teórico-didáctica. *Revista de estudios e investigación en psicología y educación*, 6(1), 68-83. <https://doi.org/10.17979/reipe.2019.6.1.5167>

Gehrke, L., Kühn, A., Rule, D., Moore, P., Bellmann, C., Siemes, S., Trinkleman, M., y Rasche, C. (2015). A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: a German and American perspective. Düsseldorf, Germany.

Gilster (1997), Digital literacy, Wiley, New York NY.

Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910-936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>

Gil-Galván, R. (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Análisis de las competencias adquiridas y su impacto. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(76), 73-93.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662018000100073&lng=es&tlng=es.

Gilchrist A (2016) Industry 4.0: the industrial internet of things. Springer, Berlin. <http://doi.org/10.1007/978-1-4842-2047-4>

Goldstein, S., y Brooks, R.B. “*Why study resilience?*” in *Handbook of resilience in children*. Springer US, 2013, pp. 3–14

Goleman, D., & Boyatzis, R. (2008). La inteligencia social y la biología del liderazgo. *Harvard Business Review*, 86(9), 86-95.

González, J. y Wagenaar, R. (2003), *Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final Fase Uno*, Bilbao, Universidad de Deusto, en: http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Educational.pdf

Gutiérrez Castillo, J. J., & Gómez del Castillo, M. T. (2014). Influencia de las TIC en los procesos de aprendizaje y comunicación de los estudiantes de educación. *Revista de Pedagogía*, 34-51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65935862004>

Henriquez Coronel, P., Gisbert Cervera, M., & Fernández Fernández , I. (2018). La evaluación de la competencia digital de los estudiantes: una revisión al caso latinoamericano. *Revista Latinoamericana de Comunicación*, 91-110. doi:10.16921/chasqui.v0i137.3511

Hernández Junco, V., Herrera Pérez, K. L., & Mena Moreno, M. (2019). Entrenamiento socio-psicológico para mejorar la competencia comunicativa interpersonal: estudio de un caso. *Comuni@cción*, 10(1), 5-20. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.33595/2226-1478.10.1.326>

Hernández-Muñoz G.M., Habib-Mireles L., García-Castillo F.A., Montemayor-Ibarra F. (2019) Industry 4.0 and Engineering Education: An Analysis of Nine Technological Pillars Inclusion in Higher Educational Curriculum. In: García Alcaraz J., Rivera Cadavid L., González-Ramírez R., Leal Jamil G., Chong Chong M. (eds) Best Practices in Manufacturing Processes. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99190-0_24

Hymes, D. (1972). Models of the interaction of language and social life. New York: J.Gumperz & D.Hymes (EDS).

Hodges, C.; Moore, S.; Lockee, B.; Trust, T. & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27. <https://medicine.hofstra.edu/pdf/faculty/facdev/facdev-article.pdf>

Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. *Revista de Educación*, número extraordinario, 59-81.

Indriyana, R., Widya, M., T. Triyono, Simon, I.M., da Costa, A. (2021). Prevalence of academic resilience of social science students in facing the industry 5.0 era. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(2), 676-683. Doi: <http://doi.org/10.11591/ijere.v10i2.21175>

INEGI (2021). Programa sociodemográfico de México, Censo de Población y Vivienda 20202. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estructura/702825197711.pdf

INTEF (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente (septiembre 2017) Ministerio de educación, cultura y deporte. <https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018->

05/2017 1020 Marco-Común-de-Competencia-Digital-Docente.pdf

- Jerez, O. (2015). Aprendizaje activo, diversidad e inclusión. Enfoque, Metodologías y recomendaciones para su implementación. Ediciones Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/136742/Aprendizaje-activo-diversidad-e-inclusion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jerman, A., Pejic Bach, M., y Bertoncelj, A. (2018). A Bibliometric and Topic Analysis on Future Competences at Smart Factories. *MDPI Machines*, 6(3), 41. doi: <https://doi.org/10.3390/machines6030041>
- Jeschke, S. (2016). Engineering Education for Industry 4.0, World Engineering Education Forum 2016.
- Jiménez, R.A.; Martínez, A. A.; Hernández, G. A. y Jiménez, J. A. (2017). Perfil del ingeniero de sistemas formado por universidades y perfil exigido en empresas de base tecnológica en Colombia: una comparación. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(17).
- Jonassen, D., Mayes, T., & McAleese, R. (1993). A manifesto for a constructivist approach to uses of technology in higher education. In *Designing environments for constructive learning* (pp. 231-247). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Juškevičienė, A., Dagienė, V. (2018). Computational Thinking Relationship with Digital Competence. *Informatics in Education*, 17(2). 265-284. doi: <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.14>
- Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M., y Ramsauer, C. (2017). Transition towards an industry 4.0 state of the LeanLab at Graz University of Technology. *Procedia Manufacturing*, 9, 206-213. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.006>

Lanham (1995), Digital literacy, *Scientific American*, 273(3), 160-161.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.

Llanas y Fernández, R. (2012). Ingeniería en México 400 años de historia. Instituto de Ingeniería UNAM.
<http://www.ii.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Libros/Documents/Ingenieriaenmexico.pdf>

Longo, F., Nicoletti, L., y Padovano, A. (2017). Smart operators in industry 4.0: a human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context. *Computer & Industrial Engineering*, 113, 144 –159. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.09.016>

López Calderón, L. C. (2021). Industria 4.0 en países de Latinoamérica, Alemania, China, Estados Unidos y Japón. *Repositorio Institucional UCC*. 37-38. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12494/33719>

Lucero Revelo, S. E., & Ortega Delgado, X. N. (2017) La autogestión: Una dimensión básica en la formación inicial de maestros desde una lectura sistémica. En C.C. Vázquez Guerrero, Flores Cuevas, recio Reyes & Hernández Silva (Eds.) *Experiencias de investigación social en el ámbito educativo* (pp. 103-116). Competitive Press. <http://ciisc.mx/wp-content/uploads/2017/10/Experiencias-de-investigacio%CC%81n-social-en-el-a%CC%81mbito-educativo-e-book-1.pdf#page=123>

Martínez-Rojas, J. G. (2008). Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso. *Avances en medición*, 6(38), 129-138.

<https://www.uaem.mx/sites/default/files/facultad-de-medicina/descargas/construccion-y-uso-de-rubricas-de-evaluacion.pdf>

Marzal García, M. Á., & Cruz Palacios, E. (2018). Gaming como Instrumento Educativo para una Educación en Competencias Digitales desde los Academic Skills Centres. *Revista General de Información y Documentación*, 489-506. doi:10.5209/RGID.62836

Mendoza Castillo, L. (2020) Lo que la pandemia nos enseñó sobre la educación a distancia. *Revista Latinoamericana De Estudios Educativos*, 50(ESPECIAL), 343-352. DOI: <https://doi.org/10.48102/rlee.2020.50.ESPECIAL.119>

Morán Moguel, C. A., & Vega Gallaga, J. (2012). Estado del arte y prospectiva de la ingeniería en México y el mundo. *Informe final de la Academia de Ingeniería al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)*.

Moreno Espinoza, L. Á. (2009). Comunicación efectiva para el logro de una visión compartida. *CULCyT: Cultura científica y tecnológica*, 6(32), 5-19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3238707>

Moreno Olivos, T. (2016). *Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje: reinventar la evaluación en el aula*. UAM

Ocaña Fernández, Y., Valenzuela Fernández, L., & Garro Aburto, L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 536-568. doi:10.20511/pyr2019.v7n2.274

OCDE (2005). *DeSeCo. Definition and Selection of Key Competences*. OCDE

OECD (2015), OECD Science, Technology, and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2017b). Diagnóstico de la OCDE sobre la estrategia de competencias, destrezas y habilidades de México. Resumen Ejecutivo México, OECD Publishing, Paris.

<https://www.oecd.org/mexico/Diagnostico-de-la-OCDE-sobre-la-Estrategia-de-Competencias-Destrezas-y-Habilidades-de-Mexico-Resumen-Ejecutivo.pdf>

OCDE (2019). Estrategia de Competencias de la OCDE 2019. Competencias para construir un futuro mejor. Fundación Santillana. España. ISBN 978-84-680-5755-2

OECD (2011). PISA 2009. Resultados. Estudiantes en Internet. Tecnologías y rendimiento digitales, vol. 6, Santillana.

OECD (2017). OECD Skills Strategy Diagnostic Report: Mexico 2017, OECD Skills Studies, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264287679-en>.

OECD (2019b). Educación superior en México: Resultados y relevancia para el mercado laboral, OECD Publishing, Paris, <http://doi.org/10.1787/a93ed2b7-es>.

OECD (2019), PISA 2018. Draft analytical frameworks. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/b25efab8-en/index.html?itemId=/content/publication/b25efab8-en>

Osorio Correa, L.F. (2018). Desarrollo de habilidades de pensamiento (observación, clasificación, descripción) a partir de la implementación de una propuesta pedagógica PENSANDHOTE dirigida a población con trastorno del espectro autista. *Biblioteca Digital CEDED*. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/9479/1/OsorioLuisa_2018_HabilidadesPedagogicaTrastornoAutista.pdf

Pérez Escoda, A., Castro Zubizarreta, A., & Fandos Igado, Z. (2016). La competencia digital de la Generación Z: Claves para su introducción curricular en la Educación Primaria. *Comunicar*, 71-79. doi:10.3916/C49-2016-07

Pérez-Escoda, A., García-Ruiz, R. & Aguaded, I. (2019). Dimensiones de la alfabetización digital a partir de cinco

modelos de desarrollo. *Cultura y educación*, 31(2), 232-266.
<https://doi.org/10.1080/11356405.2019.1603274>

Pernías Peco, P.A. (2017). Nuevos empleos, nuevas habilidades ¿estamos preparando el talento para la Cuarta Revolución Industrial?”. *Información Comercial Española, La Economía Digital en España*, 898, 1-14. doi: <https://doi.org/10.32796/ice.2017.898>

Ponce Ponce, M.E. (2015). La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por tecnología. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*. DOI: <https://doi.org/10.32870/dse.v0i12.258>

Pozos Pérez, Katia V, & Tejada Fernández, José (2018). Competencias digitales en docentes de educación superior: niveles de dominio y necesidades formativas. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 59-87. <https://dx.doi.org/10.19083/ridu.2018.712>

Prensky, M., & Berry, B. D. (2001). Do they really think differently? *On the Horizon*, 9(6), 1-9

Prifti, L., Knigge, M., Kienegger, H., y Krcmar, H. (2017). A competency model for Industrie 4.0 employees. *Semantic Scholar*. <https://www.wi2017.ch/images/wi2017-0262.pdf>

Ramirez Aguirre, J.E. (2018). La implementación de la musicoterapia para favorecer las habilidades del pensamiento reflexivo, crítico y analítico en alumnos de 5º grado de una escuela primaria. *Benemérita y centenaria escuela normal del estado de San Luis Potosí*. <https://repositorio.beceneslp.edu.mx/jspui/bitstream/20.500.12584/113/1/TELP615-85154R173i2018.pdf>

Ramos-Galarza, C., Rubio, D., Ortiz, D., Acosta, P., Hinojosa, F., Cadena, D., & Lopez, E. (2020). Autogestión del aprendizaje del universitario: un aporte en su construcción teórica. *Revista ESPACIOS*, 41(18), 16-29.

<https://www.revistaespacios.com/a20v41n18/20411816.html>

Recuero, M. (2002). Formación de ingenieros en España. *Revista facultad de ingeniería*. UTA. (Chile), Vol. 10. pp. 45-57.

Rifkin, J. (2011). *La Tercera Revolución Industrial*. Editorial Paidós.

Roberts, G. (1997). Recruitment and Selection: A Competency Approach. London, UK. Institute of Personnel and Development.

Roche, T. B. (2017). Assessing the role of digital literacy in English for Academic Purposes university pathway programs. *Journal of Academic Language and Learning*, 11(1), A71-A87.

<https://journal.aall.org.au/index.php/jall/article/view/439>

Rodríguez, R., & Camejo, A. (2020). La neocogestión del conocimiento en la sociedad digital: una aproximación interpretativa. *CIENCIA Ergo-Sum*, 27(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v27n1a11>

Rüßmann M, Lorenz M, Gerbert P, Waldner M, Justus J, Engel P, Harnisch M (2015) Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group.

Salazar M., R., Rojano A., A., & Llamas G., Á. (2004). Evolución de la ingeniería en México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 13(3),0. ISSN: 1010-2760. <https://www.redalyc.org/articulo.ox?id=93213310>

Sampietro-Saquicela, J. L. (2020). Transformación digital de la industria 4.0. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(8), 1344-1356.

- Sánchez-Cruzado, C., Sánchez-Compañá, M.T. y Macías-García, J.A. (2018). Flipped classroom como estrategia metodológica para mejorar la competencia en trabajo grupal en didáctica de la matemática. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 1(3), pp. 31-43.
- Schnarch, A. (2012). *Creatividad aplicada: cómo estimular y desarrollar la creatividad a nivel personal, grupal y empresarial*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Schwab, K. (2015). The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond. Foreign Affairs.
- Schwab, K. (2016). La Cuarta Revolución Industrial. Barcelona: Debate
- Sholihah, T.M., Lastariwati, B. (2020). Problem based learning to increase competence of critical thinking and problem solving. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 14(1), 148-154. Recuperado de: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1270853>
- Silva Victoria, H. O., Morales Chávez, G., Pacheco Chávez, V., Camacho Trejo, A. G., Garduño Ortuño, H. & Carpio Ramírez, C. A. (2014). Didáctica como Conducta: Una propuesta para la descripción de las habilidades de enseñanza. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 40(3), 32-46. ISSN: 0185-4534. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59335812003>
- Sinek, S. (2017). Simon Sinek on Millennials in the Workplace. El Huffington Post. YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=hER0Qp6QJNU>
- Sotolongo Sánchez, M. (2018). Hacia la integración de los sistemas de gestión: calidad y seguridad y salud en el trabajo. *Centro Sur*, 2(1), 42–59. <https://doi.org/10.37955/cs.v2i1.10>
- Sousa Santos, S., Peset González, M. J., & Muñoz Sepúlveda, J. A. (2021). La enseñanza híbrida mediante flipped

classroom en la educación superior. *Revista de educación*, 391, 123-147. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2021-391-473

Spante, M., Hashemi, S. S., Lundin, M., & Algers, A. (2018). Digital competence and digital literacy in higher education research: Systematic review of concept use. *Cogent Education*, 5(1), 1519143. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1519143>

Stevens, D. D. & Levi, A. J. (2005) Introduction to rubrics: An assessment tool to save grading time, convey effective feedback and promote student learning. Stylus Publishing LLC. Sterling.

Suárez Ibujés, M. O. (2011). *Interaprendizaje de Estadística Básica*. Gráficas Planeta

Suárez Urquijo, S. L., Flórez Álvarez, J. y Peláez, A. M. (enero-junio, 2019). Las competencias digitales docentes y su importancia en ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista Reflexiones y Saberes*, (10), 33-41. <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaRyS/article/view/1069>

Trejo Delarbre, R. (2001). Vivir en la Sociedad de la Información. Orden global y dimensiones locales en el universo digital. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 1.

Tinmaz, H., y Lee, J.H. (2019). A Preliminary Analysis on Korean University Students' Readiness Level for Industry 4.0 Revolution. *Participatory Educational Research*, 6(1), 70-83. doi: <http://dx.doi.org/10.17275/per.19.6.6.1>

Tisch, M., Hertle, C., Abele, E., Metternich, J. & Tenberg, R. (2015). Learning factory design: a competency-oriented approach integrating three design levels. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 1–21.

Toledo Morales, P., Sánchez García, J.M. (2018). Aprendizaje basado en Proyectos: Una experiencia universitaria.

- Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 22(2), 471-491. doi: 10.30827/profesorado.v22i2.7733
- UANL (2020). *La evaluación de los aprendizajes: enfoque en la educación a distancia / en línea Guía para profesores*. UANL.
- UNESCO (2015). *Replantear la educación. ¿Hacia un bien común mundial?*. Unesco.
- Vechi Appendini, B. & Espinosa de los Monteros Aguilar, C. (2007). Apuntes para una historia de electricidad en México. Academia de ingeniería.
- Villa, A. y Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. Bilbao: Mensajero. https://es.slideshare.net/andri_arg/aprendizaje-basado-en-competencias-24974231
- Waigel, N. C. & Lemos, V. N. (2020) Escala breve para evaluar la inteligencia social en adolescentes argentinos. *Acta Psiquiátrica y Psicológica de América Latina*; 66(2), 75-85. Fundación Acta Fondo para la Salud Mental.
- WEF. (2016). *The Future of Jobs: Employment, Skills and Work-force Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Harvard University Press.
- Wijaya, C. (2011). *Remidial Education: Media of Human Resource Quality Development* (in Bahasa). Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- World Economic Forum (WEF). (2020). *The Future of Jobs Report 2020*.

[http://www3.weforum.org/docs/WEF Future of Jobs
2020.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf)



Anexos

Anexo 1

Instrumento de Evaluación de Competencia Digital

Estimado Profesor:

Estamos realizando un estudio acerca del conocimiento y dominio de las competencias digitales por parte de los docentes, mismas que son imprescindibles para el desarrollo de modelos educativos en modalidad virtual. Sus respuestas honestas serán de gran utilidad para el perfeccionamiento del proceso de formación de profesores y estudiantes universitarios, su respuesta es totalmente anónima.

Cuestionario adaptado de Agreda Montoro, Hinojo Lucena y Sola Reche (2016).

Marque la opción que considere indicando el grado con el que mejor se identifica en cada ítem. Por favor, responda a todas las preguntas.

Años de experiencia docente:

De 0 a 5

De 6 a 10 años

De 11 a 15 años

De 16 a 20 años

Más de 20 años

DIMENSION 1: USO Y ALFABETIZACIÓN TECNOLÓGICA

Conocer y describir el uso y la alfabetización tecnológica del alumnado universitario

Marque la opción que considere indicando el grado con el que mejor se identifica en cada ítem. Escala de 1 a 5, donde el 1 hace referencia a que tienes conocimiento nulo para realizar lo que se presenta y el 5 la dominación completa de lo que se presenta.

1.1 Conocimiento y uso de los componentes básicos de las TIC:	1(-)	2	3	4	5(+)
Elementos periféricos.					
Almacenamiento externo.					
Pizarrones y proyectores digitales.					
1.2 Conocimiento y uso de sistema operativo y manejo de:	1(-)	2	3	4	5(+)
Procesadores de textos.					
Imágenes y presentaciones.					
Hojas de cálculo, bases de datos.					
1.3 Uso de la web y sus herramientas básicas.	1(-)	2	3	4	5(+)
Correo electrónico y lista de distribución.					
Exploradores y motores de búsqueda.					
Herramientas de intercambio de archivos.					
1.4 Conocimiento y uso de redes sociales.					
1.5 Manejo y distribución de recursos y materiales mediante aplicaciones de la web 2.0.	1(-)	2	3	4	5(+)
Chats.					
Wikis.					
Sitios de alojamiento de videos (Youtube).					
Podcasts.					
Herramientas digitales para construir materiales (Genially, Canva, Prezi, Kahoot, Edmodo, Edpuzzle, etc.).					
1.6 Manejo y uso de herramientas y almacenamiento dentro de los entornos en la nube:	1(-)	2	3	4	5(+)
Google Drive.					
Dropbox.					
Icloud.					
Office 365 y OneDrive.					
1.7 Conocimientos sobre marcadores sociales y sindicación de contenidos para compartir información y recursos:	1(-)	2	3	4	5(+)
Delicious, Mister Wong, Diigo, Keepyourlings.					
Netvibes, FeedReader, DiggReader, RSS Owl.					
1.8 Conocimiento y uso de plataformas de gestión:	1(-)	2	3	4	5(+)
Moodle.					
Blackboard.					
Classroom.					

MS TEAMS.					
Schoology.					
Otras plataformas virtuales.					
Si utilizas otras plataformas mencionálas.					
	1(-)	2	3	4	5(+)
1.9 Manejo de software de protección del dispositivo y cuidado en la protección de datos.					
1.10 Dominio de bases de datos y tesoros en la búsqueda de información.					
1.11 Conocimiento y manejo de herramientas para la creación de códigos QR.					
1.12 Conocimientos sobre Entornos Personales de Aprendizaje.					
1.13 Uso de las TIC de forma colaborativa.					
1.14 Elaboración de materiales mediante presentaciones, multimedia, videos, podcast, etc.					
1.15 Conocimiento sobre derechos de autor y propiedad intelectual.					
1.16 Manejo de gestores bibliográficos (Zotero, Mendeley, Refworks).					
1.17 Búsqueda eficaz y discriminación de información de relevancia en la web.					
1.18 Manejo de herramientas de publicación en línea:	1(-)	2	3	4	5(+)
Pinterest.					
Instagram.					
SlideShare.					
Otra plataforma.					

DIMENSIÓN 2: METODOLOGÍA EDUCATIVA A TRAVÉS DE LAS TIC EN EL AULA.

Describir y analizar la metodología educativa que llevan a cabo los estudiantes.

Marque la opción que considere indicando el grado con el que mejor se identifica en cada ítem. Cada respuesta muestra una escala del 1 a 5, donde el 1 hace referencia a que tiene conocimiento nulo para realizar lo que se presenta y el 5 el dominio absoluto de lo que se presenta.

2.1 Implementación de experiencias y creación de ambientes de aprendizaje con TIC en el aula, entornos educativos personalizados.	1(-)	2	3	4	5(+)
Compartir experiencias en el aula a través de las TIC					
Participación en Comunidades de Aprendizaje o Redes de Aprendizaje					
2.2 Uso de contenido digital como apoyo en el aula:	1(-)	2	3	4	5(+)
Presentación en línea					
Recursos digitales realizados por usted mismo					
Video en línea					
2.3 Empleo de actividades mediante el uso de las TIC en el aula para la adquisición de habilidades y competencias de la asignatura.					
2.4 Uso de herramientas virtuales universitarias y las diferentes plataformas de trabajo colaborativo.					
2.5 Acceso a los recursos educativos y estructuración de actividades a través de diferentes dispositivos					
2.6 Uso de herramientas de la web 2.0 como blogs, wikis, podcast, para la asignatura.					
2.7 Producir Códigos QR para compilar información relevante sobre el plan de estudios, bibliografía obligatoria de la asignatura e información complementaria del tema.					
2.8 Realizar actividades o tareas, diseños y esquemas de proyectos y explicaciones a través de Códigos QR.					
2.9 Utilización de aplicaciones para la creación de Realidad Aumentada como recurso en el aula.					
2.10 Habilidad para crear un entorno de aprendizaje colaborativo en el aula y fuera de ella.					
2.11 Uso del portafolio como actividad para el autodesarrollo.					
2.12 Uso del video como material para el aprendizaje					
2.13 Uso de simuladores virtuales y videojuegos como recurso educativo.					
2.14 Utilizar herramientas TIC para la planeación y organización del aprendizaje autónomo.					
2.15 Uso de herramientas de alojamiento en la nube para compartir y almacenar material educativo.					

2.16 Evaluación de la consecución de las competencias de la asignatura mediante el uso de las TIC.					
2.17 Uso de los MOOC (Cursos en línea gratuitos) como recurso complementario en el aprendizaje					
2.18 Uso de videoconferencias con expertos sobre un campo o temática destacada de la asignatura.					
2.19 Toma de tutorías digitales para la mejora del aprendizaje					
2.20 Uso del pizarrón digital como elemento de las TIC y el desarrollo de la competencia digital.					
2.21 Uso de las redes sociales como recurso del aula					
2.22 Aprendizaje de la asignatura basado en redes, colaboración y en el que la opinión de todos es básica a través de las herramientas TIC.					
2.23 Contestar cuestionarios en línea.					
2.24 Conocimiento de las funciones del aula virtual.					
2.25 Conocimiento y uso de herramientas para la gestión de actividades educativas a través de Realidad Aumentada:	1(-)	2	3	4	5(+)
Aplicaciones: LearnAR, ARToolKit, Aumentary.					
Navegadores: Layar, Junxio, Wikitude World Browser					
Conocimiento sobre Proyectos basados en AR: SpiRa, Venturi.					
	1(-)	2	3	4	5(+)
3.1 Aprendizaje y experimentación autodidacta sobre el uso de las TIC.					
3.2 Habilidad para la resolución de problemas a través de las TIC.					
3.3 Habilidad para el uso de las TIC como recurso escolar.					
3.4 Participación en cursos de formación de TIC de instituciones educativas					
3.5 Formación recibida en TIC a través de e-learning o b-learning					
3.6 Conocimientos de las "buenas prácticas" a través de las TIC.					
3.7 Integración de las TIC en el programa analítico.					
3.8 Aprendizaje permanente y reciclaje en la competencia digital por la evolución de la tecnología educativa.					

3.9 Formación recibida en el uso de dispositivos móviles como recursos educativos.					
3.10 Formación en software dedicado a investigación, tratamiento y recolección de datos.					
3.11 Distinción entre los diferentes usos de las TIC: recurso educativo, ocio, comunicación, etc.					
3.12 Participación en proyectos de innovación basados en el uso de las TIC.					
3.13 Difusión de sus experiencias TIC en la red.					
3.14 Creación y conservación de una red de contactos.					
3.15 Evaluación de su aprendizaje mediante el uso de las TIC.					
3.16 Comprensión y entendimiento de los indicadores y estándares tanto nacionales como internacionales de la competencia digital.					
3.17 Noción y conocimiento sobre los diferentes informes que vaticinan (Predicción en base a conocimientos científicos) la inclusión de las tecnologías TIC a corto y medio plazo.					
3.18 Habilidad para seleccionar y discriminar las diferentes herramientas y gestores de información para su aprendizaje.					
3.19 Resolución de problemas de aprendizaje y atención a la diversidad a través de las TIC.					
3.20 Comprensión sobre la importancia de la competencia digital como futuros profesionistas.					
3.21 Aptitud para utilizar las herramientas educativas de la nube en el aula y formar parte de un entorno interactivo de aprendizaje.					
3.22 Habilidad para trabajar en redes personales y ambientes de aprendizaje en la nube.					
3.23 Actualización y autorregulación del conocimiento propio ante los cambios TIC dentro del ámbito educativo.					
3.24 Manejo y uso de las TIC en procesos de gestión y organizativo de las tareas e investigaciones					
	1(-)	2	3	4	5(+)
4.1 Los ambientes híbridos de aprendizaje (uso de entornos personales de aprendizaje en línea y presenciales) proporcionan un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje y un enriquecimiento más completo tanto para el alumnado como para el profesorado.					

4.2 La renovación y actualización pedagógica en TIC del docente universitario es primordial en la Sociedad del Conocimiento.				
4.3 Las TIC ofrecen una mayor flexibilización y enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje.				
4.4 Las TIC están llevando hacia la ubicuidad de la educación, hacia el aprendizaje invisible más allá del tiempo y el espacio. Se da el aprendizaje en todas partes.				
4.5 Las TIC te permiten fomentar la creatividad e imaginación para llevar a cabo innovaciones.				
4.6 Las TIC favorecen el trabajo en red colaborativo y establecen una red de contactos con expertos profesionales.				
4.7 El empleo de dispositivos móviles en el aula fomentará la implementación de tecnologías emergentes (Realidad Aumentada, Learning Analytics, Códigos QR) en el ámbito de la Educación Superior.				
4.8 La accesibilidad a la educación a través de las TIC sólo es posible para quienes tienen acceso habitual a Internet.				
4.9 Las aplicaciones y recursos de código abierto y gratuito y con soporte en servidores externos (Cloud Company) facilitan el trabajo para el profesor y el alumno.				
4.10 Las TIC mejoran la calidad de la educación, pero no solucionan todos los problemas que surgen en el aula.				
4.11 El uso de las TIC en la metodología docente aumenta la motivación del alumnado y del propio docente.				
4.12 La formación ofertada en cuanto a TIC a nivel pedagógico es suficiente para el desarrollo profesional del estudiante.				
4.13 Las TIC presentan limitaciones por dificultad técnica en su uso.				
4.14 Tecnologías emergentes como Big Data, Realidad Aumentada, Analytica Learning, favorecerán y enriquecerán los ambientes de aprendizaje tanto presencial como virtual.				
4.15 Se han tecnificado las aulas, pero no se utiliza todo su potencial pedagógico para la formación.				
4.16 La TIC suponen una inversión de tiempo que se considera desperdiciado por el profesor.				

Anexo 2

CUESTIONARIO CDAES

Elaborado por Gutiérrez Castillo, J. J., Cabero Almenara, J., & Estrada Vidal, L. I. (2017). Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la competencia digital del estudiante universitario. Revista Espacios, 38 (10).

Estimado estudiante:

Estamos realizando un estudio acerca del conocimiento y dominio de las competencias digitales, mismas que son imprescindibles para el desarrollo el desarrollo de la vida académica y profesional. Sus respuestas honestas serán de gran utilidad para el perfeccionamiento del proceso de formación.

Marque la opción que considere indicando el grado con el que mejor se identifica en cada ítem.

Escala de 1 a 5, donde el 1 hace referencia a que tienes conocimiento nulo para realizar lo que se presenta y el 5 la dominación completa de lo que se presenta.

Su participación es libre, voluntaria y anónima.

Por favor, responda a todas las preguntas.

Estoy de acuerdo en que los datos que proporcione se usen con fines de investigación científica. Manifiesto mi participación en este estudio de forma voluntaria y estoy consciente que puedo dar por terminada mi participación en cualquier momento sin consecuencia. Si deseo participar: ___, No deseo participar: __

Género Femenino: ___, Masculino: ___, Prefiero no decirlo: ___.

Especialidad de estudios: _____

Semestre que cursas: _____

Contesta el siguiente cuestionario

Dimensión 1. Alfabetización tecnológica (Funcionamiento y conceptos de las TICs)	1(-)	2	3	4	5(+)
1. Soy capaz de utilizar distintos tipos de sistemas operativos instalados en un ordenador (Microsoft Windows, Linux, Mac, ...) y en dispositivos móviles (iOS, Android, ...).					
2. Soy capaz de utilizar distintos dispositivos móviles (Smartphone, Tablet, ...).					
3. Navego por Internet con diferentes navegadores (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome, ...).					
4. Domino distintas herramientas ofimáticas para el tratamiento de la información, tales como los procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, ...					
5. Investigo y resuelvo problemas en los sistemas y aplicaciones (configurar correo electrónico, configurar antivirus, desfragmentar el disco duro, ...).					
6. Soy capaz de utilizar distintas herramientas de tratamiento de imagen, audio o video digital.					
7. Me puedo comunicar con otras personas utilizando herramientas de comunicación sincrónica vía Web (Messenger, WhatsApp, Skype, ...).					
8. Soy capaz de comunicarme con otras personas utilizando herramientas de comunicación asincrónica vía Web (foros, redes sociales, lista de distribución, tweets, ...).					
10. Se usar software de trabajo colaborativo utilizando las herramientas online tipo Groupware (Google Apps, BSCW, Open Groupware, ...).					
9. Se diseñar páginas web utilizando algún programa informático, incluyendo textos, imágenes, audio, links, ...					
11. Domino las herramientas de la Web 2.0 para compartir y publicar recursos en línea (Ventas Online, Redes Sociales, YouTube, Podcast, ...).					
12. Uso de manera eficaz las herramientas utilizadas en mi Universidad (SIASE, Nexus, Territorio...) como apoyo a la docencia presencial.					
13. Me siento competente para utilizar la gestión virtual de mi Universidad. (Trámites en escolar, CAADI, tutorías, titulación etc.)					
Dimensión 2. Búsqueda y tratamiento de la información (Investigación y manejo de la información)	1(-)	2	3	4	5(+)
14. Soy capaz de localizar información a través de diferentes fuentes y bases de datos disponibles en la Red.					

15. Se identificar la información relevante evaluando distintas fuentes y su procedencia.					
16. Soy capaz de organizar, analizar y usar éticamente la información a partir de una variedad de fuentes y medios.					
17. Sintetizo la información seleccionada adecuadamente para la construcción y asimilación del nuevo contenido, mediante tablas, gráficos o esquemas.					
18. Uso organizadores gráficos y software para la realización de mapas conceptuales y mentales (CmapTools, Mindomo,...), diagramas o esquemas, para presentar las relaciones entre ideas y conceptos.					
19. Planifico búsquedas de información para la resolución de problemas.					
Dimensión 3. Pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones	1(-)	2	3	4	5(+)
20. Soy capaz de identificar y definir problemas y/o preguntas de investigación utilizando las TIC.					
21. Utilizo los recursos y herramientas digitales para la exploración de temas del mundo actual y la solución de problemas reales, atendiendo a necesidades personales, sociales, profesionales, ...					
22. Se analizar las capacidades y limitaciones de los recursos TIC.					
23. Configuro y resuelvo problemas que se presenten relacionados con hardware, software y sistemas de redes para optimizar su uso para el aprendizaje y la productividad.					
Dimensión 4. Comunicación y colaboración	1(-)	2	3	4	5(+)
24. Comparto información de interés con mis compañeros empleando una variedad de entornos y medios digitales.					
25. Comunico efectivamente información e ideas a múltiples audiencias, usando variedad de medios y formatos.					
26. Soy capaz de desarrollar una comprensión cultural y una conciencia global mediante la comunicación con otros estudiantes profesionales de otras culturas.					
27. Se utilizar programas informáticos (Office 365 Documents, Google Docs,...) y herramientas tecnológicas para administrar y comunicar información con mis compañeros y otros usuarios en la Red.					
28. Soy capaz de coordinar actividades en grupo utilizando las herramientas y medios de la Red.					
29. Interactúo con otros compañeros y usuarios empleando las redes sociales (Facebook, WhatsApp, Twitter) y canales de					

comunicación (Twitch, Discord, YouTube, ...) basados en TIC.					
30. Soy capaz de desenvolverme en redes de ámbito profesional (Linkedin,...).					
31. Soy capaz de diseñar, crear o modificar una Wiki (Wikispaces, Wikipedia, ...).					
32. Se utilizar los marcadores sociales (Tendencias en Twitter, Pinterest, Linkedin, etc.) para localizar, almacenar y etiquetar recursos de Internet.					
Dimensión 5. Ciudadanía digital	1(-)	2	3	4	5(+)
33. Asumo un compromiso ético en el uso de la información digital y de las TIC, incluyendo el respeto por los derechos de autor, la propiedad intelectual y la referencia adecuada de las fuentes.					
34. Promuevo y practico el uso seguro, legal y responsable de la información y de las TIC					
35. Demuestro la responsabilidad de que lo que aprendo de las TIC ahora, será utilizado lo largo de la vida.					
36. Me considero competente para hacer críticas constructivas, juzgando y haciendo aportaciones a los trabajos TIC desarrollados por mis compañeros.					
37. Ejerzo liderazgo para la ciudadanía digital dentro de mi grupo					
38. Exhibo una actitud positiva frente al uso de las TIC para apoyar la colaboración, el aprendizaje y la productividad.					
Dimensión 6. Creatividad e innovación	1(-)	2	3	4	5(+)
39. Tengo la capacidad de concebir ideas originales, novedosas y útiles utilizando las TIC.					
40. Soy capaz de crear trabajos originales utilizando los recursos TIC tradicionales y emergentes.					
41. Identifico cómo las TIC me presentan posibilidades para su uso y entiendo la tendencia en el futuro.					
42. Uso modelos y simulaciones para explorar sistemas y temas complejos utilizando las TIC.					
43. Desarrollo materiales donde utilizo las TIC de manera creativa, apoyando la construcción de mi conocimiento.					
44. Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones y entornos tecnológicos.					

Anexo 3

Resultados de Instrumento de Autoevaluación de competencias digitales de estudiantes por semestre de estudio

Valores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media general	Varianza
1. Soy capaz de utilizar distintos tipos de sistemas operativos instalados en un ordenador (Microsoft Windows, Linux, Mac,...) y en dispositivos móviles (iOS, Android,...).	3.83	4.06	3.92	4.20	4.00	4.11	4.11	4.15	3.82	4.25	4.08	0.020
2. Soy capaz de utilizar distintos dispositivos móviles (Smartphone, Tablet,...).	4.43	4.70	4.42	4.84	4.90	4.65	4.56	4.65	4.68	4.80	4.68	0.023
3. Navego por Internet con diferentes navegadores (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome,...).	4.26	3.96	4.00	3.96	4.60	3.98	4.14	4.25	3.97	4.53	4.13	0.052
4. Domino distintas herramientas ofimáticas para el tratamiento de la información, tales como los procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos,...	3.26	3.24	3.50	3.59	4.00	3.91	3.64	3.93	3.62	4.28	3.72	0.098
5. Investigo y resuelvo problemas en los sistemas y aplicaciones (configurar correo electrónico, configurar antivirus, desfragmentar el disco duro,...).	3.17	3.38	3.58	3.82	4.10	3.59	3.75	3.84	3.79	4.00	3.70	0.070

6. Soy capaz de utilizar distintas herramientas de tratamiento de imagen, audio o video digital.	3.13	3.58	3.08	3.84	3.60	3.63	3.69	3.65	3.38	3.93	3.62	0.069
7. Me puedo comunicar con otras personas utilizando herramientas de comunicación síncrona vía Web (Messenger, WhatsApp, Skype,...).	4.65	4.74	4.58	4.84	5.00	4.70	4.67	4.78	4.79	4.85	4.76	0.013
8. Soy capaz de comunicarme con otras personas utilizando herramientas de comunicación asincrónica vía Web (foros, redes sociales, lista de distribución, tweets,...).	4.04	4.34	3.92	4.41	4.90	4.31	4.17	4.29	4.53	4.50	4.34	0.068
10. Se usar software de trabajo colaborativo utilizando las herramientas online tipo Groupware (Google Apps, BSCW, OpenGroupWare,...).	2.91	2.70	2.42	3.16	3.60	2.94	3.22	3.10	2.53	3.15	2.98	0.112
9. Se diseñar páginas web utilizando algún programa informático, incluyendo textos, imágenes, audio, links,...	2.74	3.00	2.50	3.20	3.60	2.76	2.81	2.74	2.26	3.03	2.85	0.123
11. Domino las herramientas de la Web 2.0 para compartir y publicar recursos en línea (Ventas Online,	3.22	3.68	3.50	3.94	4.40	3.93	3.69	3.96	3.50	3.85	3.79	0.096

Redes Sociales, YouTube, Podcast,...).												
12. Uso de manera eficaz las herramientas utilizadas en mi Universidad (SIASE, Nexus, Territorio...) como apoyo a la docencia presencial.	3.87	3.74	4.17	4.25	4.90	4.20	4.22	4.29	3.85	4.15	4.13	0.094
13. Me siento competente para utilizar la gestión virtual de mi Universidad. (Trámites en escolar, CAADI, tutorías, titulación etc.)	3.57	3.46	3.08	3.90	4.00	3.65	3.58	3.62	3.47	3.90	3.64	0.064
14. Soy capaz de localizar información a través de diferentes fuentes y bases de datos disponibles en la Red.	3.91	3.98	3.50	4.08	4.60	4.04	4.14	4.31	4.12	4.30	4.12	0.075
15. Se identificar la información relevante evaluando distintas fuentes y su procedencia.	3.70	3.94	3.92	4.16	4.80	4.24	3.81	4.35	4.15	4.50	4.16	0.102
16. Soy capaz de organizar, analizar y usar éticamente la información a partir de una variedad de fuentes y medios.	4.00	3.84	4.25	4.06	4.80	4.30	4.03	4.29	4.29	4.48	4.19	0.067
17. Sintetizo la información seleccionada adecuadamente para la construcción y asimilación del nuevo contenido, mediante tablas, gráficos o esquemas.	3.48	3.82	3.83	3.88	4.50	4.02	4.06	4.03	3.91	4.25	3.97	0.067
18. Uso organizadores	3.13	3.18	2.67	3.43	3.70	3.41	3.28	3.31	2.76	3.38	3.26	0.087

<p>gráficos y software para la realización de mapas conceptuales y mentales (CmapTools, Mindomo,...), diagramas o esquemas, para presentar las relaciones entre ideas y conceptos.</p>																							
<p>19. Planifico búsquedas de información para la resolución de problemas.</p>	3.70	3.62	3.83	4.12	4.30	3.69	4.14	4.00	3.62	3.95	3.88	0.053											
<p>20. Soy capaz de identificar y definir problemas y/o preguntas de investigación utilizando las TIC.</p>	3.70	3.56	3.67	4.08	4.30	3.98	4.00	4.09	3.44	4.45	3.94	0.096											
<p>21. Utilizo los recursos y herramientas digitales para la exploración de temas del mundo actual y la solución de problemas reales, atendiendo a necesidades personales, sociales, profesionales,...</p>	3.70	3.82	3.92	4.12	4.40	4.11	3.94	4.12	3.74	4.48	4.04	0.062											
<p>22. Se analizar las capacidades y limitaciones de los recursos TIC.</p>	3.52	3.44	3.50	3.86	4.20	3.89	3.67	3.99	3.29	4.18	3.77	0.090											
<p>23. Configuro y resuelvo problemas que se presenten relacionados con hardware, software y sistemas de redes para optimizar su uso para el aprendizaje y la productividad.</p>	3.43	3.34	3.17	3.67	4.30	3.52	3.47	3.74	3.59	3.75	3.58	0.084											

24. Comparto información de interés con mis compañeros empleando una variedad de entornos y medios digitales.	3.70	3.40	3.67	3.73	4.00	3.78	3.39	3.69	3.35	3.90	3.64	0.043
25. Comunico efectivamente información e ideas a múltiples audiencias, usando variedad de medios y formatos.	3.04	3.46	3.42	3.67	4.20	3.57	3.44	3.74	3.47	4.05	3.61	0.099
26. Soy capaz de desarrollar una comprensión cultural y una conciencia global mediante la comunicación con otros estudiantes profesionales de otras culturas.	3.35	3.56	3.17	3.73	4.20	3.80	3.72	3.82	3.50	4.08	3.72	0.088
27. Se utilizar programas informáticos (Office 365 Documents, Google Docs,...) y herramientas tecnológicas para administrar y comunicar información con mis compañeros y otros usuarios en la Red.	3.91	3.80	3.33	4.37	4.80	4.26	4.14	4.22	3.76	4.30	4.12	0.147
28. Soy capaz de coordinar actividades en grupo utilizando las herramientas y medios de la Red.	3.57	3.74	3.42	4.06	4.30	4.07	4.08	4.21	3.88	4.35	4.02	0.087
29. Interactúo con otros compañeros y usuarios empleando las redes sociales (Facebook, WhatsApp, Twitter) y canales de comunicación	4.26	4.14	4.50	4.53	4.70	4.48	4.33	4.54	4.18	4.65	4.42	0.034

(Twitch, Discord, YouTube,...) basados en TIC.											
30. Soy capaz de desenvolverme en redes de ámbito profesional (Linkedin,...).	3.00	3.04	2.83	2.75	3.60	3.11	3.22	3.41	3.53	3.93	3.24
31. Soy capaz de diseñar, crear o modificar una Wiki (Wikispaces, Wikipedia,...).	2.74	2.92	2.83	2.69	3.60	3.09	3.03	2.85	2.29	3.30	2.90
32. Se utilizar los marcadores sociales (Tendencias en Twitter, Pinterest, Linkedin, etc.) para localizar, almacenar y etiquetar recursos de Internet.	3.22	3.44	3.33	3.80	4.10	3.81	3.25	3.47	3.09	3.83	3.54
33. Asumo un compromiso ético en el uso de la información digital y de las TIC, incluyendo el respeto por los derechos de autor, la propiedad intelectual y la referencia adecuada de las fuentes.	3.78	3.80	3.92	3.94	4.30	4.07	3.86	3.82	3.44	3.85	3.86
34. Promuevo y practico el uso seguro, legal y responsable de la información y de las TIC	3.57	3.74	3.67	3.94	4.40	4.19	3.83	3.78	3.35	4.08	3.85
35. Demuestro la responsabilidad de que lo que aprendo de las TIC ahora, será utilizado lo largo de la vida.	3.96	3.88	3.92	4.20	4.60	4.20	4.03	4.03	3.50	4.08	4.02
36. Me considero competente para hacer críticas	3.57	3.60	3.58	3.90	4.50	3.98	3.72	3.88	3.41	4.28	3.83

constructivas, juzgando y haciendo aportaciones a los trabajos TIC desarrollados por mis compañeros.												
37. Ejerzo liderazgo para la ciudadanía digital dentro de mi grupo	3.61	3.38	3.58	3.55	4.00	3.56	3.72	3.90	3.44	4.13	3.67	0.054
38. Exhibo una actitud positiva frente al uso de las TIC para apoyar la colaboración, el aprendizaje y la productividad.	3.78	3.66	4.00	4.18	4.30	4.07	4.00	4.13	3.44	4.25	3.98	0.068
39. Tengo la capacidad de concebir ideas originales, novedosas y útiles utilizando las TIC.	3.65	3.46	3.42	3.67	4.20	3.87	3.94	3.99	3.24	4.38	3.79	0.117
40. Soy capaz de crear trabajos originales utilizando los recursos TIC tradicionales y emergentes.	3.30	3.66	3.25	3.82	4.20	4.00	3.83	4.01	3.44	4.35	3.84	0.125
41. Identifico cómo las TIC me presentan posibilidades para su uso y entiendo la tendencia en el futuro.	3.70	3.74	3.92	4.29	4.30	4.07	3.89	4.10	3.76	4.33	4.02	0.053
42. Uso modelos y simulaciones para explorar sistemas y temas complejos utilizando las TIC.	3.13	3.32	3.42	3.61	4.30	3.80	3.89	3.78	3.12	3.85	3.62	0.127
43. Desarrollo materiales donde utilizo las TIC de manera creativa, apoyando la construcción de mi conocimiento.	3.57	3.58	3.42	3.71	3.80	3.85	3.83	3.87	3.53	4.20	3.77	0.046

44. Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones y entornos tecnológicos.	4.17	4.06	4.00	4.39	4.60	4.35	4.33	4.38	4.38	4.58	4.33	0.035
--------------------------------------------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Anexo 4

Resultados de Instrumento de Autoevaluación de competencias digitales de estudiantes por género.

Valores	Hombre	Mujer	Prefiero no decirlo	Total general
1. Soy capaz de utilizar distintos tipos de sistemas operativos instalados en un ordenador (Microsoft Windows, Linux, Mac,...) y en dispositivos móviles (iOS, Android,...).	4.058	4.168	3.5	4.085
2. Soy capaz de utilizar distintos dispositivos móviles (Smartphone, Tablet,...).	4.68	4.673	4.5	4.677
3. Navego por Internet con diferentes navegadores (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome,...).	4.109	4.198	3.5	4.13
4. Domino distintas herramientas ofimáticas para el tratamiento de la información, tales como los procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos,...	3.691	3.802	3	3.717
5. Investigo y resuelvo problemas en los sistemas y aplicaciones (configurar correo electrónico, configurar antivirus, desfragmentar el disco duro,...).	3.756	3.584	2.5	3.704
6. Soy capaz de utilizar distintas herramientas de tratamiento de imagen, audio o video digital.	3.589	3.713	3.5	3.622
7. Me puedo comunicar con otras personas utilizando herramientas de comunicación sincrónica vía Web (Messenger, WhatsApp, Skype,...).	4.753	4.792	4.5	4.762
8. Soy capaz de comunicarme con otras personas utilizando herramientas de comunicación asincrónica vía Web (foros, redes sociales, lista de distribución, tweets,...).	4.324	4.386	4	4.339
10. Se usar software de trabajo colaborativo utilizando las herramientas online tipo Groupware (Google Apps, BSCW, OpenGroupWare,...).	2.978	2.99	2.5	2.979

9. Se diseñar páginas web utilizando algún programa informático, incluyendo textos, imágenes, audio, links,...	2.818	2.921	3	2.847
11. Domino las herramientas de la Web 2.0 para compartir y publicar recursos en línea (Ventas Online, Redes Sociales, YouTube, Podcast,...).	3.76	3.881	3	3.788
12. Uso de manera eficaz las herramientas utilizadas en mi Universidad (SIASE, Nexus, Territorio...) como apoyo a la docencia presencial.	4.073	4.277	4	4.127
13. Me siento competente para utilizar la gestión virtual de mi Universidad. (Trámites en escolar, CAADI, tutorías, titulación etc.)	3.658	3.604	3.5	3.643
14. Soy capaz de localizar información a través de diferentes fuentes y bases de datos disponibles en la Red.	4.105	4.158	4	4.119
15. Se identificar la información relevante evaluando distintas fuentes y su procedencia.	4.153	4.178	4	4.159
16. Soy capaz de organizar, analizar y usar éticamente la información a partir de una variedad de fuentes y medios.	4.167	4.297	2	4.19
17. Sintetizo la información seleccionada adecuadamente para la construcción y asimilación del nuevo contenido, mediante tablas, gráficos o esquemas.	3.913	4.109	4.5	3.968
18. Uso organizadores gráficos y software para la realización de mapas conceptuales y mentales (CmapTools, Mindomo,...), diagramas o esquemas, para presentar las relaciones entre ideas y conceptos.	3.207	3.366	4.5	3.257
19. Planifico búsquedas de información para la resolución de problemas.	3.851	3.941	4.5	3.878
20. Soy capaz de identificar y definir problemas y/o preguntas de investigación utilizando las TIC.	3.916	4.01	4	3.942
21. Utilizo los recursos y herramientas digitales para la exploración de temas del mundo actual y la solución de problemas reales, atendiendo a necesidades personales, sociales, profesionales,...	3.996	4.149	4.5	4.04
22. Se analizar las capacidades y limitaciones de los recursos TIC.	3.731	3.871	4.5	3.772

23. Configuro y resuelvo problemas que se presenten relacionados con hardware, software y sistemas de redes para optimizar su uso para el aprendizaje y la productividad.	3.647	3.426	3	3.585
24. Comparto información de interés con mis compañeros empleando una variedad de entornos y medios digitales.	3.622	3.733	1.5	3.64
25. Comunico efectivamente información e ideas a múltiples audiencias, usando variedad de medios y formatos.	3.585	3.713	1.5	3.608
26. Soy capaz de desarrollar una comprensión cultural y una conciencia global mediante la comunicación con otros estudiantes profesionales de otras culturas.	3.673	3.891	1.5	3.72
27. Se utilizar programas informáticos (Office 365 Documents, Google Docs,...) y herramientas tecnológicas para administrar y comunicar información con mis compañeros y otros usuarios en la Red.	4.098	4.228	1.5	4.119
28. Soy capaz de coordinar actividades en grupo utilizando las herramientas y medios de la Red.	4	4.099	2.5	4.019
29. Interactúo con otros compañeros y usuarios empleando las redes sociales (Facebook, WhatsApp, Twitter) y canales de comunicación (Twitch, Discord, YouTube,...) basados en TIC.	4.382	4.574	2.5	4.423
30. Soy capaz de desenvolverme en redes de ámbito profesional (Linkedin,...).	3.233	3.267	2.5	3.238
31. Soy capaz de diseñar, crear o modificar una Wiki (Wikispaces, Wikipedia,...).	2.916	2.891	1	2.899
32. Se utilizar los marcadores sociales (Tendencias en Twitter, Pinterest, Linkedin, etc.) para localizar, almacenar y etiquetar recursos de Internet.	3.411	3.891	3.5	3.54
33. Asumo un compromiso ético en el uso de la información digital y de las TIC, incluyendo el respeto por los derechos de autor, la propiedad intelectual y la referencia adecuada de las fuentes.	3.807	4.02	2.5	3.857
34. Promuevo y practico el uso seguro, legal y responsable de la información y de las TIC.	3.796	4.05	1.5	3.852

35. Demuestro la responsabilidad de que lo que aprendo de las TIC ahora, será utilizado lo largo de la vida.	3.971	4.178	3	4.021
36. Me considero competente para hacer críticas constructivas, juzgando y haciendo aportaciones a los trabajos TIC desarrollados por mis compañeros.	3.862	3.802	1.5	3.833
37. Ejerzo liderazgo para la ciudadanía digital dentro de mi grupo	3.647	3.762	3	3.675
38. Exhibo una actitud positiva frente al uso de las TIC para apoyar la colaboración, el aprendizaje y la productividad.	3.953	4.059	4.5	3.984
39. Tengo la capacidad de concebir ideas originales, novedosas y útiles utilizando las TIC.	3.72	3.98	4.5	3.794
40. Soy capaz de crear trabajos originales utilizando los recursos TIC tradicionales y emergentes.	3.76	4.059	4.5	3.844
41. Identifico cómo las TIC me presentan posibilidades para su uso y entiendo la tendencia en el futuro.	3.964	4.198	3.5	4.024
42. Uso modelos y simulaciones para explorar sistemas y temas complejos utilizando las TIC.	3.607	3.663	3	3.619
43. Desarrollo materiales donde utilizo las TIC de manera creativa, apoyando la construcción de mi conocimiento.	3.745	3.861	3	3.772
44. Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones y entornos tecnológicos.	4.353	4.277	4.5	4.333

Se terminó de imprimir en el mes de febrero de 2022 en los talleres de Editorial Labyrinthos; se usó la familia tipográfica: Garamond en 22, 18, 14, 12, 11, 10, 9 y 8 puntos.

El tiro consta de 1000 ejemplares. Primera edición febrero de 2022.



LABYRINTHOS

Los estudiantes de ingeniería contemporáneos se desarrollan en la era digital, por lo que pudiera pensarse que tanto ellos como los profesores por ser especialistas de áreas tecnológicas dominan los conocimientos y las competencias para desenvolverse en contextos virtuales. Sin embargo, existen áreas de oportunidad por lo cual el presente libro busca brindar un panorama de la evolución de la Ingeniería a través de las revoluciones industriales hasta la Industria 4.0 con la finalidad de analizar las proyecciones de la evolución de la profesión en los próximos años e identificar cuáles serían las competencias requeridas para los estudiantes que actualmente se están formando en las aulas.

Centrando la atención en el desarrollo de competencias digitales, tanto de profesores como estudiantes, que impacte directamente en un cambio de paradigma a través del rediseño de la forma de aprender y evaluar la ingeniería en modelos híbridos. Para finalizar se presenta una propuesta de elementos como: el diseño instruccional, métodos de aprendizaje activo e híbrido, cambios en el diseño de las evaluaciones y la infraestructura ideal para un aula con equipamiento y conectividad, que permita a profesores y estudiantes alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos y estén preparados para enfrentar el futuro laboral.

Lizbeth Habib Mireles es Profesora Investigadora en la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, egresó de Ingeniero Mecánico Administrador, Maestría en Ciencias de la Administración y Doctora en Educación, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Miembro del Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C., Sociedad Mexicana de Educación Comparada, Sociedad Española de Pedagogía, European Educational Research Association, World Education Research Association.

ISBN 978-607-99722-0-2



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

