

## Tres elementos a tener en cuenta en la formación de ingenieros para la industria 4.0 en Cuba

## Three elements to take into account in the training of engineers for industry 4.0 in Cuba

**Manuel de la Rúa Batistapau<sup>1\*</sup>, Edilia Castro Junco<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Básicas, Cujae, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echevarría, Cujae, [mrua@icb.cujae.edu.cu](mailto:mrua@icb.cujae.edu.cu);

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Básicas, Cujae, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echevarría, Cujae, [ecastro@icb.cujae.edu.cu](mailto:ecastro@icb.cujae.edu.cu);

\*Autor de correspondencia: [mrua@icb.cujae.edu.cu](mailto:mrua@icb.cujae.edu.cu)

### Resumen

La transformación digital en los procesos industriales resulta de vital importancia para que nuestras producciones de bienes y servicios logren mayor competitividad e inserción en el mercado internacional. Esta realidad demanda para nuestro país, cambios importantes en la preparación de los actuales y futuros profesionales, que tendrán a su cargo esa responsabilidad. El desarrollo de un pensamiento crítico y multilateral, la aplicación de enfoques interdisciplinarios y la consiguiente transformación curricular, a consideración de los autores, son tres elementos fundamentales que han de impactar en el diseño de los currículos de las diferentes carreras, en las didácticas particulares, así como en la concepción general de la formación de los futuros profesionales. En correspondencia con ello, este artículo tiene como objetivo argumentar el empleo de métodos, formas y vías para su implementación en el proceso de formación de ingenieros aptos para el desarrollo de la Industria 4.0 en Cuba. Los argumentos que se exponen en el artículo, forman parte de los resultados de dos proyectos de investigación: “Particularidades de la enseñanza de la ingeniería”, CREA 2013-2017 e “Impacto de las redes sociales en la comunidad universitaria” 2021-2024.

**Palabras clave:** Formación de ingenieros, industria 4.0, interdisciplinariedad, pensamiento multilateral, currículo.

### Abstract

The digital transformation in industrial processes is of vital importance for our production of goods and services to achieve greater competitiveness and insertion in the international market. This reality demands for our country, important changes in the preparation of current and future professionals, who will be in charge of this responsibility. The use of technologies, the development of critical and multilateral thinking and the application of interdisciplinary approaches, in the opinion of the authors, are three fundamental elements that have an impact on the design of the curricula of the different careers, in the particular didactics , as well as in the general conception of the training of future professionals. In correspondence with this, this work aims to argue the use of methods, forms and ways for its implementation in the process

of training engineers suitable for the development of Industry 4.0 in Cuba. The arguments that are presented in the work are part of the results of two research projects: "Particularities of engineering education", CREA 2013-2017 and "Impact of social networks on the university community" 2021-2022.

**Keywords:** Engineering training, industry 4.0, interdisciplinarity, multilateral thinking, curriculum

*"Los más grandes y graves problemas del mundo actual se dirimen en esa inmensa red que nos enlaza sutil o abiertamente y es preciso enfrentar tales escenarios con conocimiento suficiente para no ser objetos al servicio de los peores intereses o sujetos acríticos de un entorno que compromete hasta la supervivencia de la especie."*

Díaz-Canel, M. [1]

*"Una educación copiada de los tiempos viejos, con menguadas e ineficaces reformas, no puede favorecer el desarrollo de las fuerzas nuevas, cuya existencia, empleo y tendencia no figuran como elementos del sistema de educación que ha de enseñar a manejarlas".*

Martí J. [2]

## 1. Introducción

En el discurso inaugural del Congreso Internacional “Universidad 2022”, el Presidente cubano expresó: “... nos planteamos la necesidad de convertir, cada vez más, el conocimiento y la ciencia, en fuerzas sociales transformadoras que nos ayudarán a encontrar soluciones innovadoras a los múltiples desafíos económicos, sociales, políticos, culturales, que dimanan, como el agua de un surtidor, del modelo de desarrollo que impulsamos” [3]. Este modelo incluye a la transformación digital como uno de sus pilares y es precisamente esta la esencia fundamental que distingue a lo que se ha dado en llamar Industria 4.0.

En Cuba dicha transformación asociada a los procesos industriales, resulta de vital importancia para que las producciones de bienes y servicios logren mayor competitividad e inserción en el mercado internacional, lo cual demanda para el país, cambios importantes en la preparación de los actuales y futuros profesionales, que tendrán a su cargo esa responsabilidad.

Aunque es innegable el esfuerzo sostenido por docentes y directivos en la búsqueda de soluciones permanentes a las necesidades y exigencias siempre crecientes del proceso de formación de ingenieros y arquitectos en la Cujae y sus centros asociados para esta tarea, persisten problemáticas que afectan el proceso docente en nuestra institución, que pudieran reseñarse de la siguiente manera:

- El claustro envejece rápidamente y su renovación con profesores jóvenes y bien preparados está afectada por la alta movilidad social y laboral que acontece en estos momentos.
- Nuestros docentes son en su mayoría ingenieros y arquitectos de prestigio, basan su actividad en su experiencia profesional y docente sobre la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura.
- A pesar de los procesos de perfeccionamiento curricular realizados en estos años, el carácter sistémico, las relaciones interdisciplinarias, los sistemas evaluativos, el tratamiento didáctico de los contenidos y los resultados en el aprendizaje y la promoción, en la mayoría de nuestras carreras no responden a las exigencias de la sociedad y la industria del futuro.
- El dominio y trabajo con los Modelos del profesional se debilita en la actividad cotidiana de los docentes, que resulta fraccionada y centrada en el vencimiento individualizado de los contenidos de cada asignatura.

- Existe poco conocimiento y débil determinación de las particularidades de la formación de ingenieros para la industria 4.0 en Cuba, que debe lograr altos niveles de creatividad, precisión en la solución tecnológica, ahorro de recursos, funcionalidad y utilidad de los resultados del trabajo de los graduados.
- El logro en cuanto al desarrollo del dominio en los estudiantes de los procedimientos lógicos del pensamiento, característicos de los ingenieros y arquitectos es aún bajo en nuestros graduados, en correspondencia con las exigencias sociales actuales.

Estas y otras problemáticas justifican nuestra preocupación, por la necesidad de lograr estudios científicos y acciones transformadoras que nos permitan transformar la formación con vistas a potenciar la labor en la industria 4.0

Pero, ¿cuáles son los antecedentes de la llamada Industria 4.0? y ¿qué entender cuando se le menciona?

A partir de la consulta de diversas fuentes dicho término se presentó por primera vez en la Feria de Hannover en 2011, en la que sus organizadores enunciaron que “... los cambios tecnológicos desarrollados, dados por la rápida implementación de las investigaciones en la práctica, la conexión de muchos factores en la industria a partir de los sistemas inteligentes y la robótica, habían creado las bases para comenzar a plantearse una nueva revolución industrial, ahora la cuarta” [4].

No obstante, son diversos los enfoques que se encuentran en correspondencia con el término y lo que significa, aunque todos los autores coinciden en asociarlo con el fenómeno de la “Cuarto Revolución Industrial”. Sin embargo, en países como España, Francia y Estados Unidos también se desarrollaban acciones encaminadas al mismo fin. En el caso de América Latina Ecuador, México y Argentina destacan como pioneras, acompañadas de Cuba que da sus primeros pasos (creación de Empresas de Alta Tecnología y Parques Científico Tecnológicos, entre otras iniciativas).

Como rasgos distintivos, a la Industria 4.0 se le asocia la utilización de una gran masa de datos (*Big Data*), un enfoque personalizado de la producción (cada vez más centrada en el cliente), una mayor digitalización de los procesos productivos y de servicios, la Internet de las cosas (identificada como IoT por sus siglas en inglés) y las Tecnologías aditivas. A los que se agregan la inteligencia artificial en múltiples expresiones (servicios inteligentes, fábricas inteligentes, ciudades inteligentes, productos inteligentes, máquinas inteligentes).

En este sentido se comparte la visión de quienes consideran a la Industria 4.0 como una manera de concebir la industria, al tiempo que una estrategia en la que se integran herramientas novedosas, metodologías, y recursos humanos innovadores, constituyéndose en una guía para señalar los caminos a seguir en el futuro. Sin embargo, se aprecia consenso entre los autores que tratan el tema, acerca de que estos cambios, que de hecho se están produciendo de una forma acelerada, que estos demandan a su vez de la transformación del talento humano y de la formación de nuevas competencias profesionales, para lo cual las instituciones formativas deberán jugar un papel determinante.

Al respecto llaman la atención las constantes referencias que apuntan hacia un incremento en la demanda de “competencias técnicas y prácticas de carácter no rutinario y creativo”, donde en la medida en la que los robots consigan mayores niveles de automatización en la realización de tareas rutinarias, “el trabajo humano dependerá de las habilidades para aplicar el conocimiento en nuevos contextos con el fin de desempeñar tareas no rutinarias”[5], al tiempo en que se requieran habilidades para el liderazgo, la gestión de procesos de transformación digital tanto en las organizaciones como en las empresas, así como la adaptación a nuevos entornos interconectados.

Entonces, ante esta realidad, ¿qué características deben distinguir a los futuros ingenieros que necesita el desarrollo de la Industria 4.0 en Cuba?

En primer lugar, se trata de profesionales que se distingan por ser competentes con el mundo digital, capaces de adaptarse a ambientes laborales diversos, al tiempo que sean sujetos críticos, creativos y emprendedores. Respecto a la primera característica, esta a su vez requiere de originalidad, innovación, razonamiento y habilidades para la resolución de problemas de alta complejidad, diseño y programación, así como pensamiento analítico, sistémico y crítico. Igualmente deben caracterizarse por el buen manejo de las relaciones interpersonales, ser cooperativos, y estar comprometidos con el futuro del país, acompañados de actitudes y valores críticos y éticos respecto al manejo de la información.

El desarrollo de un pensamiento crítico y multilateral, la aplicación de enfoques interdisciplinarios y la consiguiente transformación curricular, a consideración de los autores, son tres elementos fundamentales que han de impactar en el diseño de los currículos de las diferentes carreras, en las didácticas particulares, así como en la concepción general de la formación de los futuros profesionales. En correspondencia con ello, este trabajo tiene como objetivo argumentar el empleo de métodos, formas y vías para su implementación en el proceso de formación de ingenieros aptos para el desarrollo de la Industria 4.0 en Cuba.

## 2. Materiales y métodos

Los materiales y métodos de este trabajo, se corresponden con los utilizados también en dos proyectos de investigación, donde participaron los autores y de donde se extraen los resultados y argumentos presentados en este artículo.

El **problema** científico identificado lo formulamos como pregunta científica de la siguiente manera ¿Cuáles serían las particularidades distintivas y los métodos, formas y vías a utilizar, para la formación de ingenieros aptos para satisfacer las exigencias formativas de la Cuba del futuro? Mientras que asumimos que este problema se manifiesta en el **objeto**: Proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería y la arquitectura y en particular en el **campo**: La enseñanza-aprendizaje de la ingeniería y la arquitectura en las condiciones de la formación para la Industria 4.0 en el contexto cubano.

A lo largo de estos años trabajamos con un sistema de **hipótesis de trabajo** de las que se relacionan directamente con los resultados las siguientes:

- La determinación de las particularidades de la enseñanza de cada una de las ingenierías y de la arquitectura y su consideración al estructurar los currículos y desarrollar la docencia, permitiría un nivel mayor de satisfacción de las exigencias formativas para los profesionales que trabajarán en las condiciones de la industria 4.0.
- El proceso de formación de ingenieros en Cuba debe centrarse en la formación interdisciplinar de un modo de actuar contextualizado y particular que permite la estructuración estable de las influencias pedagógicas para el desarrollo profesional y personal de los educandos.
- El desarrollo del pensamiento creativo y de los procedimientos lógicos del pensamiento abstracto es una exigencia particular a la didáctica de las ingenierías y la arquitectura para la formación en las condiciones de la industria 4.0.

Entre los **métodos y técnicas** utilizados se destacan:

El análisis bibliográfico: para determinar el estado de conceptualización de la industria 4.0 y sus exigencias con respecto a la formación de ingenieros, estado del objeto y el campo y determinar las brechas científicas fundamentadas para el estudio de las particularidades de la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura.

El enfoque sistemático: para analizar la estructura, relaciones y resultados de la organización y desarrollo de los diferentes Procesos de enseñanza y aprendizajes en carreras de ingeniería y arquitectura.

Recopilación de datos empíricos. Para, por medio de encuestas, entrevistas individuales y grupales, otras técnicas aplicadas durante el estudio psicopedagógico nacional sobre la utilización de las TIC por los jóvenes y adolescentes del 2024, analizar y procesar la información sobre el estado de los procesos de formación con el uso de las TIC y la observación: Observación participante y no participante: Para comprobar en la práctica, la marcha de los procesos de diseño curricular y tratamiento didáctico de los contenidos, en interés de la formación para la industria 4.0.

Estos elementos han guiado el trabajo de los autores y los grupos de investigación de los proyectos y sirvieron para identificar la especificidad de los resultados que se presentan y discuten a continuación.

### **3.Resultados y discusión**

Como se ha planteado en los acápitres anteriores durante la ultima década, los autores nos hemos dedicado a investigar en temáticas relacionadas con la formación de ingenieros y el uso de las TIC y asumimos resultados parciales de esas investigaciones como fuente para la presentación de tres de sus resultados directamente vinculados al perfeccionamiento de los procesos de formación de ingenieros y arquitectos para garantizar un desempeño eficaz en las condiciones del futuro de Cuba.

El desarrollo de la Industria 4.0 impone nuevos retos y exigencias y es por eso que de entre los múltiples resultados que apuntan al perfeccionamiento curricular, didáctico y educativo de la formación de ingenieros; destacamos momentos relacionados con el desarrollo del pensamiento que corresponde a los profesionales de la Industria 4.0; con una de las vías fundamentales para las trasformaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje y por supuesto, con las maneras de lograr la transformación necesaria de los currículos. A continuación, presentamos, desplegamos y discutimos tres elementos importantes a considerar.

#### **Desarrollo de un pensamiento crítico y multilateral**

Al hacer referencia al pensamiento crítico, este se entiende como la capacidad que permite no solo adquirir el conocimiento, sino que incluye su comprensión y el ejercicio de reflexión acerca de lo aprendido. Esta forma de pensamiento es sumamente necesaria para resolver problemas y tomar decisiones desde la cual se requiere partir del cuestionamiento, para que la búsqueda de las respuestas conduzca hacia las posibles soluciones. Esta necesidad favorece retomar desde una visión contemporánea, el método socrático, como vía para su desarrollo en los estudiantes.

Industria 4.0 y desarrollo creciente del mundo digital se constituyen en un par que distingue las características más relevantes de la primera, al tiempo que revela una contradicción a tener en cuenta, fundamentalmente en los procesos de formación de los profesionales del futuro. A saber, ante el incremento acelerado de la automatización se necesitará de una mayor racionalidad y protagonismo de los seres humanos en los procesos de liderazgo y toma de decisiones.

La resolución de problemas complejos pasará indefectiblemente por el análisis de un gran volumen de datos (*Big Data*) e información, para lo cual se requiere desde los procesos de formación, desarrollar en los estudiantes habilidades tales como argumentación, análisis y evaluación de los mismos, que le permitan emitir criterios lo más objetivamente posible.

En este escenario, las redes sociales también incrementan su protagonismo, las que además de generar un gran volumen de información, la producen a alta velocidad (la misma con la que puede desaparecer), impidiendo el cuestionamiento necesario que lleve a la búsqueda de datos que permitan reflexionar, en un ejercicio consciente de análisis de la información recibida.

Las redes sociales digitales con su inmediatez, su reacción emocional, rápida y cargada de sentimiento no favorece el análisis argumentativo y la lógica que generalmente exigen los procesos de toma de decisiones responsables. La navegación personalizada y acrítica por el “*Mare Magnum*” de información digital, la consulta irreflexiva de las herramientas de inteligencia artificial y el desconocimiento del funcionamiento de los algoritmos ocultos en las automatizaciones son retos profesionales para los que trabajaran en la industria 4.0, pero son prácticas frecuentes en la cotidianidad de nuestros estudiantes y docentes.

Desde el actuar del profesor, en nuestras universidades el desarrollo del pensamiento crítico a de acompañar el fomento del uso de la inteligencia en su expresión más general, vista como la facultad de la mente humana que permite aprender, entender, razonar, tomar decisiones y formarse una idea determinada de la realidad.

En el caso particular de Cuba, ante el incremento de las acciones para destruir la Revolución, se requiere preparar a los futuros profesionales no solo para que sepan lo que hacen, sino que sean capaces de comprender por qué y para qué lo hacen; qué papel jugarán en el desarrollo del país y cuál es su responsabilidad para con ellos mismos y para la sociedad en la que viven, desde una apropiación crítica de los valores que nos distinguen.

Ante esta realidad corresponde preguntarse: ¿qué hacer para lograr el desarrollo de un pensamiento crítico en los estudiantes que les permita estar en mejores condiciones para convivir en ambientes cada vez más digitalizados?

Las respuestas ante esta pregunta serán disímiles, no obstante, a juicio de los autores se requiere por parte de los docentes asumir que su papel protagónico ya no estará dado solamente por el dominio de la materia que imparten, sino también por ser portadores de competencias digitales habilidades informacionales que le permitan “entrar” en el mundo de sus estudiantes. En este sentido se comparte el criterio de varios autores que enumeran las características que deben tener los ingenieros innovadores [6], [7].

Ante el futuro que se avizora, el protagonismo que tradicionalmente se le ha concedido a la exposición oral como método por excelencia, tendrá que ceder su protagonismo a la formulación de preguntas, a la utilización por los estudiantes del método hipotético-deductivo, y deberá ser, cada vez más frecuente y necesaria, la enseñanza basada en proyectos, cuyos objetivos incluyan la solución, tanto a problemas reales identificados en la esfera productiva, como en los espacios donde conviven estudiantes y profesores, reforzando el vínculo universidad-gobierno-empresa.

En este sentido la resolución de un problema real, se constituye en vía que propicia un análisis más objetivo de la realidad, al tiempo que fomenta en los estudiantes el sentido de la responsabilidad ante cada propuesta de solución, para la cual tendrá que analizar, valorar y decidir críticamente.

De igual forma se requiere desarrollar un proceso de enseñanza que forme en los estudiantes habilidades para el manejo crítico de un gran volumen de información proveniente de fuentes diversas, para lo cual se precisa de sistemas de tareas en los que el análisis y la argumentación sean indicadores de peso, y donde el respeto a la diversidad de criterios también forme parte del ejercicio de aprender.

Corresponde a la universidad dotar a los futuros profesionales de herramientas que les permitan enfrentar y comprender que a nivel global se libra una batalla por la apropiación, más que de los espacios físico, de la mente de los seres humanos. Se homogenizan los gustos, se intenta hacer desaparecer las tradiciones y todo aquello que marque la diferencia, ya sea ideológica, política o cultural. Sea entonces el desarrollo del pensamiento crítico una vía que minimice las intenciones manifiestas de convertir a los sujetos en “rehenes de sus emociones”, desconectados de su capacidad de pensar. Las características de la Industria 4.0 anteriormente mencionadas, a juicio de los autores confirman la necesidad de procesos

formativos cada vez más cercanos en sus propósitos, al desarrollo multilateral de la personalidad de los sujetos.

### Aplicación de enfoques interdisciplinarios

Las transformaciones que conducen al predominio de la Industria 4.0 en nuestra cotidianidad y el avance cada vez más sólido de la relación gobierno-universidad – empresa, condicionan la transformación acelerada de los procesos de formación de ingenieros y arquitectos, pues si el proceso educativo no se adapta a los ritmos de evolución en la industria, se puede propiciar una ruptura en la relación industria-academia y con ello la ruptura entre el desarrollo personal y las exigencias sociales.

Las relaciones de producción, distribución, cambio y consumo son cada vez más sociales y mayormente mediadas por las tecnologías y generan nuevas formas de intercambio, de cooperación y de colaboración, no solo de medios, de objetos, de tecnologías y de materiales; sino, y en mayor medida, de conocimientos, hábitos, habilidades, costumbres y valores que privilegian las relaciones de todo tipo entre estas configuraciones personológicas, que se privilegian mediante las relaciones interdisciplinarias.

Resulta evidente la tendencia creciente a la integración de esfuerzos y aportes de las diferentes ciencias, en las aplicaciones de la Industria 4.0. En íntima relación con esta tendencia, se da la *integración horizontal* que consiste en la interpenetración y entrecruzamiento de las disciplinas tradicionales para la solución de problemas complejos. Relaciones para las que existen hoy mejores condiciones de aplicación, pues se ha logrado el desarrollo de docentes, especialistas y profesionales que adecuan sus trabajos individuales al trabajo cooperado, con mentalidad flexible y de cambio.

La madurez de las disciplinas técnicas y sociales que se relacionan en la solución de problemas complejos (producción, automatización, salud, medio ambiente, etc.) requieren de esfuerzos multilaterales e integrados para su solución y la existencia de marcos institucionales apropiados para el logro de estos fines; incluidos los formativos.

¿Cómo lograr, entonces, los niveles de interdisciplinariedad necesarios en la formación de ingenieros y arquitectos para el trabajo en las condiciones de la Industria 4.0? Para dar respuesta a esta interrogante, los autores se valieron de su experiencia profesional, y los procedimientos del análisis y la síntesis, luego de procesar diversos documentos relacionados con la didáctica de las ingenierías y su currículo. A nuestro juicio, algunas de las pistas del éxito pudieran ser las siguientes:

- Determinar nodos conceptuales, problemas profesionales, ejes transversales, estrategias curriculares, actividades y formas de evaluación que promuevan y faciliten la interdisciplinariedad entre nuestras asignaturas.
- Determinar problemas profesionales sencillos donde se integren la mayor cantidad de contenidos de las diferentes asignaturas.
- Favorecer las enseñanzas impartidas en común por profesores de diferentes especialidades, y más aún, reflexionar acerca de las divisiones en “disciplinas”, sometiendo a examen ciertos reagrupamientos heredados en la historia.
- Diseñar ejercicios, talleres y proyectos integradores y/o interdisciplinarios, cada vez más complejos, a medida que avanzan en el proceso de formación.
- Diseñar una asignatura, integradora de contenidos de todas las asignaturas del ciclo básico, al final de segundo año (Por ejemplo: evaluar sistemas de ingenierías o fundamentos de las soluciones de la ingeniería).
- Organización de las prácticas laborales con mayor nivel de integración de asignaturas, a partir de la determinación, apropiación y evaluación de modos de actuación y no del cumplimiento de tareas específicas.

- Elaborar instrumentos integradores de la evaluación frecuente y final.
- Reforzar actividades extracurriculares con intereses de integración. (Foros, competencias de conocimiento entre facultades, investigación formativa, participación en tareas de impacto social, actividades extensionistas con vínculo al proceso docente educativo).
- Vincular alumnos desde los primeros años a las actividades de extensión universitaria y la participación en proyectos comunitarios y de desarrollo local, con el objetivo de que integren y apliquen lo aprendido.

Cualesquiera de estas pistas de transformación, implican cambios de mentalidad y de actuación en los decisores del currículo y en los dirigentes y ejecutores del proceso de formación, para la restructuración de las actividades académicas, laborales e investigativas, relacionadas con la profesionalización de la práctica que los estudiantes tienen que enfrentar y resolver desde los primeros años de la carrera. Lo que demanda, alcanzar de forma integrada y articulada un diseño de las asignaturas que responda en forma de sistema, a objetivos integradores interdisciplinarios de mayor nivel de complejidad y calidad que el que pueden lograr muchas veces cada una de las asignaturas de forma aislada de las restantes.

### Transformación curricular

El proceso de formación profesional, es un proceso sistemático, dirigido y consciente hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo personal en correspondencia con las exigencias sociales. Proceso que se realiza en la actividad docente-educativa, pero que se condiciona en el currículo como sistema normativo de esta actividad. Por esta razón, la transformación curricular es condición “sine qua non” para todo perfeccionamiento real de los procesos formativos.

A consideración de los autores, en los planes de estudio vigentes en Cuba (Planes E), están creadas las bases generales para la formación hacia la Industria 4.0, pues en ellos se define la intención sostenida de formar un profesional en estrecha vinculación con el modo de actuación profesional; que adquiera durante sus estudios los conocimientos, los valores y las habilidades profesionales básicas que le permitan resolver, una vez graduado los problemas más generales y frecuentes de su profesión. Donde, además, aprenda a resolver problemas profesionales asumiéndolos y resolviéndolos por sí mismo durante toda su carrera, aunque deba realizarlo en las primeras etapas con la ayuda, la dirección y bajo el control de sus profesores y de otros profesionales que compartan con ellos esta labor[8].

Pero si las exigencias de la Industria 4.0 son las de formar personas capaces de construir su propio conocimiento de forma autónoma, como sujeto creativo, audaz, crítico, competente en el mundo digital, con habilidades sociales, capaz de adaptarse a ambientes colaborativos y laborales diversos y con una profunda formación básica en correspondencia con la concepción de “educación continua durante toda la vida”, entonces dichos planes de estudio deben continuar su perfeccionamiento dialéctico.

La rapidez y profundidad de la renovación de los conocimientos es una de las características centrales de la Industria 4.0, pero para desarrollar la capacidad de adaptación a este ritmo de cambios científicos y culturales es necesario disponer de una formación básica de muy buena calidad. La prioridad dada a la formación básica constituye una de las principales líneas de transformación curricular del siglo XXI, lo cual implica un cambio radical en la escala de prestigio con la cual suelen operar los sistemas educativos, donde cuánto menos básico más prestigioso.

El tema del perfeccionamiento del diseño curricular de las carreras universitarias y especialmente en las carreras de ciencias técnicas[9], es un tema de mucha actualidad por los retos que impone a la sociedad el impetuoso desarrollo tecnológico y en particular el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones que obligan a la

universidad a desarrollar en sus estudiantes una sólida formación básica, unida a la capacidad de resolución de los problemas profesionales básicos y frecuentes de su profesión con una nueva óptica y con la capacidad de asimilar, dominar y desarrollar las tecnologías inherentes a la Industria 4.0 que en su momento formarán parte de sus esferas de actuación.

Por otro lado, vinculado a la formación de los egresados está también la realidad contemporánea determinada por el vínculo gobierno- universidad-empresa que demanda de la universidad, cada día con mayor fuerza, de profesionales con una alta formación básica, socio- humanista y técnica.

Por estas razones es necesario el diseño de los planes y programas que condicione el desarrollo de los conocimientos, habilidades, destrezas y valores necesarios para la actuación profesional efectiva, en las condiciones de la Industria 4.0, por medio de una mejor articulación, ya sea mediante la determinación de objetivos integradores y la derivación de los objetivos de las disciplinas a partir de ellos, mediante el establecimiento de órganos articuladores como las Comisiones de carrera, que en el diseño de los programas, además de los principios tradicionales de la enseñanza (partidismo, científicidad, sistematicidad, accesibilidad de los conocimientos, unidad teoría-práctica, etc.), incorporen como principio fundamental el carácter sistemático de los contenidos y las actividades de formación profesional.

Este proceso puede llegar a ser efectivo si se conjuga la actividad práctica, propiamente dicha, y la actividad docente, laboral e investigativa, en estrecha vinculación con la realidad futura de la Industria 4.0, durante el desarrollo de todo el currículo.

Al respecto los autores consideran que algunas pautas para lograr esta intención, en la transformación curricular pudieran ser las siguientes:

- Diseñar currículos, cada vez más flexibles y abiertos que faciliten la comprensión global de las necesidades de la sociedad actual y futura y la utilización de marcos teóricos, conceptos, etc. de diferentes ciencias en la solución de los problemas.
- Revisar a fondo los modos de actuación a consolidar en las prácticas laborales y fortalecer la concepción de perfil amplio y de la formación básica de cada carrera para incorporar las exigencias de la formación para la Industria 4.0.
- Adecuar los planes y programas, así como la preparación de los docentes para impartirlos, con el interés de acercar el proceso docente a la práctica profesional específica de los educandos. (Programas más ajustados a la docencia que a la ciencia particular, cursos de formación de profesores para las nuevas disciplinas, exámenes de preparación para el cargo)
- Construir las mallas curriculares configuradas a los nuevos perfiles profesionales que demanda la sociedad del siglo XXI y la Industria 4.0 [10].
- Condicionar desde el currículo actividades que coloquen en su centro al alumno, buscando un aprendizaje activo y privilegién la introducción de las TIC, el papel del debate como fuente de los conocimientos, hábitos, habilidades y valores necesarios para la Industria 4.0 y utilización de la metodología de la investigación como metodología de enseñanza-aprendizaje.
- Intencionar en todas las asignaturas las nuevas alfabetizaciones, centradas en la adquisición de conocimientos, habilidades y valores para la producción y análisis del lenguaje audiovisual, el uso de los recursos y lenguajes informáticos, la búsqueda, selección, almacenamiento, reconstrucción y comunicación de la información en diversos formatos.
- Prestar cada vez más atención a la organización del proceso y no sólo a los contenidos a impartir (indicaciones metodológicas flexibles, objetivos más abarcadores y mayor independencia de los departamentos).
- Fomentar el tratamiento integrador por medio del perfeccionamiento de las relaciones interdisciplinarias dentro del currículo, en interés de la formación para la Industria 4.0.

- (departamentos integradores, disciplinas complejas, determinación de objetivos para el ciclo)
- Organizar los contenidos mediante formas globalizadas (módulos, disciplinas integradoras, la investigación, la práctica laboral y otros) con el fin de alcanzar una mayor relación entre teoría y práctica, entre formación básica y profesional.
  - Elaborar sistemas de evaluación más vinculados a la profesión, cualitativos e integradores, reduciendo los exámenes finales de las asignaturas en su forma tradicional y, en consecuencia, centrar en el desempeño del estudiante, durante el curso, la evaluación final de las mismas.
  - Aprovechar la virtualización de los procesos para posibilitar un mayor asincronismo en la relación estudiante-profesor, como consecuencia de la generalización del empleo de la computación y las TIC.

Son varias las razones que justifican la búsqueda de estrategias y vías adecuadas para realizar un perfeccionamiento curricular con carácter permanente en las carreras de ciencias técnicas, al tiempo que se refuerza la necesidad de plantear estrategias viables que motiven e involucren a todos los actores involucrados en el proceso de formación de ingenieros y arquitectos, ya que este proceso se realiza de manera natural solo en casos particulares, pero aún no se hace extensivo de forma espontánea a toda la masa de profesores que participan en el proceso docente-educativo de una manera sistemática, consciente y comprometida.

#### 4. Conclusiones

Industria 4.0 más que un término para designar un grupo de objetos específicos, encierra en su contenido las características de un futuro cada vez más cercano que ya impacta los procesos productivos de no pocos países; es una guía que señala las estrategias de desarrollo a seguir, al tiempo que es un fenómeno que demanda profundas transformaciones en las políticas educativas, fundamentalmente en los procesos de formación de profesionales.

Los pilares sobre los que se sustenta la Industria 4.0 elevan exponencialmente el papel de las tecnologías digitales y su previsible protagonismo en no pocos procesos productivos, ante lo cual han de elevarse la capacidad innovadora de los futuros profesionales, las habilidades para el análisis objetivo de un gran volumen de información, el desarrollo del pensamiento crítico, la capacidad innovadora y la formación profesional relacionada con el liderazgo y la resolución de problemas complejos.

La Industria 4.0 es un ejemplo evidente del papel que juegan los enfoques cada vez más interdisciplinarios, sustentados en un conocimiento sólido de las ciencias básicas. Son las ingenierías (y los ingenieros) las llamadas a sufrir cambios más profundos, para los cuales se han de preparar las instituciones educativas de nivel superior. Las transformaciones curriculares estarán entre los primeros pasos, y requerirán de la participación activa y responsable de quienes tengan la responsabilidad de elaborarlos.

#### Referencias

1. Díaz-Canel, M. Conferencia de clausura Congreso Pedagogía 2019. MES. 2019. p. 5
2. Martí J. (O.C). Educación de aula. La América, Nueva York, octubre de 1883, t.28, p. 195.
3. Díaz-Canel, M. Conferencia inaugural del Congreso de Educación Superior Universidad 2022. MES. 2022. Pág. 4.
4. Lopes-Martinez, I. (et. al.) *La transformación del talento humano en el marco de la Industria 4.0.* Transformación digital. 2(2) abril-junio 2021. p. 118-133.
5. Ranz, R. La revolución digital: el impacto de la industria 4.0 en el empleo y la educación. 2016 (Resumen del «The Digital Revolution: The impact of the Fourth Industrial

- Revolution on employment and education» a cargo de la Edge Foundation y redactado por Kenneth Baker. <https://robertoranz.com/2016/06/06/la-revolucion-digital-el-impacto-de-la-industria-4-0-en-el-empleo-y-la-educacion/>.
6. C. Muñoz-La Rivera, F., Hermosilla, P. *Propuesta de construcción de competencias de innovación en la formación de ingenieros en el contexto de la industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)*. Formación Universitaria. 2021. 14 (2): p. 75-84. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000200075>
  7. Restrepo-Echeverri, D., Branch-Bedoya, J.W. and Jiménez-Builes, J., Educación 4.0: integración de robótica educativa y dispositivos móviles inteligentes como estrategia didáctica para la formación de ingenieros en STEM. DYNA, 89 (222), 124-135. DOI: <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n222.100232>.
  8. MES. Documento base para el diseño de los planes E. MES. Cuba. 2016
  9. Sánchez, D. *Industria y educación 4.0 en México: un estudio exploratorio*. Innovación Educativa, 2019. 19 (81),
  10. Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum, 2016. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

### Conflictos de Intereses

Los autores declaran la inexistencia de conflicto de intereses.

### Contribución de los autores

Manuel de la Rúa Batistapau ORCID: 0000-0002-2785-5733: Participó en conceptualización, supervisión, metodología, análisis formal, redacción y edición, revisión, visualización y aprobación de la versión final.

Edilia Castro Junco ORCID: 0000-0002-5656-6076: Participó en conceptualización, supervisión, metodología, análisis formal, redacción y edición, revisión, visualización y aprobación de la versión final.