

**El impacto de la industria 4.0 en los objetivos de desarrollo sostenible:
La influencia de las energías renovables en agua limpia para comunidades marginadas**

*The impact of Industry 4.0 on Sustainable Development Goals:
The influence of renewable energies on Clean Water for marginalised communities*

Investigadores USAL:

Salimbeni, Sergio (sergio.salimbeni@usal.edu.ar); Gutnisky, Julieta;
Montilla, Delfina; Maid, Sofia; Montero de la Vega, Camila

Palabras clave: ODS, Industria 4.0, energía solar, potabilización de agua, digitalización
Keywords: *SDG, Industry 4.0, solar energy, water purification, digitalisation*

Resumen

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), formulados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, son 17 objetivos que se han establecido con el fin de acabar con la pobreza, mejorar la salud y la educación y promover la prosperidad y el bienestar a través de la sostenibilidad ambiental. El concepto de desarrollo sostenible se concibe como un equilibrio entre el crecimiento económico sostenible y la regeneración ecológica, requiriéndose la implementación de tecnologías apropiadas respetuosas con el medio ambiente que sean eficientes y adaptables a las condiciones locales a través de la integración de principios ecológicos y de ingeniería. Importantes evoluciones tecnológicas se han registrado durante las últimas décadas, en particular la denominada 4.ª Revolución Industrial, la cual hace referencia a un fenómeno tecnológico, social, económico, político y cultural que apareja una mayor adaptabilidad a las necesidades de la producción y a una mejora en la eficiencia de los recursos. El objetivo de este trabajo es plantear cómo a través del uso de Tecnologías 4.0 se puede dar respuesta a varios de los ODS, tales como las comunidades sustentables, el bienestar social y buena salud, potabilización y sanitización del agua, energía solar, y pobreza cero.

Abstract

The Sustainable Development Goals (SDG), formulated in 2015 by the United Nations General Assembly (UN-GA), are 17 objectives that have been established in order to end poverty, improve health and education and promote prosperity and well-being through environmental sustainability. The concept of sustainable development is conceived as a balance between sustainable economic growth and ecological regeneration, requiring the implementation of appropriate environmentally friendly technologies that are efficient and adaptable to local conditions through the integration of ecological and engineering principles. Important technological evolutions have been registered during the last decades, in particular the so-called 4th Industrial Revolution, which refers to a technological, social, economic, political and cultural phenomenon that brings about a greater adaptability to the needs of production and an improvement in resource efficiency. The objective of this work is to propose how, through the use of 4.0 technologies, it is possible to respond to several of the SDGs, such as sustainable communities, social welfare and good health, water purification and sanitization, solar energy, and zero poverty.

Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son 17 objetivos establecidos con el fin de acabar con la pobreza, mejorar la salud y la educación, y promover la prosperidad y el bienestar a través de la sostenibilidad ambiental. Fueron formulados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas con la propuesta de alcanzarlos en 2030. La filosofía de la Agenda 2030 de “nadie se queda atrás” requiere alianzas globales y participación en la integración de las dimensiones ambientales, sociales, económicas y de gobernanza en el proceso de desarrollo (Berawi, 2021).

El concepto de desarrollo sostenible se concibe como un equilibrio entre el crecimiento económico sostenible y la regeneración ecológica, que requiere la implementación de tecnologías apropiadas respetuosas con el medio ambiente que sean eficientes y adaptables a las condiciones locales. En esta situación, la ecotecnología puede facilitar la conservación y restauración del medio ambiente a través de la integración de principios ecológicos y de ingeniería.

Hacia finales del siglo XVIII, la 1.ª Revolución Industrial originada en Inglaterra causó profundas transformaciones económicas, sociales, científicas y tecnológicas que asentaron el desarrollo alcanzado como consecuencia. Además, el éxodo de la población que residía en zonas rurales hacia las zonas industriales permitió el crecimiento de las ciudades, lo que modificó su estructura y su tamaño. Durante el siglo XIX, con el uso industrial de la electricidad, se inició la 2.ª Revolución Industrial, la cual se extendió por otros países de Europa, Asia y Norteamérica. Ya no solo se contaba con los avances tecnológicos adquiridos en la 1.ª Revolución, sino que también se logró el acceso a recursos naturales que no estaban disponibles previamente o se los consideraba poco útiles, como el uso de metales tales como el acero, el aluminio o el cobre, entre otros, y productos químicos. A mediados del siglo XX, la llamada 3.ª Revolución Industrial se inició con la invención de las técnicas de semiconductores y digitales. Se formuló el concepto de “Sociedad de la Información” sobre la base de la confluencia de las nuevas tecnologías de comunicación entre los mercados. Así, la 3.ª Revolución introdujo tecnologías de la información, la comunicación, la automatización de procesos y el desarrollo de energías renovables, y posteriormente sustentables, como la explotación de fuentes de energía renovables.

Finalmente, la 4.ª Revolución Industrial, concepto introducido en el año 2011, hace referencia a un fenómeno tecnológico, social, económico, político y cultural que se viene desarrollando desde la 1.ª Revolución, originada en Europa en el siglo XVIII, y que dio lugar a una sociedad urbanizada e industrializada y a las fábricas inteligentes (fábricas 4.0), las cuales incluyeron una mayor adaptabilidad a las necesidades de la producción y a una mejora en la eficiencia de los recursos. La 4.ª Revolución se basa en la Inteligencia Artificial, el uso de CPS (sistemas ciberfísicos), el Internet de las Cosas, las comunicaciones móviles y la interoperabilidad entre el mundo “real” y el “virtual”, conectando las tres primeras Revoluciones Industriales en cuanto a la organización y automatización de los procesos y los medios de producción y comercialización.

En este artículo, se presenta el diseño de una solución para hacer llegar agua potable a comunidades marginadas, en situación de emergencia y/o sin posibilidades de acceder a centros urbanos ni a sus servicios básicos, ya sea por lejanía, condiciones climáticas, dificultad o imposibilidad para trasladarse, entre otros. El agua es el recurso máspreciado para el planeta y el desarrollo de vida de las especies que lo habitan, y su escasez en la última década se ha convertido en un grave problema. La industrialización, la urbanización y el cambio climático generaron una demanda urgente e importante de agua potable, que es fundamental para la salud humana. Su falta puede causar enfermedades como la fiebre tifoidea, la disentería, el cólera y la diarrea; afecciones que provocan un considerable número de muertes en todo el mundo (Spoială, 2021).

La solución no solo se plantea para generar impacto inmediato, sino como recurso para la introducción de una mejora notable en la calidad de vida de las personas y sus condiciones de acceso al agua potable. Mediante energía solar recolectada por paneles solares estratégicamente localizados en las zonas donde es imperativa una respuesta a la problemática, se diseñó un dispositivo portátil capaz de potabilizar agua proveniente de ríos, arroyos, quebradas u otra fuente de agua dulce de cer-

caña. El proceso de purificación del agua supone la eliminación de sustancias químicas, residuos, sedimentos, componentes contaminantes biológicos u otros sólidos no deseados. El resultado óptimo del proceso es la producción de agua limpia y segura para el consumo humano u otros fines.

Existen otros métodos de purificación del agua más tradicionales que incluyen procesos como filtración, sedimentación, destilación y cloración, pero estos tienen limitaciones y poco alcance para las comunidades marginadas.

De este modo, el objetivo de este trabajo es plantear una solución a esta problemática a través del uso de tecnologías 4.0, dando respuesta a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), tales como las comunidades sustentables, el bienestar social y buena salud, potabilización y sanitización del agua, energía solar y pobreza cero (Mabkhot, 2021).

Desarrollo industrial y sostenible

Se entiende por desarrollo industrial a la práctica y el estudio de cómo la industria responde a los desafíos actuales de sustentabilidad, y eventualmente se convierte en parte de un sistema más grande y del todo sustentable. Por su parte, un desarrollo sostenible puede ser entendido como el desarrollo que eleva el nivel de vida de las generaciones actuales de tal manera que las mismas aspiraciones puedan ser cumplidas por las generaciones futuras. Esto aborda no solo la responsabilidad ambiental, sino también la eficiencia económica y de los recursos, y la equidad social (por ejemplo, las tecnologías avanzadas vinculadas a la sostenibilidad social, ya que pueden mejorar la ergonomía, la seguridad de los trabajadores y facilitan la evaluación de riesgos, etc.) (Adamik, 2021).

Una de las fuentes de desarrollo sostenible son las organizaciones inteligentes. Estas tienen la capacidad de adaptarse dinámicamente al crear, obtener, organizar y compartir conocimientos que luego pueden usarse para crear y explotar nuevas oportunidades a fines de aumentar la efectividad operativa, el desarrollo sostenible y la competitividad en el mercado global. En otras palabras, cuando algo es “inteligente”, sus innovaciones se implementan de manera proactiva, con propósito aspiracional y orientado a objetivos, conduciendo de este modo al logro de un futuro deseado (Adamik, 2021).

Economía Circular e Industria 4.0 y Sostenibilidad

De manera similar al desarrollo sostenible, la Industria 4.0 enfatiza la eficiencia, la productividad, la mejora continua y una mejor experiencia del cliente, contribuyendo a la fabricación sostenible. Estas iniciativas pueden proporcionar a los fabricantes muchas ventajas como el ahorro de costes debido a la eficiencia de los materiales, la energía y los recursos, la reputación de la marca, la confianza pública y la competitividad (Ching, 2022).

Asimismo, actualmente nos enfrentamos al desafío de producir cada vez más productos para satisfacer el consumo creciente, a partir de recursos cada vez más escasos e intentando disminuir la contaminación y los daños. Por lo tanto, la Industria 4.0 ofrece una vía para enfrentar estos desafíos, ya que están dirigidos a lograr un desarrollo sostenible en el ámbito económico, social y dimensiones ambientales (Gajdzik, 2020).

La economía circular es un cambio sistemático hacia un modelo económico viable, pero regenerativo, basado en la reinserción de recursos usados a través de ciclos materiales (tecnológicos y biológicos) (Thales *et al.*, 2020). Además, el modelo de Economía Circular promueve la minimización del consumo de recursos, generación de residuos y emisiones, asegurando al mismo tiempo el desarrollo socioeconómico.

La transición de una economía lineal a una economía circular requiere de inversión y desarrollo tecnológico, además de mantener el valor de los recursos y productos en un nivel alto y minimizar la producción de residuos (Khajuria, 2022). A pesar de la relación entre ambos modelos, fueron considerados por muchos años como dos procesos o flujos individuales (Reddy *et al.*, 2020).

IA en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La inteligencia artificial puede actuar como un facilitador para todos los objetivos al apoyar la provisión de servicios de alimentación, salud, agua y energía a la población. También puede sustentar sistemas bajos en carbono, por ejemplo, apoyando la creación de economías circulares y ciudades inteligentes que utilizan sus recursos de manera eficiente. Los beneficios de la IA podrían derivarse de la posibilidad de analizar bases de datos interconectadas a gran escala para desarrollar acciones conjuntas destinadas a preservar el medio ambiente. Los impactos potenciales informados de la IA indican impactos tanto positivos como negativos en el desarrollo sostenible (Vinuesa, 2020).

Estudio de caso en la vida real: tecnologías habilitadoras I4.0

A continuación, la Figura 1 presenta una foto del aparato portátil potabilizador de agua creado por la empresa PWtech, radicada en Brasil, el cual se utiliza para abastecer de agua potable a comunidades marginadas. Su funcionamiento es por medio de baterías que son alimentadas exclusivamente por energía solar recolectada por paneles solares. Esto significa que su funcionamiento es completamente autónomo y no depende de energía eléctrica.

Figura 1



Fuente: PWTech <https://www.pwtech.eco.br/>

La energía sostenible en sí misma se define por tener dos componentes centrales: energía renovable y eficiencia energética (Hidayatno, 2019). La urbanización provoca una mayor migración de la población rural a un área urbana, lo que lleva a un aumento en el uso y consumo de energía (Zakari, 2021).

Teniendo en cuenta la frecuencia de los cortes de energía eléctrica en los países en desarrollo debido a la deficiencia energética, la inclusión de las energías sustentables, como la energía solar, conducirá a una mejora del servicio y calidad del agua, no solo purificando sino también calentando, y tendrá un impacto negativo mínimo en la contaminación ambiental (Bori, 2022).

Conclusiones y futuros trabajos de investigación

Se impulsan diferentes proyectos de investigación para favorecer el crecimiento inteligente y sostenible a través de la innovación y para crear un ecosistema favorable al desarrollo de las empresas. Se ha presentado un caso en el que las nuevas tecnologías aplicadas se implementan por el bien de las comunidades más vulnerables. La 4IR se encuentra actualmente en una nueva fase, donde se consideran fundamentalmente los efectos causados al ecosistema y a la sociedad. Se está prestando más atención a la ecología, a la reutilización y/o reciclaje de los productos una vez finalizada su vida útil. Las organizaciones hacen uso del nuevo T4.0 con el fin de considerar la sostenibilidad y la economía circular como un factor adicional de suma importancia, en sintonía con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Referencias

- Adamik, A. y Sikora-Fernández, D. (2021). Smart Organizations as a Source of Competitiveness and Sustainable Development in the Age of Industry 4.0: Integration of Micro and Macro Perspective. *Energies* 2021, 14/1572.
- Berawi, M. A. (2019). The role of industry 4.0 in achieving sustainable development goals. *International Journal of Technology*, 4/10, pp. 644-647.
- Bori, I., Uwah, E. J., Bako, S., Okegbile, O. J. y Ayo, S. A. (2022). Design and Performance Evaluation of a Portable Solar Water Heater. *Journal of Digital Innovations & Contemporary Research in Science, Engineering & Technology*. Vol. 10 No. 1. 2022, pp. 49-62.
- Dantas, T. E. T., de-Souza, E. D., Destro, I. R., Hammes, G., Rodriguez, C. M. T. y Soares, S. R. (2020). How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals. *Sustainable Production and Consumption* 26. Pp 213–227. .
- Ching, N. T., Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P. y Asadi, S. (2022). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 334/130133.
- Gajdzik, B., Grabowska, S., Saniuk, S. y Wiczorek, T. (2020). Sustainable Development and Industry 4.0: A Bibliometric Analysis Identifying Key Scientific Problems of the Sustainable Industry 4.0. *Energies* 2020, 13/4254.
- Hidayatno, A., Destyanto, A. R. y Hulu, C. A. (2019). Lndustry 4.0 Technology Implementation Impact to Industrial Sustainable Energy in Indonesia: a model conceptualization. *Energy Procedia*. 156, pp. 227–233.
- Khajuria, A., Atienza, V. A., Chavanich, S., Henning, W., Islam, I., Kral, U., Liu, M., Liu, X., Murthy, I. K., Oyedotun, T. D., Verma, P., Xu, G., Zeng, X. y Li, J. (2022). Accelerating circular economy solutions to achieve the 2030 agenda. *Circular Economy*, Vol 1, No. 1 Pp. 1-9.
- Mabkhot, M. M., Ferreira, P., Maffei, A., Podrżaj, P., Mądziel, M., Antonelli, D., Lanzetta, M., Barata, J., Boffa, E., Finžgar, M., Paško, Ł., Minetola, P., Chelli, R., Nikghadam-Hojjati, S., Wang, X. V., Priarone, P. C., Litwin, P., Stadnicka, D. y Lohse, N. (2021). Mapping Industry 4.0 Enabling Technologies into United Nations Sustainability Development Goals. *Sustainability*. 2021, 13/2560.
- Reddy, Y. S., Gangadasari, P. R. y Prakash, S. (2020). Exploring Industry 4.0 and Circular Economy. *Quality and Operational Research*, VOLUME 1, ISSUE 4.
- Spoială, A., Ilie, C-I., Truşcă, R-D., Oprea, O-C., Surdu, V-A., Vasile, B., Ficai, A., Ficai, D., Andronescu, E., Diţu, L-M. (2021). Zinc Oxide Nanoparticles for Water Purification. *Materials* 2021, 14/4747.
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M. & Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature communications* 11.1, pp. 1-10.
- Zakari, A., Khan, I., Tan, D., Alvarado, R., Dagar, V. (2021). Energy efficiency and sustainable development goals (SDGs). *Energy*, pp 342-360.