

Competencias de los Profesionales de las Tecnologías de la Información en la Sociedad 5.0

Guillermo Rodríguez-Abitia, María de Lourdes Sánchez-Guerrero, Sandra Martínez-Pérez and Nancy Aguas-García

Abstract— *En este trabajo se examinan los retos que plantea la penetración de las tecnologías de la información (TI) disruptivas en la sociedad, y la necesidad de utilizarlas en favor de proporcionar una vida mejor a sus ciudadanos, como centro del concepto de Sociedad 5.0. Además, describimos un esfuerzo realizado en México para definir modelos curriculares referenciales para los programas de TI basados en competencias, de modo que se brinde orientación a las instituciones educativas sobre lo que debe considerarse para diseñar con éxito los planes de estudio y abordar los desafíos del entorno laboral actual.*

Index Terms—Desarrollo curricular, Tecnología de información, Educación

I. INTRODUCCIÓN

Las diferentes acciones y tendencias por las que la ciudadanía ha ido transitando a lo largo de las distintas Sociedades, de la Sociedad 1.0 (la sociedad cazadora – recolectora) a la Sociedad 4.0 (la sociedad de la información), nos invitan a diseñar la nueva Sociedad 5.0. Una sociedad “súper inteligente”, centrada en el ser humano, con mirada ecosistémica, en la que las tecnologías se ponen al servicio de las personas [1] con el propósito de proporcionar los bienes y servicios necesarios, responder con precisión a una amplia variedad de necesidades sociales [2]; y conseguir diferentes estilos de vida y formas de posicionarse ante la realidad, potenciando habilidades como la toma de decisiones, la imaginación y la creatividad [3]. También nos incita a pensar en nuevos sistemas y otras maneras de saber estar con el fin de resolver y responder a los distintos problemas e inquietudes

Guillermo Rodríguez-Abitia está en la Escuela de Negocios Ramond A. Mason en William & Mary, Williamsburg, VA 23185 USA (teléfono: 757-222-1695; e-mail: grodriguezabit@wm.edu).

María de Lourdes Sánchez-Guerrero está en la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México 02200 México (e-mail: lsg@azc.uam.mx).

Sandra Martínez Pérez está en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, Sevilla 41010 España (e-mail: smartinezperez@us.es).

Nancy Aguas García está en el Departamento de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad del Caribe, Cancún, QR 77528 México (e-mail: naguas@ucaribe.edu.mx).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

sociales [4]. Responder a las necesidades actuales cobra mayor importancia al considerar las desigualdades sociales y el surgimiento de situaciones de crisis, como la pandemia de COVID-19.

Se trata pues de una sociedad que tenga en cuenta: la creación de valores y resolución de problemas, la diversidad de habilidades, la descentralización para generar oportunidades de participación en cualquier momento y lugar, la resiliencia para vivir con seguridad, y la sostenibilidad en un ambiente de bienestar (figura 1) [3, 5].



Fig. 1. De la Sociedad 4.0 a la Sociedad 5.0 (Nakanishi & Kitano, 2019).

Con respecto a la solución de problemas y la creación de valores, en las sociedades 3.0 y 4.0 se perseguían la eficiencia a través de la producción y el consumo siguiendo las normas más tradicionales, mientras que en la sociedad 5.0 se satisfacen las necesidades teniendo en cuenta las tecnologías digitales. La diversidad de habilidades, en las otras sociedades se apostaba por los bienes y servicios iguales según unos criterios estandarizados. Con la sociedad 5.0, las personas identifican sus necesidades y retos, y desarrollan una serie de habilidades para perseguir diversos valores en la sociedad. En relación a la descentralización, en la 4.0, existía una desigualdad, ya que los recursos quedaban en manos de unos cuantos, mientras que en la 5.0, centrándose en la información, ésta queda distribuida y descentralizada en la sociedad donde todas las personas comparten datos y beneficios. Las vulnerabilidades y la creciente ansiedad social pusieron de manifiesto las carencias de ciertas competencias, no sólo como ciudadanía; sino también como profesionales. Para optimizar la resiliencia, se ofrecen nuevas oportunidades y la adquisición de conocimientos, capacidades y disposiciones, es decir unas competencias que garanticen una cierta estabilidad y seguridad. Por último, a medida que se desarrolla la economía

colaborativa, el trabajo en red, se reformula el uso de los recursos, pensando en los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 [6, 7, 8].

Así pues, se constituye como una sociedad acorde con las características propias de la cuarta revolución industrial o la Industria 4.0 (interoperabilidad, virtualización, descentralización, capacidad en tiempo real y modularidad), conocida también como la economía de los datos, basada en una revolución digital, en las tecnologías emergentes (big data, robótica, inteligencia artificial, internet de las cosas, la realidad aumentada, la ciberseguridad, el cómputo en la nube, entre otros) y en la innovación [9, 10].

En este sentido, las transformaciones en los diferentes ámbitos de la sociedad, supone la ruptura de ciertos muros, y requieren, por un lado, de un cambio de enfoque y de la adquisición de competencias digitales acorde con las nuevas necesidades y demandas de políticas sociales, económicas, educativas, empresariales y ambientales; donde las tecnologías son clave para la adaptación, la innovación y la conectividad [11].

Por otro lado, aportan nuevas oportunidades de comunicación, acceso a la información, de generación de otros perfiles profesionales, un cambio de paradigma en la formación y adquisición de marco de competencias, y nuevas posibilidades para la educación, las comunidades y las instituciones [12, 13].

Todos estos avances tecnológicos, así como el surgimiento de nuevas competencias y habilidades digitales requeridas por la Sociedad 5.0 y la Industria 4.0, inciden en la necesidad que tienen las universidades e instituciones de educación superior (IES) para rediseñar los planes de estudios. Para ello, es importante establecer las competencias mínimas de los nuevos profesionales y, por consiguiente, evaluar los programas educativos relacionados con las tecnologías de la información [14, 15, 16].

Para ello, la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información (ANIEI, <http://www.aniei.org.mx/>) contribuye a la formación de profesionales, mediante un marco de competencia, con sentido de servicio a la comunidad, capaces de actuar como agentes de cambio para el desarrollo del país. Un marco que suscribe las competencias en los seis aspectos esenciales diseñados y promovidos por la UNESCO [17]: comprensión del papel de las TIC en las políticas educativas; el currículo y la evaluación; la pedagogía; la aplicación de competencias digitales; la organización y la administración; y el aprendizaje profesional. En ese nuevo contexto, se requiere de personas y profesionales formados digitalmente, para poder hacer un uso responsable y efectivo de las tecnologías, en las que se plantean cuestiones transversales como la seguridad y la resolución de problemas [18].

Desde una perspectiva educativa, la ANIEI ofrece un nuevo paradigma en los currículos de las carreras de tecnologías de la información, basándose en currículos por competencias, con la finalidad de promover ciudadanos "digitalmente competentes para poder participar eficazmente en una sociedad y economía digitalizada" [19, p. 38]. Este hecho

refleja que una organización necesita combinar los procesos de enseñanza – aprendizaje con la gestión y las demandas de la sociedad actual. Para ello, tiene en cuenta la aproximación de competencias aplicada a la educación que realiza la Comisión Europea [20]: a) implica un conocimiento tácito y explícito (habilidades y disposiciones); b) responde a las demandas complejas; c) tiene en cuenta el contexto profesional; d) el profesional desarrolla tareas efectivas y eficientes; y e) se visibiliza el nivel del logro en un proceso continuo. Así pues, el concepto de competencia engloba conocimientos, habilidades y capacidades personales, sociales y metodológicas que ayuden al desempeño de una actividad profesional y desarrollo personal [21, 22].

II. LOS MODELOS CURRICULARES EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN MÉXICO

La ANIEI es una asociación mexicana constituida en 1982, que agrupa a instituciones con programas de estudios de informática y computación y busca contribuir en la formación de los profesionales en estas áreas.

Desde 1986 se iniciaron trabajos para establecer modelos que sirvieran de referencia para definir planes y programas de estudio en Tecnologías de la Información. En 1990, se publicó el primer documento de Modelos Curriculares de Educación Superior en Informática y Computación [23], mismo que se convierte en la guía base para la creación y actualización de planes de estudio, en torno a cuatro perfiles profesionales de nivel licenciatura: Informática, Sistemas de Información, Ciencias Computacionales e Ingeniería Computacional, que serían seguidos de tres de nivel técnico superior universitario: Informática, Ingeniería de Software e Ingeniería Computacional. Más adelante, del seno de la ANIEI surgió el Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación (CONAIC, <https://conaic.net>), en cuyo mecanismo de evaluación se integraron los modelos curriculares como un componente fundamental, con el fin de determinar la pertinencia de los contenidos en los programas en el proceso de acreditación.

A lo largo de los años, y buscando mantenerse a la vanguardia para dar respuesta a las demandas de la industria, los modelos curriculares han pasado por nueve actualizaciones, siendo la versión 2015, trabajada en conjunto con el CONAIC, la última publicada y a partir de la cual se iniciaron trabajos para generar competencias genéricas y específicas que reflejaran las tendencias educativas y de la industria, tanto nacionales como internacionales. En 2017 se presentaron y validaron las competencias genéricas, pudiendo asociarse CONAIC a los organismos acreditadores que formaron el Acuerdo de Seúl (<https://www.seoulaccord.org>), establecido en 2008, con el fin de obtener reconocimiento mutuo. En 2018 se presentaron y validaron las competencias específicas. Ese mismo año se iniciaron los trabajos para definir tres nuevos perfiles profesionales: Ciencia de Datos, Ciberseguridad e Internet de las Cosas. Este último trabajo da lugar a una nueva versión, basada en competencias y que está en fases finales de validación.

III. METODOLOGÍA

La metodología se resume en la figura 2. Con el fin de determinar las características que deben tener los profesionales de tecnologías de la información para atender los retos y necesidades de la Sociedad 5.0, la ANIEI y el CONAIC se dieron a la tarea de formar grupos de trabajo que revisaran las áreas de conocimiento definidas en los perfiles existentes y publicados en 2015. Así mismo, se llevó a cabo un ejercicio para identificar los perfiles nuevos que surgen a partir de la necesidad de gestionar las tecnologías fundamentales que caracterizan a la industria 4.0. Para cada perfil, existente o nuevo, se determinó una propuesta de distribución de pesos de cada área de conocimiento. Por otro lado, para cada área de conocimiento se identificaron las competencias deseables para su correcto dominio.



Fig. 2. Flujo metodológico (elaboración propia)

En una etapa posterior, se definieron las competencias transversales que debe tener todo profesional de las tecnologías de la información, independientemente de su perfil. Estas competencias, evidentemente, incluyen habilidades suaves que permitirán a los profesionales

desempeñarse en un contexto sociotécnico de manera efectiva. Finalmente, nuevos grupos de trabajo se generaron para la propuesta de competencias mínimas y específicas para cada perfil, especificando la presencia de su formación y el nivel de dominio requerido. Los resultados de los grupos de trabajo fueron validados por grupos colegiados en mesas de trabajo y en eventos de gremios del sector empresarial y gubernamental, para luego ser ratificados, en su caso, por las asambleas correspondientes para ambos organismos.

I. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección, mostramos los resultados de cada etapa, acompañados de observaciones pertinentes en cada caso.

Revisión de perfiles.

Hasta 2015, los modelos curriculares de la ANIEI estaban basados en la asignación de temas y subtemas específicos a cada perfil. Todos los perfiles incluían las mismas áreas de conocimiento, pero variaban en la proporción y profundidad con que abordaban cada uno. Así, el perfil de Informática, relacionado con la aplicación de las tecnologías en las organizaciones, tenía un mayor enfoque en el área de entorno social, mientras que la formación matemática era fundamental y más profunda en el perfil de Ciencias Computacionales. En ese momento había cuatro perfiles: (1) Informática, (2) Ingeniería de Software, (3) Ciencias Computacionales y (4) Ingeniería Computacional. Los perfiles, además de indicar el perfil de egreso y, en diferentes niveles de detalle, los contenidos mínimos en cada área de conocimiento se complementaban con bibliografía sugerida.

Como resultado del establecimiento de mesas de trabajo, se recolectó la opinión de los socios de la ANIEI y el CONAIC, se consultó a expertos y se revisó la literatura pertinente, que permitiera generar inteligencia respecto a las necesidades de profesionales de tecnologías de la información en le era digital. Como resultado, se propuso la generación de tres perfiles adicionales, que atendieran necesidades específicas del aprovechamiento tecnológico, de manera más especializada y directa. Así, se generaron los perfiles de Ciencia de Datos, Ciberseguridad e Internet de las Cosas.

La tabla I muestra la definición de cada uno de los perfiles, así como las funciones principales que debe ser capaz de realizar en el ambiente laboral.

TABLA I.
PERFILES Y FUNCIONES GENERALES

Perfil	Descripción	Funciones Generales
Informática	Profesional con conocimientos y habilidades para mejorar los procesos organizacionales, explotar oportunidades generadas por innovaciones tecnológicas, entender y resolver requerimientos de información en las organizaciones, diseñar y administrar la arquitectura empresarial, identificar y evaluar soluciones, así como sus posibles fuentes de abastecimiento o formas de realización, administrar la seguridad de los datos y la infraestructura, además de entender, administrar y controlar los riesgos de las TI, administra el cambio generado por las soluciones de TI en las organizaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar apropiadamente las estructuras organizacionales internas y externas, así como la importancia del recurso humano en el desarrollo de las mismas. 2. Distinguir, describir y definir el funcionamiento y operatividad de un sistema y su interacción con el desarrollo de la organización. 3. Elaborar análisis de factibilidad económica, tecnológica, social y del comportamiento humano para la efectiva toma de decisiones en las organizaciones. 4. Diseñar, implementar, monitorear y gestionar Sistemas de Bases de Datos para la administración de grandes volúmenes de información en las organizaciones, optimizando recursos de hardware y software necesarios, haciendo uso de la herramienta correcta para apoyar la toma de decisiones.

Ingeniería de Software	Profesional con conocimientos y habilidades para la producción de sistemas de software de calidad para la solución de diversas problemáticas del entorno. Es responsable de la formulación, planeación, implantación y mantenimiento de sistemas de información que garanticen la disponibilidad de altos niveles de servicio. Deberá tener una sólida formación en técnicas de análisis y diseño de sistemas de información y en la configuración de ambientes de servicios de cómputo y redes, así como en el dominio de herramientas de programación e ingeniería de software, con el fin de construir programas y sistemas de aplicación con características de productos terminados y competitivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir los conceptos y modelos principales de software para su uso en desarrollo de sistemas. 2. Identificar y analizar problemas para proponer, diseñar, construir, verificar y documentar soluciones de software. 3. Aplicar técnicas y metodologías para la producción de software de calidad. 4. Fomentar el trabajo colaborativo y la responsabilidad en la resolución de problemas para el desarrollo de las competencias requeridas.
Ciencias Computacionales	Profesional con la capacidad y habilidad requerida para el estudio y desarrollo de las ciencias computacionales, que derive en la realización de tomas de decisión y planeación en aplicaciones innovadoras dentro de las áreas de software de base, los principios que caracterizan las ciencias formales y el diseño y construcción de modelos de realidades complejas, cuidando su consistencia, eficiencia y rendimiento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar los conocimientos adquiridos en ciencias computacionales. 2. Crear ambientes, facilidades y aplicaciones innovadoras de la computación dentro de entornos diversos y aportar soluciones eficientes. 3. Construir software de base y de aplicaciones. 4. Argumentar la toma decisiones y la planeación en aplicaciones innovadoras. 5. Aplicar ciencias exactas para elaborar teórica y prácticamente modelos de realidades complejas. 6. Diseñar, planear y crear ambientes, modelos y proyectos haciendo uso de las Nuevas Tecnologías de la Información. 7. Implementar y evaluar sistemas computacionales en contextos diversos promoviendo la seguridad y la sustentabilidad.
Ingeniería Computacional	Profesional con conocimientos y habilidades para construir, configurar, evaluar y seleccionar ambientes y entornos de servicios computacionales, capaz de generar nueva tecnología y de encontrar e implantar soluciones eficientes de cómputo en las organizaciones. Tendrá dominio de los principios teóricos y de los aspectos prácticos y metodológicos que sustentan el diseño y desarrollo de sistemas complejos, especificación de arquitecturas de hardware y configuración de redes de cómputo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir los conceptos, técnicas y metodologías de diseño y desarrollo de sistemas complejos, arquitecturas de hardware y configuración de redes para su uso en la implementación de soluciones eficientes de cómputo en las organizaciones. 2. Aplicar técnicas, metodologías y modelos matemáticos en el diseño, implementación y evaluación de sistemas informáticos, así como la automatización de procesos a través de sus componentes (microprocesadores, placas de circuitos, ruteadores y otros dispositivos integrados) para satisfacer necesidades computacionales en las organizaciones que las utilizan. 3. Fomentar el trabajo colaborativo y la responsabilidad en la resolución de problemas para el desarrollo de las competencias requeridas. 4. Incorporar permanentemente nuevas tecnologías a las necesidades de información minimizando el impacto ambiental.
Ciencia de Datos	Profesional con competencias para el tratamiento, implementación, análisis y evaluación de sistemas con grandes volúmenes de información que da soluciones innovadoras a problemáticas organizacionales utilizando técnicas y métodos de ciencia de datos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir los conceptos de tratamiento de información y los principales modelos computacionales para su uso en la gestión de datos masivos. 2. Aplicar técnicas y metodologías para la gestión de datos masivos y su evaluación en las organizaciones que las utilizan. 3. Fomentar el trabajo colaborativo y la responsabilidad en la resolución de problemas para el desarrollo de las competencias requeridas.
Ciberseguridad	Profesional con competencias para proteger la información en aplicaciones, sistemas, redes, dispositivos y servidores con una perspectiva ética y responsabilidad social. Es responsable de diseñar, evaluar e implementar políticas de seguridad informática, así como de analizar los riesgos y desarrollar estrategias basadas en metodologías, técnicas y procedimientos de ciberseguridad para prevenir cualquier tipo de violación informática y generar cambios que creen valor en las organizaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar, evaluar e implementar políticas y protocolos de seguridad informática. 2. Gestionar proyectos de seguridad de la información e implantar planes de seguridad de acuerdo a las necesidades del negocio. 3. Evaluar riesgos de seguridad y vulnerabilidad en aplicaciones, sistemas, redes, dispositivos, servidores o instalaciones de tecnologías de la información, de acuerdo a normas y estándares. 4. Fomentar el trabajo colaborativo y la responsabilidad en la resolución de problemas para el desarrollo de las competencias requeridas.
Internet de las Cosas	Profesional cuyo elemento fundamental es la generación, captura, manejo y almacenamiento de la información por medio de redes de sensores y soluciones IoT, con competencias para el diseño y desarrollo de proyectos integrales que proporcionan soluciones a problemáticas en sectores productivos y de servicios.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir las bases tecnológicas de IoT, las aplicaciones típicas de arquitecturas embebidas, así como los patrones de despliegue y protocolos involucrados. 2. Emplear métodos, técnicas y herramientas de diseño tanto de hardware como software para el desarrollo de proyectos integrales de IoT en diversos sectores. 3. Fomentar el trabajo colaborativo y la responsabilidad en la resolución de problemas para el desarrollo de las competencias requeridas.

Puede observarse que los primeros cuatro perfiles mantienen su carácter tradicional de las disciplinas que se distinguen normalmente en las profesiones relacionadas con tecnologías de la información. Por una parte, el perfil de Informática, se relaciona con la aplicación efectiva e integración de tecnología para apoyar los procesos de una organización y facilitar su competitividad. Cada vez más, sin embargo, este perfil se aleja de la simple automatización con dirección a la innovación para una efectiva transformación digital. En segundo lugar, la disciplina de Ingeniería de Software, continúa teniendo gran relevancia, pero se modifica en los matices del desarrollo, ya que la penetración de redes de

datos y de dispositivos móviles, marcan tendencia hacia las aplicaciones, las redes sociales y el diseño responsivo y personalizado. El perfil de Ciencias Computacionales requiere mayor concentración en el desarrollo de algoritmos de descubrimiento y análisis, así como el desarrollo de inteligencia artificial de punta. Finalmente, La Ingeniería Computacional enfrenta retos de desarrollo tecnológico para la integración de sistemas ciber físicos y autónomos, en ambientes complejos y ubicuos.

Los nuevos perfiles, por su cuenta, obedecen a necesidades muy particulares y emergentes en el marco de la Industria 4.0. Así, la producción masiva de datos y su acumulación en la

nube, exigen la participación de profesionales que permitan discriminar y organizar datos en grandes volúmenes, así como generar conocimiento a partir de ellos para la creación rápida de inteligencia organizacional y de mercado, y el fortalecimiento de la toma de decisiones pertinente y oportuna, demostrando la relevancia del perfil de la Ciencia de Datos. Ciberseguridad, por otro lado, cobra vital importancia para salvaguardar activos de información y físicos, que se vuelven más vulnerables que nunca como resultado de la hiperconectividad a Internet. Por último, la armonización y control remoto de dispositivos que se conectan a Internet, con el fin de ofrecer ventajas competitivas en productos y servicios es menester del perfil de Internet de las Cosas. Cabe mencionar que este último perfil resulta identificado como competencias transversales por asociaciones similares en Estados Unidos. Sin embargo, para la sociedad académica y empresarial de México merece ser tratado como un perfil profesional propio. Se puede pensar, de cierto modo, que se trata de la evolución del perfil profesional de Telemática.

Áreas de conocimiento y matriz de pesos

Se formaron grupos de trabajo con el fin de revisar la vigencia de los contenidos en las áreas de conocimiento que abordan todos los perfiles de la ANIEI, así como la distribución ponderada entre ellos. La tabla II muestra la distribución entre los perfiles, resaltando aquellas que son preponderantes en cada uno.

TABLA II.
CRUCE DE ÁREAS Y PERFILES CON PONDERACIÓN DE TEMAS DE ESTUDIO

Área \ Perfil	A	B	C	D	E*	F*	G*
1. Entorno social	300	125	100	100	100	100	100
2. Matemáticas	100	125	250	175	250	100	100
3. Arquitectura de computadoras	50	75	100	175	50	50	200
4. Redes	75	75	100	150	50	250	125
5. Software de base	75	75	100	125	50	175	150
6. Programación e ingeniería de software	175	225	200	175	200	175	150
7. Tratamiento de Información	175	200	75	50	200	100	100
8. Interacción hombre-máquina	50	100	75	50	100	50	75
Total: 1000							

Nota: A-Informática / B-Ingeniería de Software / C- Ciencias Computacionales / D- Ingeniería Computacional / D- Ciencia de Datos / E- Ciberseguridad / F-Internet de las Cosas

* En proceso de validación

Como puede observarse en la tabla, todos los perfiles deben tener un peso mayor a cero en todas las áreas de conocimiento. Una perspectiva gráfica de las áreas y ponderaciones puede apreciarse en la figura 3.

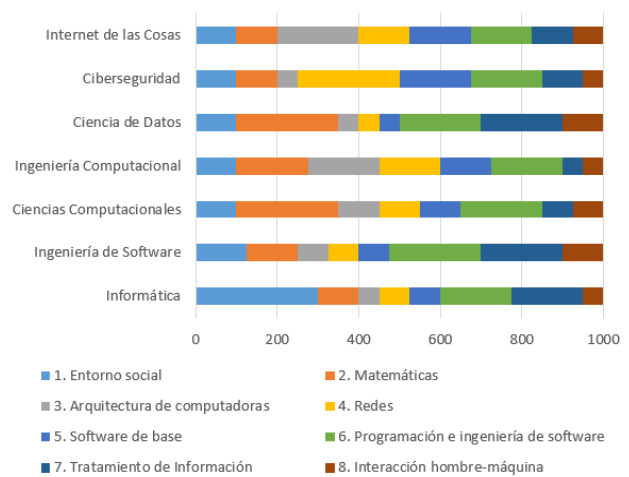


Fig. 3. Áreas de conocimiento por perfil (elaboración propia)

Existen grandes similitudes, al menos en carga por área, especialmente entre los perfiles de Informática e Ingeniería de Software, y entre los de Ingeniería Computacional y Ciencias Computacionales. Cabe mencionar, sin embargo, que la naturaleza de los contenidos y la profundidad de su cobertura pueden variar mucho de un perfil a otro, aún y cuando pertenezcan a la misma área de conocimiento.

Finalmente, se puede observar cómo los perfiles de Ciberseguridad y de Internet de las Cosas van de la mano, dado que uno trata de resolver los peligros que genera la actividad del otro.

Competencias por área de conocimiento

Los grupos de trabajo por área de conocimiento se dieron a la tarea de definir competencias para cada categoría, basados en la metodología de la norma mexicana NMX-I-15504-5-NYCE-2011 [24], que establece los siguientes componentes de las competencias: (1) el proceso, consistente en las actividades relacionadas que convierten insumos de entrada en resultados; (2) la prácticas base, misma que resultan de actividades constantes que contribuyen al propósito del proceso; (3) los detalles de la práctica base, detallando el alcance de la misma; (4) los resultados de la práctica base, con fines de identificar productos tangibles y evaluables; y (5) la competencia esperada, definiendo la habilidad que se genera al realizar la práctica base.

Los grupos de trabajo identificaron un total de 224 competencias, pero la definición posterior de las competencias fundamentales y mínimas por perfil se basó en la coincidencia de las identificadas con las áreas preponderantes en cada uno. Esto se hizo con el fin de tener una lista que describiera de manera sucinta las competencias distintivas de cada perfil. Por otro lado, la coincidencia entre perfiles permitió identificar las competencias transversales o genéricas.

Competencias transversales

Las competencias transversales o genéricas se identificaron con base en aquellos atributos que todo profesional de las tecnologías de la información (o de otras disciplinas) debe poseer para un actuar competente y responsable en el ámbito

laboral de la Sociedad 5.0. La tabla III lista las competencias transversales identificadas.

TABLA III.
COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Competencia	Atributo
Comunicación oral y escrita	Transmite conocimientos, expresa ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos gráficos y los medios necesarios adecuadamente, adaptándose a las características de la situación y de la audiencia
Análisis y síntesis de Información	Reconoce y describe los elementos constitutivos de una realidad, procede a organizar la información significativa según criterios preestablecidos adecuados a un propósito.
Planteamiento y resolución de problemas	Analiza los elementos constitutivos de un problema para idear estrategias que permitan obtener, de forma razonada, una solución contrastada y acorde a ciertos criterios preestablecidos.
Modelación de soluciones	Analiza los fundamentos y propiedades de modelos existentes para traducir e interpretar los elementos del modelo en términos del mundo real.
Aprendizaje autónomo	Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.
Trabajo en equipo	Participa de manera efectiva en equipos diversos y colabora de forma activa en la consecución de objetivos comunes.
Toma de decisiones	Identifica patrones que anticipan posibles explicaciones y/o soluciones a los problemas industriales, tecnológicos y operativos para una adecuada toma de decisiones.
Uso efectivo de herramientas de TIC (incluyendo las nuevas tecnologías)	Conoce y sugiere herramientas que coadyuvan al logro de los objetivos organizacionales y se actualiza respecto al uso de la tecnología en el área que repercute en su mejora continua.
Responsabilidad en la actuación	Comprende los aspectos profesionales, éticos, legales, de seguridad y sociales, así como de la responsabilidad inherente en cada uno de ellos.
Visión sobre el impacto de las soluciones	Analiza el impacto local y global de las soluciones de TI en las personas, organizaciones y en la sociedad en general.

Se observa que la mayoría de las competencias listadas son relativas a habilidades suaves, más que a las de especialización técnica, como es de esperarse, aunque algunas sean particularmente críticas y naturales para los profesionales de este gremio como el análisis y síntesis de la información o la modelación de soluciones.

Competencias específicas por perfil

Los grupos de trabajo por perfil se enfocaron entonces a complementar los perfiles con las competencias mínimas requeridas, tanto en presencia como en nivel. Estas son de vital importancia también para fines del establecimiento de criterios de acreditación que cumplieran con estándares internacionales, por lo que su aplicación para el CONAIC era de suma importancia. Si bien puede aumentarse mucho la lista en términos de competencias deseables, se decidió retener aquellas que se consideran indispensables y distintivas de cada perfil.

Las competencias específicas por perfil están descritas en la tabla IV.

TABLA IV.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MÍNIMAS POR PERFIL

Perfil	Competencia
Informática	Propone mejoras a Procesos Organizacionales
	Propone y evalúa proyectos de tecnologías de la información
	Establece mecanismos de auditoría Informática
	Desarrolla soluciones en diversos dominios de aplicación
	Aplica conceptos de las Bases de Datos
	Administra Sistemas de Bases de Datos
	Emplea las buenas prácticas de la Industria de Software
	Determina plataformas de hardware y software adecuadas
	Diseña el plan estratégico usando los medios informáticos
	Propone soluciones informáticas integrales
	Construye aplicaciones empresariales
	Administra Proyectos de TI
	Ingeniería de Software
Diseña software	
Construye Software	
Dirige pruebas de software	
Elabora mantenimiento de software	
Administra proyectos de software	
Estima parámetros del proyecto de software	
Asegura la calidad del software	
Establece mecanismos de seguridad	
Aplica ciclos de vida	
Evalúa la calidad de soluciones de software	
Ciencias Computacionales	Utiliza herramientas para creación de software
	Plantea y propone soluciones a problemas matemáticos
	Representa entidades matemáticas (objetos y situaciones)
	Construye algoritmos y software
	Utiliza métodos y enfoques de la inteligencia artificial
	Implementa software a través de enfoques computacionales.
	Implementa soluciones a través de las ciencias de la computación
Ingeniería Computacional	Emplea el método científico a problemas de las ciencias de la computación
	Desarrolla programas aplicando programación visual
	Describe componentes y sistemas informáticos
	Desarrolla soluciones computacionales
	Utiliza técnicas, habilidades, y herramientas computacionales modernas
	Establece redes de computadoras personales, locales y globales
	Analiza las soluciones computacionales existentes para proponer soluciones innovadoras
	Implementa arquitecturas de computadoras
	Propone alternativas de solución que optimizan el uso de energía
	Propone soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades de los sistemas computacionales tanto en software como en hardware
Ciencia de Datos	Realiza procesamiento de datos
	Realiza análisis estadístico de datos
	Implementa modelos algorítmicos para la interpretación de datos
	Utiliza analítica de datos
	Estructura la presentación de datos
	Diseña arquitecturas de datos
	Establece mecanismos de seguridad
	Administra bases de datos
	Usa herramientas para la gestión de grandes volúmenes de datos
	Gestiona infraestructura virtualizada
	Gestiona el conocimiento en las organizaciones
	Propone dispositivos interconectados para la adquisición de datos
Garantiza la gobernanza de datos	
Ciberseguridad	Utiliza sistemas operativos, lenguajes de programación, redes y entornos tecnológicos.
	Dirige el monitoreo, análisis y control de la información.
	Evalúa riesgos de seguridad y vulnerabilidad.

	Establece políticas de seguridad informática.
	Gestiona incidentes y eventos de seguridad de informática.
	Emplea métodos criptográficos para establecer protocolos de seguridad.
	Propone soluciones para proteger la transmisión y almacenamiento de información sensible dentro de un área funcional o técnica.
	Gestiona planes y proyectos de seguridad de la información.
	Aplica procedimientos y técnicas de auditoría informática
Internet de las Cosas	Recomienda metodologías y controles de seguridad en el ciclo de vida del desarrollo de software.
	Emplea estándares para el diseño y construcción de redes de sensores.
	Utiliza herramientas de generación de reportes.
	Selecciona dispositivos interconectados para la adquisición de datos
	Programa dispositivos y componentes de IoT
	Diseña sistemas inteligentes
	Integra componentes electrónicos a sistemas nuevos
	Gestiona la información de dispositivos de IoT
	Garantiza la interoperabilidad de los dispositivos de IoT
	Establece mecanismos de seguridad
	Propone soluciones integrales de IoT
	Propone estrategias para comercialización de proyectos de IoT

almacenamiento en la nube generan retos particulares y oportunidades enormes. Por un lado, existe una imagen calca de lo que está ocurriendo en el mundo, registrando cada llamada, cada transacción y cada imagen que se captura. No obstante, hacer sentido de los datos en múltiples formatos y en volúmenes de inmensas dimensiones no es tarea fácil.

Todos estos fenómenos, sumados a la aplicación cada vez más frecuente de equipos robóticos y autónomos, impresiones 3D para fines comerciales y médicos y mecanismos federados de autenticación como blockchain, hace que la definición de las cualidades de un profesional de TI se vuelva difícil, relativa y efímera.

Las competencias poseen un carácter mayor de durabilidad que los conocimientos puntuales. Ya no se aprecia ni utiliza tanto la especialización, en contraste con la capacidad de generar soluciones transdisciplinares y dinámicas.

Solo mediante la definición acertada de competencias, así como de los mecanismos pertinentes para su formación efectiva en los estudiantes de carreras de tecnologías de la información, permitirá la existencia de profesionales sólidos, con capacidad de autoaprendizaje y transformación personal, que se adapten a nuevos esquemas laborales y de vida, sin perder de vista que el foco principal de la aplicación tecnológica en la Sociedad 5.0 es la procuración de bienestar para sus integrantes. El enfoque humano es lo único que prevalece en esta vorágine de cambio social, organizacional y tecnológico.

Como un trabajo a futuro, se revisarán las competencias de los nuevos perfiles propuestos, haciendo un cruce con las competencias de los perfiles previamente definidos para determinar cuáles y cuántas de estas han sido incorporadas a los nuevos perfiles y si es posible agregar alguna competencia de los nuevos perfiles a los perfiles existentes.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento especial a todas las instituciones asociadas a la ANIEI y al CONAIC, las cuales proveyeron expertos para el desarrollo de los perfiles y la definición y validación de las competencias, y particularmente, a todos y cada uno de sus académicos, al igual que los participantes de los sectores gubernamental y empresarial.

REFERENCIAS

- [1]K. Fukuda, K. "Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0". International Journal of Production Economics, 220. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.033>
- [2]R. Carraz and Y. Harayama, Y. "Japan's Innovation Systems at the Crossroads: Society 5.0". Panorama: Insights into Asian and European Affairs, 1, pp. 33-45, 2018.
- [3]H. Nakanishi and H. Kitano, H. "Society 5.0 Co-Creating the future", 2018. Recuperado de https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095_booklet.pdf
- [4]H. Takenaka. "Este es el cambio que necesitamos para el futuro de la innovación". En World Economic Forum, 2020. Disponible en: <https://es.weforum.org/agenda/2020/01/este-es-el-cambio-que-necesitamos-para-el-futuro-de-la-innovacion/>
- [5]H. Nakanishi." Modern Society has reached its limits. Society 5.0 will liberate us". En World Economic Forum, 2019. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/modern-society-has-reached-its-limits-society-5-0-will-liberate-us/>

Por razones de claridad y restricciones de espacio, no se incluyen los descriptores de los atributos de cada competencia. Sin embargo, estos son fundamentales para poder definir los mecanismos de medición y evaluación en los modelos curriculares y deben considerarse en todo esfuerzo de diseño de programas.

Definir competencias y usarlas como elemento fundamental del diseño curricular ha pasado de ser una moda o tendencia a una necesidad. Nunca antes la vida se había transformado de una manera tan dinámica como lo atestiguamos en nuestros días.

El advenimiento de las tecnologías disruptivas ha traído consigo una ola transformadora en todos los ámbitos de la sociedad, incluyendo las relaciones familiares y sociales, el trabajo y las maneras en que se comportan los mercados.

La cuarta revolución industrial se caracteriza principalmente por los efectos de la conectividad masiva de dispositivos en todo momento y lugar. De igual manera, se identifica con la articulación de dispositivos físicos y personas a través de sistemas complejos de interacción. Así, el impacto y las aplicaciones de la inteligencia artificial son evidentes, pero de una manera significativa por primera vez desde la concepción de esta disciplina, tanto así que empieza a transformar la manera en que se hacen negocios, se toman decisiones y se conduce el trabajo.

Otras tecnologías también crean retos nunca antes vistos. El Internet de las Cosas ofrece un sinnúmero de oportunidades para mejorar la calidad de la vida de las personas, mediante productos y servicios integrados y monitoreados remotamente, así como con funcionalidades predictivas y de prevención, que permiten evitar accidentes y fallas mucho antes de que estas ocurran. Sin embargo, la conectividad viene acompañada de vulnerabilidades y las posibilidades de usos no adecuados de la tecnología para fines ilícitos es también muy grande.

Finalmente, la generación masiva de datos y su

- [6] UNESCO "Science Report: Towards 2030"; UNESCO Publishing: Paris, France, 2015.
- [7] P. Skobelev and S. Borovik, S. "On the way from Industry 4.0 to Industry 5.0: from digital manufacturing to digital society". *Industry 4.0*, 2(6), pp. 307-311, 2017.
- [8] G. Rodríguez-Abitia, G., S. Martínez-Pérez, M. S. Ramirez-Montoya, and E. Lopez-Caudana. "Digital Gap in Universities and Challenges for Quality Education: A Diagnostic Study in Mexico and Spain". *Sustainability*, 12(21), 9069, 2020. doi:10.3390/su12219069
- [9] K. Schwab. "The Fourth Industrial Revolution". Cologny: World Economic Forum, 2016
- [10] J. Smit, S. Kreutzer, C. Moeller and M. Carlberg. "Industry 4.0". Brussels: European Parliament, 2016
- [11] Somos Digital. "Los centros de competencias digitales del futuro". León: Junta de Castilla y León – TECNALIA Research & Innovation, 2020.
- [12] Accenture. "Technology vision 2021", 2020. Available: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-146/Accenture-Tech-Vision-2021-es-ES.pdf#zoom=40
- [13] A. López, D. Burgos, J. W. Branch and C. Younes-Velosa. "Un nuevo paradigma en la enseñanza universitaria basado en competencias digitales para profesores". *Campus virtuales*, 9(2), pp. 71-82, 2020.
- [14] F. J. Álvarez and A. R. García. "Evaluación de competencias de egreso para carreras en computación y tecnologías de información en un contexto internacional". En M. Paz. (Comp.). *Evaluación de la calidad de la investigación y de la educación superior: XVI FECIES*. Libro de actas (p. 165). Granada: Asociación Española de Psicología Conductual (AEPIC), 2019.
- [15] L. Sánchez-Guerrero, N. Aguas-García, J.R., Lira-Cortés, A.R. García Gaona, F. J. Álvarez-Rodríguez and A. L. Laureano-Cruces, A.L. "Competencias de Egreso con Carácter Internacional para Nuevos Perfiles profesionales de Programas educativos en áreas de Tecnologías de la Información y Comunicación. Libro de resúmenes" En XVI Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES 2019), p. 161, 2019.
- [16] L. Sánchez, N. Aguas, J. R. Lira, A. R. García, G. Rodríguez-Abitia, and F. J. Álvarez. "Nuevos perfiles profesionales en TI caso ANIEI". En *Twenty-fifth Americas Conference on Information Systems*, Cancún, 2019.
- [17] UNESCO. "Marco de competencias de los docentes en materia de TIC". París: UNESCO, 2019.
- [18] S. Carretero, R. Vuorikari and Y. Punie. "DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use". Luxembourg: European Union, EUR 28558 EN, 2017, doi:10.2760/38842.
- [19] OECD "How's Life in the Digital Age? Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being", 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264311800-en> [Consultado el 8 de marzo de 2021].
- [20] European Commission. "Supporting teacher competence development for better learning outcomes. Education and Training", 2013. Disponible en: http://ec.europa.eu/assets/eac/education/experts-groups/2011-2013/teacher/teachercomp_en.pdf
- [21] European Union. "ESCO Handbook. European Skills, Competences, Qualifications and Occupations". European Commission, 2019. DOI:10.2767/934956
- [22] S. Martínez-Pérez, M. Barajas-Frutos and F. Frossard. "L-Cloud: Desarrollo de competencias de líderes educativos en la nube". En J. A. Marín, G. Gómez, M. Ramos & M. N. Campos (Ed.). *Inclusión, tecnología y sociedad: investigación e innovación en educación* (pp. 1991-2000). Madrid: Dykinson, 2019.
- [23] V. Bajar and G. Levine. "Modelos Curriculares Nivel Licenciatura en Informática y Computación". México: INEGI, 1990.
- [24] NMX-I-059/04-NYCE-2011. *Tecnología de la Información - Software - Modelos de Procesos y Evaluación para el Desarrollo y Mantenimiento de Software*. Parte 04, Directrices para la evaluación de procesos (EvalProSof). 2a ed. Ed. NYCE. México DF., México. 2011. 18 pp



Guillermo Rodríguez-Abitia es profesor clínico asociado en la Raymond A. Mason School of Business del College of William & Mary. Tiene un grado de licenciatura en Ingeniería Bioquímica y una maestría en ciencias en Sistemas de Información, ambos por el Tecnológico de Monterrey en México. Como becario Fulbright, obtuvo el grado de maestro en Administración de Empresas y un doctorado en Sistemas de Información por la Universidad de Texas en Arlington. Cuenta con más de 35 años de experiencia académica en varias instituciones. Tiene numerosas publicaciones en revistas y conferencias. Es actualmente Editor Senior de The Data Base for Advances in Information Systems y Editor Asociado de Communications of the Association for Information Systems. Ha sido un participante activo y miembro de consejos directivos en asociaciones académicas, como AIS, donde sirvió como consejero por cuatro años, cofundó el capítulo latinoamericano, y ha sido reconocido como miembro distinguido Cum Laude y con el reconocimiento al servicio "Sandra Slaughter". Antes de unirse a William & Mary, fue Director de Innovación y Desarrollo Tecnológico en la Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (e-mail: grodriguezabit@wm.edu).



María de Lourdes Sánchez-Guerrero es profesora investigadora en la Universidad Autónoma Metropolitana. Tiene a su cargo el Área de Investigación de Sistemas Computacionales. Tiene un grado de licenciatura en Ciencias de la Computación por la UAM-Azcapotzalco. Es candidata del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Anáhuac del Sur. Preside la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información, A.C. (ANIEI). Es miembro también del Comité de Acreditación del Consejo Nacional para la Acreditación de Informática y Computación (CONAIC). (e-mail: lsg@azc.uam.mx)



Sandra Martínez-Pérez posee un grado en Psicopedagogía, una maestría en Intervención en Dificultades del Aprendizaje y un doctorado en Educación por la Universidad de Barcelona. Es profesora asistente en la Facultad de Ciencias de la Educación en la Universidad de Sevilla. Su experiencia docente incluye Psicopedagogía, capacitación de maestros, ambientes de enseñanza, métodos de enseñanza en educación personalizada, atención a la diversidad, inclusión y tecnología educativa, tanto nacional como internacionalmente. Además, ha impartido capacitación en otras instituciones. Ha participado en proyectos de innovación regionales y nacionales. Es miembro y colabora en proyectos competitivos locales, nacionales e internacionales. Es miembro del grupo de investigación en Didáctica (GID, HUM-390). Es autora de varios artículos en revistas indizadas, coautora de capítulos de libros relacionados con los tópicos antes mencionados y miembro de consejos editoriales de revistas. Ha sido conferencista en congresos nacionales e internacionales. (e-mail: smartinezperez@grupotecnologiaeducativa.es)



Nancy Aguas-García obtuvo un grado de licenciatura en Ingeniería de Sistemas Computacionales por la Universidad de las Américas Puebla, un grado de maestría en Ingeniería de Sistemas por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional y es candidata a doctorado en Ingeniería Telemática por la Universidad de Vigo, España. Desde 1999 ha trabajado profesionalmente en actividades relacionadas con la ingeniería de sistemas en compañías públicas y privadas. Desde 2002, ha enseñado a estudiantes de pregrado. Es miembro del Sistema Estatal de Investigadores, la Academia Mexicana de Ciencia de Sistemas y la mesa directiva de la Asociación Nacional de Instituciones de Educación de Tecnologías de la Información, A.C. Sus áreas de interés son: ingeniería de software (nuevas técnicas de desarrollo e ingeniería telemática), reconocimiento de voz y software educativo. Actualmente es profesora e investigadora de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad del Caribe en Cancún, Quintana Roo, México. (naguas@ucaribe.edu.mx)