



Herramientas y métodos de ingeniería de software: Aportes y desafíos para el desarrollo de sistemas de información en Panamá

Software engineering tools and methods: Contributions and challenges for the development of information systems in Panama

Roberto Daniel Gordón Graell¹

¹ Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Panamá Oeste. Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación. Panamá. roberto.gordon@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0001-8468-4910>

DOI <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v10n2.a4138>

Recibido: 16 de noviembre de 2022

Aceptado: 29 de mayo de 2023

Resumen

La ingeniería de software es un campo interdisciplinario que se aplica a todas las áreas del conocimiento humano, utilizando sistemas de información digital. Desde la aparición de la informática, y su repercusión en la sociedad, se le caracterizó como frontera de la tercera revolución industrial, y dado su carácter disruptivo, como la frontera de una cuarta revolución industrial identificada por la robotización y automatización de los procesos fabriles industriales en una nueva época histórica de la humanidad denominada industria 4.0. Como resultado, se ha producido una transformación sistémica de todos los fenómenos sociales, incluida la educación. En informática, esta transformación requiere un cambio particular en la enseñanza de métodos de diseño, equipos, herramientas y práctica profesional, lo que permite que el aparato productivo de un país siga siendo competitivo en un mundo altamente interconectado. Este artículo presenta una revisión sistemática de documentos internacionales sobre la Industria 4.0, destacando el impacto de su complejidad en los fenómenos sociales y los cambios en la formación de los profesionales de la ingeniería de software. El artículo concluye con un llamado urgente a una revisión crítica, dinámica y



permanente de la oferta de estudios profesionales en las áreas que abarca la ingeniería de software para atender las exigencias de la economía panameña moderna.

Palabras clave: Educación; Industria 4.0; Ingeniería de Software; Sistemas de Información.

Abstract

Software engineering is an interdisciplinary field that applies to all areas of human knowledge, utilizing digital information systems. It is at the forefront of the third industrial revolution, which has been emerging since the advent of information technology and has significantly impacted society. The robotization and automation of industrial manufacturing processes characterize the fourth industrial revolution, also marked by software engineering. As a result, a systemic transformation of all social phenomena, including education, has occurred. In computer science, this transformation necessitates a particular shift in teaching design methods, equipment, tools, and professional practice, enabling a country's productive apparatus to remain competitive in a highly interconnected world. This article presents a systematic review of international documents on Industry 4.0, highlighting the impact of its complexity on social phenomena and changes in the training of software engineering professionals. The article concludes with an urgent call for a critical, dynamic, and permanent revision of the professional study offered in the areas covered by software engineering to meet the demands of the modern Panamanian economy.

Keywords: Education; Industry 4.0; Software Engineering; Information Systems.

Introducción

La etapa actual de la sociedad humana se encuentra en la era de los sistemas de información electrónicos al punto de que muchos autores califican el surgimiento de las herramientas digitales como la marca de partida de la cuarta revolución industrial. Es una etapa en que todos los

fenómenos sociales están marcados por herramientas basadas en sistemas de información digitales interconectados como catalizadores de la mejor función de los servicios vitales para la sociedad y la mejora de la calidad de vida (Martínez et al., 2020).

La cuarta revolución industrial es el paso siguiente del uso de las computadoras para mejorar la vida de los ciudadanos. Es una revolución marcada por las tecnologías 4.0 que, palabras más palabras menos, se caracteriza por hacer un *bypass* al componente humano en la organización y el funcionamiento de muchos de los medios de producción de bienes y servicios. Significa el remplazo del error humano en aras de la eficacia de las organizaciones, la eficiencia de la producción y la competitividad en los mercados de un mundo cada vez más interconectado (Llanes y Lorenzo, 2021).

De manera individual, los sistemas de información digitales deben cumplir una función para su usuario, pero, como todos los instrumentos diseñados por el hombre, también cumple funciones ideológica y social. Le permite dominar y transformar el entorno físico para su beneficio. Anzola (2019) enumera una pequeña muestra de las herramientas digitales que, hoy en día, son cotidianas:

“Una perspectiva sagaz de la vida de hoy, se basa en una tecnología inteligente. Cambios rápidos en física, como robots inteligentes, drones autónomos, automóviles sin conductor, impresión 3D y sensores inteligentes; cambios digitales: Internet de objetos, de servicios, de datos e, incluso, de personas y cambios biológicos, como biología sintética y genética individual”. (p.1)

En su función social cada diseño de sistemas de información digitales tiene una doble dimensión. Una es mejorar la calidad de vida de individuos y comunidades sirviendo de herramienta de trabajo, producción, educación, recreación, salud, etc. y la otra fortalecer el desarrollo de esos individuos y colectivos hacia estándares más altos del conocimiento humano para que se empoderen de su propio futuro. Su impacto es tal que, en la cuarta revolución industrial son el eje del diseño de ciudades sostenibles y sustentables (García et al., 2020).

Como herramienta de inclusión de sectores excluidos históricamente por ser los más económicamente deprimidos, sin ingresos suficientes para aproximarse a la sociedad de la información o por ser parte de los grupos vulnerables en un ambiente de producción y trabajo neoliberal, altamente competitivo que desnuda las desigualdades laborales por género, edad, nivel social, directamente relacionadas con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que, en todos los países generan legislación al respecto (Lagunes, 2017).

Informatizar la información no es reunir un conjunto de datos cualquiera y construir una herramienta especializada. Es la capacidad del ingeniero de sistemas para usar métodos y técnicas de diseño de ingeniería de software y solucionar requerimientos sociales. Es hacer realidad formas de uso de datos relevantes que permitan avanzar en la producción de medios para mejorar la calidad de vida de las personas, a través de instrumentos para el servicio humano en un entorno definido pensado para toda una población (Alvarado et al., 2018).

Desde ese punto de vista la ingeniería de sistemas también tiene un componente de ingeniería social. No solo por el significado que tiene, en la reducción de puestos de trabajo, la automatización, la robótica y las tecnologías avanzadas 4.0 sino también en la redefinición de los ecosistemas urbanos y nuevas formas de relacionamiento social. De igual forma en las maneras de consumo y los grupos que consumen, así como los esquemas educativos y la priorización de formación de mano de obra.

Es una preocupación que llama a la reflexión de autores por las consecuencias sociales de la disrupción social que significan la evolución de las TIC. Oliván (2016) señala que:

“El escenario que se nos presenta, es desempleo, precariedad y dualización. Desempleo y precariedad para quien no se recicle y adapte lo suficientemente rápido. Y dualización, porque el mundo se dividirá entre quienes sepan domar a las máquinas y quienes realicen trabajos tan poco cualificados que no salga rentable sustituirlos por dichas máquinas”. (p. 103)

La cuarta revolución industrial significa avances en ciencias y tecnología inimaginables hasta algunas décadas atrás. Tanto por la interconexión de diferentes tecnologías en espacios de complementariedad productiva virtual como por la innovación de productos en bienes y servicios y la constante innovación en formas de producción y atención a los usuarios. González et al. (2021) señalan las características de esta etapa productiva como:

- Interoperables: Sistemas de información digitales CF, personas y empresas, conectados permanentemente a través de la TIC.
- Descentralización: Los Sistemas de información digitales toman decisiones autónomas.
- Modularidad: Las herramientas y equipos digitales están diseñadas para ser modulares, con características de conecta y reproduce.
- Tiempo real: Monitoreo permanente y exacto de las condiciones de fabricación e información de recursos.
- Virtualización: Los datos de fabricación y recursos se incluyen en modelos virtuales predictivos.
- Orientación al servicio: Los sistemas de información reducen el volumen de materia prima y costos gracias a la interconexión con usuarios finales y sus requerimientos individuales. (p. 49.)

El consenso general en los documentos científicos y técnicos es que el conjunto de tecnologías coordinadas transforma la forma de producción industrial mundial del futuro. Según Antúnez (2019), el término Industria 4.0 tiene su génesis en la nación de Alemania en el año 2011 para designar al conjunto de tecnologías y procesos de producción que comienzan a diseñar lo que será la industria del futuro. La digitalización y la automatización de las unidades productivas están dando lugar a las “fábricas inteligentes” o “ciberfábricas”. (p. 112)

La etapa obliga a las empresas una adaptación rápida a las demandas de la hiperconectividad. Obliga al cambio de la organización productiva pues las herramientas digitales

afectan todo el proceso desde el mercadeo, pasando por la producción hasta la colocación del producto final en la puerta del usuario. El diseño organizativo, la toma de decisiones, las estrategias de producción, los hitos evaluativos, las proyección y todos los demás elementos de la dirección empresarial se ven potenciados con las características de la industria 4.0 allí donde la organización empresarial se adapta a la nueva economía que significa (Bueno, 2017).

Todos esos elementos determinan que, la competitividad productiva dentro de los parámetros técnicos de la cuarta revolución industrial, ameriten nuevas formas de educación. Tanto en formas de producción como en diseños de herramientas y organización empresarial. Los países se han visto en la obligación de colocar la ingeniería del software como salida profesional de preferencia en todas las universidades, casi al nivel de estrategia de seguridad nacional, sin dejar de lado que todos los profesionales y técnicos tienen, obligatoriamente un componente TIC.

El ejemplo del pensamiento estratégico digital para el desarrollo en Panamá es la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). Como institución se encarga de promover el desarrollo tecnológico digital en todas las áreas sociales de Panamá como estrategia del desarrollo sostenible, pero también de impulsar y moldear los parámetros dentro del “Fortalecimiento del Aprendizaje en la Ciencia y la Tecnología” a través de diferentes convocatorias de formación, investigación y desarrollo de tecnologías (SENACYT, 2022).

El artículo es una revisión del impacto en la producción básica, la manufactura de productos, la prestación de servicios y los procesos sociales de las tecnologías digitales asociativas integradas en la industria 4.0. Es una visualización los desafíos de formación técnica y profesional a los que se enfrentan las universidades nacionales que ofrecen la ingeniería del software y/o áreas del conocimiento relacionadas como salida profesional para mantener una industria nacional competitiva en el mercado mundial y aportante fundamental a la elevación de la calidad de vida del conglomerado social panameño.

Metodología

Para la redacción de este trabajo se realizó una investigación cualitativa, documental y descriptiva de los programas educativos universitarios de Ingeniería del Software con relación a la industria 4.0. Se realizó una revisión sistemática en los buscadores Google Académico y en el Sistema de Información Científica Redalyc, en idioma español, desde el año 2015 al 2022, incluidos, con la descripción de búsqueda principal {Ingeniería de Software} AND {industria 4.0} relacionado con las áreas de interés a este artículo como son: educación, producción, salud, gobernanza pública y derechos humano, sin conectivos booleanos.

Como criterio de inclusión se determinó cualquier característica de formación técnica y/o académica para la adquisición de competencias y habilidades para laborar en el entorno de la industria 4.0. De los resultados obtenidos en los buscadores, se tomaron los títulos de hasta 103 documentos de los que se seleccionaron 62, a través de la lectura de resumen e introducción, con los criterios de inclusión referidos, de los que, en una segunda selección, se tomaron 13 que, a criterio del autor, integran este artículo como muestra representativa.

Resultados

De manera práctica, técnica y concreta la revolución industrial actual, definida como 4.0, es una fábrica inteligente. Un gran sistema digital de información enfocado en la fabricación de un producto de consumo, con diferentes sub sistemas que se conectan a través del Internet de las Cosas (IoT), que reduce la interacción humana a espacios de supervisión de producción y que requiere de nuevos estándares e hitos educativos técnico-productivos.

La selección de documentos alcanzó un total de 13 referencias en diferentes áreas temáticas como educación, producción, salud, gobernanza y derechos humanos. Las características se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Industria 4.0 y campos del conocimiento humano

Autores	Área	Idea central
Peralta et al. (2020)		Conceptos necesarios para entender la Industria 4.0 y su integración en la producción.
Beraud (2018)		Avance en los modos de producción integrando la IA.
Fainholc (2019a)		Producción centrada en el volumen y procesamiento de datos.
Carvajal (2017)	Educación	Unificación e integración de tecnologías que requieren nuevas competencias profesionales.
Luces (2019)		La evolución permanente en la formación de los profesionales en el área del software
Fainholc (2019b)		Transformación tecnológico-educativa que reconfigure el conocimiento socialmente útil.
Álvarez et al. (2021)		Adaptación de la educación superior técnico profesional a los desafíos de la industria 4.0
Palacio y Santacruz (2019)	Producción	Poco uso de enseñanza de las tecnologías asociativas para la producción agrícola.
Sánchez y de Lorenzo (2018)		Bioeconomía como resultado de la integración de procesos de industria 4.0
Rodríguez (2019)	Salud	Impacto del IoT en la trascendencia de la gestión de salud pública y epidemiología
Montecinos (2021)	Gobernanza	Adaptación permanente de la gobernanza pública a los procesos de la industria 4.0
ONU (2020)	Derechos Humanos	Entender el internet como parte del derecho humano a la comunicación.
Ochoa et al. (2021)		Los procesos de la industria 4.0 y su impacto negativo en los Derechos Humanos.

Son complejos de ingeniería de software, de todo tipo de métodos de diseño, que se adaptan a la necesidad particular de cada sección de la fábrica, pero interactúan equilibradamente en el todo que requieren “[...]contar con capital humano calificado en las áreas de robótica e informática” (Peralta et al., 2020, 6).

De manera práctica, técnica y concreta la revolución industrial actual, definida como 4.0, es una fábrica inteligente. Un gran sistema digital de información enfocado en la fabricación de un producto de consumo, con diferentes sub sistemas que se conectan a través del Internet de las Cosas (IoT), que reduce la interacción humana a espacios de supervisión de producción y que requiere de nuevos estándares e hitos educativos técnico-productivos Son complejos de ingeniería de software, de todo tipo de métodos de diseño, que se adaptan a la necesidad particular de cada sección de la fábrica pero interactúan equilibradamente en el todo que requieren “[...]contar con capital humano calificado en las áreas de robótica e informática” (Peralta et al., 2020, 6).

Los modos de producción cambian y, por supuesto, la fuerza de trabajo humano debe adaptarse a los cambios. Beraud (2018) sostiene que la etapa actual fortalece el conocimiento humano como producto:

Aunado a lo anterior, la aparición de un nuevo modelo cimentado en el conocimiento o la llegada de la denominada economía del conocimiento permite y fortalece el argumento – darwinismo cognitivo- donde solo aquellos que sepan hacer las cosas serán los más competitivos. Desafortunadamente, la inversión realizada en investigación y el saber resultante, en esta economía capitalista, tienen dueño lo cual implica una dificultad, para la mayoría de las personas, de acceder libremente al mismo (p. 48).

También reflexiona sobre la parte negativa de las tecnologías avanzadas y su desarrollo disruptivo. La Inteligencia Artificial (IA) desplaza mucha fuerza de trabajo humana y, en el futuro desplazará aun más, cuando la industria 4.0 se globalice. De igual forma supone que la reducción de costos de producción obligará al innovador humano a nuevas formas de conocimiento para ser competitivo en el mercado laboral del conocimiento.

La educación, como fenómeno social, se adapta a los modos de producción de cada etapa de la humanidad. Los sistemas educativos de cada Nación son el resultado de sus políticas económicas y productivas. Fainholc (2019a) señala la última revolución industrial como un cambio sistémico social que obliga a nuevos parámetros educativos para la formación de los estudiantes.

Se trata de una enseñanza estratégica para formar “mentes sintéticas”, para el desempeño de habilidades cruciales para la 4ta revolución industrial. Una mente sintética, según Gardner, no tiene nada que ver con el cerebro programado, -aunque lo potenciará-, sino que se relaciona con la búsqueda, ordenamiento, clasificación, procesamiento, filtro, etc., de información de fuente física y virtual, y diverso formato, a fin de que sea comprendida, evaluada, expuesta/presentada en diferentes media y fines (p. 6).

Es, en esencia, la adquisición de habilidades estratégicas para enfrentarse a entornos altamente tecnológicos que requieren una capacidad de respuesta de alto nivel. El diseño de nuevos entornos productivos y educativos obliga al ingeniero de sistemas al conocimiento de todas las metodologías de diseño para escoger la que más se adapte al requerimiento productivo.

Los métodos de producción de la cuarta revolución industrial alcanzan a todos los campos económicos y no solo a la transformación de la materia prima. La producción agrícola industrializada, con grandes equipos automatizados, están a la orden del día en los videos de la red en las llamadas economías del primer mundo. Esta no es una realidad para los países latinoamericanos. Palacio y Santacruz (2019) en su estudio sobre la educación para la agricultura 4.0 de México señala que la formación de los sujetos encuentra la educación 4.0 en los institutos y universidades de enseñanza agropecuaria, pero que está distante de las necesidades del país en materia agropecuaria.

En el campo de la salud las disciplinas relacionadas con la bioinformática son el mejor ejemplo de la industria 4.0. Las fábricas inteligentes de síntesis de proteínas están ya funcionando a menos de tres lustros de la aparición de las disciplinas derivadas de la secuenciación del genoma

humano gracias a la evolución de herramientas digitales. Es la biología sintética, el motor de la bioeconomía (Sánchez y de Lorenzo, 2018).

En el área de la medicina preventiva Rodríguez (2019) señala que salud, una de las áreas más prometedoras es el de las aplicaciones de Internet de las cosas. Esta tecnología se ha acuñado el término *Internet of Medical Things*, significando su uso para el monitoreo de enfermedades a través de la captura de bioseñales. (p. 255)

Una gran cantidad de objetos de uso cotidiano están conectado a internet y es posible rediseñarlos con componentes de medicina preventiva individual o pública, situación que se vio confirmada en la pandemia por el coronavirus COVID-19 en los que, variados sistemas digitales de información se integraron para construir las redes y cinturones epidemiológicos.

Carvajal (2017) en su conferencia identifica nueve tecnologías que deben incluirse en los currículos de métodos de diseño para los ingenieros del software en el desarrollo de industrias 4.0 a saber:

- Big data: Recogida, almacenamiento y análisis de grandes cantidades de datos.
- Autonomía Robótica: Formas de interacción humano–robot en el espacio de trabajo.
- Simulación: Concepción, modelamiento e implementación de procesos y productos en ambientes virtuales.
- Integración Universal del Sistema: Integración física–virtual y horizontal–vertical de todos los sistemas productivos en la fábrica digital.
- IoT: Conexión industrial de red, en tiempo real, de todo el sistema de la empresa, y allegados exteriores, para compartir información.
- Ciberseguridad: Seguridad en Sistemas de Información (SI) y en Sistemas de Telecomunicación (ST)
- Cloud Computing: Capacidad de computación en la nube de IoT y de Big Data.
- Aditivos de fabricación: Diseño e impresión en 3D, cambios rápidos en diseños, reducción de materiales en depósito y bajos costos de transportación.

- Realidad aumentada: Integración de elementos físicos con elementos virtuales para crear una realidad aumentada en tiempo real (p. 2).

Estas nueva tecnologías básicas significa desarrollar las capacidades de los desarrolladores de sistemas digitales de información en diferentes métodos de diseño, lenguajes de programación, ingeniería del software y todas las demás disciplinas relacionadas con la informática. Es una evolución disruptiva en los programas de formación de profesionales. Luces (2019) señala que los cambios propuestos en las guías curriculares CE2016 de la Association for Computing Machinery (ACM) y del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) con criterios profesionales:

- Algoritmos computacionales
- Arquitectura y organización de computadoras
- Ingeniería de sistemas y proyectos
- Procesamiento de señales
- Sistemas incrustados
- Circuitos y electrónica
- Preparación para la práctica profesional
- Redes computacionales
- Diseño digital
- Gestión de recursos de sistemas
- Diseño de software
- Seguridad de la información

Estos criterios a su vez significan habilidades sociales para la resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en equipo, empatía y comunicación para lo que las universidades están obligadas a una metodología de enseñanza centrada en la innovación, con diseños curriculares flexibles, en actualización permanente y con posibilidades de acreditación internacional.

La gran paradoja educativa está en que las nuevas tecnologías hacen obsoletos puestos de trabajo, que se pierden, y crean otros nuevos, diferentes y, por supuesto, en menor cantidad que los anteriores. Fainholc (2019b) hace énfasis en la lectura de la urgencia de reconfigurar los programas universitarios tanto en lo técnico procedimental como en lo estratégico, ético e innovador. La introducción/aparición de una innovación tecnológico-educativa en general, y en la formación superior debería responder y alcanzar una mejora para anticipar y resolver problemas, al proyectar lo desconocido (Perkins, D. 2010) en todas las esferas sociales (p. 98).

Supone la transformación necesaria de la educación universitaria en tecnologías digitales como algo más que la adquisición de competencias operativas en una visión meramente tecnocrática. La cuarta revolución industrial debe aportar los nuevos paradigmas de la educación profesional para que la universidad cumpla a cabalidad el rol social asignado por la sociedad y el Estado.

La industria 4.0 obliga una educación técnica superior de formación práctica y disruptiva. Alvarez et al. (2021) en relación a la disminución de los puestos de trabajo la refieren como un desafío que tiene que enfrentar los gobiernos equiparable a la pandemia producida por el COVID-19. La automatización, el teletrabajo, la inteligencia artificial y otros fenómenos sociolaborales y técnicos productivos que enfrentan los programas de formación de la región Latinoamericana.

El avance de la industria 4.0 también afecta la gobernanza y la administración pública. Montecinos (2021) presenta una revisión de literatura especializada que parte de la premisa de que su implantación en el sector privado trae, de la mano de los beneficios, desafíos y lecciones que no son tarea sencilla para enfrentar por las tensiones que se crean a la luz de la exclusión creada por la brecha digital. Una primera aproximación sobre cómo se desenvuelve la función pública en América Latina, nos permitiría deducir que aún no existen condiciones suficientes y favorables para cambios profundos, ni una visión estratégica de largo plazo para instalar con fuerza la revolución industrial 4.0 en la gestión pública (p. 11).

Los servicios administrativos de los gobiernos serían los más susceptibles de sufrir rápidas transformaciones derivadas de las herramientas digitales de la industria. Los asistentes virtuales,

en línea; los formularios electrónicos; las conexiones directas a los bancos para pagar impuestos o tasas ya son una realidad de muchas administraciones públicas, en diferentes niveles de gobierno, pero, sobretodo, en las grandes ciudades (Montecinos, 2021).

Otra dimensión del problema es que, a esas facilidades electrónicas, no tienen acceso grandes sectores de la población mundial por no contar con acceso a la internet o herramientas “inteligentes” o, sencillamente, no tener educación básica en informática en una especie de fenómeno de “analfabetismo digital” creado por el mismo sistema económico capitalista en que se desarrolla la sociedad y que llevó a la Organización de Naciones Unidas (ONU) a determinar el acceso a la internet como un derecho humano y está, en la hoja de ruta, de los objetivos del milenio 2030 (ONU, 2020).

En otra faceta de ese mismo fenómeno algunas herramientas de la industria 4.0, como la Big Data, la Inteligencia Artificial, y la Nanotecnología vulneran, en cierta medida, los derechos declarados universales. Ochoa, et al. (2021) sostienen que la comercialización de la información es un nuevo aspecto del mercado, interesante para quien controle los datos ya sea privado, en segmentos de mercadeo de productos, o público, en todo gobierno que los utilice como forma de control del comportamiento civil.

Conclusiones

El eje de la cuarta revolución industrial es el conocimiento digital, de la producción y construcción del conocimiento informático y su síntesis en sistemas digitales de información como estrategia de producción y medida de competitividad. La primera visión de estos sistemas digitales de información es, tal vez, economicista pero no por ello irreal. El aumento de la productividad, la reducción de pérdidas, la ausencia de conflictos laborales y, por ende, la relevancia económica son elementos que no pueden dejar de valorar los autores. La cuarta revolución es producto y ha dado nacimiento a tecnologías digitales disruptivas. Sin la aparición y evolución de las TIC no habría sido posible, así como tampoco sin la evolución y el cambio de paradigmas en los métodos de diseño de herramientas digitales. La industria 4.0 está cambiando la manera de ver la ingeniería del

software, así como esa misma disciplina profesional cambió el modelo de producción industrial, en general.

Las herramientas digitales que estructuran los sistemas de información productivos como industria 4.0 son complejos de alta factura de métodos de diseño de software. Demandaron mucho tiempo y bancos de prueba. Cada sistema responde a requerimientos diferenciados del fabricante y/o usuario. Su adaptación es tan optima que permite el diseño de nuevos campos productivos, como la Bioeconomía, el rediseño de formas de producción manufacturera y la aplicación en áreas sociales como la gobernanza pública.

El proceso de la industria 4.0 obliga nuevas formas educativas. En los documentos relacionados es evidente que la disrupción inherente a la tecnología digital crea e induce nuevas formas y materias del conocimiento humano, tanto tecnológicas como sociales. De igual forma la necesidad de la adaptación del ser social a las consecuencias de la industria sin que por ello se afecte su prevalencia sobre la tecnología.

Es urgente la revisión crítica de la estructura curricular de las ofertas de estudios profesionales en ingenierías del software de Panamá más que, con ánimo revisionista, hacia la transformación de la sociedad en general y la capacidad productiva para integrarse a la industria 4.0 en un país que tiene ingentes recursos naturales y la ubicación estratégica en el medio del planeta.

Las competencias integradas en las disciplinas de la ingeniería del software son variadas, disruptivas y obligan a evolución permanente de los programas educativos de todo nivel. Trabajar con sistemas digitales de información implica una dinámica particular, innovadora, un reto permanente de estudio y de actualización profesional manteniendo como objetivo la mejora permanente de la calidad de vida de los ciudadanos.

Panamá requiere sistemas digitales de información a la altura de los retos económicos de un planeta socialmente cada vez más cercano y competitivo. Ya es un hub económico, cuyos pasos siguen la industria de las telecomunicaciones y es el horizonte de las industrias turísticas. La cuarta

revolución industrial debe llegar a la producción de energía, alimentos, medicinas y todo producto o servicio que aumente la calidad de vida de sus ciudadanos.

Conflicto de interés

El autor declara que no existe conflicto de interés en la redacción de este artículo.

Referencias

- Alvarado, R., Acosta, K., y Mata, Y. (2018). Necesidad de los sistemas de información gerencial para la toma de decisiones en las organizaciones. *InterSedes*, 19(39), 17-31.
<https://www.redalyc.org/journal/666/66658188002/html/>
- Álvarez, J., Labraña, J., y Brunner, J. (2021). La educación superior técnico profesional frente a nuevos desafíos: La Cuarta Revolución Industrial y la Pandemia por COVID-19. *Revista Educación, Política Y Sociedad*, 6(1), 11–38.
https://revistas.uam.es/reps/article/view/reps2021_6_1_001/12968
- Antúnez, A. (2019). La industria 4.0. Análisis y estudio desde el Derecho en la 4ta Revolución Industrial. *Revista Advocatus*, (32), 133-164.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7380434>
- Anzola, G. (2019). Transformación digital para la revolución industrial: el nuevo llamado para la U.D.C.A. *Rev. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1): e1228.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1228>
- Beraud, I. (2018). Cuarta Revolución Industrial. Impacto de la Inteligencia Artificial en el modo de producción actual. *Revista Conjeturas Sociológicas*, 6(16), 43-57.
<https://revistas.ues.edu.sv/index.php/conjsociologicas/article/view/1423>

- Bueno, E. (2017). El análisis organizativo de la empresa en la economía digital. *Revista Técnica Económica*, (182), 19-26.
https://udimundus.udima.es/bitstream/handle/20.500.12226/174/bueno_analisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carvajal, J. (2017). *La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe*. 15 LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21. <https://e4-0.ipn.mx/wp-content/uploads/2019/10/4ri-4-0-impacto-educacion-superior-ingenieria.pdf>
- Fainholc, B. (2019) (a). La educación y la 4ta revolución industrial. Mentés sintéticas y tecnología. *Revista Prociênci@s*, 2(2), 1-7.
<https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/prociencias/article/view/92/78>
- Fainholc, B. (2019) (b). Una transformación tecnológico-educativa electrónica en la educación superior: reflexiones epistemológicas. *RAES*, 11(19), 96-107.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7204538>
- García, M., Jiménez, M., y Fuentes, C. (2020). Retos para la integración de las personas inmigrantes en las Smart Cities: el caso de Madrid. *Revista Cuadernos Geográficos*, 60(1), 244-262.
<http://ddf.v.ufv.es/bitstream/handle/10641/2625/13733-Texto%20del%20art%20c3%adculo-46781-1-10-20201013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, I., Armas, B., Coronel, M., Vergara, O., Maldonado, N., y Granillo, R. (2021). El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales. Ingenio y Conciencia. *Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 8(16), 41-52.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive>
- Lagunes, A. (2017). Las mujeres en el siglo XXI: acciones para cerrar la brecha de género en el mundo de las TIC. *Revista Pluralidad y Consenso*, 7(31), 160-167.
<http://revista.ibd.senado.gob.mx/index.php/PluralidadyConsenso/article/view/409/395>



- Llanes, M., y Lorenzo, E. (2021). La cuarta revolución industrial y una nueva aliada: calidad 4.0. *Revista Ciencias Holguín*, 27(2), 67-74. <https://www.redalyc.org/journal/1815/181566671006/181566671006.pdf>
- Luces, M. (2019). Competencias del Ingeniero en Informática en la Cuarta Revolución Industrial. *Revista Venezolana de Computación*, 6(2), 1-9. <https://svc.net.ve/ReVeCom/Vol06-No02/ReVeCom-vol06-no02-p001-009.pdf>
- Martínez, R., Palma, A., y Velásquez, A. (2020). *Revolución tecnológica e inclusión social: reflexiones sobre desafíos y oportunidades para la política social en América Latina*. Naciones Unidas, serie Políticas Sociales (233). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45901/1/S2000401_es.pdf
- Montecinos, E. (2021). Cuarta revolución industrial y la administración pública en América Latina. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26 (93), 10-25. <https://www.redalyc.org/journal/290/29066223002/29066223002.pdf>
- Ochoa, C., Lema, N., y Guamán, K. (2021). Big Data: génesis de la cuarta revolución industrial una crítica desde los derechos humanos. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S2), 398-410. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2326/2297>
- Oliván, R. (2016). La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural. URBS. *Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 6(2), 101-111. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5741821>
- ONU. (2020). *Hoja de Ruta para la Cooperación Digital*. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/techenvoy/es/content/roadmap-digital-cooperation>
- Palacio, V., y Santacruz, E. (2019). La agricultura mexicana y la educación superior en el contexto de la 4ta. revolución industrial. *Revista Ejes*, 3(5), 69-77. <https://pcient.uner.edu.ar/index.php/ejes/article/view/746/730>

Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn

Vol. 10, N° 2, Julio - Diciembre 2023



Peralta, J., Martínez, B., y Enríquez, J. (2020). Industria 4.0. *Revista Inventio*, 16(39), 1-7.

[http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1511/808-5555-2-](http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1511/808-5555-2-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1511/808-5555-2-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rodríguez, R. (2019). Internet de las cosas: Futuro y desafío para la epidemiología y la salud pública. *Revista Universidad y Salud*, 21(3), 253-260.

<http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v21n3/2389-7066-reus-21-03-253.pdf>

Sánchez, A., y de Lorenzo, V. (2018). La biología sintética como motor de la bioeconomía y de la cuarta revolución industrial. *Revista Mediterráneo Económico*, (31), 183-200.

[https://publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/publicaciones-](https://publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/publicaciones-periodicas/mediterraneo-economico/31/31-796.pdf)

[periodicas/mediterraneo-economico/31/31-796.pdf](https://publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/publicaciones-periodicas/mediterraneo-economico/31/31-796.pdf)

SENACYT. (2022). *Fortalecimiento del Aprendizaje en la Ciencia y la Tecnología*. Secretaría nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

<https://www.senacyt.gob.pa/fortalecimiento-del-aprendizaje-en-la-ciencia-y-la-tecnologia>