

## **Sistemas Ciberfísicos como mecanismo intransferible para la industrialización sostenible**

### **Cyberphysical Systems as a non-transferable mechanism for sustainable industrialization**

#### **Daniel Alejandro Leon Barreto**

Especialista en Big Data. Fundación Universitaria Compensar.

daleonb@ucompensar.edu.co, Avenida (Calle) 32 No. 17 – 30, Bogotá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0313-6272>

#### **Andres Felipe Marin Rodriguez**

Especialista en Big Data. Fundación Universitaria Compensar.

afelipemarin@ucompensar.edu.co, Avenida (Calle) 32 No. 17 – 30, Bogotá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3470-394X>

#### **Nicolás Santiago Saavedra Arciniegas**

Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Semillero de Industria 4.0. Fundación Universitaria Konrad Lorenz.

nicolass.saavedraa@konradlorenz.edu.co, Carrera 9 Bis No. 62 – 43, Bogotá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6677-9181>

#### **Objetivo de la investigación**

Analizar los sistemas ciberfísicos como mecanismo intransferible para la industrialización sostenible.

#### **Proyecto de investigación**

Innovación digital de la gestión administrativa universitaria

#### **Descripción del contexto**

El mundo contemporáneo, se encuentra sumergido en una carrera firme por la incorporación de tecnologías con mayor carácter disruptivo, que aticen los procesos productivos dentro de la cadena de valor hacia una industrialización inclusiva y la sostenibilidad promoviendo de esta

forma ecosistemas de innovación hacia una economía global sustentable y “verde” (Naciones Unidas, 2022; ITU, 2021; OIT, 2015).

Esta transformación de un percentil cada vez mayor de sectores apoyados por los Sistemas Ciberfísicos, el Big Data, la Inteligencia Artificial, entre otras innovaciones que liberan el potencial para acelerar la transformación digital (OIT/UIA, 2020), han venido trasladando desde el año 2015 un cumulo importante de países de todo el mundo a políticas en función de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible lo que los lleva a estar inmersos en una transición gradual hacia economías “verdes” (UNESCO, 2021).

Atendiendo a las consideraciones anteriores, esta prioridad temática, que reúne una amplia diversidad de Tecnologías de Información y Comunicación ostentar organizar los diferentes mecanismos para el aprovisionamiento de servicios tangibles e intangibles de calidad en todas las sociedades desde diferentes variables, coadyubando con ello a mitigar la pobreza, optimizar los servicios sanitarios, optimizar la eficiencia energética, entre muchos otros (ITU, 2021).

Es entonces, cuando la innovación digital como mecanismo intransferible para la industrialización sostenible e inclusiva de todas las sociedades propende por ofrecer infraestructuras resilientes desde un cambio de paradigmas como factor de reingeniería que ofrezca como resultado mitigar brecha digital, donde, tecnologías como Sistemas Ciberfísicos, la Inteligencia Artificial, el Big Data y la analítica toman lugar. De esta forma, se logra dimensionar los esfuerzos en aras de ostentar el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 9 de las Naciones Unidas: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

### **Revisión de la literatura**

Las innovaciones tecnológicas avanzan a pasos acelerados, en ese sentido, herramientas tecnocientíficas como el Internet de las Cosas (IoT), han venido teniendo un crecimiento importante en la última década, desde la aparición de la tecnificación de los procesos Industriales, a través de los Sistemas Ciberfísicos, el Big Data, la Inteligencia Artificial, el Cloud Computing, entre otros, que ha dinamizado el quehacer científico tecnológico para proveer de sistematizaciones cada vez más colmadas de interconexión ubicua.

En ese sentido, considerando los constructos definidos por Cámara Valencia, en su portal, retoman varias definiciones de los Sistemas Ciberfísicos, entre ellas, la esgrimida por La National Science Foundation, a saber:

Los sistemas ciberfísicos (CPS por sus siglas en inglés) son sistemas de ingeniería que se construyen a partir de la perfecta integración de algoritmos computacionales y componentes físicos y dependen de ella. Los avances en CPS permitirán capacidades, adaptabilidad, escalabilidad, resiliencia, seguridad y usabilidad que superarán con creces los simples sistemas integrados de hoy. La tecnología CPS transformará la forma en que las personas interactúan con los sistemas diseñados, del mismo modo que Internet ha transformado la forma en que las personas interactúan con la información. Los nuevos CPS inteligentes impulsarán la innovación y la competencia en sectores como la agricultura, la energía, el transporte, el diseño y la automatización de edificios, la atención sanitaria y la fabricación (National Science Foundation, 2014, Synopsis of Program, para. 1).

En ese sentido, los sistemas Ciber físicos persiguen mayor interconexión, integración, adaptabilidad y resiliencia entre otras características, para proveer servicios eficaces, eficientes y efectivos en la industria.

## **Metodología**

El presente estudio se desarrolló bajo el enfoque cualitativo, que, para Serrano (2000) implica que es de carácter subjetivo disciplinar, debido al contraste intersubjetivo. Para la autora, lo que caracteriza a este tipo de estudios radica en su enfoque y finalidad más allá del proceso de la investigación. Desde esta perspectiva, se ostenta un acercamiento a los objetos de estudio a través de un carácter riguroso y sistemático de sus fenómenos desde la exploración, el análisis y las reflexiones sobre ellos.

En adición a lo anterior, la presente investigación se desarrolló bajo un estudio de tipo documental o exploratoria que desde la perspectiva de Baena (2014), busca respuestas específicas que nacen a partir de la indagación en múltiples documentos, tales como libros, documentos de archivo, impresos, estadísticas, la observación, entre otros.

Por otra parte, parte importante de los estudios documentales corresponde a la hermenéutica (Cook y Reichardt, 2005). Esta se basa, en la interpretación de fuentes de información que busca la comprensión de los diferentes fenómenos de estudio, de esta forma, convalida una verdad subjetiva (Pulido *et al.*, 2007; Garagalza, 2002).

En resumen, el presente estudio se basó en el paradigma cualitativo que a través de un estudio de tipo documental busca llevar a cabo la búsqueda, la selección y el análisis de investigación, apoyado en la hermenéutica, para la interpretación de fuentes fidedignas de información, entre ellas: Diarios de corte nacional e internacional, sitios web de organismos multilaterales, artículos científicos, notas digitales, libros resultado de investigaciones, entre otras fuentes con la finalidad de dar respuesta al propósito del presente estudio.

A tales efectos, el estudio desarrolló la indagación en un contexto de 42 escritos derivados de las fuentes antes citadas, siendo los mas relevantes para la investigación 14 de ellos, debido a su pertinencia científica.

## **Hallazgos**

Tecnologías como la computación en la nube (Cloud Computing) y el Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en ingles), son claves para la evolución de los Sistemas Ciberfísicos, así lo describe la BBC News Mundo (2016), quienes esgrimen que estas tecnologías formaran parte de las “fabricas inteligentes”. Por su parte, Automática e Instrumentación (2017), infieren a partir de los resultados del Barómetro Global de Innovación de General Electric, que los sistemas ciberfísicos optimizaran las capacidades de comunicación de los sistemas, la escalabilidad de la tecnología y finalmente, mayor autonomía y seguridad.

Entre tanto, para Gómez (2017), quien esgrime que tecnologías como el Big Data, la Inteligencia Artificial y las más novedosas tecnologías digitales de comunicación darán lugar a los sistemas ciberfísicos, que será el epicentro del cambio industrial. Por su parte, para Beleño (2018), esta tecnología disruptiva está cambiando la forma de producción y el pensamiento. En adición a lo anterior, Godoy (2020), asegura que los sistemas ciberfísicos surgen como una opción multidisciplinaria, interpretando soluciones que bien pueden ser aplicadas a situaciones de la vida real, lo que permite que esta tecnología ostente alcanzar el Objetivo de Desarrollo

Sostenible (ODS) número 9 de las Naciones Unidas: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

En otro respecto, dentro de un contexto de capacitación, Bosch Rexroth desarrolló el nuevo sistema de formación CPS i4.0, que reúne las herramientas de la Industria 4.0 y el IoT con Sistemas Ciberfísicos como un sistema de formación que ostenta el adiestramiento del personal ante los nuevos retos tecnológicos. Otras de las características genéricas de los CPS, es que cuenta con aquellos dispositivos inteligentes que combinan el hardware físico con software y conectado a Internet (CincoDías, 2019), con autonomía (García, 2020).

## **Conclusiones**

Los sistemas ciberfísicos, se posicionan como la siguiente generación industrial por sus capacidades para integrar un cumulo importante de tecnologías heredadas de la Industria 4.0. Estas capacidades ostentan el Internet de las Cosas, al proveer conexión continua y segura de alto nivel para el control, supervisión y auditoria de los dispositivos conectados, autonomía de procesos industriales, derivado de la Inteligencia Artificial, la integración entre hardware y software especializado y la obtención de grandes volúmenes de información, consolidando así el Big Data, entre otros.

Por otra parte, los sistemas ciberfísicos ostentan implementar infraestructuras resilientes que sean amigables con el medio ambiente en las veces de permitir la recuperación, adaptación, absorción y eficiencia de sus infraestructuras y funciones esenciales, asimismo, que logren mitigar la brecha digital incorporando a todos los interesados durante el proceso, optimizando de esta forma, la cadena de valor industrial.

Estas consideraciones, esgrimen el aprovisionamiento de servicios tangibles e intangibles que aceleren la transformación digital de los sectores productivos, mitigando con ello la pobreza, la mejora en los servicios de salud, la eficiencia energética desde una industrialización inclusiva y sostenible, promoviendo con ello, ecosistemas de innovación hacia una economía global sustentable y “verde”.

Es menester del presente estudio, generar nuevas palestras de discusión desde los sectores de la academia y la investigación en el desarrollo de soluciones que generen impacto en los sectores productivo y las diferentes cadenas de valor del cliente, entre tanto, generar los espacios

creativos, de integración social, de crecimiento individual que esboce una mejor forma de hacer las cosas desde la innovación y la explotación de recursos hacia la sostenibilidad y sustentabilidad de los mismos.

### **Agradecimientos**

A La Dirección de Investigación Nacional de La Fundación Universitaria Compensar. Este capítulo es resultado de un proyecto de investigación intitulado “Optimización digital de la gestión académica” que se encuentra ya finalizado.

### **Fuentes de financiamiento**

La institución financiadora es Fundación Universitaria Compensar bajo el Código del Proyecto SIGP/Código número 2120221.

### **Conflictos de interés**

Los autores declaran expresamente no tener intereses en conflicto para el desarrollo de este producto resultado de investigación.

### **Fuentes Bibliográficas**

Automática e Instrumentación. (18 de 05 de 2017). *El IoT impulsa los nuevos sistemas ciberfísicos en fábricas inteligentes de la industria 4.0*. Recuperado el 27 de 03 de 2024, de <https://www.automaticaeinstrumentacion.com/texto-diario/mostrar/2735890/iot-impulsa-nuevos-sistemas-ciberfisicos-fabricas-inteligentes-industria-40>

Baena, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Grupo Editorial Patria.

BBC News Mundo. (12 de 10 de 2016). *Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos)*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>

Beleño, I. (14 de 2 de 2018). *Diario La Republica*. Obtenido de La cuarta revolución industrial es protagonista en foro de la Nacional y LR: <https://www.larepublica.co/economia/la-cuarta-revolucion-industrial-es-protagonista-en-foro-de-la-nacional-y-lr-2599180>

Camara Valencia. (s.f.). *Sistemas Ciberfísicos: la respuesta a las necesidades de la sociedad y la industria*. Recuperado el 27 de 03 de 2024, de

<https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/sistemas-ciberfisicos-la-respuesta-a-las-necesidades-de-la-sociedad-y-la-industria/>

CincoDías. (24 de 07 de 2019). *Inditex y la cuarta revolución industrial*. Recuperado el 27 de 03 de 2024, de

[https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/07/23/companias/1563890404\\_689306.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/07/23/companias/1563890404_689306.html)

Cook, T., & Reichardt, C. (2005). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. 5ta edición. Madrid, España: Morata.

Garagalza, L. (2002). *Introducción a la hermenéutica contemporánea cultura, simbolismo y sociedad*. Anthropos.

Garcia, S. (12 de 06 de 2020). *Interempresas*. Recuperado el 27 de 03 de 2024, de Las tecnologías 4.0 en el sector del plástico:

<https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/306580-Las-tecnologias-40-en-el-sector-del-plastico-desarrollo-del-proyecto-G4ND4LF.html>

Godoy, I. (30 de 10 de 2020). *Conecta - Tecnológico de Monterrey*. Obtenido de ¡Aquí empieza el futuro! Tec GDL inaugura laboratorio ciberfísico:

<https://conecta.tec.mx/es/noticias/guadalajara/investigacion/aqui-empieza-el-futuro-tec-gdl-inaugura-laboratorio-ciberfisico>

Gómez, E. (17 de 05 de 2017). *El IoT impulsa los nuevos sistemas ciberfísicos en la industria 4.0*. Obtenido de <https://smart-lighting.es/iot-ciberfisicos-industria/>

ITU. (12 de 2021). *Comprometida para conectar al mundo*. Recuperado el 25 de 03 de 2024, de Tecnologías digitales para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas: <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/icts-to-achieve-the-united-nations-sustainable-development-goals.aspx>

Naciones Unidas. (2022). *Industria 4.0 para el desarrollo inclusivo*. Informe del Secretario General, Ginebra. Obtenido de [https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162022d2\\_es.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162022d2_es.pdf)

National Science Foundation. (5 de 03 de 2014). *NSF 14-542: Cyber-Physical Systems (CPS)*. Recuperado el 27 de 03 de 2024, de <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/cyber-physical-systems-cps/nsf14-542/solicitation>

OIT. (2015). *Resultados de la Reunión tripartita de expertos sobre desarrollo sostenible, trabajo decente y empleos verdes*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms\\_420567.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_420567.pdf)

OIT/UIA. (2020). *El futuro del trabajo en el mundo de la Industria 4.0*. Buenos Aires: Oficina de país de la OIT para la Argentina.

Pulido Rodríguez, R., Ballén Ariza, M., & Zúñiga López, F. (2007). *Abordaje hermenéutico de la investigación cualitativa. Teorías, proceso, técnicas*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad Cooperativa de Colombia.

Serrano, G. (2000). *Modelos de investigación cualitativa en educación social y animación sociocultural. Aplicaciones prácticas*. Madrid: Narcea.

UNESCO. (2021). *Informe de l'UNESCO sobre la Ciencia: La Carrera contra el Reloj para un Desarrollo más Inteligente – Resumen Ejecutivo*. (S. Schneegans, J. Lewis, & T. Straza, Edits.) Paris, Francia: UNESCO. Obtenido de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250_spa)