



INDUSTRY 4.0 OUTLOOK WITHIN THE PROFESSIONAL FORMATION FRAMEWORK OF HUMAN TALENT IN HEALTH

RESUMEN

En la **segunda parte** se abordan algunas aplicaciones de esta revolución al área de la salud como lo son la inteligencia artificial, Blockchain, internet de la salud, impresión 3D, robótica y realidad mixta. Finalmente en la **tercera parte** se realiza una descripción de la forma cómo se prevé el horizonte de posibilidades para los técnicos en salud en el marco de la cuarta revolución industrial para Latinoamérica, incluyendo una lectura del BID y se ofrece una presentación del tema desde un estudio de brechas realizado por la Cámara de comercio de Bogotá, PNUD y SENA, sobre brechas de capital humano en salud, desde el Clúster de salud de Bogotá-Región. Finalmente se cierra la reflexión con la presentación de las Habilidades para el trabajo futuro propuestas por el Institute for the Future for the University of Phoenix Research Institute. **Objetivo:** Generar una reflexión sobre el concepto de la cuarta revolución industrial y algunas aplicaciones en el área de la salud. **Método:** Se realizó una revisión bibliográfica de los temas abordados como marco general de la reflexión y posteriormente una propuesta reflexiva sobre algunos avances dentro del área de salud en el marco de esta revolución. **Conclusiones:** La Industria 4.0 genera grandes transformación en la forma como las empresas son administradas y la forma como producen, ya que la integración horizontal eje central de la integración, no sólo permite integrar los procesos de cada una de las áreas, sino que permite integrar los procesos de producción entre empresas con el fin de reducir costos y alcanzar unos mayores niveles de productividad y un mayor crecimiento económico para los países.

PALABRAS CLAVES: cuarta revolución industrial, industria 4.0, formación profesional, talento humano en salud, espacios ciberfísicos, cooperación, digitalización.

ABSTRACT

In the **first part** of this text the concept of fourth industrial revolution and the way it arises in Germany is embraced, as a strategic initiative of the government in 2011, which represents a step of an industrial society towards a "knowledge society" brought upon a digital-order revolution, integrating **Cyber-Physical Systems (CPS)** for the development of cyber-physical spaces which allows them to optimize the industrial processes in complex environments, where creation, processing and data analysis is generated in large amounts directed to decision making based on the knowledge risen up from those analysis. In this context, the production directed to the individuals is key, the products are made in a personalized way including the materials, processes and final recipient. In this framework, the inclusion of the efficient use of the energy is key in the integration of the productive processes. Which is materialized on the creation of new models of administration characterized by the decisions based on the knowledge, including the fast pace and efficiency founded on the analysis and data put in graphs. The network and cluster constituency is called to belong to the life of companies, including the cost's minimization and changes on the supply chain. This represents a significant change in the way the human talent must connect to a job world characterized by high technology with the creativity tool: it is given from the operative worker to the creative worker. In this group it can be assured that the pillars of the Revolution 4.0 are supported on the idea of **ecosystem**, where complex relations between the systems that integrate them are supported.

In the **second part** some applications of this revolution to the health area like the artificial intelligence, block chain, health internet, 3D printing, robotics and mixed reality are embraced. Finally, in the **third part**, a description of the way how the horizon of possibilities for the technicians in health in the framework of the fourth industrial revolution for Latin America is foreseen, including a reading from the IBD and a presentation on the topic from the study of gaps done by the Chamber of commerce of Bogotá, PNUD and Sena, regarding gaps on human capital in health, from the Bogota-Region health cluster is offered. Finally, the reflection is closed with the presentation of the future work skills proposed by the Institute for the Future for the University of Phoenix Research Institute. **Objective:** To generate a reflection about the concept of the fourth industrial revolution and some applications on the health area. **Method:** A literature review was done on the topics approached as a general framework of the reflection and afterward a reflexive proposal about some of the advances within the health area in the frame of the revolution. **Conclusions:** The industry 4.0 generates big transformations in the way companies are managed and the way they produce, as the horizontal integration, central axis of the integration, not only allows to integrate the processes of each one of the areas, but it allows to integrate the processes of production among companies as a way of reducing costs and reach higher levels of productivity and a greater economic growth for the countries. **Keywords:** Fourth industrial revolution, industry 4.0, professional formation, human talent in health, cyber physical spaces, cooperation, digitalization.



La Industria 4.0 tanto para el desarrollo de nuevos productos, como de nuevas redes de producción requiere de una nueva arquitectura que deben proveer los ingenieros y que le dé respuesta a los requerimientos de los procesos de producción cada vez más complejos, e igualmente requiere de una infraestructura de banda ancha, que le garantice agilidad y confiabilidad en la transmisión y almacenamiento de la información. Así mismo, al tratarse de empresas inteligentes, se debe garantizar seguridad y protección para los diferentes sistemas, de manera que este factor que es uno de los más vulnerables de la Industria 4.0, se constituye en uno de los más fuertes, junto con el uso de la energía.

Finalmente, la Industria 4.0 requiere un cambio en la legislación de tal manera que se establezcan una serie de normas marco que den posibilidad al desarrollo rápido y eficiente de la Industria 4.0 y, que los Estados decidan apoyar su desarrollo a partir de la investigación, desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, en este aspecto, se requiere un impulso grande por parte del Estado a través de políticas públicas orientadas al apoyo del sector privado. El ejemplo es Alemania, en donde el impulso para la consolidación de la Industria 4.0 parte del Estado con unos fines perfectamente claros, mantener el liderazgo mundial en la industria manufacturera, en la producción de equipos, en el desarrollo de nuevos modelos de negocios, y de nuevos productos para el mercado global.

EL PANORAMA DE LA SALUD EN EL MARCO DE LA REVOLUCIÓN 4.0

La cuarta revolución industrial representa el avance de la humanidad en su conjunto hasta el momento, pero como toda revolución encarna cambios profundos. En el área de la salud se han venido dando cambios que impactan tanto a las instituciones, como al personal sanitario y a los usuarios de estos servicios, tecnologías como el Blockchain, impresión 3D, inteligencia artificial, robótica, nanotecnología, genómica o medicina regenerativa, entre otros, están a la orden del día. Como se ha venido exponiendo líneas más arriba los cambios de esta revolución son intrincados, hacen parte de un tejido complejo de relaciones entre diferentes dimensiones de la realidad. En este sentido el BID plantea en su libro "Servicios sociales para ciudadanos digitales" como los pilares de esta revolución se tendrán que ir madurando a través del tiempo, lo que constituye un ecosistema (Pombo, 2018. P. 9) donde se apoyan de forma progresiva y sostenida.

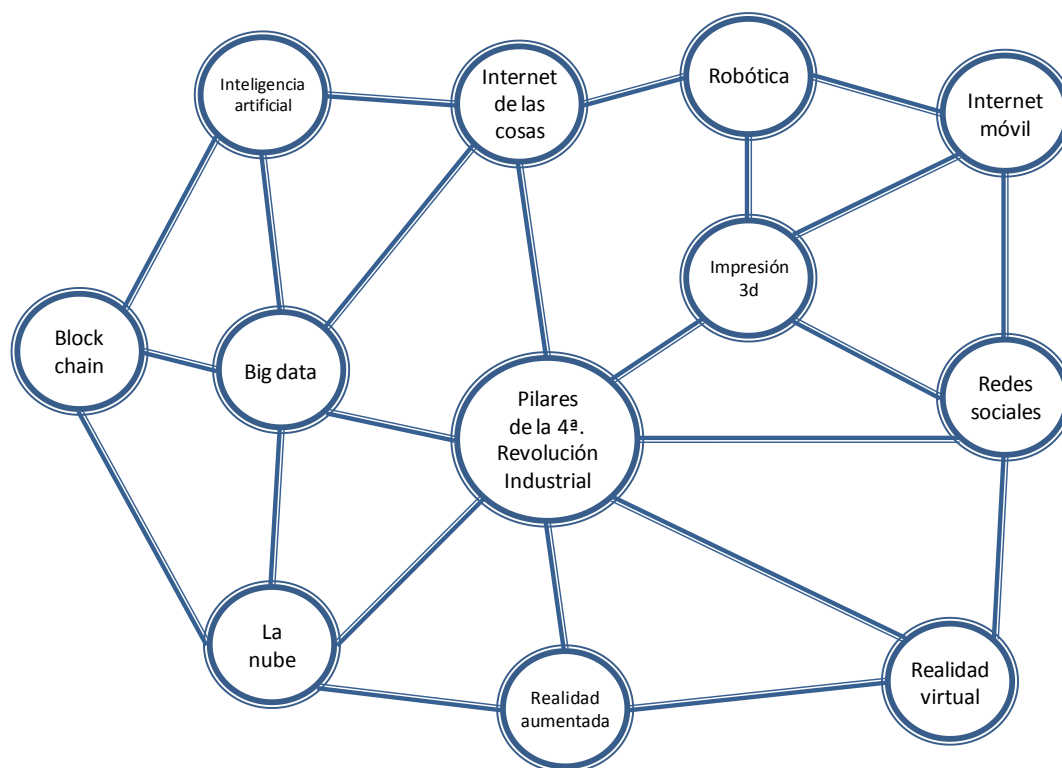


Gráfico 1. Elaboración propia con base en el texto del Banco interamericano de desarrollo "Servicios sociales para ciudadanos digitales" (BID, 2018).



Pombo reconoce tres sentidos en esta Revolución: el primero está relacionado con la velocidad con la que se han introducido los cambios en un corto tiempo; el segundo con la forma en la que se logran los nuevos avances (digital, físico y biológico); y el tercero a la cobertura de la innovación sobre sistemas enteros.

“No deberíamos subestimar el cambio que se avecina, dado que esta revolución tiene al menos tres diferencias respecto a las anteriores. La primera diferencia es la velocidad. Las revoluciones industriales anteriores sucedieron a lo largo de varias décadas pero la cuarta se está desarrollando a gran velocidad. La segunda es que la cuarta revolución industrial está impulsada por una amplia gama de nuevos avances no sólo en el ámbito digital (tales como la inteligencia artificial) sino también en el ámbito físico (nuevos materiales) y en el ámbito biológico (bioingeniería). Las nuevas tecnologías y la interacción entre ellas ofrecerán nuevas formas de crear y consumir, transformarán la manera en que se prestan y se accede a los servicios públicos, a la vez que habilitarán nuevas formas para comunicarse y gobernar. La tercera diferencia es que esta revolución no se limita a la innovación de un producto o servicio sino que se trata de innovar sistemas enteros” (Pombo, 2018. Pág. 4)

Grandes cambios se han registrado para la salud, donde se ha venido dando un giro fundamental hacia la autogestión de la salud, en especial dirigida a su mantenimiento, tratamiento y mejora. De acuerdo a Pombo (2018, P. 37) “Una industria de la salud verdaderamente digital permitiría revolucionar el diagnóstico y el tratamiento para cambiar el foco hacia la prevención y la gestión”, esto significa que se centra en el paciente y los datos que tiene de sí mismo, lo cual le permite tomar decisiones sobre su estado de salud y búsqueda de bienestar.

La cultura del autocuidado basada en la información será un valor agregado derivado de la capacidad de las nuevas tecnologías en salud. La integración de sensores en la vida cotidiana podrá generar cambios en la forma de obtener información y generar tratamientos cada vez más perso-

nalizados. Para este caso se tomarán las principales referencias relacionadas con el área de la salud describiendo algunas de las aplicaciones más significativas, frente a inteligencia artificial, Blockchain, internet de la salud, impresión 3D, robótica y realidad mixta. Dada la complejidad del abordaje del tema de la genética no se realizan por el momento reflexiones sobre el tema en este escrito.

a - Inteligencia artificial

El influjo de la inteligencia artificial en áreas de la salud como por ejemplo Watson de IBM (IBM, 2018) o Google DeepMind (Google deepmind, 2018) constituyen un nuevo universo posibilidades frente al procesamiento de grandes datos y la toma de decisiones basada en los conocimientos que se pueden obtener mediante su intervención. Varias instituciones de salud del mundo hacen parte de los desarrollos que estas dos inteligencias artificiales brinda, médicos y enfermeras apoyan su ejercicio mediante el uso del celular conectado a estas súper computadoras. Facebook ha incluido en un experimento realizado en el 2017 con el cual afirma que puede prevenir el suicidio de acuerdo al tono del lenguaje del usuario (CNN, 2018). Así mismo son significativos los casos de Corti (2018), RadlO (2018), Artmedical (2018), Sensely (2018), KidsMD (2018), Aicure (2018), Atomwise (2018), FitBit (2018) en los cuales la aplicación de la I.A. redundará en el beneficio del paciente y la capacidad de que la nueva tecnología permita la toma de decisiones asistidas y basadas en el conocimiento y experiencia compartida y procesada por computadoras Deep learning.

b - Blockchain

De acuerdo con un artículo publicado por el portal científico Elsevier (2018) su aplicación se puede dar en el manejo seguro de datos sensibles de los pacientes en siete desarrollos básicos: 1) manejo de datos clínicos; 2) el paciente controla su proceso frente a la enfermedad (historia, citas, registro de síntomas, tratamientos); 3) Seguridad de la información personal; 4) Ecosistema global de salud (información sobre salud se comparte para tomar decisiones frente a detección, diagnósticos, tratamientos); 5) Industria farmacéutica beneficiada frente a la cadena de suministro mediante una red global que permita su gestión integral; 6) Lucha contra la falsificación de medicamentos; 7) Los procesos de I+D se verán beneficiados en tanto los datos clínicos de la investigación serán verificables, seguros y originados en los mismo pacientes.

c - Internet de la salud

Junto al concepto de internet de las cosas se ha ido gestando el del internet de las personas, salud o ciudades, y ellos están incluidos en el concepto de “internet de todo” Estos conceptos han hecho énfasis en diferentes sectores de la realidad, pero evidencian en común la capacidad de conectividad y monitoreo de datos permanente que trae la cuarta revolución industrial. El énfasis de estos conceptos radica en el uso que se puede hacer de la información y como a través de un uso ético de ella se pueda generar beneficio en la salud de sus usuarios, lo cual generaría un enfoque centrado en la detección temprana y prevención de la enfermedad. En sí mismo el internet de la salud permitiría realizar un monitoreo permanente del estado de salud de una persona y conectarlo con un sistema de BigData donde de manera segura se registraría la información (Microsoft, 2018). El denominador común es el nivel de acceso a la información y que ella se está recolectando en tiempo real, lo que traería como consecuencia la necesidad para comprender lo que ocurre y llegar a una toma de decisión adecuada.



La Fundación Bankinter público un documento fruto de un Workshop sobre el Internet de las Cosas, donde se abordó el concepto de Internet de la salud en el cual se debatió sobre la forma como la conexión del paciente a diferentes dispositivos puede ayudar en la prevención de las enfermedades. En este texto presentan un gráfico que permite ubicar la dimensión de los desarrollos que se están llevando a cabo en este campo del desarrollo tecnológico (Ver gráfico 2).

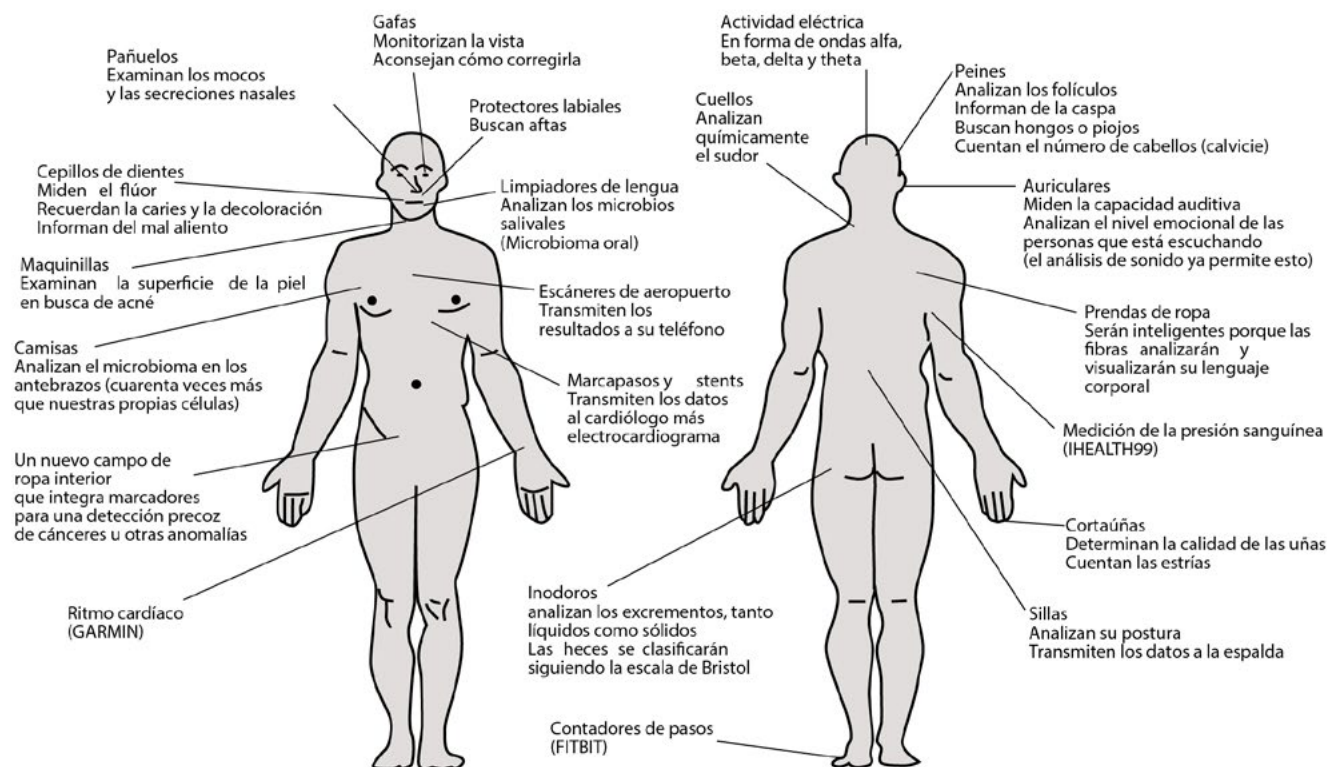


Ilustración 6: El Internet de la Salud.

Fuente: <http://quantifiedself.com> /.

Gráfico 2. El internet de la salud. Tomado del Internet de la salud. Fundación de la innovación Bankinter. P.29

La característica esencial del internet de todo está dada por la ubicuidad de la información, esto significa que casi todas las cosas del mundo son susceptibles de ser monitoreadas, incluyendo al mismo ser humano, mediante gran variedad de sensores que podrían ofrecer datos de primera mano sobre el estado de salud de una persona y eventualmente servir de soporte para la toma de decisiones informadas.

d - Impresión 3d

El avance de la impresión 3d resulta significativo para el área de la salud, pudiéndose crear dispositivos médicos (Stratasys, 2018) que ayudan en los procesos de salud, así mismo la experimentación sobre la impresión de órganos o tejidos biológicos abre un escenario totalmente nuevo frente al tratamiento de las enfermedades y dolencias que afectan a los usuarios de los servicios médicos.

La creación férulas, muletas, inmovilizadores, prótesis, órtesis, corsés, entre otros, cambia el concepto de la manera como se pueden crear

cosas en la realidad a un muy bajo costo, llegando a lugares alejados, o enfrentando situaciones de crisis, por ejemplo "En Haití se ha instalado un laboratorio de impresión 3D que produce grapas umbilicales para un hospital local" (Pombo, 2018).

Así mismo se han realizado experiencias donde se imprimen modelos en 3D para entrenamiento de personal de salud (Tikoa, 2018). Un caso significativo de ello es el desarrollo de modelos de cráneos y cerebros de pacientes a los cuales se les va a colocar electrodos intracraneales, se obtiene del procesamiento de imágenes obtenidas de resonancias magnéticas o tomografías computarizadas que se transforman en un archivo adecuado para su impresión en 3D, lo cual facilita la ubicación del lugar donde debe ser implantado dicho electrodo (Naftulin, Et. al., 2015)

La bioimpresión resulta también prometedora: la impresión de piel y órganos comienza a dar pasos importantes, haciendo frente a las dificultades de su consecución o el rechazo que pueda generar en temas

e - Robótica

f - Realidad mixta

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA FORMACIÓN DEL TALENTO HUMANO EN SALUD

a - Generalidades en el sector laboral

de la realidad latinoamericana en el campo de la salud marcado por cambios profundos a nivel demográfico y laboral, incluyendo el tema pensional:

Los sistemas de seguridad social tienen que adaptarse a la nueva realidad digital y a los futuros cambios en la estructura demográfica y del mercado laboral. Durante las próximas tres décadas, la población de América Latina y el Caribe pasará de ser una de las regiones más jóvenes del mundo a una de las más envejecidas. Para 2050, una de cada cinco personas en la región tendrá 65 años o más. Un cambio demográfico de tal magnitud tendrá sin duda enormes implicaciones en las pensiones, la salud y el cuidado de las personas mayores. Las nuevas relaciones laborales y los altos niveles de informalidad también plantean retos a la seguridad social. La desintegración de la relación tradicional de asalariado –base de la mayoría de los sistemas de seguridad social– plantea nuevas amenazas para el financiamiento de los esquemas de salud y pensiones. Asimismo agudiza la creciente desigualdad entre aquellos trabajadores protegidos por beneficios pensionales relativamente generosos y quienes carecen completamente de ellos o dependen de pensiones no contributivas. (BID, 2018. Pág.119)

Este panorama se ve relacionado con una lenta inclusión de las TIC en Latinoamérica, lo cual re-

presenta a la vez una oportunidad de mejora para la Región, la relación de las tecnologías y las tendencias del mercado se muestran como una oportunidad (BID, 2018. Pág. 105). Sin embargo el tema de la informalidad sigue manifestándose como una necesidad manifiesta. De esta forma se presenta como posibilidad actuar en tres frentes concretos a nivel latinoamericano, a saber: desarrollo de habilidades a lo largo de la vida, apoyo en la búsqueda de nuevos trabajos, replantear sistemas de seguridad social. Lo cual registra el BID de la siguiente manera:

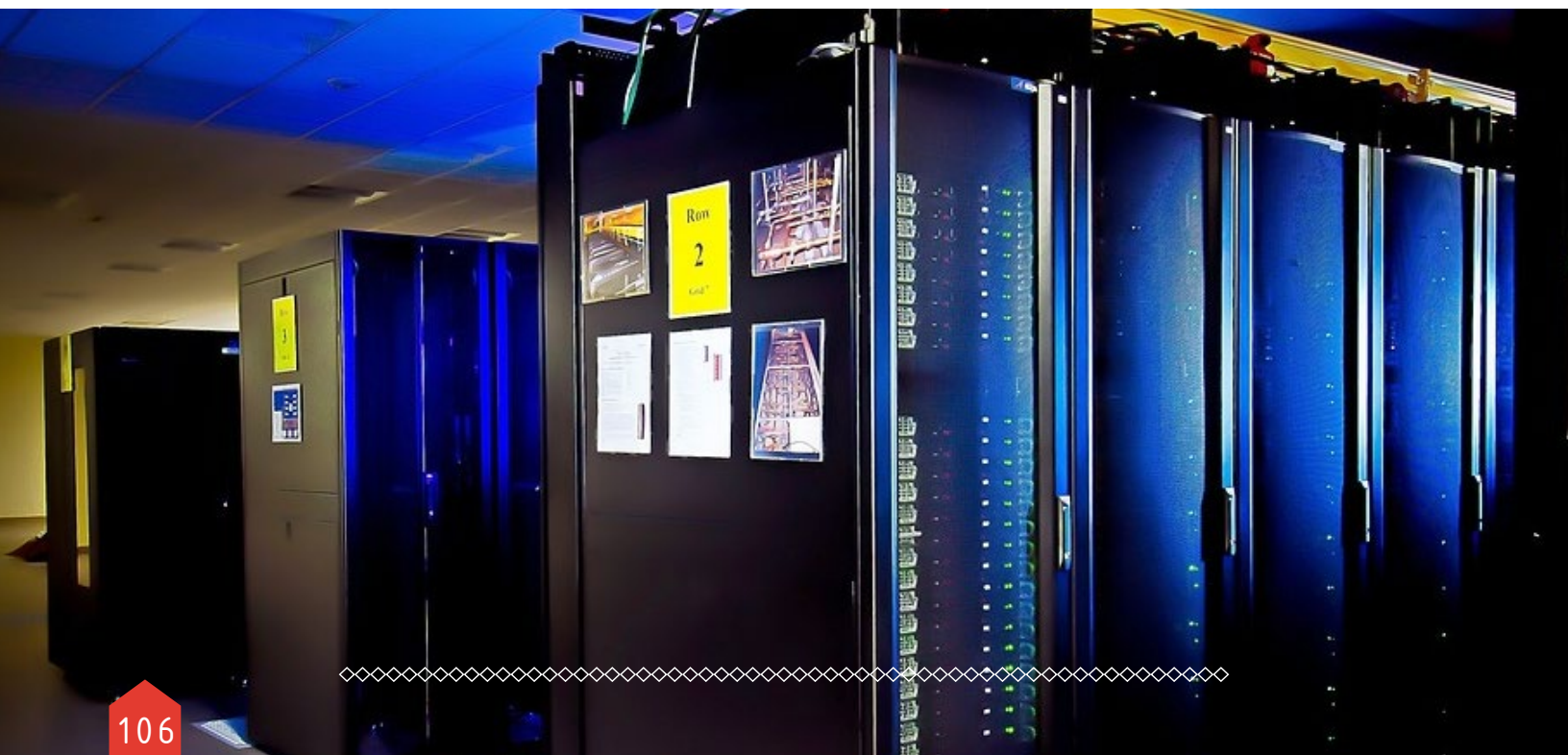
Deberán generarse alianzas público-privadas que actúen en tres frentes: (1) invertir en habilidades para todos adaptando un sistema diseñado para transmitir conocimiento desde temprana edad hasta convertirlo en uno que les permita a las personas aprender a lo largo de sus vidas; (2) apoyar a los trabajadores mientras hacen la transición a nuevos trabajos y nuevas habilidades mediante la creación y el perfeccionamiento de plataformas digitales para que los trabajadores puedan identificar y encontrar oportunidades de trabajo y tomar cursos de capacitación; y (3) repensar el estado del bienestar, porque los sistemas de seguridad social deberán adaptarse a una nueva realidad digital y a futuros cambios demográficos. (BID, 2018. Pág.106)

Estos cambios podrán generar diferentes dinámicas en el entorno latinoamericano:

Entre los “espacios tecnológicos” cuyo enorme potencial permanece inexplorado en América Latina y el Caribe figuran las fintech, las agtech, la inteligencia artificial y la automatización, la biología sintética, las energías renovables, la realidad virtual y el Internet de las cosas. (BID, 2018. Pág.108)

El tema de la automatización genera una lectura del entorno laboral en la que se ve un riesgo para los trabajadores y su inminente reemplazo. La necesidad del desarrollo de habilidades blandas en un contexto disruptivo resulta fundamentales:

Las habilidades cognitivas (como la creatividad, la abstracción y la solución de problemas complejos) y las socioemocionales (asociadas con la inteligencia



cesario resaltar el trabajo realizado por el Institute for the Future for the University of Phoenix Research Institute, que ha venido trabajando en el tema de prospectiva desde hace más de 40 años y hacia el año de 2011 publicó la “habilidades para el trabajo futuro”.

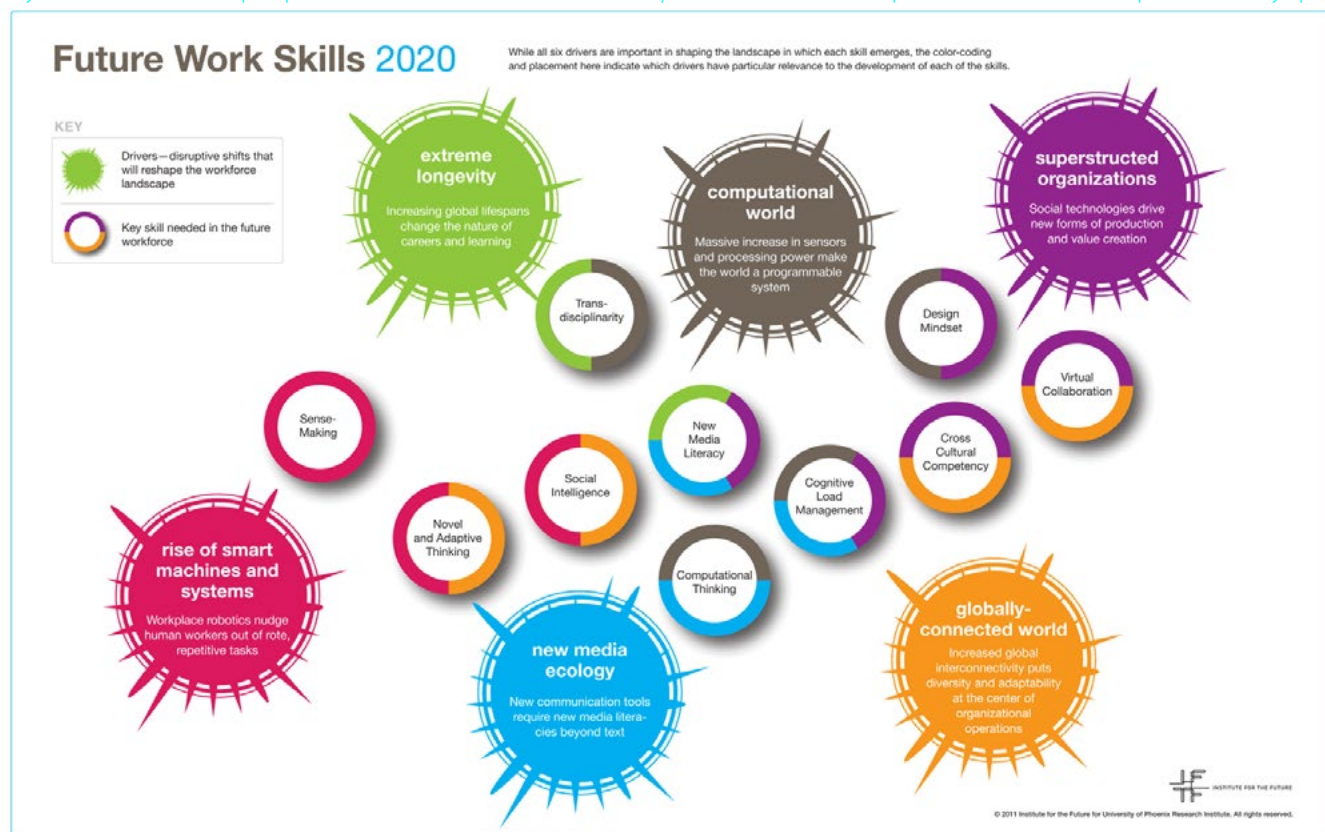


Gráfico 3 Future work skills 2020. Tomado de

http://www.iff.org/fileadmin/user_upload/images/whatwedo/IFTF_FutureWorkSkillsSummary.gif. Institute for the future.

En esta propuesta se identifican 10 competencias claves (Key skills) y seis motores de cambio (drivers) que mostrarían el horizonte de las habilidades para el futuro laboral.

ASPECTOS	COMPONENTES
MOTORES DE CAMBIO	1. La longevidad extrema. 2. El incremento de los sistemas y máquinas inteligentes. 3. El mundo computacional (“todo se puede programar”). 4. La ecología de los “nuevos medios” (es necesaria la capacidad de lograr interpretar más allá del texto). 5. Las organizaciones superestructuradas (nuevas formas de producción y creación de valor). 6. Un mundo conectado globalmente.
COMPETENCIAS CLAVES	1. Búsqueda de sentido. 2. Inteligencia social. 3. Pensamiento novedoso y adaptativo. 4. Competencia intercultural. 5. Pensamiento computacional. 6. Nueva alfabetización mediática. 7. Transdisciplinariedad. 8. Mentalidad de diseño. 9. Gestión de la carga cognitiva. 10. Colaboración virtual.

Tabla 1. Descripción de las habilidades futuras. Elaboración propia a partir del gráfico del Institute for the future, disponible en: http://www.iff.org/fileadmin/user_upload/images/whatwedo/IFTF_FutureWorkSkillsSummary.gif.

CONCLUSIONES

- ELSEVIER (20 de 11 de 2018). ELSEVIER. Obtenido de <https://www.elsevier.com/es-es/connect/ehealth/blockchain-aplicaciones-salud>
- Fitbit (25 de 11 de 2018) Fitbit. Obtenido de <https://www.fitbit.com/es/home>
- Garbie, I. (2016). Sustainability in manufacturing enterprises. El Cairo: Springer.
- Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0 The industrial internet of things. New York: Apress.
- Google deepmind (25 de 11 de 2018) Google. Obtenido de <https://deepmind.com/>
- IBM. (25 de 11 de 2018). WATSON. Obtenido de <https://www.ibm.com/watson/>
- Intuitive (25 de 11 de 2018). Davinci. Obtenido de <https://www.intuitive.com/>
- Kagermann, H., Wahlster, W., y Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Frankfurt: Federal Ministry of Education and Research.
- Kellaris, Nicholas; Gopaluni, Vidyacharan, Smith, Garrett; Mitchell, Shane & Keplinger, Christoph. Peano-HASEL actuators: Muscle-mimetic, electrohydraulic transducers that linearly contract on activation. Science Robotics 05 Jan 2018: Vol. 3, Issue 14, eaar3276 Disponible en: <http://robotics.sciencemag.org/content/3/14/eaar3276> DOI: 10.1126/scirobotics.aar3276.
- KidsMD (25 de 11 de 2018) Amazon. Obtenido de <https://www.amazon.com/Boston-Childrens-Hospital-KidsMD/dp/B01E3F0AUC>
- Magic Leap (26 de 11 de 2018). HAL. Obtenido de <https://www.magicleap.com/>
- Magic Leap. A (27 de 11 de 2018). Magic Leap | Demos: Waking Up with Mixed Reality [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?time_continue=126&v=GmdXJy_IdNw
- Magic Leap. B (27 de 11 de 2018). Medical in Spatial Computing [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=tkvszaqXOFA>
- Microsoft (25 de 11 de 2018) Microsoft. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-mx/internet-of-things/healthcare>
- Microsoft. B (27 de 11 de 2018) Microsoft. Obtenido de <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
- Microsoft. C (27 de 11 de 2018) Microsoft. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-co/p/learning-heart/9pghzvfwxpmb?activetab=pivot%3Aoverviewtab>
- Morimoto, Yuya; Onoe, Hiroaki & Takeuchi, Shoji. Biohybrid robot powered by an antagonistic pair of skeletal muscle tissues. Science Robotics 30 May 2018: Vol. 3, Issue 18, eaat4440. Disponible en: <http://robotics.sciencemag.org/content/3/18/eaat4440> DOI: 10.1126/scirobotics.aat4440
- Naftulin JS, Kimchi EY, Cash SS (2015) Streamlined, Inexpensive 3D Printing of the Brain and Skull. PLoS ONE 10(8): e0136198. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136198>
- Ohmae, Kenichi. (1991). El mundo sin fronteras. Madrid: Mc Graw Hill.
- Pombo, Cristina. Et al. (2018) Servicios sociales para ciudadanos digitales: oportunidades para América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- RaDio (25 de 11 de 2018) RaDio. Obtenido de <https://medium.com/data-analysis-center/automatic-lung-cancer-detection-on-scans-of-computed-omography-with-radio-945d781aa022>



Wake Forest (25 de 11 de 2018). Obtenido de <https://school.wakehealth.edu/Research/Institutes-and-Centers/Wake-Forest-Institute-for-Regenerative-Medicine/Research/Military-Applications/Printing-Skin-Cells-on-Burn-Wounds>

NOTAS

¹Licenciado en filosofía y letras, Magíster en educación. Investigador SENNOVA-SENA, Centro de formación de talento humano en salud, Regional Distrito capital. Correo electrónico: fabiamrojas@misena.edu.co ORCID: 0000-0003-2590-9539

² Economista, Licenciado en Filosofía y letras. Magíster en Administración Gerencial. Candidato a Doctor en Administración Gerencial. Docente Investigador Fundación Universitaria Panamericana.

