

LOS JÓVENES Y SU INSERCIÓN EN LA INDUSTRIA 4.0

María Ascensión MORALES RAMÍREZ*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Industria 4.0: transición de la escuela al trabajo*. III. *Contexto nacional juvenil*. IV. *Los caminos a seguir*. V. *Conclusiones*. VI. *Fuentes de investigación*.

I. INTRODUCCIÓN

El mundo está cambiando de forma rápida y es cada vez más complejo, producto del avance y convergencia de las tecnologías, las cuales están teniendo un impacto multifacético al cambiar la producción, el consumo, el transporte, la forma de vivir y relacionarse en un mundo digital e hiperconectado. Por ende, está transformando el trabajo, los empleos, las formas de realizarlos y el entorno laboral. Si bien estas implicaciones son ya una realidad, se intensificarán en las próximas décadas.

El cambio tecnológico, así como uno de sus conceptos, la “industria 4.0”, además de estar adquiriendo relevancia, están planteando desafíos en todos los ámbitos y, de forma específica, en la inserción y participación de los jóvenes en la sociedad actual.

El tema de educación en relación con el trabajo es de una gran visión, porque los dos conceptos gozan de un grado amplio en cuanto a sus objetivos, lógicas y dinámicas. A lo largo de la historia, la relación entre estos dos ámbitos ha sido compleja y cambiante, porque dicho vínculo se encuentra condicionado por el contexto económico, político y social. En efecto, las tendencias demográficas, los cambios en el mundo del trabajo y las crisis económicas han tenido expresiones particulares y complejas para la población juvenil. En la actualidad, un alto porcentaje de jóvenes mexicanos no

* Doctora en derecho. Profesora de Derecho del trabajo y la seguridad social en la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional Autónoma de México.

pueden insertarse al mercado laboral y la participación de otros tiende a caracterizarse por signos de precariedad, inestabilidad y desprotección.¹

Así, ante los cambios que se avecinan y en un marco de reflexión resulta importante identificar los aspectos en los que impactará la industria 4.0, en esta, de por sí difícil, transición de la escuela al trabajo.

En atención a ello, el presente ensayo, en primer lugar, da cuenta de las corrientes sobre la industria 4.0; en segundo, expone las profesiones, competencias y tipo de formación que se perfilan para dicha industria. Posteriormente, contrasta el contexto nacional juvenil para evidenciar si el vínculo educación-trabajo podrá asumir los retos de la nueva era industrial, qué acciones se han realizado y cuáles serán necesarias para hacerle frente de manera significativa y lograr la incorporación de los jóvenes al mercado laboral en las mejores condiciones.

II. INDUSTRIA 4.0: TRANSICIÓN DE LA ESCUELA AL TRABAJO

1. *Concepto*

El concepto de “industria 4.0” y su estrategia fueron presentados en la Feria de Hanover en Alemania en 2011, producto de un grupo de trabajo que entregó sus recomendaciones al gobierno en 2012, para hacer referencia a la dimensión digital de las estructuras industriales del futuro (fábricas inteligentes adaptadas rápidamente y en forma autónoma a las necesidades del mercado con el objetivo de integrar a clientes y proveedores, así como producir pequeñas series personalizadas en poco tiempo).²

Sin embargo, para describir este cambio tecnológico, se utilizan también otros términos: *Industrial Internet* (Estados Unidos de América), *Made in China 2025* (China), Internet de las cosas,³ economía digital, nueva era de la automatización industrial, digitalización, informatización, segunda era de las máquinas⁴ y cuarta revolución industrial,⁵ entre otros.

¹ Saravi, Gonzalo, “Desigualdad en las experiencias y sentidos de la transición escuela-trabajo”, *Papeles de Población*, núm. 59, vol. 15, 2009.

² Schroeder, Wolfgang, *La estrategia alemana 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*, Madrid, Friedrich-Ebert Stiftung, 2017, p. 17.

³ Krull, Sebastián, *El cambio tecnológico y el nuevo contexto del empleo. Tendencias generales en América Latina*, CEPAL, 2016, p. 7.

⁴ Término empleado por Brynjólfsson, Erik y McAfee, Andrew, *The Second Machine Age. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W. W. Norton & Company, 2014.

⁵ La primera revolución industrial del siglo XVIII se basó en la introducción de equipos de producción mecánicos impulsados por agua y energía de vapor. La segunda revolución

El motor de la industria 4.0 es la tecnología y tiene como características: la *información digital*, la *automatización* de los procesos, la *interconexión inteligente* de productos, la *conectividad* de la cadena de valor gracias a las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC's) y el *acceso digital al consumidor*.⁶ Esto es, flexibilidad en el proceso de producción a la medida de cada cliente, más velocidad para reducir el tiempo necesario para colocar el producto en el mercado y mayor eficiencia, gracias al análisis de datos que permiten la digitalización y el Internet de las cosas. No obstante, su alcance es más amplio como consecuencia de su interrelación con tecnologías físicas, digitales y biológicas.⁷

Los elementos principales de la industria 4.0 son la individualización, la descentralización y la creación de redes. La primera hace referencia a la optimización y personalización de los productos, en escala masiva para producirlos a través de procesos flexibles y la integración de los miembros de la cadena de suministros en la cadena de valor. La descentralización se refiere al modo de organización productiva en la cual se encarga a terceros ciertas operaciones del proceso productivo. Tal característica permite la producción masiva de productos individualizados. La creación de redes es referente a todas las relaciones entre factores que interactúan para la creación de un ambiente 4.0, dentro de las cuales pueden situarse las universidades, instituciones técnicas y formativas, ya que en ellas se prepara la nueva fuerza de trabajo y es necesario que se relacionen con las empresas a través de modelos como el de Triple Hélice que será comentado más adelante.⁸

2. Posiciones ideológicas

La literatura en la materia plantea que la Industria 4.0 generará cambios en todos los campos, con grandes consecuencias. Al respecto pueden identi-

industrial surgió a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, la cual se caracterizó por la producción en masa, a causa de la división de tareas y el uso de la energía eléctrica. En ella, tuvo gran influencia las ideas de Frederick W. Taylor en donde se incrementó la producción con una reducción de la cualificación de los trabajadores. La tercera revolución se ubica a partir de la década de 1960 y se basa en el uso de la electrónica y las tecnologías de la información para promover la producción automatizada. Se le conoce como la revolución digital: computación, informática personal (1970-1980) e Internet (1990).

⁶ Schoeder, Wolfgang, *La estrategia alemana 4.0...*, cit., pp. 3 y 4

⁷ Schawab, Klaus, *La cuarta revolución industrial*, México, Debate, 2017, p. 14.

⁸ Fernando Franco, David, *Utilización del Modelo de Triple Hélice para el desarrollo de nuevos sectores productivos en el contexto de la Industria 4.0*, Trabajo final de Master, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad del País Vasco, 2015, p. 5.

ficarse tres corrientes ideológicas: determinismo tecnológico, mercado perfecto y matizada.

a) Determinismo tecnológico.⁹ Para esta posición, la industria 4.0 implicará: cambios radicales a gran velocidad, amplitud y profundidad, los cuales se producen simultáneamente; diversificación de los campos a los cuales se aplica; reducción de costos de producción; surgimiento de profesiones más calificadas;¹⁰ ocupaciones con mayor grado de complementariedad con la robotización y/o la digitalización; y eliminación progresiva de ocupaciones con labores repetitivas, poco calificadas y fácilmente susceptibles de ser automatizadas o reemplazables por robots, principalmente en la industria manufacturera y en los servicios.¹¹

b) Mercado perfecto. Esta postura supone que la oferta y la demanda compensarán la creación y destrucción de los empleos. Señala que los debates sobre los impactos adversos de la industria 4.0, específicamente en el mundo laboral son muy parecidos a los debates que habían sucedido en los siglos XIX y XX, esto significa que las preocupaciones no son nuevas.¹² A través de las revoluciones industriales anteriores, la historia ha demostrado que, tras las perturbaciones iniciales, el cambio tecnológico genera mejoras en la calidad del trabajo y no provoca forzosamente una pérdida en la cantidad global de empleos. Así, sostiene que la tecnología destruye profesiones, pero no la oportunidad de trabajar, porque los empleos seguirán existiendo, aunque las habilidades requeridas para desempeñarlos serán diferentes y, en algunos casos, incluirán un conocimiento más o menos profundo de alguna de las nuevas disciplinas. Asimismo, esta postura afirma que algunas de las nuevas profesiones, simplemente se especializarán, actualizarán o se transformarán a partir de alguna ya existente,¹³ por ejemplo: de los matemáticos surgen los científicos de datos; de los ingenieros informáticos los ingenieros multimedia o expertos en UX; de las relaciones públicas los responsables de comunicación, entre otros.

c) Matizada. Esta postura asume que a pesar del escenario incierto, las consecuencias dependerán de las dinámicas macroeconómicas, de los factores políticos e institucionales que incluyen la acción del Estado; las institu-

⁹ Brynjólfsson, Erik y McAfee, Andrew, *The Second Machine Age...*, cit.

¹⁰ Lo empleos crecerán en los campos de la investigación, el desarrollo y el apoyo relativo a las nuevas tecnologías.

¹¹ Transporte, ventas, trabajos en oficinas y áreas administrativas, entre otras.

¹² Krull, Sebastián, *El cambio tecnológico y el nuevo...*, cit., p. 10.

¹³ Morrón, A., "Will the Fourth Industrial Revolution come to Spain?", *CixaBank Monthly Report MR02*, vol. 398, pp. 36 y 37, citado por Pernías Peco, Pedro A., "Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial?", *La Economía Digital en España*, ICE, núm. 898, septiembre-octubre de 2017, p. 59.

ciones públicas; el sistema educativo; las formas de organización del trabajo; la regulación laboral existente; la organización sindical y la capacidad de crear espacios de negociación colectiva y diálogo social.¹⁴

3. Vinculación escuela-trabajo

Independientemente de la postura que sea aceptada acerca de la industria 4.0, lo cierto es que el cambio tecnológico implicará modificaciones profundas en la educación y el mundo laboral por la rapidez de las transformaciones que involucra en todos los ámbitos de la vida humana,¹⁵ en la generación, aplicación y vigencia de los conocimientos¹⁶ y la incertidumbre como algo cotidiano.

En este marco, la industria 4.0 demanda también una educación 4.0 que forme al profesional de hoy y del mañana, la cual puede caracterizarse bajo los aspectos siguientes: el desarrollo de nuevas profesiones; el fomento de determinadas competencias; un perfil más técnico procedente de formación profesional dual o de educación universitaria en colaboración con las empresas, principalmente en los centros de innovación y desarrollo, y aprendizaje continuo.

A. Profesiones de la industria 4.0

Las nuevas profesiones de la industria 4.0 estarán ligadas a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, en donde cobran gran importancia los sistemas ciberfísicos (CPS; objetos industriales conectados con sensores y actuadores),¹⁷ los informáticos, los robóticos, la gestión de datos, la seguridad informática, entre otros. Así, pueden citarse como ejemplos de profesiones, las siguientes:¹⁸

¹⁴ En esta postura se concentra la CEPAL, *Brechas, ejes y desafíos en el vínculo entre lo social y lo productivo*, Santiago, ONU, 2017; OIT, *El futuro del trabajo que queremos*, Ginebra, 2017.

¹⁵ Mayor acceso a bienes, servicios e información en tiempo real a través del Internet o plataformas digitales.

¹⁶ Los conocimientos avanzan a ritmos acelerados, se generan y transfieren en diversos espacios: universidades, centros de investigación, empresas y organismos de la sociedad civil.

¹⁷ Los CPS pueden aplicarse en múltiples sectores, como la fabricación, la energía, la salud, el transporte, las ciudades inteligentes, etcétera.

¹⁸ Schawab, Klaus, *La cuarta revolución industrial*, cit.; Cabarcos, Rafael y Ponz, Carlos S., "Ganar mayor resiliencia: de la integración con la tecnología al cambio radical del modelo económico y social: retos de futuro para España en el albor de la 4a. Revolución Industrial", Instituto Español de Estudios Estratégicos, agosto de 2017, disponible en: www.revista-rio.org/index.php/revista-rio/article/view/215; Kahale Carrillo, Djamil Tony, "La formación (española

- Técnicos o ingenieros en robótica
- Técnicos o ingenieros en mecatrónica
- Técnicos superiores de animación 3D
- Programadores de plataformas de Internet de las cosas o en la nube
- Técnicos en tecnologías de la información
- Curaduría digital de contenidos
- Expertos en ciberseguridad
- Expertos en macrodatos (big data)¹⁹
- Nanotecnología
- Estadísticos
- Pilotos de drones
- Telecirujanos
- Arquitectos de realidad aumentada

Igualmente, la educación tendrá que fortalecer las profesiones que permanecerán. Éstas son aquellas que involucran la interacción humana y la creatividad: trabajadores sociales, sicólogos, terapeutas, médicos, enfermeras y todas aquellas relacionadas con la salud, así como las que involucren tareas manuales y no rutinarias.²⁰

B. Competencias

La industria 4.0 requerirá un creciente flujo de profesionistas con altos niveles de preparación, quienes además de contar con las capacidades específicas del campo profesional correspondiente, necesitarán adquirir y fortalecer habilidades multidimensionales que permitan a los trabajadores del futuro mantener su pertinencia en el mercado del trabajo; desenvolverse y adaptarse de manera exitosa en un entorno laboral en continua evolución, o emprender proyectos independientes.²¹ Tales competencias son nombradas de modos diversos,²² entre otros, los siguientes:²³

a) Competencias cognitivas transversales. Son aquellas que se desarrollan en todos los campos de conocimiento. Consisten en habilidades: digitales (manejo de las tecnologías de la información y la comunicación),

e italiana) en la Industria 4.0”, *Labour Law Issues*, LLI, núm. 2, vol. 2, 2016, disponible en: <https://www.forbes.com.mx/que-nueva-habilidades-requeriran-las-nuevas-profesiones/>.

¹⁹ Con capacidad para coleccionar, almacenar y analizar grandes cantidades de datos para identificar ineficiencias y cuellos de botella en la producción.

²⁰ Schawab, Klaus, *La cuarta revolución industrial...*, cit., p. 63.

²¹ Estas competencias deben ser fomentadas y adquiridas desde los niveles básicos de la educación, como elementos nucleares de los alumnos para generar los mayores beneficios en términos del futuro desarrollo profesional.

²² El término “competencias” es empleado en el ámbito educativo y el laboral. En el primero, se denominan competencias de conocer, hacer, ser y convivir; en el segundo, competencias transferibles y técnicas.

²³ Pernías Peco, Pedro A., “Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial?”, cit.

trabajar con datos y tomar decisiones basadas en ellos, resolver problemas complejos (debido a la automatización); procedimentales (comunicación, escuchar ideas de otros); tener un pensamiento crítico (cuestionamiento original de las ideas mediante la aplicación del método científico, lo que incluye la formulación de hipótesis y la experimentación); pensamiento computacional,²⁴ (forma de razonamiento que utiliza herramientas y métodos propios de la computación para solucionar problemas de cualquier tipo, reformular un problema aparentemente difícil en uno que sabemos resolver, tal vez por reducción, integración, transformación o simulación); pensamiento matemático, pensamiento algorítmico-codificación conectada, pensamiento heurístico-aproximación/imaginación (relacionado con la resolución de problemas a partir de escasa información, con escenarios no muy claros), pensamiento de diseño-disrupción/*hackeo*, pensamiento creativo e innovador-prospectiva²⁵ y conocimiento de lenguas extranjeras.

b) Competencias intra e interpersonales.²⁶ Consisten en actitudes y habilidades para socializar, trabajar en equipo, liderar, pasión por el cambio, inteligencia emocional,²⁷ enseñar a otros, persuadir, autoaprendizaje, resiliencia (capacidad de adaptación a las nuevas circunstancias y retos actuales, sobre todo en un entorno de evidencia en constante cambio), generar redes y comunicación asertiva, creatividad, emprendimiento, administrativas,²⁸ entre otras. Este tipo de habilidades son llamadas competencias blancas (*soft skills*)²⁹ y son un complemento clave de las habilidades que necesita la digitalización del trabajo y la industria 4.0.

²⁴ En 2006, Janet Wing desarrolló el concepto de pensamiento computacional, *cfr.* “*Computational Thinking*”, *Communications of the Association for Computing Machinery (ACM)*, vol. 49, pp. 33-35, citado por Pernías Peco, Pedro A., “Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial?”, *cit.*, p. 66.

²⁵ Forbes, “¿Qué nuevas habilidades requerirán las nuevas profesiones?”, *Forbes*, 2017, disponible en: <https://www.forbes.com.mx/que-nueva-habilidades-requeriran-las-nuevas-profesiones/>.

²⁶ OIT, *El futuro del trabajo que queremos: un diálogo global*, Ginebra, 2017, p. 13. Pernías Peco, Pedro A., “Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial?”, *cit.*, p. 73.

²⁷ La inteligencia emocional permite ser más innovador, capacita para ser agente del cambio, involucra autoconocimiento, autorregulación, motivación, empatía, ser más ágil y flexible.

²⁸ Competencias que resulten difícil de automatizar y brinden la flexibilidad para transitar de un trabajo a otro.

²⁹ Weller, Jürgen. “La inserción laboral de los jóvenes: características, tensiones y desafíos”, *Revista de la CEPAL*, 2007.

En suma, la industria 4.0 requiere competencias para aplicar el conocimiento en nuevos contextos, así como aquellas que no pueden ser desarrolladas por los robots.

C. *Formación técnico-profesional/formación dual*

La formación técnico-profesional o formación dual será clave en la industria 4.0 porque permitirá adquirir las competencias para hacer frente a las nuevas características de los puestos de trabajo y las nuevas necesidades de calificación asociadas a los procesos de cambio tecnológico, dada su cercanía con las empresas y sus demandas, además de ser un sistema con más de un siglo de probada eficacia en la empleabilidad de los jóvenes.³⁰

El modelo dual forma alumnos en profesiones y oficios a través de la participación de forma coordinada por parte de la escuela, la empresa y el gobierno. El alumno recibe la formación teórica en la escuela y la práctica en el lugar de trabajo. Los contenidos de la formación son determinados conjuntamente por el gobierno, las instituciones y los representantes de las organizaciones empresariales. Conlleva una doble tutoría. El tutor de empresa organiza el aprendizaje y define objetivos y el tutor de la escuela es un orientador e integrador que acompaña al estudiante y a la empresa para mantener el lazo entre la experiencia profesional del aprendiz en la empresa y el programa formativo. El financiamiento del sistema es compartido entre el gobierno y los empleadores. Las calificaciones se otorgan a través de exámenes escritos y prácticos preparados y evaluados por examinadores externos. Tras obtener el título, los alumnos pueden solicitar trabajo a su empleador o a otra empresa.³¹

³⁰ El sistema de formación dual tiene sus orígenes en los gremios de artesanos de la Edad Media, que se desarrollaron prácticamente en el centro de Europa basados en la idea de “aprender haciendo” bajo la supervisión de un maestro. El sistema fue adaptándose a lo largo de los siglos XIX y XX, para posteriormente ceder su lugar a la combinación del ámbito educativo con el productivo. Cfr. Adimad, *Formación profesional sistema dual. Análisis, reflexión y propuesta para un debate*, Madrid, 2012.

³¹ Cfr. Organización Internacional del Trabajo, *La crisis del empleo juvenil: un llamado a la acción*, Ginebra, 2012; OIT, *Resolución relativa al empleo de los jóvenes: vías para acceder a un trabajo decente*, Ginebra, 2005. OIT, *Tendencias mundiales del empleo juvenil. Una generación en peligro*, Ginebra, 2013; R. Comisión Europea, “Formación profesional dual: Un futuro laboral para los jóvenes”, *Actualidad y Prensa Noticias*, 7 de junio de 2013; Tiraboschi, Michel, “Young People and Employment in Italy: The (Difficult) Transition from Education and Training to the Labour Market”, *The International Journal of Comparative Labour Law and Industrial Relations*, Países Bajos, núm. I, vol. 22, 2006; Tiraboschi, Michel (coord), *Out Unemployment y Joblessness (Causes, consequences, Responses)*, Adapt Labour studies Book, UK; T. E., *Modelo de for-*

Los conocimientos teóricos y prácticos son indispensables para el desempeño en el mundo laboral al permitir a los jóvenes la primera experiencia de trabajar y, con ello, asumir las responsabilidades que conlleva la vida profesional; además, tienen como finalidad elevar la productividad y competencia en la empresa. Así, la experiencia laboral mediante la formación de los alumnos ligada al mercado de trabajo puede promover la empleabilidad de los jóvenes al insertarse en nichos específicos de la industria 4.0.³²

D. Instituciones de educación superior 4.0

La industria 4.0 demanda de las universidades e instituciones de educación superior alianzas con las empresas para diseñar programas formativos especializados que respondan a los cambios tecnológicos, a las nuevas profesiones y competencias, a proyectos y aplicaciones reales para un mundo real.³³ Para ello, requieren:³⁴

- Aumentar carreras de licenciatura y posgrado en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de calidad y competitivas internacionalmente.
- Alinear las competencias y estándares del currículo con la realidad del mercado y la transformación digital: diseño curricular abierto, flexible, interdisciplinario, modular, innovador, articulado y reconfigurable con acreditación internacional, que permita formar trabajadores altamente calificados capaces de superar los retos tecnológicos.
- Implementar nuevos modelos de formación activos, centrados en el estudiante y con un enfoque de calidad e innovación permanente (creatividad e innovación), en donde el aprendizaje se dé en múltiples espacios: vinculado a las unidades productivas, a los espacios sociales y a la solución de los problemas en el entorno, esto es, un

mación profesional dual, Madrid, CC00 Enseñanza, núm. 328, 2011; Morales Ramírez, María Ascensión, “Sistema de aprendizaje dual: ¿una respuesta a la empleabilidad de los jóvenes?”, *Revista Latinoamericana de Derecho Social*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, núm. 19, julio-diciembre de 2014, pp. 87-110.

³² CEPAL, *Brechas, ejes y desafíos en el vínculo entre lo social y lo productivo*, Santiago, ONU, 2017, pp. 68 y 69.

³³ Máxime que las universidades y centros de investigación han dejado de tener el monopolio de los conocimientos y la innovación.

³⁴ Cataldi, Zulma y Dominighini, Claudio, “La generación millennial y la educación superior: Los retos de un nuevo paradigma”, *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, Buenos Aires, vol. 12 (19), 2015, pp. 14-21.

aprendizaje basado en proyectos y con experiencia de emprendimientos reales.

- Introducir la tecnología como herramienta habilitadora y transformadora del aprendizaje.
- Asumir el nuevo rol del profesor universitario como mentor y coach educativo.
- Combinar la formación en línea y presencial.
- Impulsar la investigación y la innovación con apoyos público-privados, como soporte de la formación y con estándares de competencia internacional.
- Introducir y/o consolidar el Modelo Triple Hélice,³⁵ caracterizado por alianzas estratégicas entre universidades, gobiernos y sectores productivo³⁶ y la cultura de la innovación en todos los ámbitos del quehacer académico, que fomente entre otros; el desarrollo de ecosistemas de plataformas digitales; el emprendimiento tecnológico y el ámbito socioproductivo (creación de empleo y riqueza).

E. *Aprendizaje continuo (a lo largo de la vida)*

Los cambios tecnológicos, y en especial los que se avecinan a partir de la industria 4.0, caracterizados por una cultura de constante innovación y reinención, demandan y demandarán procesos formativos que acompañen a las personas durante toda su vida activa. Así, a la formación continua le corresponderá un papel importante para responder, por un lado, a los cambiantes requisitos tecnológicos y, al mismo tiempo, garantizar la adaptabilidad y potenciar las oportunidades laborales de los trabajadores.

Una vez descritas las bases mínimas demandadas por la industria 4.0 a la relación escuela-trabajo, procede entrar al análisis del ámbito real en el caso nacional.

³⁵ Etzkowitz, Henry, *La Triple Hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación*, Estocolmo, Instituto de Ciencias Políticas, 2002.

³⁶ El modelo fue planteado por Loet Leydesdorff y Henry Etzkowitz para impulsar la innovación y por lo tanto el desarrollo, mediante las relaciones e interacciones de la universidad y demás productores de conocimiento científico (como la primera aspa), las empresas e industria (segunda aspa) y el gobierno o administración pública (tercera aspa). Se parte de la premisa de que la innovación no surge de forma aislada, por tanto, el modelo facilita la planificación pública de acciones y toma de decisiones en la industria, en la educación y en la investigación.

III. CONTEXTO NACIONAL JUVENIL

El país se encuentra en una situación un poco desalentadora para encarar a la industria 4.0. A nivel general, por las condiciones de pobreza, desigualdad y exclusión social, en forma particular, por la situación juvenil actual, en un contexto de bajo crecimiento económico.

La Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo reportó en el cuarto trimestre de 2017 que los jóvenes entre 15-29 años sumaban 31.03 millones,³⁷ los cuales representaban el 25% de la población total. De esta cantidad, el 50.9% eran mujeres y el 49.1% eran hombres.³⁸ Tal grupo social enfrenta graves problemas en su transición escuela-trabajo.

1. *Sistema educativo*

El sistema educativo presenta diversas problemáticas, sin embargo, tres son especialmente relevantes:

A. *Rezago educativo*

Este fenómeno ha sido uno de los problemas históricos del país. La Encuesta Intercensal 2015³⁹ señaló que 1.2% de los jóvenes no tenían estudios y 1.6% tenían tres o menos años de escolaridad, lo que significaba 2.8% de analfabetas funcionales.⁴⁰ El rezago educativo es mayor en las entidades federativas más pobres,⁴¹ situación que impide el acceso a niveles superiores de educación. En 2015, el promedio de años de escolaridad de la población de 15 años y más fue de 9.2 años equivalente a la educación básica, ello a pesar de los avances habidos.

³⁷ En México, de acuerdo con artículo 2o. de la Ley de la Juventud, la población juvenil comprende a aquellos entre 12 y 29 años (37.5 millones, esto es, el 31% de la población total), sin embargo, es a partir de los 15 años que la Ley Federal del Trabajo permite laborar, por ello, para efectos del empleo juvenil los estudios se concentran en la población de 15 a 29 años.

³⁸ INEGI, *Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Juventud*, México, INEGI, 2017.

³⁹ INEGI, *Encuesta Intercensal EIC 2015*. Base de datos, México, 2016.

⁴⁰ La UNESCO ha definido el analfabetismo funcional como la incapacidad de un individuo para utilizar su capacidad de lectura, escritura y cálculo de forma eficiente en las situaciones habituales de vida; es decir, personas que aun sabiendo leer y escribir frases simples, no poseen las habilidades necesarias para desenvolverse tanto personal como profesionalmente.

⁴¹ Chiapas, Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Guerrero y Puebla.

La cobertura en el nivel medio y superior aún es baja. En cuanto a la educación superior, el país se ubica en una situación de atraso de 37.3% frente a países que han superado por mucho el umbral de 50%. Además, tal cifra está por debajo del promedio en América Latina, que en 2015 fue de 43%.

B. *Calidad educativa*

La realidad juvenil muestra que el proceso de enseñanza- aprendizaje no ha sido de calidad, porque los jóvenes no adquieren las competencias que les permitan insertarse en el mundo laboral de la forma más adecuada o para desarrollar emprendimientos independientes con preparación y no por necesidad.

Si bien existe un sistema de evaluación y acreditación del sistema educativo, los datos atienden más a indicadores de insumos y procesos y no de resultados e impactos en la mejora de la calidad. Con relación a la evaluación y acreditación de las instituciones de educación superior, sólo el 16% (458) de éstas tienen acreditado al menos un programa ante organismos reconocidos por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior; 43.1% (1'677,596) de los alumnos se encuentran inscritos en programas de calidad y 17.3% (4,593) programas cuentan con un reconocimiento de calidad vigente. En el posgrado, sólo el 11.2% (157) de las que imparten este nivel cuentan con un programa de calidad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).⁴²

C. *Financiamiento*

La inversión pública (federal y estatal) en educación superior es muy baja; 0.91% del Producto Interno Bruto (PIB). La inversión en ciencia y tecnología, es de 0.54% del PIB, porcentaje muy por debajo del promedio de los países de la OCDE (entre 2.3 y 4.25%), así como en comparación con Brasil, Argentina y Costa Rica.⁴³ Asimismo, es mínima la vinculación con el sector productivo en actividades de investigación e innovación (una de cada cuatro empresas participan con alguna institución educativa).

⁴² ANUIES, *Visión y acción 2030. Una propuesta de la ANUIES para la renovación de la educación superior en México. Diseño y concertación de políticas públicas para impulsar el cambio institucional*, Documento de Trabajo 1.0., México, 2017, pp. 63-66.

⁴³ Conacyt, *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*, México, 2011, pp. 27 y 28.

Se carece de un marco jurídico vigente en materia de educación superior y ciencia y tecnología, pues el actual se encuentra disperso, es impreciso e insuficiente.⁴⁴ Igualmente, la asignación no cuenta con una visión de largo plazo. Dicha asignación es incierta porque se carece de la certeza de la continuidad, aunado a ello, los montos aprobados en el Presupuesto de Egresos de la Federación anualmente no corresponden al crecimiento de la matrícula y tampoco reflejan la operación real de las instituciones, porque con dicho financiamiento se cubren también los salarios del personal y gastos de operación.⁴⁵

2. Empleo

Enfrentar el rezago educativo conlleva a la creación de oportunidades de un empleo digno. En este rubro, en 2017 la Población Económicamente Activa juvenil se conformaba por 16.4 millones, la cual puede clasificarse en tres grupos críticos:

- a) Ocupados. 15.4 millones de jóvenes tenían empleo (9.7 millones hombres y 5.67 millones mujeres). El 60% de este grupo (9.2 millones) se ubicaba en empleos informales, inserto en ramas de actividad y en empresas asociadas a sectores de baja productividad, con mínimas remuneraciones (uno y hasta dos salarios mínimos), desprotección social e inestabilidad. Usualmente se ubican en este tipo de empleos los jóvenes de ingresos más bajos y con menos niveles de escolaridad,⁴⁶ aunque también se encuentran en este fenómeno jóvenes con estudios de nivel medio superior y superior (dependientes y por cuenta propia),⁴⁷ en algunos casos, a pesar de contar con competencias mayores a las exigidas para desempeñar el trabajo.⁴⁸ Esta situación va delineando la trayectoria de vida y laboral de los jóvenes.

⁴⁴ ANUIES, *Visión y acción 20130...*, cit., p. 85.

⁴⁵ *Ibidem*, p. 90.

⁴⁶ Esta desigualdad se recrudece por situación socioeconómica, de género, étnico-raciales y territoriales y que enraizan a lo largo del ciclo de vida.

⁴⁷ Imjuve, *Panorama de la ocupación juvenil en México*, Gobierno de la República, Sedesol, año 1, núm. 4, octubre-diciembre de 2017.

⁴⁸ Entre más elevado es el grado de estudios, menos probabilidades tienen de encontrar empleo acorde a su formación profesional.

- b) Desempleados. Novecientos setenta mil jóvenes se encontraban en esta situación, empleados.⁴⁹ En este grupo se ubicaron a jóvenes con nivel profesional, carrera técnica, bachillerato y secundaria, de los cuales el 19.8% carecía de experiencia laboral, requisito exigido por el sector productivo, además de una serie de competencias que este grupo social no posee.
- c) Sin estudios y sin trabajo. Nueve por ciento de los hombres y 35% de mujeres se ubican en esta condición.⁵⁰ Dentro de este grupo, suele incluirse a jóvenes dedicados a los quehaceres del hogar o a cuidados de terceros (preferentemente mujeres).

La realidad antes descrita sobre los niveles educativos y las posibilidades de inserción laboral juvenil exhiben la débil relación escuela-trabajo. Quienes logran concluir la educación obligatoria e ingresan a una institución de educación superior se enfrentan al reto de permanecer y terminar satisfactoriamente sus estudios; sin embargo, el título profesional no asegura una incorporación adecuada al trabajo, con derechos laborales y de seguridad social y pesa sobre ellos la amenaza del desempleo, porque en muchos de los casos carecen de las habilidades o competencias demandadas por el sector productivo. Lo anterior afecta la calidad del empleo, los ingresos y la movilidad laboral. Tal situación revela, por un lado, que el currículo de las universidades no corresponde a la demanda que causa el cambio tecnológico y, por otro, el bajo crecimiento económico del país no genera oportunidades de empleo para los jóvenes.

3. Acciones emprendidas

A pesar del panorama lamentable, descrito anteriormente, a través del transcurso del tiempo se han realizado diversas acciones, aunque con avances lentos hasta el momento, entre otras, las siguientes:

A. Formación profesional dual

En 2013 se implantó el Modelo Mexicano de Formación Dual en el bachillerato tecnológico y profesional técnico, como prueba piloto y en 2015 se

⁴⁹ Imjuve, *Panorama de la ocupación...*, cit., p. 12.

⁵⁰ El Banco Mundial en su estudio, *Nimís en América Latina*, detalla que en México hay 4.2 millones de jóvenes en esa condición.

formalizó tal modelo.⁵¹ A la fecha se imparte en 104 planteles educativos⁵² de 15 entidades federativas y participan 400 empresas de la Confederación Patronal de la República Mexicana (Coparmex). En la actualidad el modelo opera en 13 carreras de tipo industrial y de servicios.⁵³

| <i>Carreras industriales</i> | <i>Carreras de servicios</i> |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Electromecánica | 1. Hospitalaria turística o servicios de hospedaje o servicios de hotelería |
| 2. Máquinas herramienta | 2. Alimentos y bebidas o preparación de alimentos y bebidas |
| 3. Mecatrónica | 3. Contabilidad |
| 4. Transformación de plásticos | 4. Telecomunicaciones |
| 5. Autotrónica | 5. Administración o procesos de gestión administrativa; ventas, logística o administración de recursos humanos |
| 6. Mantenimiento industrial | 6. Informática o programación; soporte y mantenimiento de equipo de cómputo. |
| | 7. Autotransporte |

En la implementación del modelo se fijaron como metas: contar con 10,000 estudiantes en 2018, lograr un alcance nacional y mayor participación de las empresas de todos los sectores productivos del país.

En noviembre de 2017 se incorporó la asignatura “digitalización e industria 4.0” dentro de los programas del modelo, así como la carrera “Ingeniería industrial” como parte de un pacto entre México y Alemania y con el apoyo de la empresa Siemens. También se creó un programa piloto en los planteles del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica para certificar a jóvenes en competencias digitales con el propósito de identificar las más demandadas por el sector productivo y así desarrollar e implementar

⁵¹ El 11 de junio de 2015 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación*, el Acuerdo Secretarial número del 6 de junio de 2015, por el que se estableció la formación dual como una opción educativa del tipo medio superior, SEP-Conalep, *Modelo mexicano de formación dual*, México, 2013, disponible en: www.conalep.edu.mx/academia/Documents/mmfd/prntcn_mmfd.pdf.

⁵² En planteles del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (Conalep), de los Centros de Educación Científica Tecnológica (CECYTES), de los Centros de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios (CETIS), dependientes de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) y de la Dirección General Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA).

⁵³ SEP, *Información de la Subsecretaría de Educación Media y Superior de la SEP*, disponible en: http://www.sems.gob.mx/es_mx/sems/avances_ubicacion_mmfd.

programas puntuales que permitan cerrar la brecha entre oferta y demanda e impactar en la empleabilidad y la competitividad de los jóvenes.⁵⁴

Sin embargo, el modelo enfrenta la estigmatización y aún no se percibe si responde a la demanda de las empresas en las áreas estratégicas del país. Igualmente, el modelo enfrenta como una dificultad el hecho de que en México el 90% son pequeñas y medianas empresas. Por lo tanto, es necesario evaluarlo para corregir o afianzar el rumbo a seguir en la vinculación escuela-trabajo y, en su caso, reconocer y promover su dimensión real, con toda la transversalidad necesaria.

B. Educación superior

Este nivel educativo experimentó múltiples cambios que abarcan diversos aspectos, entre otros, los siguientes:⁵⁵

- Crecimiento de la matrícula: 4'430,249 estudiantes: 134 mil nuevas plazas escolares al año.
- Procesos de diversificación de instituciones: universidades e instituciones federales; universidades públicas estatales; institutos tecnológicos coordinados por el Tecnológico Nacional de México; universidades tecnológicas; universidades politécnicas; universidades interculturales; instituciones para la formación de profesionales de la educación básica; centros públicos de investigaciones y otras instituciones públicas.⁵⁶
- Desconcentración y descentralización de opciones de acceso al sistema: modalidad escolarizada, mixta, abierta y a distancia tanto en licenciatura como en posgrado.
- Evaluación del desempeño individual e institucional.
- Enfoque de evaluación y criterios de acreditación.⁵⁷

⁵⁴ Se conformó el Comité de Certificación de Competencias Digitales con la participación del Consejo Coordinador Empresarial, BSA y CONOCER, representantes de la Subsecretaría de Educación Media Superior de la Secretaría de Educación Pública, Conalep, Dirección General de Centros de Formación para el Trabajo (DGCFT), Universidad del Valle de México (UVM), CANIETI y AMITI, International Youth Foundation y México Exponencial Autodesk Adobe, Dell y Microsoft y la Embajada de Estados Unidos de América.

⁵⁵ ANUIES, *Visión y acción 2030...*, cit., p. 34.

⁵⁶ Aunque se carece de un sistema funcional que articule los distintos tipos de instituciones de educación superior, de una oferta claramente articulada y diferenciada, reglas, incentivos y apoyos comunes, una visión y programa de largo plazo.

⁵⁷ Ha comprendido la evaluación de programas, académicos, estudiantes, instituciones y procesos de gestión.

- Implantación de nuevos esquemas y modalidades de gobierno y gestión.
- Presencia de la inversión privada.
- Desarrollo de alianzas entre universidades, empresas y entidades gubernamentales o ciudadanas.
- Internacionalización del currículo y la movilidad de estudiantes y profesores.
- Generalización de plataformas de aseguramiento de la calidad.
- Flexibilización del currículo universitario.
- Desarrollo de modelos educativos centrados en el aprendizaje y orientados hacia la adquisición de competencias profesionales.

Igualmente, en muchas instituciones de educación superior ya se imparten algunas carreras ligadas a la industria 4.0 (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), por ejemplo, sistemas de información, sistemas biomédicos, nanotecnologías, tecnologías, biotecnología, ingenierías en robótica, informática, mecatrónica, computación, sistemas inteligentes, entre otros. Sin embargo, los porcentajes de dichas profesiones y la matrícula aún son bajos, particularmente con respecto a la participación de las mujeres.

Así, en las universidades e instituciones de educación superior técnicas pueden observarse carreras nuevas de la industria 4.0, así como algunas carreras clásicas que se están orientando bajo el enfoque de actividades en un ambiente de cuarta revolución industrial: la Universidad Nacional Autónoma de México imparte carreras como ingeniería biomédica, ingeniería mecatrónica, nanotecnología y tecnologías para la información en ciencias; la Universidad Autónoma de Zacatecas imparte las carreras de ingeniería en electrónica industrial con orientación en robótica y sistemas digitales⁵⁸ y la carrera de ingeniería en tecnologías computacionales con orientación en Internet de las cosas⁵⁹ (IoT).

La Universidad Autónoma de Aguascalientes describe las competencias que tendrá un “ingeniero en tecnologías inteligentes”: fundamentos matemáticos y teóricos de las ciencias de la computación, de inteligencia artificial e industria de *software*, a través de la concepción y creación de ambientes, facilidades y aplicaciones innovadoras de la computación, la construcción de *software* de base y de aplicaciones, elaboración de teorías y prácticas de modelos de realidades complejas y emprendimiento a fin de dar soluciones

⁵⁸ Universidad Autónoma de Zacatecas, disponible en: <http://campusjalpa.uaz.edu.mx/itc>.

⁵⁹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, disponible en: http://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/catalogo/fciencias_basicas/ing_computacion_inteligente.pdf.

computacionales eficientes a problemas reales y complejos; asimilar y adaptar nuevas tecnologías”,⁶⁰

También existen convenios celebrados por las universidades con las diversas cámaras industriales para formar recursos humanos especializados en temas de vanguardia tecnológica, aunque todavía son muy pocos. Igualmente, las cámaras industriales tienen algunos programas aplicables a los jóvenes como el de la Red de Centros de Formación e Innovación de la Cámara Nacional del Cemento (Canacem) en el que participan el gobierno, las empresas e instituciones de educación superior para la formación de profesionistas con conocimientos actuales y en paralelo el desarrollo de conocimiento tecnológico en la materia.⁶¹ La Cámara Nacional de la Industria Textil (Canaintex) imparte cursos en la misma línea, como “Lectura Be Fashion/able: Solución Integral 4.0”,⁶² que si bien no son exclusivamente para los jóvenes, pueden ser aprovechados por ellos y también por los trabajadores activos. La Cámara de la Industria Editorial Mexicana (CANIEM) cuenta con el Centro de Formación Profesional que es único en América Latina y cuenta con cursos de formación y actualización.⁶³

La Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI) incluso cuenta con becas para que los estudiantes mexicanos sean preparados para cursar programas de posgrado en áreas relacionadas con las tecnologías más innovadoras y de mayor vanguardia de nuestro sector, como son: Internet de las cosas, Internet móvil, Análisis de big data, Automatización del trabajo basado en conocimiento, Computación en la nube, Robótica avanzada, Vehículos autónomos, Impresión 3D, etcétera.⁶⁴

⁶⁰ CANACEM, disponible en: http://www.alianzafidem.org/centros_formacion.html.

⁶¹ CANAINTEX, disponible en: <http://www.canaintex.org.mx/curso/>.

⁶² CANIEM, disponible en: <http://www.caniem.com/es/capacitacion>.

⁶³ CANIEM, disponible en: <http://www.caniem.com/es/capacitacion>.

⁶⁴ CANIETI, disponible en: <http://www.canieti.org/servicios/ProgramaTexasCANIETI.aspx>.

Tabla 1. Profesiones industria 4.0 en México

| <i>Universidad</i> | <i>Carreera</i> | <i>Matrícula</i> |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ingeniería en sistemas biomédicos | Sin datos |
| | Ingeniería eléctrica y electrónica | 1,594 hombres y 177 mujeres |
| | Ingeniería mecatrónica | 21 hombres y 27 mujeres |
| | Ciencias de la computación | 670 hombres y 119 mujeres |
| | Informática | 462 hombres y 171 mujeres |
| | Nanotecnología | Ingreso indirecto |
| | Tecnologías | Ingreso indirecto |
| | Tecnologías para la información en ciencias | 8 hombres y 6 mujeres (primer ingreso) |
| Instituto Politécnico Nacional | Ingeniería en robótica industrial | 1,228 hombres y 199 mujeres |
| | Ingeniería en informática | 1,380 hombres y 373 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas computacionales | 2,493 hombres y 411 mujeres |
| | Ingeniería en biotecnología | 303 hombres y 260 mujeres |
| | Ingeniería mecatrónica | 1,201 hombres y 110 mujeres |
| | Ingeniería en control y automatización | 1,901 hombres y 303 mujeres |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Tecnologías y sistemas de información | 190 hombres y 52 mujeres |
| | Ingeniería electrónica | 1,236 hombres y 64 mujeres |
| | Ingeniería en computación y telecomunicaciones | No hay información |
| | Ingeniería biomédica | 403 hombres y 262 mujeres |
| | Computación | 377 hombres y 306 mujeres |
| | Ingeniería en computación | 1,059 hombres y 219 mujeres |
| | Ciencias de la informática | No existe información de la matrícula |
| Universidad Autónoma de la Ciudad de México | Ingeniería de <i>software</i> | 581 hombres y 219 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas electrónicos industriales | 592 hombres y 158 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas energéticos | 156 hombres y 80 mujeres |

| <i>Universidad</i> | <i>Carrera</i> | <i>Matrícula</i> |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Universidad Autónoma de Aguascalientes | Ingeniería en computación inteligente | 159 hombres y 34 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas computacionales | 456 hombres y 111 mujeres |
| | Informática y tecnologías computacionales | No existe información de la matrícula |
| | Ingeniería industrial estadística | 112 hombres y 82 mujeres |
| | Ingeniería en energías renovables | 76 hombres y 44 mujeres |
| | Ingeniería robótica | 200 hombres y 39 mujeres |
| | Ingeniería en manufactura y automatización | 68 hombres y 19 mujeres |
| Universidad Autónoma de Baja California | Ciencias computacionales | 73 hombres y 15 mujeres |
| | Ingeniería en computación | 952 hombres y 191 mujeres |
| | Ingeniero en mecatrónica | 930 hombres y 133 mujeres |
| | Nanotecnología | 33 hombres y 54 mujeres |
| | Ingeniero aeroespacial | No existen datos |
| Universidad Autónoma de Baja California Sur | Administración de tecnologías de la información | No existen datos |
| | Ingeniería en desarrollo de <i>software</i> | No existen datos |
| | Ingeniería en tecnología computacional | 232 hombres y 27 mujeres |
| Universidad Benito Juárez | Ingeniería en innovación tecnológica | No existen datos |
| | Computación | 113 hombres y 33 mujeres |
| Universidad del Carmen | Ingeniería en computación | 29 hombres y 8 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas computacionales | 164 hombres y 51 mujeres |
| | Ingeniería en mecatrónica | 177 hombres y 25 mujeres |
| Universidad Autónoma de Coahuila | Ingeniería en tecnologías de la información y comunicaciones | 1,737 hombres, más 364 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas computacionales | 308 hombres y 168 mujeres |
| Universidad Autónoma de Colima | Ingeniería en mecatrónica | 212 hombres y 38 mujeres |
| | Ingeniería en tecnologías electrónicas | 29 hombres y 6 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas electrónicos y telecomunicaciones | 57 hombres y 2 mujeres |
| Universidad Juárez del Estado de Durango | Químico biotecnólogo | 58 hombres y 83 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas computacionales y administrativos | 90 hombres y 31 mujeres |

| <i>Universidad</i> | <i>Carrera</i> | <i>Matrícula</i> |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Universidad de Guadalajara | Ingeniería en computación | 1,606 hombres y 253 mujeres |
| | Ingeniería biomédica | 88 hombres y 64 mujeres |
| | Informática | 1,010 hombres y 219 mujeres |
| | Ingeniería en nanotecnología | 330 hombres y 96 mujeres |
| | Ingeniería mecatrónica | 694 hombres y 59 mujeres |
| | Ingeniería en electrónica y computación | 408 hombres y 97 mujeres |
| | Ingeniería en alimentos y biotecnología | 154 hombres y 263 mujeres |
| Universidad de Guanajuato | Computación | 246 hombres y 65 mujeres |
| Universidad Autónoma de Guerrero | Ingeniería en computación | 350 hombres y 144 mujeres |
| Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Sistemas computacionales | 121 hombres y 51 mujeres |
| | Ingeniería en computación | 127 hombres y 36 mujeres |
| | Ingeniería en automatización industrial | 75 hombres y 9 mujeres |
| | Ingeniería de <i>software</i> | 63 hombres y 26 mujeres |
| | Tecnologías de la información | No hay información |
| | Ingeniería en nanotecnología | 24 hombres y 8 mujeres |
| Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo | Ingeniería en electrónica | 234 hombres y 28 mujeres |
| | Ingeniería en computación | 262 hombres y 46 mujeres |
| | Ingeniería en innovación tecnológica de materiales | No existe información |
| Universidad Autónoma del Estado de Morelos | Ingeniería en robótica y sistemas de manufactura industrial | No existe información |
| | Tecnología con áreas terminales en física aplicada y electrónica | No existe información |
| | Diseño molecular y nanoquímica | No existe información |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ingeniería aeronáutica | 1737 hombres y 364 mujeres |
| | Ingeniería en electrónica y automatización | 963 hombres y 77 mujeres |
| | Ingeniería mecatrónica | 3,490 hombres y 380 mujeres |
| | Ingeniería en tecnología de <i>software</i> | 1,263 hombres y 225 mujeres |
| | Seguridad de tecnologías de la información | 400 hombres y 101 mujeres |
| | Biotecnología genómica | 416 hombres y 458 mujeres |

| <i>Universidad</i> | <i>Carrera</i> | <i>Matrícula</i> |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|
| Universidad Autónoma de Querétaro | Ingeniería en <i>software</i> | 312 hombres y 47 mujeres |
| | Administración en tecnologías de la información | 23 hombres y 8 mujeres |
| | Ingeniería en nanotecnología | 127 hombres y 46 mujeres |
| | Ingeniería en automatización | 297 hombres y 70 mujeres |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Ingeniería en computación | 255 hombres y 53 mujeres |
| | Ingeniería en informática | 212 hombres y 65 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas inteligentes | 30 hombres y 23 mujeres |
| | Ingeniería en electricidad y automatización | No existe información |
| Universidad de Sonora | Ingeniería en tecnología electrónica | 146 hombres y 12 mujeres |
| | Ciencias de la computación | 109 hombres y 13 mujeres |
| | Ingeniería en sistemas de información | 512 hombres y 62 mujeres |
| | Ingeniería mecatrónica | 1,029 hombres más 293 mujeres |
| Universidad Juárez Autónoma de Tabasco | Ciencias computacionales | No existe información |
| | Ingeniería en sistemas computacionales | 43 hombres y 14 mujeres |
| | Ingeniería en informática administrativa | 178 hombres y 194 mujeres |
| | Sistemas computacionales | 363 hombres y 127 mujeres |
| | Tecnologías de la información | 19 hombres y 23 mujeres |
| Universidad Autónoma de Tamaulipas | Ingeniero en sistemas computacionales | 773 hombres y 219 mujeres |
| | Ingeniero en sistemas de producción | 114 hombres y 73 mujeres |
| Universidad Veracruzana | Tecnologías computacionales | 145 hombres y 33 mujeres |
| | Ingeniería de <i>software</i> | 159 hombres y 23 mujeres |
| | Ingeniería eléctrica | 944 hombres y 130 mujeres. |
| | Ingeniería en electrónica y comunicaciones | 199 hombres y 52 mujeres |
| | Ingeniería en biotecnología | 90 hombres y 193 mujeres |
| | Ingeniería en tecnologías computacionales | 99 hombres y 33 mujeres |
| | Ingeniería informática | 142 hombres y 30 mujeres |
| | Ingeniería mecatrónica | 262 hombres y 48 mujeres |
| Redes y servicios de cómputo | 102 hombres y 34 mujeres | |

| <i>Universidad</i> | <i>Carrera</i> | <i>Matrícula</i> |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Universidad Autónoma de Yucatán | Ingeniería en biotecnología | 100 hombres y 76 mujeres |
| | Ingeniería mecatrónica | 256 hombres y 32 mujeres |
| | Ingeniería en computación | 134 hombres y 21 mujeres |
| | Ingeniería de <i>software</i> | 200 hombres y 30 mujeres |
| Universidad Autónoma de Zacatecas | Ingeniería en electrónica industrial con orientación en robótica y sistemas digitales | No existe información |
| | Ingeniería en tecnologías computacionales con orientación en Internet de las cosas (IoT) | No existe información |

FUENTE: Elaboración propia. Páginas web de las instituciones de educación superior. Datos de matrícula obtenidos del *Anuario ANUIES 2017*.

IV. LOS CAMINOS A SEGUIR

El escenario descrito en este trabajo sobre la transición escuela-trabajo obliga a considerar medidas, estrategias y políticas adecuadas a efecto de evitar consecuencias aún más indeseables para la juventud. Las medidas tienen que verse desde diversos ángulos, no únicamente los de la política industrial y tecnológica para satisfacer los requerimientos de la industria 4.0, sino también respecto de la inclusividad e integración, esto es, desde las oportunidades educativas y laborales, para que quienes nacen en hogares pobres puedan mejorar su situación económica y, con ello, romper con el ciclo vicioso de que el origen social determina el destino de una persona.⁶⁵

Los cambios en el sistema educativo tienen que ir acompañados de la ampliación de oportunidades de trabajo decente, porque de poco sirve formar a los jóvenes si el mercado de trabajo no tiene la capacidad para absorberlos (especialmente a aquellos en situación de pobreza, vulnerabilidad o que viven en zonas remotas).

Actores en distintos niveles e instancias nacionales e internacionales se han pronunciado por transformar las circunstancias de los jóvenes con una visión integral.⁶⁶ Lo anterior significa que están identificados los problemas a resolver y las posibles soluciones.

⁶⁵ Un estudio del Centro de Estudios Espinoza Iglesias mostró que, aunque se tenga talento y hagan el mejor esfuerzo por superarse, es poco probable que las personas pobres salgan de su situación de desventaja: 70 de cada 100 nacen en el quintil más bajo y no lograrán salir de su condición de pobreza.

⁶⁶ Organismos internacionales: ONU (*Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*); UNESCO (*Conferencias mundiales de educación superior*); CEPAL (*Brechas, ejes y desafíos en el vínculo entre lo social*

El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) ha señalado como asuntos relevantes que requieren atención: el fortalecimiento de las escuelas normales para la formación inicial de los maestros; el fortalecimiento de los centros escolares, la evaluación y revisión de planes de estudio, la investigación educativa, la participación de los padres de familia, la equidad de los servicios educativos (comunidades en situación de desventaja), la educación, productividad y trabajo (dotar de las competencias para el trabajo y la vida), autonomía de la educación; las condiciones materiales, los problemas de gobernabilidad en el sistema educativo, financiamiento de la educación y la base única de información oficial.⁶⁷

La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) ha propuesto cinco ejes de transformación para fortalecer la educación superior:

- 1) Mejor gobernanza para el desarrollo del sistema de educación superior (marco normativo y un sistema nacional de educación superior).
- 2) Ampliar la cobertura con equidad y calidad; reducir la deserción y ampliar la oferta en las diversas modalidades educativas, o sea mejorar en forma continua la calidad de la educación superior.
- 3) Crear un sistema nacional para la evaluación y acreditación de este nivel e impulsar su internacionalización.
- 4) Promover la responsabilidad social: para fortalecer la calidad y pertinencia de sus funciones, ampliar su contribución al desarrollo regional y participar en una sociedad más próspera, democrática y justa.
- 5) Reconocer mediante una política de Estado el carácter estratégico de la educación superior, la ciencia, la tecnología y la innovación, con una visión de mediano y largo plazo.⁶⁸

La *Agenda 2030 para el desarrollo sostenible* considera diversos objetivos con relación a la educación:

- Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- Asegurar el acceso en condiciones de igualdad para todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria.

y lo productivo); OIT (*El futuro del trabajo que queremos*) y Banco Mundial (*Aprender para hacer realidad la promesa de la educación*).

⁶⁷ INEE, *Educación para la democracia y el desarrollo de México*, México, INEE, 2018.

⁶⁸ ANUIES, *Visión y acción 2013...*, cit.

- Asegurar el acceso igualitario a todos los hombres y mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria.
- Eliminar las disparidades de género en la educación y garantizar el acceso en condiciones de igualdad de las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad, a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional.
- Proporcionar las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.
- Aumentar sustancialmente el número de becas en todos los niveles educativos incluidos la formación profesional y programas técnicos, científicos, de ingeniería y de tecnología de la información y las comunicaciones; reducir sustancialmente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación: contar con un sistema de evaluación y acreditación que se enfoque en el proceso de enseñanza aprendizaje, esto es, en los resultados e impacto para asegurar una educación de calidad.
- Aumentar la investigación científica y la innovación con gasto público y privado.

Como puede apreciarse a partir de las propuestas descritas anteriormente, hay claridad sobre los rubros importantes a atender: igualdad de oportunidades, rezago educativo, calidad de la educación; financiamiento de la educación superior con mayor presupuesto y visión de largo plazo e incrementar la inversión en ciencia, tecnología e innovación a fin de destinarla a los proyectos con mayor potencial de crecimiento. Adicionalmente, resulta importante:

- Fortalecer y consolidar la formación dual como opción para facilitar transiciones tempranas y efectivas al trabajo, principalmente para estudiantes de menores ingresos. También resulta relevante aumentar la vinculación con el sector productivo, utilizando prospectivas del mercado laboral para orientar la oferta educativa hacia la demanda de dicho sector tanto local y regional como nacionalmente.
- Promover la participación de las mujeres en las profesiones asociadas a ciencia, ingeniería y matemáticas, a fin de reducir la brecha de género, empoderar a la próxima generación en estos campos y evitar reproducir los roles tradicionales.

- Regular desde los ámbitos educativo y laboral las diversas formas de adquisición de experiencia laboral antes de concluir los estudios (pasantías, prácticas profesionales y la formación dual) porque se carece de una normativa integral al respecto, que permita establecer las bases mínimas para proteger al estudiante de posibles desviaciones o abusos de un trabajo encubierto.
- Celebrar convenios a nivel de instituciones, empresas y sindicatos para garantizar que las competencias adquiridas correspondan a aquellas solicitadas por el sector productivo y, por ende, que el empleo que se oferte sea de calidad.

Por último, toda vez que existen los diagnósticos y las posibles soluciones, resta actuar, esto es, ponerlas en práctica con miras a que la transición escuela-trabajo sea socialmente justa y respetuosa de los derechos fundamentales, particularmente de los derechos laborales y de seguridad social. Esto es, buscar la dimensión social del cambio tecnológico para influir en su camino. Todo lo anterior en el marco de un crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, con pleno empleo y productivo y trabajo decente para todos, como está señalado en el objetivo 8 de la *Agenda 2030 del desarrollo sostenible*.

V. CONCLUSIONES

En la actualidad, la relación educación-trabajo como vehículo para el progreso personal y social se encuentra seriamente cuestionada por el alto porcentaje de jóvenes mexicanos sin poder insertarse en el mercado laboral. Asimismo, esta condición exhibe un marco institucional inadecuado para enfrentar a la industria 4.0.

Es el momento de tomar las medidas necesarias, porque de no hacerlo las consecuencias serán mayores. La inserción de los jóvenes en la industria 4.0 requiere mejorar la educación en todos sus niveles para generar los beneficios en términos de desarrollo profesional posterior, resolver el problema del abandono escolar a temprana edad, aportando el valor añadido a la fuerza de trabajo que demanda la industria 4.0. De especial importancia resulta inspirar a la próxima generación de mujeres líderes en ciencia y tecnología.

Ante la nueva era industrial y tecnologías avanzadas e inteligentes, se requieren también marcos jurídicos inteligentes. Por el lado del sector educativo, hacer realidad el 1.5% del PIB para la educación y el 2.5% a la

ciencia, tecnología e innovación. Por el lado del empleo, contar con una regulación adecuada de los mecanismos de adquisición de experiencia laboral, previas al egreso: pasantías o contratos de prácticas profesionales y la formación dual, bajo un régimen de alternancia de la actividad laboral retribuida, en una empresa con actividad formativa en el sistema educativo, así como de los contratos a prueba y de capacitación previstas en la ley laboral, para que efectivamente incidan en el acceso al trabajo decente, en la productividad y, en consecuencia, en los salarios.

Se reconoce que la industria juega un papel central en la economía: es pieza clave de la investigación, la innovación, la productividad, la creación de empleo y las exportaciones. Por ello, en estos momentos se requiere una visión compartida por el gobierno, empresarios, universidades y centros de investigación, a fin de generar ecosistemas industriales 4.0 basados en personas y el talento 4.0 y para favorecer la innovación.

VI. FUENTES DE INVESTIGACIÓN

1. *Bibliografía*

- ADIMAD, *Formación profesional sistema dual. Análisis, reflexión y propuesta para un debate*, Madrid, 2012.
- ANUIES, *Visión y acción 2030. Propuesta de la ANUIES para la renovación de la educación superior en México. Diseño y concertación de políticas públicas para impulsar el cambio institucional*, México, 2017.
- BANCO MUNDIAL, *Informe sobre el desarrollo, mundial 2018: Aprender para hacer realidad la promesa de la educación*, Washington, Banco Mundial, 2018.
- BRYNJOLFFSSON, Erik y MCAFEE, Andrew, *The Second Machine Age. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W.W. Norton & Company, 2014.
- CABARCOS, Rafael y PONZ, Carlos S., “Ganar mayor resiliencia: de la integración con la tecnología al cambio radical del modelo económico y social: retos de futuro para España en el albor de la 4a. Revolución Industrial”, *Boletín del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, agosto de 2017, disponible en: www.revista-rio.org/index.php/revista-rio/article/view/215.
- CEPAL, *Brechas, ejes y desafíos en el vínculo entre lo social y lo productivo*, Santiago, ONU, 2017.
- COMISIÓN EUROPEA, “Formación profesional dual: un futuro laboral para los jóvenes”, *Actualidad y Prensa Noticias*, 7, junio de 2013.

- CONACYT, *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*, México, 2011.
- CHANG CASTILLO, Helene Giselle, “El Modelo de la Triple Hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y la empresa”, *Revista Nacional de Administración*, México, núms. 85-94, enero-junio de 2010.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, Acuerdo Secretarial núm. 6, junio de 2015, por el que se estableció la formación dual como una opción educativa del tipo medio superior, 11 de junio de 2015.
- ETZKOWITZ, Henry, *La triple hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación*, Estocolmo, Science Policy Institute, 2002.
- EULER, Dieter, *El sistema dual en Alemania. ¿Es posible transferir el modelo al extranjero?*, Alemania, Bertelsmann Stiftung, 2013.
- FERNANDO FRANCO, David, *Utilización del Modelo de Triple Hélice para el desarrollo de nuevos sectores productivos en el contexto de la Industria 4.0*, Trabajo terminal de Master, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad del País Vasco, 2015.
- GONZÁLEZ DE LA FE, Teresa, “El Modelo de Triple Hélice de relaciones universidad industria y gobierno: un análisis crítico”, *Revista ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, núm. 738, julio-agosto de 2009.
- IMJUVE, *Panorama de la ocupación juvenil en México*, Gobierno de la República, Sedesol, año 1, núm. 4, octubre-diciembre de 2017.
- INEE, *Educación para la democracia y el desarrollo de México*, México, INNE, 2018.
- INEGI, *Estadísticas a propósito del día internacional de la juventud*, México, INEGI, 2017.
- INEGI, “Encuesta intercensal EIC 2015”, Base de datos, México, 2016.
- KAHALE CARRILLO, Djamil Tony, “La formación (española e italiana) en la industria 4.0,” *Labour Law Issues*, LLI, núm. 2, vol. 2, 2016.
- KRULL, Sebastián, *El cambio tecnológico y el nuevo contexto del empleo. Tendencias generales y en América Latina*, Santiago, CEPAL, 2016.
- MARTÍN RIVERA, Jesús, “Los retos de la formación profesional: la formación profesional dual y la economía del conocimiento”, *Revista Internacional de Organizaciones*, núm. 17, diciembre de 2016.
- MORALES RAMÍREZ, María Ascensión, “¿Sistema de aprendizaje dual: una respuesta a la empleabilidad de los jóvenes?”, *Revista Latinoamericana de Derecho Social*, México, núm. 19, julio-diciembre de 2001.
- OCDE, *Educación y formación profesional en Suiza. Fortalezas, desafíos y recomendaciones*, 2010.
- OCDE, *Educación y formación profesional en Suiza. Fortalezas, desafíos y recomendaciones*, 2009.

- OIT, *El futuro del trabajo que queremos OIT*, Ginebra, 2017.
- OIT, *La crisis del empleo juvenil: un llamado a la acción*, Ginebra, 2012.
- OIT, *Resolución relativa al empleo de los jóvenes: vías para acceder a un trabajo decente*, Ginebra, 2005.
- OIT, *Tendencias mundiales del empleo juvenil. Una generación en peligro*, Ginebra, 2013.
- ONU, *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*, Santiago, 2018.
- PERNÍAS PECO, Pedro A., “Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial?”, *La economía digital en España*, ICE, núm. 898, septiembre-octubre de 2017.
- RIEMER, Gerhard, “La formación profesional en Austria”, *Revista Europea. Formación profesional*, España, núm. 4, 1995.
- SARAVI, Gonzalo, “Desigualdad en las experiencias y sentidos de la transición escuela-trabajo”, *Papeles de Población*, núm. 59, vol. 15, 2009.
- SCHAWAB, Klaus, *La cuarta revolución industrial*, México, Debate, 2017.
- SCHROEDER, Wolfgang, *La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*, Madrid, Friedrich-Ebert Stiftung, 2017.
- SEP y CONALEP, *Modelo mexicano de formación dual*, México, 2013, disponible en: www.conalep.edu.mx/academia/Documents/mmfd/prsnctn_mmfd.pdf.
- SEP y CONALEP, *Información de la Subsecretaría de Educación Media y Superior de la SEP*, disponible en: http://www.sems.gob.mx/es_mx/sems/avances_ubicacion_mmfd.
- T.E., *Modelo de formación profesional dual*, Madrid, CC00 Enseñanza, núm. 328 2011.
- TIRABOSCHI, Michel, “Young People and Employment in Italy: The (Difficult) Transition from Education and Training to the Labour Market”, *The International Journal of Comparative Labour Law and Industrial Relations*, Países Bajos, núm I, vol. 22, 2006.
- TIRABOSCHI, Michel, “El desempleo juvenil en tiempos de crisis ¿una advertencia a Europa (continental) para refundar el derecho del trabajo?”, *Revista General de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social*, núm. 31, 2012.
- TIRABOSCHI, Michel (coord.), *Out Unemployment and Joblessness (Causes, Consequences, Responses)*, Adapt Labour studies Book, UK, 2014.
- WELLER, Jürgen, “La inserción laboral de los jóvenes: características, tensiones y desafíos”, *Revista de la CEPAL*, 2007.
- ZULMA, Cataldi y DOMINIGHINI, Claudio, “La generación milenial y la educación superior. Los retos de un nuevo paradigma”, *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, Buenos Aires, vol. 12(19), 2015.

2. *Otras fuentes*

CANACEM, disponible en: http://www.alianzaafudem.org/centros_formacion.html.

CANAINTEX, disponible en: <http://www.canaintex.org.mx/curso/>.

CANIEM, disponible en: <http://www.caniem.com/es/capacitacion>.

CANIETI, disponible en: <http://www.canieti.org/servicios/ProgramaTexasCA>
NIETI.aspx.