

La industria 4.0 como motor de la innovación sostenible

Enrique Posada Restrepo

Presidente Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos – SAI. Colombia, Medellín;
Asesor en HATCH S.A.S.

Correo electrónico autor: eposadar@yahoo.com

Resumen: La sostenibilidad es quizás el mayor reto a que se enfrenta la sociedad. Pareciera que se está llegando a límites peligrosos que amenazan el futuro del planeta. El cambio climático, las tensiones sociales, las migraciones masivas y la violencia son asuntos que no están bien resueltos todavía, que crecen en forma prácticamente exponencial y que ponen en riesgo a la tierra y a las futuras generaciones. Se presentan acá las grandes posibilidades que ofrecen la tecnología y los proyectos de ingeniería, como expresiones prácticas del conocimiento y de la investigación científica que hoy se manifiestan en el surgimiento de la revolución industrial 4.0 como motores innovadores de una nueva era: la de la sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE: industria 4.0, ingeniería, innovación, cambio, sostenibilidad, tecnología, proyectos, ODS

1. INTRODUCCIÓN – LA SOSTENIBILIDAD

Existe un amplio consenso entre los expertos en todo el mundo que señalan que se está dando en la tierra un significativo cambio climático, el cual se manifiesta en aumentos de la temperatura media superficial del planeta y en aumentos en el nivel del mar. Según la mayoría de los expertos estos cambios se deben al aumento en las concentraciones ambientales de los denominados gases de efecto invernadero, como es el caso del CO₂, aumento que se origina claramente en la actividad humana y en el empleo industrial, comercial y social de los combustibles fósiles. El cambio climático se considera una clara amenaza para la vida, la civilización y la tierra misma. Se unen a esta situación las dificultades relacionadas con la pobreza, las tensiones sociales, las migraciones masivas y la violencia. Como consecuencia de lo anterior, desde hace unas tres décadas, se han venido sosteniendo diversos foros y conferencias internacionales, en las cuales se ha planteado la problemática descrita. No ha sido fácil alcanzar consensos sobre las situaciones y sobre las acciones necesarias, pero se ha ido avanzando internacionalmente, siendo quizás lo más significativo lo que tiene que ver con el desarrollo del concepto de la sostenibilidad, el planteamiento de los denominados ODS, objetivos del desarrollo sostenible y el establecimiento de metas y de planes de trabajo internacionales, regionales y nacionales para lograr ponerle límites al calentamiento global y desarrollar medidas de mitigación de los impactos negativos del cambio climático.

El concepto de desarrollo sostenible y de la sostenibilidad tiene que ver con que la sociedad funcione con base en prácticas compatibles con el futuro, de modo que se tengan en cuenta los recursos naturales, las limitaciones ambientales y las necesidades sociales. Esto se logra con un equilibrio entre tres factores básicos: medio ambiente, economía y sociedad, de modo que haya supervivencia de los diferentes esfuerzos humanos (proyectos, empresas,

organizaciones) a lo largo del tiempo. Como lo define la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, el desarrollo sostenible permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Otra visión es la de la Unión Internacional de Científicos de la Conservación (UICN) según la cual el desarrollo sostenible implica mejoras en la calidad de vida, dentro de los límites de los recursos proporcionados por los ecosistemas. Este concepto invita a ser conscientes de que la humanidad no puede exceder los niveles de consumo más allá de los asociados con los recursos renovables disponibles y, al mismo tiempo, es responsable de lograr equilibrios de consumo y calidad de vida, sin agotar los recursos.

Por supuesto, este es un equilibrio complejo, como se muestra en la figura 1, en la cual la sostenibilidad se simboliza como la intersección entre los aspectos económicos, el cuidado del medio ambiente y la calidad de vida en la sociedad. Los elementos de la figura permiten aproximarse a los múltiples problemas, oportunidades y asuntos interrelacionados.

Para visualizar aspectos prácticos de esta complejidad, hay algo que la mayoría de la gente entiende fácilmente y que es asunto fundamental en el trabajo de los ingenieros y en la tecnología, que son los materiales. La abundancia de materiales y sus aplicaciones, es decir, de las cosas útiles, es la base de la sociedad moderna, y la alta necesidad resultantes en el uso de los recursos y en su conversión a las cosas a través de los procesos y la tecnología, es el origen de la mayoría de los conflictos en la tríada que se forma. Todo se vuelve más crítico porque la sociedad moderna es claramente materialista y está orientada hacia la acumulación y el disfrute de los objetos materiales.

Por ejemplo, los materiales de ingeniería y los materiales cotidianos son aquellos elementos, generalmente en estado sólido, que resultan de la transformación de varios recursos naturales, en su mayoría no renovables. Estos elementos se utilizan para una serie completa de dispositivos, herramientas, objetos y artículos útiles en muchas aplicaciones. En tales aplicaciones, los elementos están sujetos a condiciones ambientales y de contacto muy diversas y deben mantener una estabilidad funcional, estructural y dimensional que permita su uso durante los tiempos establecidos.

Estos materiales pueden ser objeto de procesos de transformación, diseño, selección, ajuste, conformación, producción, desgaste, reutilización, eliminación y otros, para adaptarlos y otorgarles las propiedades que permiten usos, duración, reemplazo y eliminación, entre otros. Este conjunto de operaciones causa (y también mitiga) daños potenciales e impactos negativos en sus ciclos de vida.

Al enfrentar el desafío de la sostenibilidad material y, para el caso, cualquier tipo de sostenibilidad, se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué principios pueden contribuir al uso sostenible?
- ¿Cómo puede ser nuestra visión para sentir que estamos asociados con la sostenibilidad y que no somos simplemente consumidores y generadores de una economía desechable y derrochadora que conduce al agotamiento de los materiales y al daño a la tierra?

Estas no son preguntas fáciles. La primera trata del conocimiento, de la tecnología, de la regulación y de los métodos. La segunda muestra los desafíos asociados con las creencias y objetivos de las personas. Y se relaciona con un problema cultural

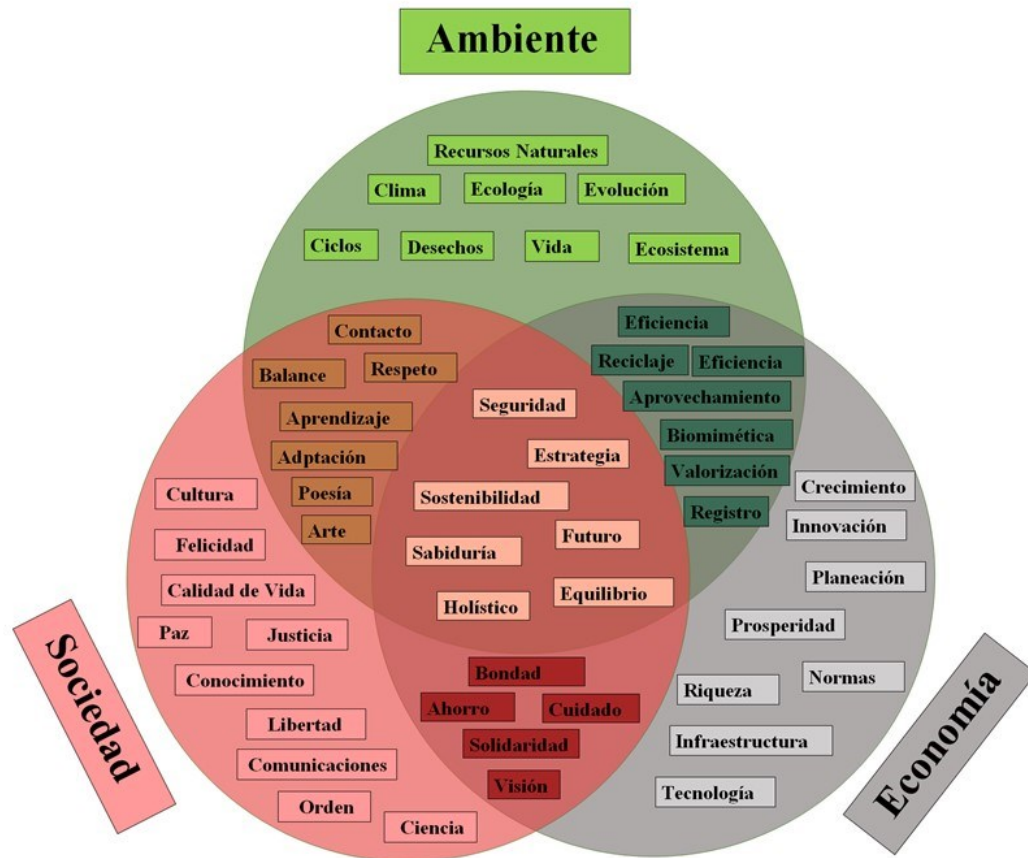


Figura 1. Los múltiples aspectos interconectados de la sostenibilidad.

2. TECNOLOGÍA

La tecnología tiene que ver con la forma en que realizamos las operaciones en la sociedad, con el fin de producir alimentos y bienes para mantener el funcionamiento y las relaciones humanas. Es importante preguntarse sobre cuáles son los principios generales que podemos aplicar a estos trabajos, de manera que sean sostenibles. De nuevo, se empleará el caso de los materiales, que se puede extrapolar con facilidad al resto de los asuntos. Se proponen acá los siguientes principios básicos y sus relaciones con la tecnología y la ingeniería:

- La duración de las cosas, su ciclo de vida es importante. Las propiedades de los materiales contienen la clave de su duración. Por lo tanto, deben ser estudiados, caracterizados y completamente conocidos. Este es el espacio de los laboratorios y las instituciones que regulan el uso de las cosas.
- Los detalles de diseño de una pieza tienen profundos efectos sobre el comportamiento y la duración de los materiales que la componen. Este es el espacio del diseño.

- La corrosión, la erosión, el desgaste pueden venir de cualquier parte, ya que el ambiente es activo, reactivo, influyente, origen de desorden. Es inevitable que los materiales se desgasten. Este es el espacio del mantenimiento y la administración.
- Cada efecto nocivo sobre los materiales y sobre el entorno en el cual se usan, tiene su contraparte mitigante y sus circunstancias favorables o adversas que aceleran o mitigan el impacto y los riesgos. Este es el espacio para el trabajo de consultoría, los estudios y evaluación de riesgos.
- Los materiales tienden a agregarse, reaccionar y combinarse de formas muy variadas. Esto depende de sus tamaños, superficies, energías disponibles, propiedades químicas, estabilidad y acumulación biológica y de lo que los rodea. El mundo de las formas superficiales y volumétricas y de las interacciones con la naturaleza y con las formas de vida es muy extenso. Este es el espacio de análisis de los comportamientos biológicos, ecológicos, estructurales y superficiales.
- Los comportamientos de los materiales y de las cosas, tienen niveles visibles (para estudiar y observar), niveles ocultos (para ser descubiertos e investigados) y niveles potenciales (aquellos que podrían ocurrir, que podrían estar sujetos a acciones creativas e innovadoras o generar impactos desconocidos). Este es el espacio de la investigación y el desarrollo, de los estudios, de la estadística, de los registros, la ecología, la economía, el análisis de costo-beneficio y el análisis del comportamiento social.
- La elección de un material para nuevas aplicaciones debe tener en cuenta varios factores, incluidas las posibilidades de fabricación con las tecnologías existentes, su disponibilidad, costo, análisis de riesgos y diseño racional. Todo esto para evitar problemas, para alcanzar costos y precios competitivos, para evitar daños, para garantizar usos y aplicaciones significativos. Al mismo tiempo, teniendo en cuenta los ciclos de vida completos y las interacciones.

La presencia del desgaste, el desorden, de la entropía, de los daños y de los ciclos de deterioro tendrá graves impactos en el medio ambiente, como los siguientes:

- Es necesario reemplazar las piezas mucho antes de lo posible o deseable y con ello, ocurre un mayor uso de energía y de recursos naturales.
- Ocurre un mayor consumo de energía y mayores emisiones de contaminación, asociadas con el desgaste, las fugas, el aumento de la fricción, la desalineación de las piezas móviles, la corrosión y el deterioro mismo de los productos de desecho; con el daño y las pérdidas de material.
- Ocurren acumulaciones de residuos que deben eliminarse y contenerse de manera sostenible.
- Se da origen a la acumulación de cosas que deben ser conservadas, organizadas, mantenidas, causando cargas económicas y ambientales y estrés social.

Los ingenieros y diseñadores, los fabricantes, los reguladores y los planificadores deben sopesar las ventajas y desventajas de cada uno de los nuevos materiales y de las cosas que se producen con ellos y elegir los que mejor se adapten a las necesidades reales del uso y el equilibrio entre la naturaleza, la economía y la sociedad. No se trata solo de inversiones iniciales y precios. Se debe considerar la inclusión de criterios de sostenibilidad y ciclo de

vida. En general, será necesario ajustar los materiales, racionalizar los usos y realizar pruebas para garantizar una sostenibilidad real.

3. CULTURA

El logro de la sostenibilidad tiene que ver con ideas, educación, políticas, objetivos, trabajo en equipo, compromiso y responsabilidad, lo que implica varios elementos relacionados con la cultura y el comportamiento humano. Por ejemplo, las organizaciones de todo tipo deben tener políticas de gestión, con principios que guíen la acción y con una cierta claridad metodológica y conceptual, es decir, con un sistema de creencias alineado y operativo, que genere acciones coherentes y efectivas. Todo lo que tiene que ver con la motivación de las personas es esencial. La motivación más profunda de las personas y las organizaciones debería estar relacionada con la búsqueda activa de equilibrios entre el medio ambiente, la sociedad y la economía en su trabajo y en su visión, todo eso relacionado con la ética. La ética es coherencia entre ideas, palabras y acciones. Esto plantea preguntas clave sobre los efectos de las acciones de las personas y de las organizaciones, sobre el futuro y sobre lo que traerá, sobre el mal que podría suceder y el bien que no se hizo. La ética está asociada fundamentalmente con la conciencia y, por lo tanto, el desempeño ético de las organizaciones y empresas depende del estado de conciencia que tengan. Es decir, de sus creencias, de su cultura.

La sostenibilidad implica ciclos complejos e interconectados y ciclos de retroalimentación. Para tener éxito, es necesario que las personas y las organizaciones posean estados creativos, estados avanzados de conciencia. Estas actitudes creativas tienen que ver con el despertar de las capacidades para imaginar, establecer visiones, generar declaraciones, asumir compromisos y políticas que resulten en la conservación de la tierra y sus recursos, con acciones que eviten el desperdicio y muestren respeto por lo racional y por las formas correctas de proceder. La creatividad ayuda a generar preguntas importantes, cuestiones sustanciales, que dan lugar a actitudes de investigación, a enfoques novedosos hacia los problemas y a la generación de alternativas. Es aquí donde interviene la práctica de ingeniería apropiada, altamente motivada, altamente ética y llena de creatividad, para hacer contribuciones esenciales a la sostenibilidad.

Las creencias son pensamientos, ideas, esquemas mentales a través de los cuales las personas crean e interpretan la realidad e interactúan con ella. Se manifiestan a través de declaraciones de las organizaciones y de los individuos. Las creencias interpretan y contribuyen a crear experiencias que confirman la verdad de lo que las personas u organizaciones creen. Las creencias dan lugar a las relaciones causa-efecto y efecto-cause entre las personas y los elementos ambientales, sociales y económicos. Cuando las personas y las organizaciones se dan cuenta de esto y gestionan deliberadamente sus creencias y su cultura, adquieren el poder de reestructurar su conciencia (su sistema de creencias) y de sintonizar su cultura con las nuevas circunstancias y realidades, lo que facilita el cambio.

La cultura y las creencias tienen que ver con la forma en que se estructura la conciencia de las personas (y, por lo tanto, de las organizaciones). En este sentido, vale la pena señalar que las creencias vienen o existen en forma de grupos o conjuntos, más o menos confusos o claros, asociados con niveles o estados. Los estados o modos de conciencia de trabajo

pertencen a tres categorías: estados reactivos, estados mentales y emocionales y estados creativos.

Los estados reactivos pueden estar asociados con los conceptos de miedo, incomodidad y dolor, agresión y con prestar demasiada atención al pasado. Cuando las personas y las organizaciones funcionan en estados reactivos, tienden a alejarse de la responsabilidad social y personal, ya que perciben en las situaciones elementos de miedo, dolor, defensa y ataque, repetición de fracasos o culpa, ante los cuales se sienten débiles y dependientes.

Los estados emocionales mentales, racionales y bien orientados son de gran importancia en las metodologías del trabajo de los ingenieros y tienden a dominar sus acciones (especialmente en lo que tiene que ver con la mente lógica y racional). Estos estados pueden asociarse con los conceptos de gestión organizada de datos y registros históricos, el uso de lógica, análisis y metodología, motivación basada en emociones positivas y trabajo experimental y predictivo. Estas son las bases principales de la forma racional de hacer las cosas y, de este modo, se ha construido la estructura social y económica actual y el funcionamiento adecuado de las organizaciones. Con estas estructuras, se superan los modos reactivos. Todo esto funciona en su mejor momento, cuando se complementa con la inteligencia emocional, que podría definirse como la capacidad de estar motivado, comprometido, alegre y con una buena actitud hacia las situaciones, es decir, complementar la racionalidad con una actitud responsable y positiva.

Sin embargo, los problemas de sostenibilidad que enfrenta la humanidad (que generan enormes riesgos, temores, errores, conflictos y pérdidas) son tan desafiantes y enormes que, para resolverlos, el trabajo racional no es suficiente, incluso respaldado por altas dosis de inteligencia emocional. y por la mejor práctica de ingeniería lógica. Esto tiene mucho que ver con la complejidad, la alta velocidad de las interacciones y las interconexiones inherentes que generan reacciones no lineales y secundarias en todas partes. Conectar la vida (medio ambiente), con lo humano (sociedad) y con lo productivo (economía y trabajo), necesariamente da lugar a tales complejidades. En el pasado, debido a los tamaños de elementos, en general pequeños o manejables, y la velocidad relativamente lenta de las interacciones, la crisis de sostenibilidad no era tan evidente, incluso durante las guerras, la escasez y las enfermedades. Sin embargo, dados los avances tecnológicos y el enorme crecimiento social y económico, el elemento natural está sujeto en la actualidad a situaciones que amenazan la integridad del conjunto.

Al considerar esto, es una suerte que las personas y las organizaciones también exhiban estados creativos en los que pueden enfrentar con éxito los desafíos. Estos estados creativos están asociados con conceptos como imaginación, innovación, investigación, desarrollo, evolución, creatividad y creación, intuición y observación. Estos estados permiten que la naturaleza superior de las personas brille y que se estimule la respuesta adecuada ante las responsabilidades personales y sociales.

Puede parecer que estos conceptos son demasiado ideales en el mundo real, sujetos a la competencia, a las demandas del mercado, a las demandas del tiempo y a las deficiencias económicas. Sin embargo, las organizaciones, el sistema productivo y las personas no son realmente ajenos a estas realidades idealizadas, dado que los seres humanos son entidades

integrales. Por lo tanto, es conveniente establecer realidades personales y sociales que sean creativas y tengan aspectos idealizados.

4. INDUSTRIA 4.0 – LOS DESAFÍOS

La industria manufacturera tal como la conocemos está cambiando fundamentalmente, con base en avanzadas tecnologías que apuntalan cada vez más hacia una mayor competitividad global y hacia la prosperidad económica. Está ocurriendo una convergencia entre los grandes desarrollos digitales, a nivel de software y hardware, y los impresionantes descubrimientos científicos y avances tecnológicos que ocurren como consecuencia de la cada vez más palpable presencia de la física moderna en la realidad práctica. Los hechos más significativos que están apareciendo abundantemente tienen que ver con la disponibilidad de sensores que se pueden conseguir a precios al alcance de los sistemas productivos y que permiten conocer en detalle el comportamiento en tiempo real de todo tipo de variables. Se generan así cantidades masivas de datos, las cuales cada vez más vienen acompañadas de veloces herramientas de análisis. En esta forma se generan productos más inteligentes, se facilita que los procesos sean más eficientes y estrechamente conectados los clientes, los proveedores y los fabricantes. La disponibilidad de sensores interconectados capaces de suministrar información de alta calidad en tiempo real, unida a los impresionantes desarrollos de los sistemas de cómputo, de manejo de información y de comunicaciones permite visualizar nuevos estadios en la automatización, la robótica, la inteligencia artificial y en la capacidad para predecir, modelar y simular fenómenos y comportamientos. Todo ello sucede a partir de las significativas reducciones de costos en los sistemas de cómputo, en las potencias informática y en las capacidades de almacenamiento y en el uso del internet. Esto ha conducido a ritmos de cambio de naturaleza exponencial que han superado las barreras industriales y las fronteras de los países. Con todo ello vienen surgiendo grandes oportunidades y disrupciones en los sistemas empresariales e industriales. El nuevo conjunto de tecnologías se denomina industria 4.0 o la cuarta revolución industrial. Es amplia la lista de desarrollos asociados con la industria 4.0. A continuación se listan y se describen someramente los más importantes [Deloitte].

Impresión 3D. Proceso aditivo de construcción de objetos, capa sobre capa, a partir de los datos entregado por un modelo 3D. Esto contribuye a materializar diseños complejos que no se pueden fabricar fácilmente por los métodos tradicionales. Se prevén grandes ahorros de tiempo en todas las etapas del diseño y la fabricación del producto y ventajas ambientales y de costos por la notable eliminación de desperdicios.

Analítica avanzada. Big Data. Capacidades de análisis estadístico y de datos que supera con creces la inteligencia de datos a que estamos acostumbrados, ya que desarrolla potenciales para descubrir ideas subyacentes, plantear acciones a partir de las mismas y hacer predicciones de forma automática. Incluye tecnologías de reconocimiento de patrones, análisis de texto, análisis de conglomerados, análisis de factores, modelaciones y regresiones de variables múltiples, predicciones, aprendizaje automático, simulación y redes neuronales.

Materiales avanzados. Acá se incluye una amplia gama de productos químicos, metales ligeros y de alta resistencia, aleaciones de alto rendimiento, cerámica y materiales

compuestos, materiales críticos, polímeros de base biológica y nanomateriales. Estos materiales pueden diseñarse y optimizarse para obtener propiedades térmicas, magnéticas, ópticas, catalíticas, estructurales, luminiscentes, eléctricas, alta estabilidad dimensional, resistencias a la temperatura y a los ambientes, rendimientos de producción y procesamientos flexibles y de relativamente fácil manufactura. Todo esto se soporta con las tecnologías digitales y exponenciales, para combinar, iterar, producir y diseñar funcionalmente nuevos tipos de materiales.

Robótica avanzada. Máquinas y sistemas capaces de trabajar bajo comandos para realizar misiones de alto nivel y complejidad, en ambientes de todo tipo, con una mínima intervención humana. Caben en este campo, por ejemplo, los sistemas de drones guiados de forma autónoma o remota; la automatización que usa robótica y tecnologías cognitivas para replicar la acción y el juicio humanos; el empleo automático de los datos para ejecutar acciones en tiempo real y a alta velocidad.

Inteligencia artificial (IA). Desarrollo de sistemas informáticos y de tecnologías cognitivas capaces de realizar tareas que requieren de la inteligencia humana. Se incluyen: el aprendizaje basado en las máquinas; la visión y el reconocimiento por métodos digitales, el procesamiento del lenguaje; el reconocimiento de la voz; los mejoramientos en la robótica basados en reglas de comportamiento; la planificación y la programación.

Bioteología. En sentido amplio tiene que ver con las aplicaciones tecnológicas que usan sistemas biológicos, organismos vivos o derivaciones de los mismos para fabricar o modificar productos o procesos. Se incluye lo relacionado con las tecnologías para investigar, manipular o sintetizar organismos vivos y la biofabricación, en la cual se utilizan sistemas biológicos para producir materiales que pueden tener uso en medicamentos, en alimentos y bebidas y en aplicaciones industriales. Igualmente, las formas de fabricación de elementos biológicos, diferentes a las naturales.

Blockchain. Contabilidad distribuida donde la información es registrada y compartida por una comunidad. Se estructuran y se distribuyen los datos sin la intervención de una autoridad centralizada. En principio se considera que esta forma de trabajo no está sujeta a manipulaciones indebidas y es segura. Permite mantener registros digitales y llevar a cabo transacciones de todo tipo.

Ciberseguridad. Concebida para mitigar los riesgos operativos de las tecnologías conectadas, de la fabricación inteligente, de las redes de suministro digital, de los sistemas de fabricación avanzados. Se logra mediante la combinación de una variedad de herramientas seguras y sofisticadas impulsadas por la AI y el aprendizaje basado en la máquina, para contar con respuestas en tiempo real a las amenazas de ciberseguridad.

Diseño, simulación e integración digitales, (DDSI). Tiene que ver con la conceptualización y la construcción digital de prototipos o procesos mediante simulaciones basadas en programación, aplicables a productos o procesos físicos.

Tecnologías de almacenamiento de energía. Facilitan el almacenamiento y la captura de energía para aplicaciones bajo demanda, con base en infraestructuras de distribución de

energía más resilientes y económicas. Se incluyen baterías de estado sólido, baterías de flujo, volantes, almacenamiento de energía mediante aire comprimido, sistemas térmicos, hidratación de sales y energía hidroeléctrica bombeada.

Computación de alto rendimiento (HPC). Tiene que ver con las tecnologías para agregar y conformar potencia informática para lograr altos rendimientos, para resolver grandes problemas, muy complejos, en ciencias, ingeniería o negocios. La computación de próxima generación incluye: computación cognitiva, computación cuántica, computación neuro-sináptica, computación ADN y arquitecturas informáticas.













Interfaz de las cosas. Incluye la realidad virtual (VR), que crea un entorno digital donde el usuario se sumerge, reemplazando al entorno real; realidad aumentada (AR), que superpone contenidos creados digitalmente al ambiente real del usuario; realidad mixta (MR), que combina el entorno real y el creado digitalmente; tecnología de reconocimiento de gestos que permite a los humanos comunicarse e interactuar con una máquina, naturalmente, y sin dispositivos mecánicos.













Internet de las cosas (IoT). Combina software avanzado, sensores rentables y redes de conectividad que permiten que los objetos interactúen digitalmente entre ellos, con los procesos y con los usuarios. Implica conectar máquinas, instalaciones, flotas de transporte, redes y personas a sensores y controles; la alimentación de los datos tomados por los sensores en aplicaciones analíticas avanzadas y a algoritmos predictivos; posibilita automatizar y mejorar el mantenimiento y la operación de máquinas y sistemas completos; y mejorar la salud humana.











Ante una lista tan desafiante y tan rica en aplicaciones y potenciales, es importante que nuestra ingeniería colombiana asuma un papel protagónico. Se avecinan grandes cambios en los sistemas de fabricación; es imperativo contar con capacidad de respuesta ante los ecosistemas económicos, productivos y comerciales, que serán cada vez más rápidos. Es crítico, que las empresas entiendan y aprovechen las nuevas tecnologías, con su poder para romper esquemas y para cambiar el entorno de los negocios ¿Estaremos en capacidad de asumir los cambios exponenciales que aparecen continuamente? En esta presentación se desea revisar la sostenibilidad a la luz de los ODS y la forma en que es afectada por la industria 4.0

5. INDUSTRIA 4.0 Y LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

En la tabla siguiente se presentan los ODS y se muestra cómo los diversos componentes de la industria 4.0. asumidos de forma innovadora, creativa y consciente, pueden contribuir a su cumplimiento, y, por ende, a la sostenibilidad.

		Objetivo	Impactos de la industria 4.0
		Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo	Aumento en la prosperidad por los nuevos productos y servicios. Necesidad de compartir las ganancias socialmente.
		Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible	La biotecnología permitirá formas de producción de mayor rendimiento y eficiencia. La informática evitará pérdidas.
		Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y para todas las edades	La nanotecnología tendrá impactos en la salud. La informática permitirá mejores registros y atención a tiempo.
		Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente.	El internet y la mejora en la conectividad, el interfaz de las cosas, la educación virtual revolucionarán la educación.
		Alcanzar la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas	El internet y la mejora en la conectividad, el interfaz de las cosas, la educación virtual aumentarán las oportunidades
		Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos	La biotecnología, los materiales avanzados y la analítica avanzada facilitarán el uso eficiente del agua y el saneamiento.

		Objetivo	Impactos de la industria 4.0
		Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos	Las Tecnologías de almacenamiento de energía, el Blockchain, el IoT, la conectividad y los materiales avanzados contribuirán.
		Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y el trabajo decente para todos	Aumento en la prosperidad por los nuevos productos y servicios. Necesidad de compartir las ganancias socialmente.
		Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y la innovación	Aumento en la prosperidad por los nuevos productos y servicios. Necesidad de compartir las ganancias socialmente.
		Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos	La Computación de alto rendimiento, el Blockchain, la conectividad, la analítica avanzada facilitarán soluciones.
		Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	La AI, la computación de alto rendimiento, el Blockchain, la conectividad, la analítica avanzada facilitarán soluciones.
		Garantizar pautas de consumo y de producción sostenibles	La AI, la computación de alto rendimiento, el Blockchain, la conectividad, la analítica avanzada facilitarán soluciones.

		Objetivo	Impactos de la industria 4.0
		Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	La nanotecnología, la computación de alto rendimiento, los materiales avanzados, las tecnologías de almacenamiento de energía permitirán mayores eficiencias y la captura del CO2
		Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos	La AI, la computación de alto rendimiento, el Blockchain, la conectividad, la analítica avanzada facilitarán soluciones.
		Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestre, revertir la degradación de la tierra	La biotecnología, la mejora en la conectividad, el interfaz de las cosas, la educación virtual mejorarán la conciencia colectiva.
		Promover sociedades pacíficas e inclusivas, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces.	La Computación de alto rendimiento, el Blockchain, la conectividad, la analítica avanzada facilitarán la eficacia
		Fortalecer los medios de ejecución y avivar una alianza mundial para el desarrollo sostenible	Todas las tecnologías facilitan las comunicaciones avanzadas, el acceso universal y la sabiduría para tomar decisiones

6. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

La ingeniería nacional debe asumir los retos del desarrollo sostenible, instrumentados en los ODS y visualizar que las herramientas de la industria 4.0, complementadas con el desarrollo de las consciencias colectiva e individual, son poderosos instrumentos para el logro de la sostenibilidad. Se recomienda prestar atención a la interfaz entre estos tres asuntos: ODS, conciencia y tecnología de futuro e incluir en la práctica de la ingeniería estos tres elementos.

7. REFERENCIAS

- Deloitte and Singularity University. (2018) Exponential technologies in manufacturing. Transforming the future of manufacturing through technology.
- Posada, E. (2017). The Ayurveda Natural Medicine System and Its Environmental Implications. *Environ Sci Ind J.* 2017;13(4):144.
- Posada, E. (2017). The culture of innovation and sustainable development: challenges for engineering, *International Journal of Development Research*, 7, (12), 17655-17660.