

Conceptos claves para entender la 4ta revolución industrial y la necesidad de formar talento 4.0

Jose-Luis Granda^[0000-0002-9521-5949]

Grupo de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación (GITIC),
Carrera de Ingeniería en Sistemas, Facultad de Energía, Universidad Nacional de
Loja, Av. Pfo Jaramillo Alvarado, Loja, Ecuador
{jose.l.granda}@unl.edu.ec

Resumen En este trabajo se describen los conceptos claves relacionados con la 4ta revolución industrial y sus implicaciones con la formación integral del talento humano. Esto como parte del sustento teórico para el proyecto de investigación “**La educación STEM y su potencial en la formación integral del talento universitario para la Industria 4.0 en Ecuador**”.

Keywords: industria 4.0 · talento 4.0 · Internet de las cosas · Internet de servicios · Fabricas inteligentes · STEM

1. Introducción

Este documento corresponde al marco teórico del Proyecto de Investigación “**La educación STEM y su potencial en la formación integral del talento universitario para la Industria 4.0 en Ecuador**”, presentado en el marco del Concurso Interno de Proyectos de Investigación 2018 de la Universidad Nacional de Loja. Se desarrollan los conceptos claves, a tomar en cuenta, para el desarrollo del proyecto.

2. Revisión de literatura

Estamos inmersos en 4ta revolución industrial. ¿Qué significación tiene? y ¿que necesidades supone en el ámbito educativo?. Se plantean los conceptos claves como resultado de realizar una exploración de literatura reciente enmarcada entre 2015 a 2018, así como abordar los conceptos base relacionados a formación y educación.

2.1. Industria 4.0

El termino Industria 4.0 tiene su origen en 2011 en Alemania, como una respuesta a las fuertes inversiones en el área de innovación tecnológica de las “4 gigantes de Estados Unidos” (Amazon, Google, Apple, Facebook)(Bassi, 2017). Respuesta, creada e impulsada de forma estratégica por el gobierno alemán, a

fin de mantener su fuerte liderazgo en innovación tecnológica. De forma similar, China en 2015 diseñó y está ejecutando el plan “Made in China 2025” (Jun y Jing, 2017), con el objetivo de poner a su industria manufacturera a la par de las exigencias que genera esta nueva revolución industrial. Alemania, Francia e Italia están trabajando de forma cooperativa, alineando sus iniciativas particulares en un marco de cooperación¹ tripartita definido en las conferencias del G20 en 2017².

Si para los países desarrollados es estratégico el ser protagonistas en la 4ta revolución industrial, participar debe empezar a ser un tema prioritario en la política industrial y productiva del Ecuador, bajo una perspectiva sistémica que incluya al estado y sector privado. En este sentido, en Julio de 2018 se presentó el denominado Libro Blanco de la Sociedad de la Información y el Conocimiento que incluye el desarrollo de la Industria 4.0³ por parte del Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador, este documento presenta el estado de implementación tecnológica del país en varios aspectos como: conectividad, software, capacitación, uso de tecnologías emergentes, gobierno electrónico, entre otros; en el mismo texto se concluye que “en Ecuador se ha trabajado con esfuerzo en el despliegue de infraestructura, servicios de telecomunicaciones, gobierno electrónico, alfabetización digital, entre otros; sin embargo, aún existen brechas digitales importantes que deben ser atendidas prioritariamente por el Gobierno” una de ellas es la Industria 4.0 y la educación/formación necesaria para soportar su desarrollo.

Industria 4.0 es un concepto y un plan estratégico de desarrollo, no existe realmente (Jun y Jing, 2017). El término Industria 4.0 es equivalente a decir la “4ta revolución industrial” (Bassi, 2017), el término revolución industrial se usa para describir cambio, abrupto y radical (Schwab, 2016), en las formas de producción con base en los descubrimientos científicos, como pasó con la invención del máquina de vapor (1era revolución industrial), la electricidad y la fabricación en serie (2da revolución industrial), y las tecnologías de la información y comunicación para automatizar la producción manufacturera (3era revolución industrial).

Una definición más concisa de Industria 4.0 planteada por Alcatech (German National Academy of Science and Engineering), se presenta en (Bartodziej, 2017), así la industria 4.0 comprende la “[...] la integración técnica de sistemas cibernéticos (Cyber-Physical Systems [CPS]) dentro de la fabricación y logística, y el uso del Internet de las cosas (IoT) e Internet de los Servicios en los procesos industriales. Tal integración tendría implicaciones en la creación de valor, modelos de negocio, servicios post-venta o servicios derivados y la organización del trabajo.”

¹ Cooperación: cooperación + competencia

² Roadmap: trilateral cooperation GER – FRA – ITA June 2017. Disponible en https://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/roadmap_trilateral-cooperation-FIN.pdf

³ Libro Blanco de la Sociedad de la Información y del conocimiento. Disponible en <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/07/Libro-Blanco-de-la-Sociedad-del-Infomacin-y-del-Conocimiento.pdf>

El mismo autor, menciona que la definición aún esta en construcción, y que los principales protagonistas de esta 4ta revolución industrial buscan consenso para definir cuales son los componentes clave. En la revisión de literatura realizada por (Hermann, Pentek, y Otto, 2016), se proponen 4 componentes clave para la industria 4.0: Sistemas cibernéticos, Internet de las cosas (IoT), Internet de los servicios (IoS) y Fabricas inteligentes (Smart Factory).

Sistemas cibernéticos⁴ CPS por las siglas en inglés de Cyber-Physical Systems, son sistemas inteligentes conectados en red compuestos por sensores, controladores y actuadores diseñados para interactuar con el mundo físico y usuario humanos con el objetivo de respaldar en tiempo real la gestión, seguridad y rendimiento de sistemas críticos (Sun, Cembrano, Puig, y Meseguer, 2018). La concepción cibernética de estos sistemas implica la posibilidad de incluir subsistemas autónomos, comportamientos emergentes y evolución a lo largo de su vida útil.

Internet de las cosas (IoT) El internet de la cosas (IoT por sus siglas en Inglés Internet Of Things) en un concepto de computación que describe un futuro donde los objetos cotidianos se conectarán a Internet y podrán identificarse con otros dispositivos.

IoT es una red de dispositivos que se comunica entre sí mediante la conectividad IP sin interferencias humanas. El ecosistema de Internet de las cosas (IoT) consta de objetos inteligentes, dispositivos inteligentes, teléfonos y tabletas inteligentes, entre otros. Estos pueden utilizar identificación por radio frecuencia (RFID), códigos de respuesta rápida (QR), sensores o tecnología inalámbrica para permitir la intercomunicación entre dispositivos (Singh y Singh, 2015).

Internet de los servicios (IoS) paradigma que surge de la convergencia del Futuro Internet (F1) y el paradigma de software orientado a servicios. El Futuro Internet plantea la disponibilidad de entornos de computación de gran escala donde se puede descubrir y componer una cantidad virtualmente infinita de servicios adaptables a las necesidades de los usuarios (Salle, Inverardi, y Perucci, 2014).

Fabricas inteligentes (Smart Factory) Difiere con una fabrica automatizada en la medida en que se introducen los conceptos de Internet de las cosas en los procesos de fabricación. La fabrica Inteligente gestiona equipos automatizados de manufactura y equipos automatizados de detección de fallos para mejorar la eficiencia en la producción y la significación de calidad (Huang, Lin, Chen, y Sze, 2018).

⁴ Cibernética: ELECTR. Ciencia que estudia la construcción de sistemas electrónicos y mecánicos a partir de su comparación con los sistemas de comunicación y regulación automática de los seres vivos. Consultado en Wordreference.com

2.2. Desde Talento humano al Talento humano 4.0

La potencialidad y los “talentos” son construcciones humanas, individuales y colectivas, que son susceptibles de modificarse, fortalecerse y mantenerse, así como de desvanecerse y extinguirse (Tejada Zabaleta, 2011).

Talento humano El talento, se define como una construcción humana. El concepto de talento humano fue propuesto por Peter Drucker en sus trabajos relacionados a la sociedad de la información, donde planteó que lo importante del conocimiento es su capacidad para producir riqueza. (Mejía-Giraldo, Bravo-Castillo, y Montoya-Serrano, 2013) definen el “talento humano” como: “todos los programas de formación que buscan mejorar el rendimiento, levantar la moral y aumentar el potencial de los empleados que hacen parte de una organización. Es un medio relevante para la planeación de proyectos de vida y de trabajo del personal, pero al mismo tiempo es un aspecto clave para el logro de los objetivos y mejoramiento de posibilidades organizacionales futuras en términos de competitividad”.

Talento humano 4.0 El talento humano 4.0 representa el talento humano a crear para afrontar los cambios y aprovechar las oportunidades que la Industria 4.0 subtiende.

En este sentido, en el trabajo de (Jun y Jing, 2017) bajo la perspectiva de Industria 4.0, se mencionan las “Ingenierías Emergentes” relacionadas a nuevas tecnologías, nuevas industrias y nuevas formaciones sociales. Ingenierías emergentes derivadas de la competitividad sostenible. Cuya connotación se materializa en un nuevo concepto de enseñanza de la ingeniería, nuevas estructuras disciplinarias y un nuevo modelo de gestión del talento. A manera de conclusión, bajo el escenario de la Industria 4.0, la industria y la empresa requieren estudiantes de ingeniería con capacidad de innovación.

Formación integral Para poder definir formación integral hay que empezar por definir “formación”, (Silva, 2011) hace un seguimiento a Hans-Georg Gadamer en el desarrollo del concepto en sentido dialéctico; como resultado el autor define formación como el “proceso por el que se adquiere cultura, y esta cultura misma en cuanto patrimonio personal del hombre culto”. Con base al planteamiento de Humboldt, la formación es el resultado de un proceso que no se produce como los objetos técnicos, sino que surge de un proceso interior, que se encuentra en un constante desarrollo y progresión. El autor menciona la concepción de Hegels de la existencia de dos tipos de formación: formación práctica y la formación teórica. Para inmediatamente mencionar a la formación integral que incluye una y otra formación, y adicionalmente, sensibilidad estética e histórica, sentido común, capacidad de juicio y gusto. El mismo autor concluye que la formación integral, “debe permitir ligar los contenidos de la enseñanza a sus contenidos con su pasado, con su significación cultural, ética y estética, buscando fortalecer la capacidad humana de comunicación, de narración, de lectura y escritura [...]”.

(Silva, 2011) hace referencia a Fichte⁵, quien propone que la “formación Integral es entonces aquella que contribuye a enriquecer el proceso de socialización del estudiante, que afina su sensibilidad mediante el desarrollo de sus facultades artísticas, contribuye a su desarrollo moral y abre su espíritu al pensamiento crítico”. El mismo autor concluye: “La formación integral, va más allá de la capacitación profesional aunque la incluye. Es un enfoque o forma de educar. La educación que brinda la universidad es integral en la medida en que enfoque a la persona del estudiante como una totalidad y que no lo considere únicamente en su potencial cognoscitivo o en su capacidad para el quehacer técnico o profesional”.

Modelos Educativos (Díaz Flores y Osorio García, 2011) hacen un repaso de la conceptualización de los modelos educativos como “visiones sintéticas de teorías y enfoques pedagógicos que orientan a los especialistas y a los profesores en la elaboración y análisis de los programas de estudios; en la sistematización del proceso de enseñanza aprendizaje, o bien en la comprensión de alguna parte del programa de estudios”.

También recuerdan su utilidad, así: “el conocimiento de los modelos educativos permite a los docentes tener un panorama de cómo se elaboran los programas, de cómo operan y cuáles son los elementos que desempeñan un papel determinante en un programa o en una planeación didáctica”.

En la literatura se presentan modelos educativos tales como: de emprendimiento e innovación, de preparación para la práctica, del siglo XXI, de prevención del violencia, n-modales, en línea, para la enseñanza y aprendizaje de tecnologías, entre otros. Existen tantos modelos educativos como objetivos de formación, recursos disponibles y disciplinas. (Cárdenas, 1999) plantea una interrogante que hoy sigue siendo válida en el contexto de la necesidad de talento 4.0 bajo el enfoque de Industria 4.0, pregunta: ¿Qué modelos educativos y que tecnologías deben ser usadas en el futuro?.

2.3. STEM

A nivel internacional, STEM ya no es sólo una palabra de moda. Aunque el término STEM fue acuñado por la NSF⁶ en los Estados Unidos, STEM ahora representa un movimiento educativo en muchos sistemas educativos de todo el mundo.

El término educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), se refiere a la enseñanza y aprendizaje en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y las matemáticas (Bravo, Esteban, y Meneses, 2018), incluye desde la educación básica hasta el post-doctorado (Kanematsu y Barry, 2016).

La educación STEM nace como respuesta a la baja de vocaciones relacionadas a carreras STEM, también como respuesta a iniciativas estratégicas de

⁵ J.G. Fichte. Discursos a la Nación Alemana. Ed. Nacional. Madrid 1977. pp. 110 y ss. Véase, igualmente: Francisco Pizano de Brigard. Una Visión de la Universidad. Universidad de los Andes. 50 años. Santfé de Bogotá, 1998. p.15.

⁶ National Science Foundation

países rivales o como la necesidad de “adaptarse y sobrevivir” como humanidad, como se demuestra estadísticamente y señalando algunos hechos históricos en (Kanematsu y Barry, 2016).

El mismo autor señala que el desarrollo de la educación STEM, se basa en 5 métodos de enseñanza desarrollados por Barry y Kanematsu:

- Enseñanza multisensorial
- Enseñanza a través de proyectos de ciencia y difusión.
- Enseñanza a través de lectura y resolución de misterios y/o retos.
- Enseñanza a través de la exploración del espacio terrenal y el espacio exterior.
- Enseñanza mediada por tecnologías innovadores y colaborativas para resolver problemas en realidad virtual.

Todos los autores coinciden, en la importancia de la educación STEM para un país: bien sea para mantener el liderazgo o para llegar a ser líder en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Este liderazgo se traduce en economías fuertes y posición de competitividad privilegiada. Por tanto es estratégico fomentar STEM en todos los niveles de educación dentro del marco de políticas de estado a nivel de infraestructura y recursos humanos.

STEM plantea cambios en la forma de enseñar y aprender, la literatura presenta varios ejemplos de aplicación de estrategias STEM: en (Bravo y cols., 2018) se muestra los resultados de introducir hardware libre para la enseñanza de lenguajes y autómatas en el salón de clase; (Toma y Greca Dufranc, 2016) plantean un modelo STEM en educación temprana, STEM y emprendimiento en (Nair, Huang, Jackson, y Cox-Petersen, 2017), STEM para bebés en (Ramesh, 2017), entre otros. Esto refuerza lo lejano de STEM como moda, y nos muestra el futuro, que como predice (Kanematsu y Barry, 2016), implicará una nueva concepción del aula de clase, nuevos contenidos de aprendizaje, nuevos perfiles de docentes STEM, y, a mi juicio, también nuevas herramientas basadas en industria 4.0 como apoyo a STEM, en una especie de relación recursiva.

3. Conclusiones y trabajos futuros

La 4ta revolución industrial, en la que estamos inmersos, nos plantea el decidir entre ser productores o consumidores, entre ser entes activos o pasivos. La respuesta debe abordarse bajo una perspectiva sistémica; coordinada y facilitada por el estado, y articulada por la academia y el sector privado.

“Adaptarse y sobrevivir”, es la meta y para ello bajo un marco de políticas favorables, la academia debe formar el nuevo talento humano para aprovechar y conseguir más de la industria 4.0.

Así, es imprescindible el potenciar la creatividad e innovación en las futuras generaciones. Para esto urge poner en práctica las estrategias de educación STEM y fomentar nuevas formas de enseñar y aprender, que sean válidas en el contexto global y pertinentes para contexto local.

Proyecto como **“La educación STEM y su potencial en la formación integral del talento universitario para la Industria 4.0 en Ecuador”**, se

visten de importancia en este sentido y deben ser apoyados en todos los niveles educativos.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de las actividades del Grupo de Investigación GITIC adscrito a la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Energía de la Universidad Nacional de Loja.

Referencias

- Bartodziej, C. J. (2017). The concept industry 4.0. En C. J. Bartodziej (Ed.), *The concept industry 4.0 : An empirical analysis of technologies and applications in production logistics* (pp. 27–50). Springer Fachmedien Wiesbaden. Descargado 2019-01-06, de https://doi.org/10.1007/978-3-658-16502-4_3
- Bassi, L. (2017). Industry 4.0: Hope, hype or revolution? En *2017 IEEE 3rd international forum on research and technologies for society and industry (RTSI)* (pp. 1–6). doi: <https://doi.org/10.1109/RTSI.2017.8065927>
- Bravo, G. B., Esteban, J. A., y Meneses, L. J. U. (2018). Educación STEM: Aplicando Hardware Libre Arduino en Ingeniería de Sistemas de La Pontificia Universidad Católica de Ecuador-extensión Santo Domingo. , *9*(4), 177–184. Descargado 2019-01-15, de <http://www.runachayecuador.com/refcale/index.php/didascalía/article/view/2841>
- Cárdenas, C. R. (1999). The ITESM's virtual university and the educational models for the 21st century. En G. Haskell y M. Rycroft (Eds.), *Space and the global village: Tele-services for the 21st century* (pp. 247–251). Springer Netherlands.
- Díaz Flores, M., y Osorio García, E. (2011). Nuevo Modelo Eeducativo ¿Mismos Docentes? , *12*(23). Descargado 2019-01-11, de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=31121090003>
- Hermann, M., Pentek, T., y Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. En *2016 49th hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928–3937). doi: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Huang, D., Lin, C., Chen, C., y Sze, J. (2018). The internet technology for defect detection system with deep learning method in smart factory. En *2018 4th international conference on information management (ICIM)* (pp. 98–102). doi: <https://doi.org/10.1109/INFOMAN.2018.8392817>
- Jun, Q., y Jing, X. (2017). Innovation research on the emerging engineering talent cultivation mode in the era of industry 4.0. En *2017 international conference on industrial informatics - computing technology, intelligent technology, industrial information integration (ICIICII)* (pp. 333–336). doi: <https://doi.org/10.1109/ICIICII.2017.68>
- Kanematsu, H., y Barry, D. M. (2016). STEM and creativity. En H. Kanematsu y D. M. Barry (Eds.), *STEM and ICT education in intelligent environments*

- (pp. 15–23). Springer International Publishing. Descargado 2019-01-15, de https://doi.org/10.1007/978-3-319-19234-5_3
- Mejía-Giraldo, A., Bravo-Castillo, M., y Montoya-Serrano, A. (2013). El factor del talento humano en las organizaciones. , *34*(1), 2–11. Descargado 2019-01-09, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59362013000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- Nair, P., Huang, J., Jackson, J., y Cox-Petersen, A. (2017). Combining STEM and business entrepreneurship for sustaining STEM-readiness. En *2017 IEEE integrated STEM education conference (ISEC)* (pp. 76–78). doi: <https://doi.org/10.1109/ISECon.2017.7910252>
- Ramesh, V. M. (2017). STEM activities for toddlers. En *2017 IEEE integrated STEM education conference (ISEC)* (pp. 85–87). doi: <https://doi.org/10.1109/ISECon.2017.7910254>
- Salle, A. D., Inverardi, P., y Perucci, A. (2014). Towards adaptable and evolving service choreography in the future internet. En *2014 IEEE world congress on services* (pp. 333–337). doi: <https://doi.org/10.1109/SERVICES.2014.65>
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.
- Silva, L. E. O. (2011). La formación integral. mito y realidad. , *1*(10), 161–186. doi: <https://doi.org/10.17163/uni.n10.2008.07>
- Singh, S., y Singh, N. (2015). Internet of things (IoT): Security challenges, business opportunities amp; reference architecture for e-commerce. En *2015 international conference on green computing and internet of things (ICGCIoT)* (pp. 1577–1581). doi: <https://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2015.7380718>
- Sun, C., Cembrano, G., Puig, V., y Meseguer, J. (2018). Cyber-physical systems for real-time management in the urban water cycle. En *2018 international workshop on cyber-physical systems for smart water networks (CySWater)* (pp. 5–8). doi: <https://doi.org/10.1109/CySWater.2018.00008>
- Tejada Zabaleta, A. (2011). Los modelos actuales de gestión en las organizaciones. gestión del talento, gestión del conocimiento y gestión por competencias. , 115–133.
- Toma, R. B., y Greca Dufranc, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de educación primaria.