

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

RECOMMENDATIONS TO IMPROVE THE LEVEL OF READINESS FOR INDUSTRY 4.0 IN MONGOLIA

Bolormaa Ganbat^I  <https://orcid.org/0000-0003-0105-6279>

Tatiana Delgado Fernández^{II*}  <https://orcid.org/0000-0002-4323-9674>

^I Profesional Independiente, Ulan-Bator, Mongolia, ✉ blrmganbat@gmail.com

^{II} Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), La Habana, Cuba

*Autor para dirigir correspondencia: tatiana.delgado@uic.cu

Clasificación JEL: I20, L50, N65

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7658809>

Recibido: 24/12/2022

Aceptado: 12/02/2023

Resumen

La Cuarta Revolución Industrial, también llamada Industria 4.0, se caracteriza por la presencia de sistemas ciberfísicos que permiten la hibridación del mundo físico con el digital. Este proceso está calando profundamente en todos los sectores de la sociedad, las organizaciones gubernamentales, el sector empresarial y los ciudadanos. Sin embargo, el aprovechamiento de las tecnologías digitales avanzadas de producción de la Cuarta Revolución Industrial sigue estando extremadamente concentrado en unas pocas economías. En el caso de Mongolia, el porcentaje de productos fabricados por empresas de alta tecnología es muy bajo, y el ritmo de adopción de este nuevo paradigma es bastante lento. Por eso se hace necesario evaluar a nivel macro las condiciones de preparación que tiene la nación mongola para adoptar la Industria 4.0. En este artículo se analizan estudios que incluyen dimensiones de alistamiento de Mongolia para la Industria 4.0, en particular la evaluación proporcionada por el modelo GRAMI4.0, complementado con algunos indicadores específicos adicionales. Se hacen comparaciones con otros países de la región asiática para establecer la posición que ocupa el país objeto de estudio respecto a sus vecinos. Los resultados de la evaluación permitieron esbozar una matriz DAFO y proponer

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

recomendaciones generales con la intención de incrementar la conciencia de las instituciones gubernamentales que están liderando los procesos de transición electrónica y de industrialización, para contribuir favorablemente en la adopción de la Industria 4.0 de forma más acelerada en la economía de Mongolia.

Palabras clave: Industria 4.0, GRAMI4.0, matriz DAFO, evaluación, tecnologías digitales

Abstract

The Fourth Industrial Revolution, also called Industry 4.0, is characterized by the presence of cyber-physical systems that allow the hybridization of the physical world with the digital one. This process is deeply permeating all sectors of society, government organizations, the business sector and citizens. However, harnessing the advanced digital production technologies of the Fourth Industrial Revolution remains extremely concentrated in a few economies. In the case of Mongolia, the percentage of products manufactured by high-tech companies is very low, and the rate of adoption of this new paradigm is quite slow. For this reason, it is necessary to evaluate at the macro level the preparation conditions that the Mongolian nation has to adopt Industry 4.0. In this article, studies that include dimensions of Mongolia's readiness for Industry 4.0 are analyzed, in particular the assessment provided by the GRAMI4.0 model, complemented with some additional specific indicators. Comparisons are made with other countries in the Asian region to establish the position of the country under study with respect to its neighbors. The results of the evaluation made it possible to outline a SWOT matrix and propose general recommendations with the intention of increasing the awareness of government institutions that are leading the electronic transition and industrialization processes, to favorably contribute to the adoption of Industry 4.0 in a more growth in the Mongolian economy.

Keywords: Industry 4.0, GRAMI4.0, SWOT matrix, assessment, digital technologies

Introducción

Mongolia es un estado soberano, sin acceso al mar, situado en Asia Oriental. Limita con Rusia al norte y con China al sur. Mongolia tiene una superficie de 1.564.116 km² y una población de 3,4 millones a partir de 2022.¹ Mongolia es uno de los países con abundantes recursos naturales y minerales.² En este sentido, ocupa el puesto 41 en el índice mundial. El sector minero es el principal sector que determina el espacio geoeconómico del país y el futuro del desarrollo regional a nivel macroeconómico. Representa el 20 % del producto interno bruto, el 70 % del producto industrial y el 94 % de los ingresos por exportaciones, proporcionando empleo a más de 56.635 personas.³ Sin embargo, en los últimos años, en la recuperación económica se ha retrasado y la inflación ha aumentado, enfrentándose a crisis inesperadas y riesgos combinados.⁴

Por otra parte, en la actualidad se habla de la cuarta Revolución Industrial, también asociada a la Industria 4.0. La Industria 4.0 habilita y apoya nuevos escenarios en la producción, donde el hombre, las máquinas, las líneas de producción, los sistemas de software y los productos en sí mismos, se comunican y cooperan unos con otros en tiempo real para facilitar la toma de decisión descentralizada y una producción autoorganizada.⁵ Hay muchos sectores que tendrán un impacto intensivo en un futuro próximo. Por ejemplo, se pueden destacar los campos de inteligencia artificial, drones, robótica y 5G.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

En 2016, Klaus Schwab⁶ definió el primer concepto de Cuarta Revolución Industrial (4IR), que la define de la forma siguiente: “La Cuarta Revolución Industrial genera un mundo en el que los sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperan entre sí de una manera flexible a nivel global. Se trata de una industria basada en fábricas inteligentes donde se integran las nuevas tecnologías, como pueden ser Internet de las Cosas (*IoT*), computación y análisis en la nube, Inteligencia Artificial, robótica, realidad aumentada o *machine learning* en sus instalaciones de producción y en todas sus operaciones.

En la actualidad existe un conjunto de valiosas herramientas tecnológicas digitales que habilitan la transformación digital, como el Internet de las Cosas,⁷ el Big Data,⁸ la Inteligencia Artificial,⁹ la Computación en la Nube,¹⁰ Robots autónomos,¹¹ las redes de 5ta generación 5G,¹² la fabricación aditiva o impresión 3D¹³ y la integración vertical y horizontal,¹⁴ entre otras.

Este paradigma y sus tecnologías habilitadoras han traído consigo el renacimiento de nuevos patrones de competitividad y economías avanzadas que se convierten en un gran desafío para muchos países que están en la etapa de implementación de esta nueva era.¹⁵ Por ejemplo, en Mongolia, el 19 de agosto de 2022, Unitel Group encendió, por primera vez, en Mongolia la estación de prueba de la red 5G en la plaza central de Ulaanbaatar y la abrió al público. Con la introducción total de esta tecnología, no solo los usuarios podrán utilizar Internet a alta velocidad, sino que también traerá importantes cambios y ventajas en términos de infraestructura en los campos de la salud, la minería y la educación.¹⁶

También, en 2019, el Gobierno de Mongolia estableció el "Comité Nacional para el Desarrollo Electrónico" como parte de su implementación en el país para que el progreso tecnológico sea accesible, rápido y seguro a los ciudadanos. Se está trabajando en la meta de convertir el país en una "Nación Digital" en 2021-2024.^{17,18} Sin embargo, un mínimo del producto total producido en el país cuenta con alta tecnología e innovación, por ello en 2018, se estableció el Comité de Política Electrónica en el Parlamento para prepararse para la Cuarta Revolución Industrial. El gobierno se está enfocando en la preparación para la Cuarta Revolución de la Industria y la participación efectiva a nivel de política estatal, estableciendo metas y objetivos específicos en la "Política de Desarrollo de Tres Pilares" y trabajando para comenzar a implementarlos.¹⁹

Es un imperativo que los países entiendan cómo y dónde se pueden aprovechar las tecnologías avanzadas de producción asociadas a la Industria 4.0 (4IR) para abordar algunos de los desafíos ambientales, económicos y sociales más apremiantes del mundo. Las brechas regulatorias y de acceso a la tecnología son mayores para los países en desarrollo y los menos avanzados, y existe el temor de que algunos de ellos se queden atrás. Al mismo tiempo, con la reciente pandemia del coronavirus COVID-19, es más importante que nunca utilizar las tecnologías 4IR para salir de la pandemia por un camino de crecimiento sostenible e inclusivo.²⁰

En el caso de Mongolia, no se conocen con precisión cuáles son los impulsores o habilitadores de la Cuarta Revolución Industrial que están presentes hoy en el entorno nacional y tampoco se sabe dónde se centran las principales dificultades, y a pesar de la voluntad expresada por la alta dirección, no se han identificado las bases para una estrategia nacional que impacte en la adopción de la Industria 4.0 de forma acelerada en los próximos años. Persiste una insuficiente preparación de los sistemas productivos para adoptar la Industria 4.0, lo cual hace necesario evaluar multidimensionalmente la situación del país ante

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

este paradigma, para obtener recomendaciones que puedan contribuir a establecer una hoja de ruta y, con ello, acelerar su desarrollo hacia la Cuarta Revolución Industrial.

Considerando este contexto, el artículo se propone ofrecer algunas recomendaciones derivadas del análisis de varias evaluaciones previas sobre dimensiones que tributan al nivel de preparación de Mongolia, combinado con un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), obtenido a partir de los hallazgos de las evaluaciones e indicadores analizados.

Materiales y Métodos

Con el objetivo de analizar el nivel de preparación de Industria 4.0 en Mongolia y hacer recomendaciones sobre potenciales mejoras, se emplea una metodología que sigue los pasos siguientes:

- 1) Selección de estudios sobre Mongolia acerca del nivel de preparación en Industria 4.0.
- 2) Síntesis del comportamiento de las dimensiones e indicadores analizados con el uso de una matriz DAFO (Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades)
- 3) Con los hallazgos obtenidos y la matriz DAFO, obtención de recomendaciones de mejora.

La **Figura 1** muestra el esquema metodológico de la investigación.

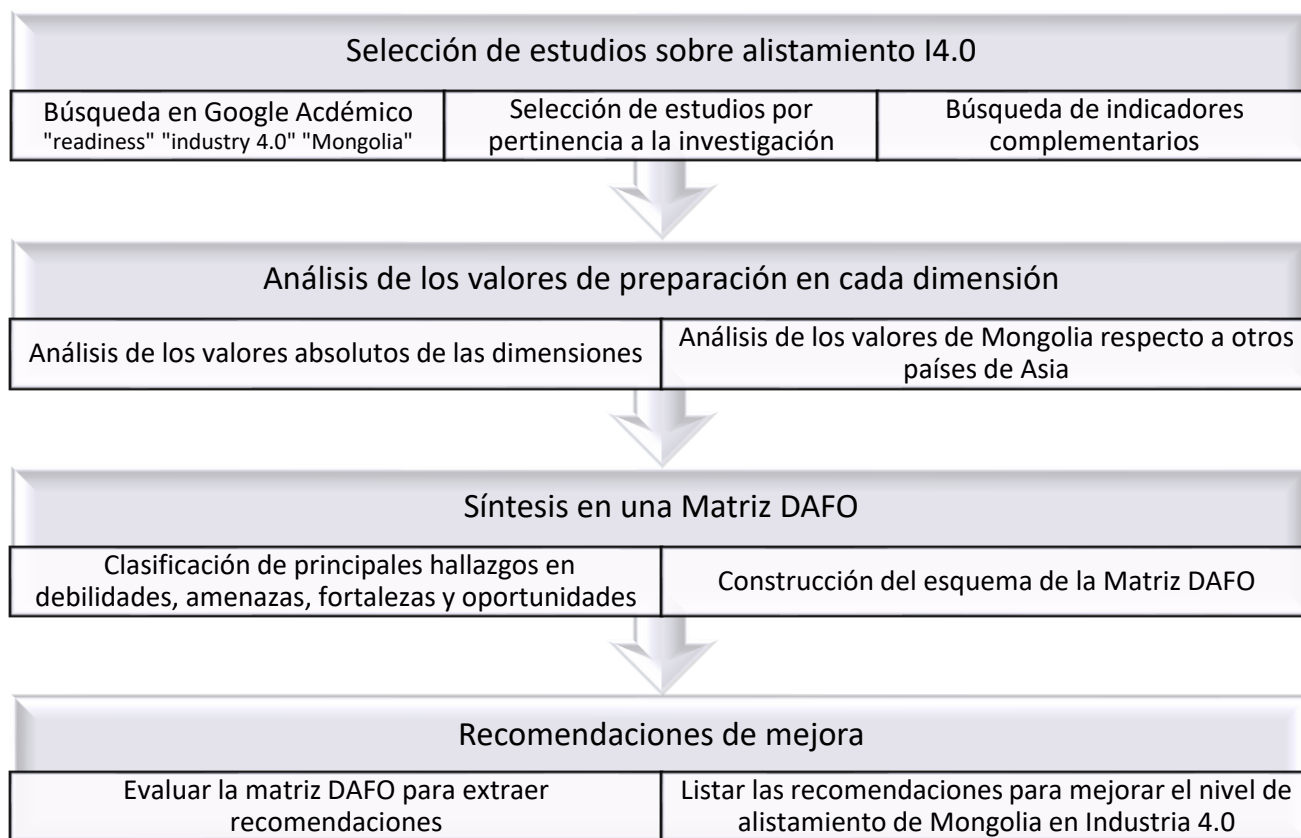


Figura 1. Esquema metodológico de la investigación

Fuente: elaboración propia

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

Resultados

En la búsqueda con el Google académico empleando las palabras clave en inglés: “*readiness*” & “*industry 4.0*” & “Mongolia”, aunque salieron 229 resultados, solo un estudio reportado en 2021 abordaba la evaluación de preparación en Industria 4.0 de forma holística y a nivel de países; o sea, no en sectores/escenarios específicos. El estudio obtenido corresponde a la evaluación realizada por Tripathi, S. y Gupta, M²¹, la cual evalúa 7 dimensiones con 63 indicadores.²¹

En el modelo GRAMI4.0, cada uno de los pilares de la preparación para la I4.0 se adoptan combinando los factores de macro transformación que representan áreas importantes en el desarrollo industrial socioeconómico de una nación. Estos pilares se agrupan en 7 dimensiones, los cuales son: (1) Entorno favorable, (2) Recursos humanos, (3) Infraestructura, (4) Sostenibilidad ecológica, (5) Capacidad de innovación, (6) Ciberseguridad y (7) Consumidores.²¹

Un resumen de la evaluación de la preparación de Mongolia para la Industria 4.0 con la metodología GRAMI 4.0 se ofrece en la **Figura 2**.

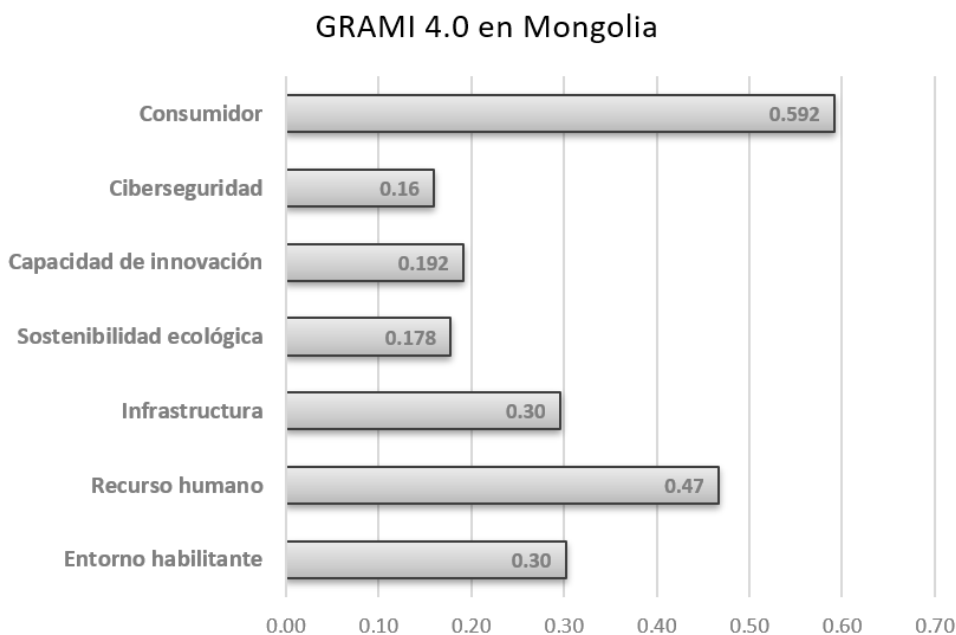


Figura 2. Dimensiones de GRAMI 4.0 en Mongolia.

Fuente: elaboración propia a partir de GRAMI4.0²¹

El índice de alistamiento GRAMI4.0 se obtiene a partir de la combinación ponderada de estas dimensiones, y para el caso de Mongolia alcanza un valor de **0,312** en el estudio de Tripathi, S. y Gupta, M²¹. Este valor revela que Mongolia tiene una puntuación baja de preparación para la Industria 4.0. A nivel mundial, la puntuación media de la evaluación de preparación I4.0 es 0,406. Se observa una amplia gama de rendimiento en las regiones entre Dinamarca (0,65, 1er lugar) y Chad (0,11, lugar 26). 12 de los 20 países líderes son europeos, 4 asiáticos y 2 países de Oceanía y América del Norte (NA). En el otro extremo del espectro, 14 de las últimas 20 naciones son africanas.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

En el análisis regional se aprecia que Asia es la región más diversa con una puntuación de preparación I4.0 repartida entre Japón (0,641, 5to lugar) y Yemen (0,131, lugar 125). Se evaluaron 39 países asiáticos, entre los cuales 13 están por encima de 50 y 18 tienen un puntaje de preparación I4.0 superior al promedio. EA (Asia Oriental) es la región más preparada con 4 de los 10 principales países asiáticos con una preparación I4.0 superior al promedio. EA tiene una puntuación media de 0,52.

La **Tabla 1** resume los valores de países de Asia Oriental, donde se encuentra Mongolia.

Tabla 1. Dimensiones GRAMI4.0 en países de Asia oriental

Región	Rango	País	Entorno Nacional Favorable	Recursos Humanos	Infraestructura	Sostenibilidad Ecológica	Capacidad de Innovación	Ciberseguridad	Consumidores	Puntuación GRAMI 4.0
EA	5	Japón	0.542	0.803	0.762	0.363	0.552	0.326	0.866	0.642
	12	China	0.639	0.445	0.709	0.543	0.56	0.611	0.742	0.607
	24	Malaysia	0.5	0.692	0.639	0.216	0.524	0.326	0.866	0.538
	28	Corea del Sur	0.453	0.641	0.746	0.031	0.494	0.313	0.963	0.52
	96	Mongolia	0.302	0.467	0.296	0.178	0.192	0.16	0.592	0.312

Fuente: elaboración propia a partir de valores de GRAMI4.0²¹

La **Figura 3** muestra el comportamiento comparado de estos países de Asia Oriental por cada una de las dimensiones de la evaluación GRAMI 4.0.

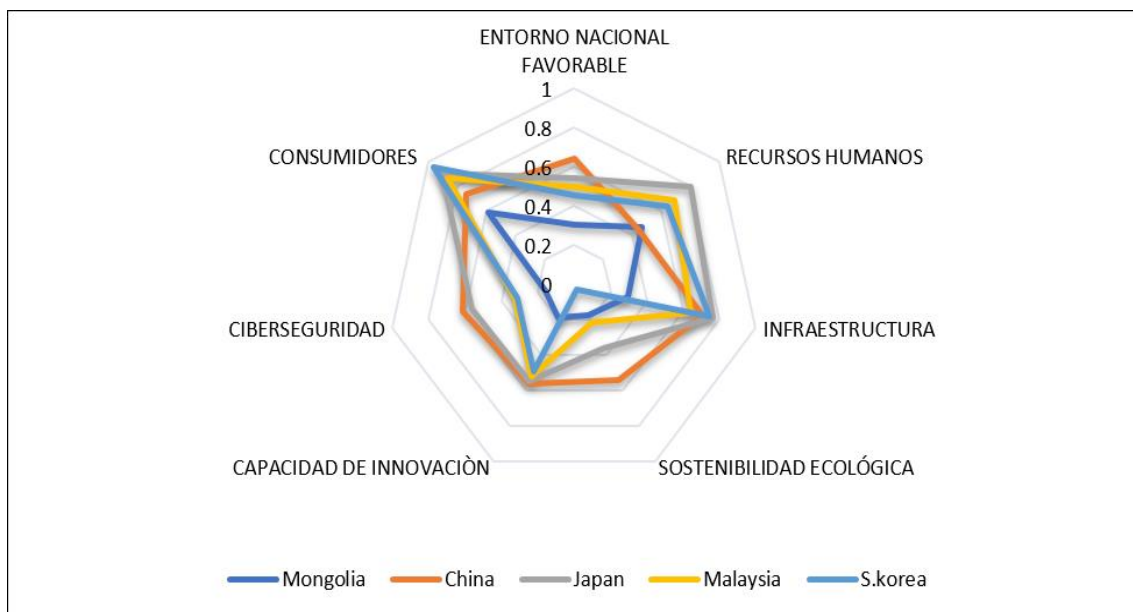


Figura 3. Análisis de preparación de subregión Asia Oriental en dimensiones.

Fuente: elaboración propia a partir de valores de GRAMI4.0²¹

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

Se aprecia en la **Figura 3** una gran disparidad dentro de la región de Asia Oriental, encabezada por China (0,607, lugar 12) y con el más bajo índice (0,312) se encuentra Mongolia en un lugar 96, lo que sugiere la necesidad de fortalecer el liderazgo y desarrollar políticas proactivas hacia I4.0.

Análisis de indicadores complementarios

Otros estudios complementan el análisis del modelo GRAMI4.0, como las valoraciones de atractivos de la industria de las telecomunicaciones y la información en Mongolia²² a partir 15 factores, uno de los cuales, identificado como Potencial de crecimiento en las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC), tiene una incidencia clave en el nivel de alistamiento de I4.0 en este país.

Según este estudio, en la última década, los ingresos de las TIC en Mongolia han crecido año tras año, según se puede constatar en la **Figura 4**. Se espera que continúe creciendo el uso de productos y servicios de telecomunicaciones tales como teléfonos móviles y fijos, Internet, televisión por cable y servicios postales.

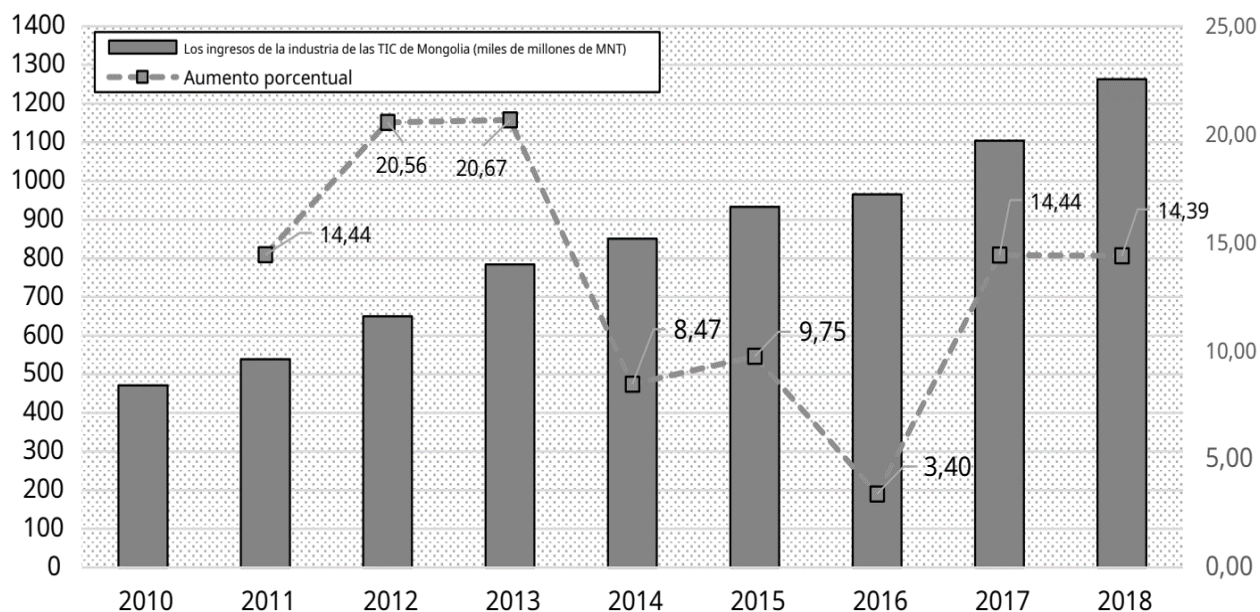


Figura 4: Ingreso anual de la industria de las TIC en Mongolia (millones de MNT).

Fuente: adaptado de Jambal & Jambal²²

Por otra parte, el Ranking de Competitividad Digital Mundial de IMD (elaborado por el *Institute for Management Development*) presenta comparaciones entre países en tres subcategorías: conocimiento, tecnología y preparación para el futuro, para 63 economías.²⁰ Se selecciona un subconjunto de países de Asia Pacífico de este índice, para el análisis. Las clasificaciones muestran enormes disparidades entre los países de la región, donde Mongolia tiene el segundo puesto inferior a nivel global (puesto 62) tanto en 2021 como en 2019.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

El valor numérico del IMD representa la posición en el ranking y describe la importancia de los factores nacionales para explicar la transformación digital de las empresas y la adopción de prácticas digitales por parte de los ciudadanos. Las naciones digitales son el resultado de una combinación de talento digital, regulación digital, gobernanza de datos, actitudes digitales y disponibilidad de capital. Por lo que se considera un buen “indicador proxy” para tributar al nivel de preparación en Industria 4.0.

Otro indicador para evaluar niveles de alistamiento en Industria 4.0 es el Índice de comercio electrónico global de empresa a consumidor (B2C), el cual mide la preparación de un país para respaldar el comercio en línea, donde factores como el desarrollo de las TIC y la penetración de Internet juegan un papel importante. Particularmente en la región de Asia Oriental, el mismo se comporta como muestra la **Figura 5**, según el Índice de comercio electrónico B2C de la UNCTAD.²⁰

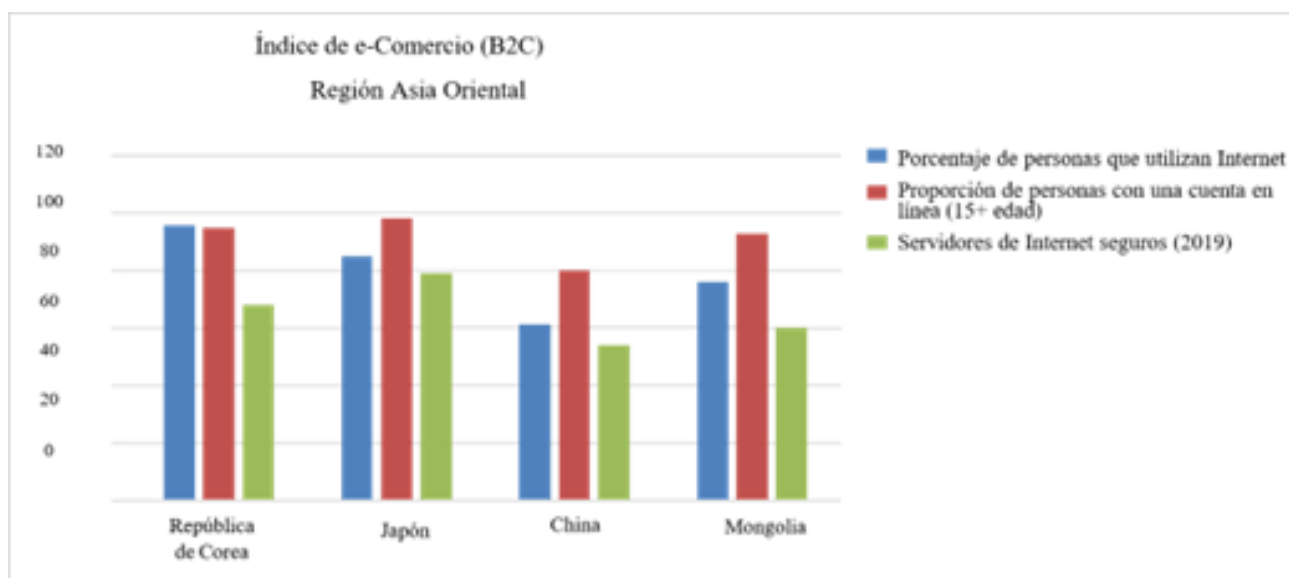


Figura 5. Índice de comercio electrónico (B2C)

Fuente: elaboración propia a partir de ²⁰

Aunque no al nivel de República de Corea y Japón, países líderes del grupo, este indicador, y particularmente la proporción de personas mayores de 15 años con una cuenta en línea, representa para Mongolia una fortaleza para enfrentar las tecnologías de la Industria 4.0, desde la perspectiva del consumidor.

Por otra parte, un estudio complementario²³ revela la necesidad de impulsar nuevas carreras y ampliar las capacidades educativas en ingeniería, matemática, ciencia de los datos y otras carreras que tributen a la capacidad de absorción de las competencias asociadas a la Industria 4.0. En el año académico 2020-2021, 31.161 estudiantes se graduaron de programas de diploma, licenciatura, maestría y doctorado de instituciones de educación superior. Mientras que en el año académico 2021-2022, se graduaron 32.925 estudiantes, un aumento de 1.764 o 5,7 % respecto al año anterior,²³ 627 estudiantes completaron la educación de diploma, 26.240 licenciaturas, 5.954 maestrías y 104 doctorados. En la **figura 6** se muestra esta distribución porcentual.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

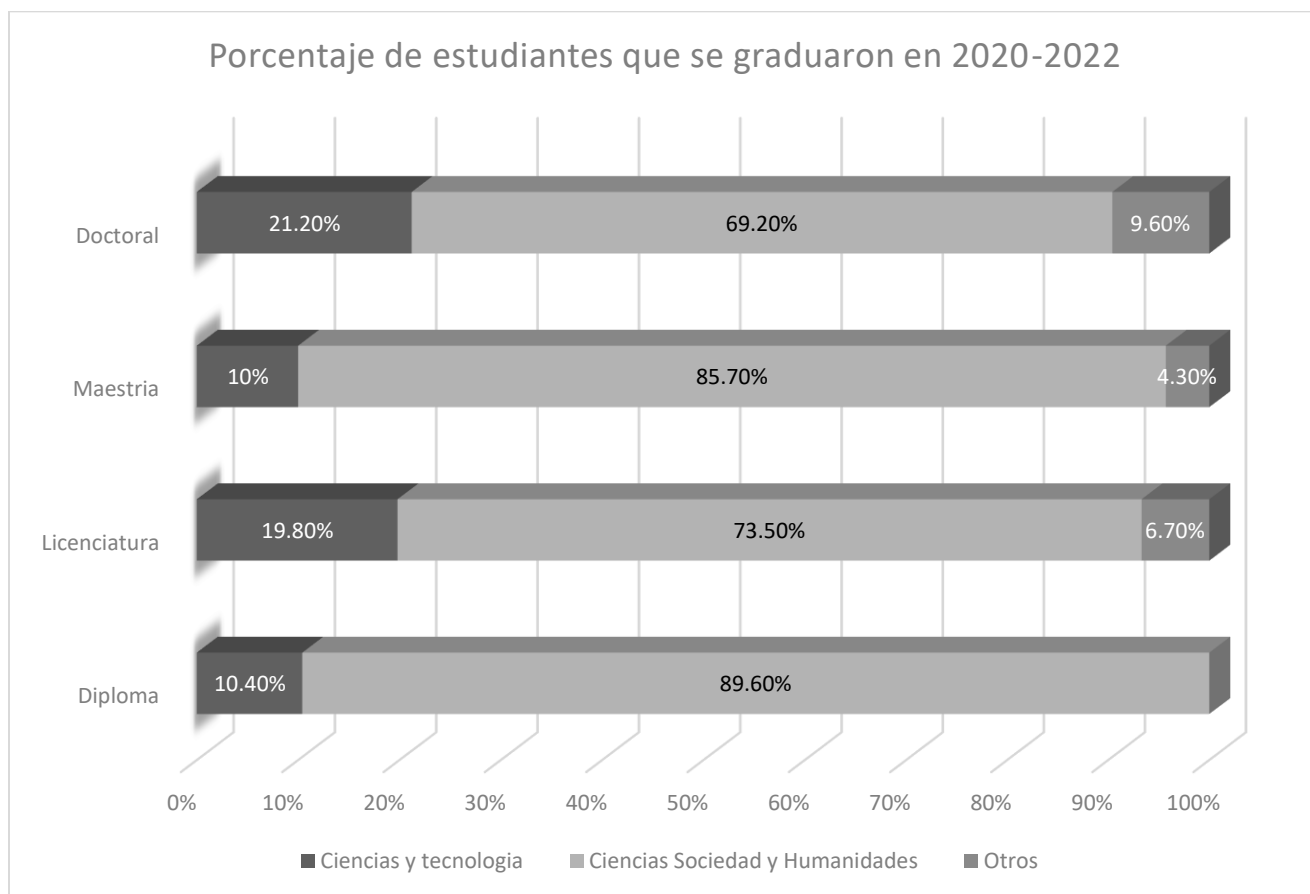


Figura 6. Información estadística para el año académico 2020-2021 del sector de educación superior
Fuente: elaboración propia a partir de información estadística²⁴

Para poner este objetivo en perspectiva, solo 5.189 personas se graduaron en programas de diploma, licenciatura, maestría y doctorado en ciencia y tecnología en el año 2022, en comparación con 19.284 graduaciones en programas universitarios de ciencias sociales y humanidades de Mongolia.²³

Como se aprecia en la **Tabla 2**, según clasificación de estudiantes por el campo profesional de estudio: del total de estudiantes, el 15,4 % representa las carreras pedagógicas; el 5,3 %, artes y humanidades; 5 % ciencias sociales, información y periodismo; el 29,5 % negocios, administración y derecho; 1,9 %, ciencias naturales, matemáticas y estadística; el 3,36 % en tecnología de la información y la comunicación; el 9,1 % en ingeniería, producción y diseño; 1,5 % para agricultura, silvicultura, pesca y medicina veterinaria; 14 % para salud y seguridad social; 4.0 % en servicios; 2.2 % son otras carreras.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

Tabla 2. Proporción de estudiantes en instituciones de educación superior (últimos 5 años).

Nombre de la dirección profesional (programa)	Proporción de la profesión en el total de estudiantes (%)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Educación	14.0	13.2	14.8	13.3	15.4
Arte y humanidad	7.5	8.2	8.7	9.2	8.2
Ciencias sociales, información y periodismo	5.2	5.8	4.5	4.6	5
Negocios, administración, derecho	26.7	26.0	27.5	26.5	29.5
Instituto de ciencias naturales, matemáticas, estadística, biología	3.6	3.9	2.7	2.3	3
Tecnologías de la información y la comunicación	2.7	2.3	3.2	3.7	3.4
Ingeniería, producción y diseño	17.3	16.5	14.5	16	13.4
Agricultura, silvicultura, pesca, medicina veterinaria	2.6	2.2	2.2	1.6	1.5
Salud y seguridad social	11.8	13.3	14.2	15.5	14
Servicios	4.0	3.6	4.0	4	4.4
Otros	4.6	4.7	3.6	3.2	2.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: elaboración propia a partir de estadísticas nacionales de Mongolia²⁴

En contraste con la información de la **Tabla 2**, existe una gran demanda de graduados en carreras como las Tecnologías de Información y las Comunicaciones, así como de otras asociadas al desarrollo de la Industria 4.0, lo cual se muestra en la **Figura 7**.

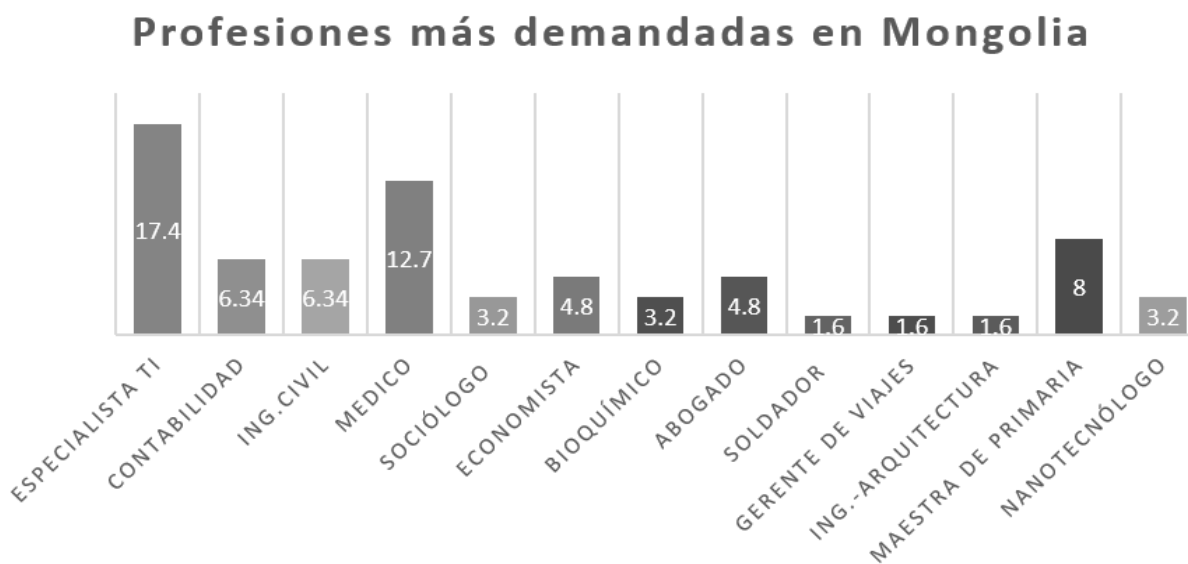


Figura 7. Profesiones más demandadas en Mongolia en 2018
Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística²⁴

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

Matriz DAFO generalizada de la Industria 4.0 en Mongolia

A partir de los análisis sobre el nivel de preparación de Mongolia para la Industria 4.0 realizados en este artículo, se pueden obtener algunos hallazgos que sirven para impulsar en el futuro una hoja de ruta en este sentido. Con la información analizada las autoras han resumido las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

Debilidades

1. Bajas capacidades de innovación, expresada en:
 - Baja proporción de investigadores por millón de habitantes.
 - Bajo porcentaje del Producto Interno Bruto dedicado a la Investigación y Desarrollo (I+D).
 - Baja la relación universidad-industria.
2. Insuficiente uso de tecnologías de avanzada en la industria.
3. Muy baja densidad de población.
4. Bajos niveles de servicios de Ciberseguridad.
5. Dificultades en la obtención de financiación para los emprendedores.

Fortalezas

1. Un entorno político favorable con un compromiso de la alta dirección del país por el desarrollo tecnológico, expresado en:
 - la Política Nación Digital 2020 (2020-2024).
 - el documento de política a largo plazo Visión-2050, aprobado por el Parlamento el 25 de mayo de 2020.
 - Para asegurar la gobernanza de estas políticas, se estableció en 2022 el Ministerio de Desarrollo Electrónico para intensificar la transición electrónica.
2. Población con altas capacidades para asimilar y adoptar las nuevas tecnologías, expresado en una elevada tasa de alfabetización (99%).
3. Competitividad digital favorable en algunos aspectos, principalmente aquellos relacionados con los consumidores y la penetración de la telefonía móvil, expresado en el crecimiento sostenido de:
 - Ingresos en el sector industrial de Telecomunicación y Tecnologías de la Información.
 - Uso individual de internet (incluyendo las cuentas en línea).
 - Comercio electrónico y servicios digitales de empresas a consumidores (B2C).
4. Altas reservas de recursos minerales, necesarios para el desarrollo de la Industria 4.0.

Aunque el escenario externo a Mongolia no fue estudiado de manera primaria en esta tesis, se pueden esbozar las amenazas y oportunidades que como mega tendencias se manifiestan en relación al objeto de estudio.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

Amenazas

1. Las crisis globales producidas por pandemias, como la Covid-19, y por guerras regionales inciden negativamente en la logística global y en las posibilidades de los países menos desarrollados para reducir la brecha tecnológica e industrial.

Oportunidades

1. Necesidades globales de recursos minerales como materia prima básica para tecnologías de avanzada en la Cuarta Revolución Industrial.
2. Fondos de la cooperación multilateral y de socios comerciales de Mongolia en la región de Asia-Pacífico y en Europa

En la **Figura 8** se resumen las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en la matriz DAFO correspondiente.



Figura 8. Matriz DAFO de Mongolia para enfrentar la Industria 4.0

Fuente: elaboración propia

Discusión

El análisis de modelo GRAMI4.0 en Mongolia arrojó que los valores más bajos en preparación para la Industria 4.0 se focalizan en las dimensiones de Ciberseguridad, Sostenibilidad ecológica y Capacidad

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

de innovación, mientras el mejor situado en un valor cercano al 60% es lo relativo a los consumidores seguido por la preparación general de las personas. No obstante, en general presenta un índice de alistamiento muy bajo.

Aunque menor que sus vecinos asiáticos, el Índice de comercio electrónico global de empresa a consumidor (B2C) en Mongolia revela un nivel aceptable, lo que valida el relativamente alto valor obtenido en la dimensión Consumidores en el modelo GRAMI4.0. Respecto al Índice de Competitividad Nacional, Mongolia está situado bastante por detrás de otros países de Asia.

La investigación complementaria sobre la formación de Educación Superior en Mongolia, arrojó que actualmente los especialistas en informática son los más demandados en el mercado laboral, sin embargo, hay un déficit en la formación de esta profesión y de otras carreras de tecnología.

Se necesitan formar más ingenieros, ser más creativos, ser capaces de ver los problemas y formar personas que puedan resolver los problemas. Las áreas con más puestos de trabajo y potencial para crear más valor son, sin duda, las industrias de TI, programación y electrónica. Con una mirada de 20 o 30 años, las más jóvenes generaciones deben ser educadas en computación cuántica y la biotecnología desde ahora.

A partir del análisis de la matriz DAFO y de los hallazgos obtenidos con el estudio se proponen unas recomendaciones para el establecimiento futuro de una hoja de ruta de Industria 4.0. Estas recomendaciones no pretenden ser exhaustivas, pero sí están sustentadas en los análisis realizados en este artículo. Se elaboraron con los hallazgos obtenidos en la evaluación GRAMI 4.0²¹ para Mongolia y de los indicadores complementarios analizados, Se privilegian los análisis sobre la matriz DAFO que permiten potenciar las fortalezas en combinación con las oportunidades, o mitigar las debilidades a partir de las fortalezas.

1. Aprovechar la oportunidad que ofrecen los proyectos de cooperación Sur-Sur, triangular y de agencias multilaterales, como la Agencia de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), para potenciar capacidades de innovación de Mongolia, a partir de utilizar sus altas potencialidades y competencias de los recursos humanos.
2. Aprovechando el marco legal NACIÓN DIGITAL y la visión a largo plazo 2050, así como, las ya avanzadas habilidades digitales de los consumidores, se debe evaluar y promover la personalización masiva de la producción industrial en sectores de mayor dinamismo, por medio de productos y plataformas como servicios.
3. Dada la baja densidad poblacional de Mongolia, se sugiere aprovechar las oportunidades que ofrecen los bloques integracionistas de la región Asia-Pacífico para atraer profesionales extranjeros altamente calificados e inversionistas foráneos, a partir de la creación de incentivos fiscales, facilidades para visas de trabajo de los emprendedores o expertos foráneos y la creación de Zonas Especiales de Desarrollo, de alta tecnología y Parques Tecnológicos.
4. Aprovechar las necesidades que tienen otros países de recursos minerales requeridos para el desarrollo de la Industria 4.0, para establecer convenios mutuamente beneficiosos que permitan a

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

Mongolia insertarse en las cadenas globales de valor y desarrollar la industria con nuevas tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial.

5. Aprovechar el alto nivel educacional del país e impulsar el establecimiento e implementación de una política enfocada en la formación de especialistas en las áreas de ciencias naturales, matemáticas, tecnologías de la información y comunicación, ingeniería, producción, además de otras habilidades comunicacionales y de diseño, para agilizar la absorción de las tecnologías digitales de avanzada en la producción y de las habilidades colaborativas para estar mejor preparados para enfrentar los desafíos de la adopción de la Industria 4.0.
6. Considerando el bajo nivel de preparación de Mongolia en el tema de sostenibilidad ecológica, evidenciado en el estudio GRAMI4.0, mientras la extracción minera que trae consigo una elevada contaminación ambiental, es una de sus principales fortalezas, se recomienda fuertemente adoptar la ISO 14000 en todas las iniciativas de Industria 4.0 relacionadas con la extracción de recursos minerales.
7. De forma similar, para corregir la debilidad en el tema de Ciberseguridad evidenciada en el bajo valor obtenido en GRAMI4.0, que puede hacerse más aguda en la medida en que se desarrollan las tecnologías de información y comunicaciones, se recomienda que el país adopte la familia de normas ISO 27000, que proporciona requisitos para el establecimiento, implantación, mantenimiento y mejora continua de un SGSI basado en el conocido Ciclo Deming o PDCA (de las siglas de las palabras en inglés *Plan-Do-Check-Act*) que consta de las 4 fases de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

Conclusiones

La Cuarta Revolución Industrial y sus nuevas tecnologías constituyen la base del éxito del desarrollo industrial en la era moderna, permiten la creación de nuevos bienes, el surgimiento de nuevas industrias, así como, la inserción en las cadenas globales de valor. Traen consigo mayor eficiencia en la producción, incremento de las ganancias, y una satisfacción de la cliente más personalizada. Sin embargo, de acuerdo a reportes recientes de la agencia de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, su adopción está concentrada en países de economías altamente desarrollada.

Para comprender la esencia de esta situación y transformarla, es necesario que los países, particularmente los menos desarrollados, evalúen sus niveles de preparación o alistamiento respecto a la Industria 4.0, para poder ajustar sus programas de acción en función de potenciar sus propias fortalezas, resolver de forma priorizada sus debilidades y transformar aceleradamente sus sistemas productivos, a partir del empleo de las nuevas tecnologías digitales avanzadas de producción.

Mongolia exhibe un nivel discreto en el desarrollo de la Industria 4.0, de acuerdo a los resultados arrojados por la evaluación de las dimensiones GRAMI4.0. Sin embargo, se aprecian fortalezas importantes, como la visión del país en relación a la transición electrónica que se está impulsando, la cual se apoya en un marco legal a corto, mediano y largo alcance. Asimismo, se va apreciando una competitividad ascendente en tecnologías de información y comunicaciones de cara al consumidor, lo

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

que, junto con el alto nivel educacional de la población, puede ser aprovechado para el desarrollo del paradigma de la Cuarta Revolución Industrial, centrado en las personas.

Un grupo de recomendaciones extraídas del análisis de la matriz DAFO, construida a partir de la evaluación, revela que existen oportunidades de aprovechar estas fortalezas y las oportunidades que tiene Mongolia por su situación geográfica y por sus altas reservas de recursos minerales, requeridos para el desarrollo industrial, para mitigar las debilidades aún presentes, con vistas a acelerar su inclusión más temprana entre las economías que adoptan la Industria 4.0.

Referencias bibliográficas

1. Comisión para la Estadística Nacional. Base de datos unificada de estadísticas de Mongolia; 2022 [Consultado 19 noviembre 2022] Disponible en: <https://www.1212.mn/mn>.
2. The World Bank. Mongolia Economic Update; 2022. [Consultado 24 noviembre 2022] Disponible en: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/af1a0293254ac2e448cafa165c669d88-0070012022/original/MEU-2022-April-ENG.pdf>
3. METALLIRARI. Mongolia, Economía y minas en Mongolia, un futuro de crecimiento y oportunidades; abril 2021 [Consultado 21 septiembre 2022] Disponible en: <https://es.metallirari.com/economia-minas-mongolia-futuro-crecimiento-oportunidades/>
4. Bolor J. Аж үйлдвэрийн 4 дэх хувьсгалд Монголчууд бэлэн эсэх талаар хэлэлцэв; 2018. [Consultado 2 octubre 2022] Disponible en: <https://montsame.mn/en/read/88973>.
5. Delgado T. Industria 4.0: Marcos de referencia y factores de alistamiento en el contexto cubano. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. CUJAE 2018, Palacio de las Convenciones de La Habana, 26 noviembre; 2018. [Consultado 21 septiembre 2022] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/328407872_INDUSTRIA_4_0_MARCOS_DE_REFERENCIA_Y_FACTORES_DE_ALISTAMIENTO_EN_EL_CONTEXTO_CUBANO
6. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: What It Means, How to Respond. World Economic Forum; 2016. [Consultado 27 septiembre 2022] Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
7. Kumar S, Tiwari P, Zymbler M. Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. Journal of Big data. 2019;6(1):1-21. [Consultado 29 septiembre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
8. Herrera F, Sosa R, Delgado T. GeoBI and big VGI for crime analysis and report. In 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud. IEEE, Aug 24; 2015:481-488. [Consultado 30 septiembre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1109/FiCloud.2015.112>
9. Lu Y. Artificial intelligence: a survey on evolution, models, applications and future trends. Journal of Management Analytics. 2019 Jan 2;6(1):1-29. [Consultado 12 octubre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23270012.2019.1570365>
10. Colomé AL, Anías C, Delgado T. Procedimiento para la implementación de la computación en la niebla en ciudades inteligentes. Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones. 2021; 42(1):45-57. [Consultado 2 noviembre 2022] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282021000100045
11. Becerra LY. Tecnologías de la información y las Comunicaciones en la era de la cuarta revolución industrial: Tendencias tecnológicas y desafíos en la educación en Ingeniería. Entre Ciencia e

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 EN MONGOLIA

- Ingeniería. 2020;14(28):76-81. [Consultado 2 septiembre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.31908/19098367.2057>
12. García W, Herrera J, Ayoví MW, Pilozo K, Sendón JC, Alcivar I. 5G y el Internet de las Cosas: Revisión Sistemática. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação. 2021;1(E43):238-53. [Consultado 18 septiembre 2022] Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2562269563?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
 13. Sarmiento AE, Monroy XD. Industria 4.0 Impacta las pequeñas y medianas empresas. LOGINN Investigación Científica y Tecnológica. 2022;6(2). [Consultado 2 diciembre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.23850/25907441.4799>
 14. Majstorovic VD., Mitrovic R. Industry 4.0 Programs Worldwide. Cham: Springer International Publishing; 2019. [Consultado 9 septiembre 2022] Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-18180-2_7
 15. Benavides AMV. Industria 4.0 en los países desarrollados y países de Latinoamérica. 2021; p. 44. [Consultado 19 octubre 2022] Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/33832?locale=es>
 16. UNITEL. Монголд 5G сүлжээний туршилтын станц цар хүрээгээ тэлсээр 14 байршилд аслаа; 2022 [Consultado 13 noviembre 2022] Disponible en: <https://www.unitel.mn/unitel/promotion/758>
 17. Монгол Улсын хууль. ВИРТУАЛ ХӨРӨНГИЙН ҮЙЛЧИЛГЭЭ ҮЗҮҮЛЭГЧИЙН ТУХАЙ; 2022. [Consultado 7 diciembre 2022] Disponible en: <https://legalinfo.mn/mn/detail?lawId=16390242606091>
 18. The Fast Mode. Transforming Mongolia into a Digital Nation: Interview with Ministry of Digital Development. Agosto; 2022. [Consultado 11 septiembre 2022] Disponible en: <https://www.thefastmode.com/expert-opinion/26849-transforming-mongolia-into-a-digital-nation-interview-with-ministry-of-digital-development>
 19. InfoMongol. Аж үйлдвэрийн дөрөв дэх хувьсгал 2025 он гэхэд оргил цэгтээ хүрнэ; 2018. [Consultado 12 septiembre 2022] Disponible en: <https://www.infomongol.mn/a/159366>
 20. Mukherjee A, Sarma AP. Innovation, Transfer and Diffusion of Fourth Industrial Revolution (4IR) Technologies to Catalyze Sustainable Development in Asia-Pacific; 2022. [Consultado 9 diciembre 2022] Disponible en: <https://repository.unescap.org/bitstream/handle/20.500.12870/4215/ESCAP-2022-WP-Innovation-transfer-diffusion-4IR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 21. Tripathi, S. and M. Gupta, A holistic model for Global Industry 4.0 readiness assessment. Benchmarking: An International Journal, 2021; 28(10):3006-3039. [Consultado 8 septiembre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2020-0354/full/html>
 22. Jambal T, Jambal E, Value Chain Analysis and Attractiveness of the Telecommunications Industry in Mongolia. SHS Web of Conferences; 2022. [Consultado 9 diciembre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202213501024>
 23. Ministerio de Educación y Ciencia de Mongolia. Estadísticas de educación superior para el año académico 2021-2022; 2022. [Consultado 12 diciembre 2022] Disponible en: <https://www.meds.gov.mn/post/105745>
 24. Enhtamir Sh. ОЮУТНЫ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БАГА ХУРАЛ-2018; 2018. [Consultado 23 septiembre 2022] Disponible en: <https://www.slideshare.net/tamirsw/ss-123056039>

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no presentar conflictos de intereses

Contribución de los autores

- Bolormaa Ganbat: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Validación, Visualización, Escritura-Borrador original, Redacción: revisión y edición.
- Tatiana Delgado Fernández: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Supervisión, Validación, Visualización, Escritura-Borrador original, Redacción: revisión y edición.