Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

"Prácticas de Economía Circular en la Industria Manufacturera de Ciudad Juárez; Desarrollo y Validación de Consistencia Interna de un Instrumento de Autoevaluación"

"Circular Economy Practices in the Manufacturing Industry of Ciudad Juárez: Development and Validation of the Internal Consistency of a Self-assessment Instrument"

Medina-González, A.U., Rodríguez-Picón, L.A.*, Romero-López, R., Hernández-Gómez, J.A.

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura; Instituto de Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

al232931@alumnos.uacj.mx; luis.picon@uacj.mx*; rromero@uacj.mx; jnernand@uacj.mx

Innovación tecnológica: Se presenta el desarrollo y validación de un instrumento de autoevaluación de prácticas de economía circular (EC) en empresas industriales.

Área de aplicación industrial: Industria manufacturera y servicios.

Recibido: 22 noviembre 2024
Aceptado: 22 abril 2025

Abstract

The circular economy (CE) is a system that presents a fundamental change in the way manufacturing industries manage their resources, design products and approach the product life cycle. This article presents the development and validation of a self-assessment instrument to measure the implementation of CE practices in companies in the manufacturing sector, in order to provide organizations with a practical tool to self-assess their performance in sustainability and resource efficiency. A probabilistic group of 35 individuals was selected to carry out the pilot test of the instrument in the different sectors (automotive, medical, services, textiles, food and others) of the city. Content validity was established through expert judgment. First, the statistical test of Cohen's Kappa index was carried out, obtaining 1,000, which indicated a perfect agreement between the experts. Next, a reliability analysis was carried out using the Cronbach's Alpha (α) and McDonald's Omega (ω) statistics, achieving = 0.883 and (ω) = 0.893, values that allowed us to maintain that the questionnaire is good, also in the Kaiser-Meyer-

Olkin (KMO) study and in the Bartlett test of sphericity, a value of 0.570 (acceptable) was achieved, while in the Bartlett test of sphericity a value of $p<0.001$ was recorded. In this context, the instrument is documented as a prototype for future studies in the city that focus on self-assessment of CE practices.

Keywords: Circular Economy, Recycle, Reutilization, Re-manufacturing, Sustainable innovation.

Resumen

La economía circular (EC) es un sistema que presenta un cambio fundamental en la forma en que las industrias manufactureras gestionan sus recursos, diseñan productos y abordan el ciclo de vida de estos. En este artículo se presenta el desarrollo y validación de un instrumento de autoevaluación para medir la implementación de prácticas de EC en las empresas del sector manufacturero, esto con el fin de proporcionar a las organizaciones una herramienta práctica para autoevaluar su desempeño en sustentabilidad y eficiencia de recursos. Se seleccionó un grupo probabilístico de 35 individuos para llevar a cabo la prueba piloto del instrumento en los distintos sectores (automotriz, médico, servicios, textiles, alimentos y otros) de la ciudad. Se estableció la validez del contenido mediante el juicio de expertos. Primeramente, se llevó a cabo la prueba estadística del índice Kappa de Cohen, obteniendo 1.000, lo que indicó una coincidencia perfecta entre los expertos. Seguidamente, se llevó a cabo un análisis de confiabilidad utilizando el estadístico Alpha de Cronbach (α) y Omega de McDonald (ω), logrando $= 0.883$ y $(\omega)= 0.893$, valores que permitieron sostener que el cuestionario es bueno, además en el estudio de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y en la prueba de esfericidad de Bartlett, se logró un valor de 0.570 (aceptable), mientras que en el test de esfericidad de Bartlett se registró un valor $p<0.001$. Y, por último, se realizó Análisis de Componentes Principales (ACP) con la finalidad de agrupar los ítems, lo que permite una interpretación más precisa del instrumento y entender de manera más efectiva qué elementos evalúa cada sección del mismo. En este sentido, se documenta el instrumento como un prototipo para futuros estudios en la ciudad que se enfoquen en la autoevaluación de las prácticas de EC.

Palabras clave: Economía Circular, Sustentabilidad, Reciclaje, Reutilización, Re-manufactura, Innovación sustentable.

Introducción

Hoy en día, una actividad fundamental en la sociedad capitalista es el consumo de mercancías y servicios. La influencia que ejercen las industrias, enmarcadas en una competencia feroz por aumentar constantemente su volumen de ventas, conduce a un uso intensivo de materias primas para satisfacer las necesidades interminables otorgándoles un valor simbólico (Geissdoerfer et al., 2017a). Es decir, involucra un rápido agotamiento de los recursos naturales.

El papel del consumidor y las decisiones de la sociedad son esenciales para mantener el dinamismo de la economía y del mercado, base del modelo económico actual. Al mismo tiempo, la discusión de la crisis ambiental en casi todos los ámbitos ha despertado un interés, una preocupación y una reacción de varios sectores de la población, quienes empiezan a exigir un estilo de vida y consumo más mesurado y con mayor armonía con la

naturaleza. Aunque, parece que las estrategias de ciertas industrias han sido lo suficientemente persuasivas para generar ritmos de consumo que no están en armonía con el ambientalismo (González & Pomar Fernández, 2021a). Sin embargo, en 2020, en la 21ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 21), se concluyó con la adopción de la Decisión y del Acuerdo de Paris. Los países presentaron sus planes de acción climática conocidos como contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), consiste en un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante. Cabe resaltar, que están alentando la adopción de estrategias de negocio sustentables (Torres Ramírez, 2019).

En este sentido, surgió un paradigma de producción sustentable llamado economía circular (EC), que tiene raíces y principios en varias disciplinas y corrientes de pensamiento que evolucionaron desde los setenta. Sin embargo, los aportes de la ecología industrial y de la economía ambiental en el manejo de los residuos, el valor de los materiales y el control de la contaminación fueron fundamentales para impulsar su desarrollo. Según Espinoza H., 2023ª, Walter R. Stahel desarrolló en 1976 el concepto de economía del rendimiento en donde describe una economía en la que predominan los procesos en bucle o procesos en ciclo cerrado, la que luego se denominará la EC.

El concepto de EC se basa en los pilares de la escuela ecologista y propone una transformación más profunda y duradera del paradigma de “reducir, reutilizar y reciclar”, con el fin de disminuir el impacto que las acciones humanas tienen sobre el medio ambiente. En un modelo cíclico que se conecta con la naturaleza e imita a ella, el residuo tiene un papel dominante y se basa en la reutilización inteligente del desperdicio, ya sea orgánico o tecnológico. El residuo pierde su naturaleza como tal y se transforma para formar parte de nuevos productos tecnológicos, con un gasto energético mínimo, o se convierte en la materia prima "alimentaria" de los ciclos naturales (Lett, 2014).

El propósito de la EC es preservar el valor de los recursos a través de un uso consciente y optimizado. Esto es posible gracias a la reducción y eliminación de residuos en los ciclos de producción, así como a la expansión de la utilidad a través del uso. En el sistema de producción tradicional o convencional el recurso solo es útil durante el consumo y se convierte en un pasivo ambiental poco después de su uso. El uso más extenso de los recursos disminuye la extracción de nuevas materias primas naturales y aumenta el valor a través del uso. Los modelos de negocio lineales, por otro lado, agregan valor a los productos durante los primeros pasos de fabricación y venta al por menor, pero lo pierden después de una fase de un solo uso.

Para cerrar ciclos de producción, el enfoque de la EC considera el uso eficiente de energía y recursos y el ciclo de vida de los productos. Durante el mayor tiempo posible, el valor que se incorpora a los productos, piezas y materiales durante su fabricación se mantiene en su valor más alto. En el año 2022, se considera necesario aplicar a todos los productos posibles principios de sustentabilidad dirigidos a: mejorar su durabilidad, reutilización, actualización y reparación(Carretero García, 2022). Además, sugiere realizar un diagnóstico de prácticas sustentables que le permita identificar las brechas de transición a un modelo circular. Es fundamental realizar un análisis de autoevaluación de avances de EC centradoen la cadena productiva, que incluye la revisión de las actividades involucradas en la extracción de materia prima, el procesamiento, la manufactura, la distribución en el mercado, el consumo y el fin de la vida

útil de los productos o servicios.

La EC se convertirá en la piedra angular de la nueva generación de políticas industriales verdes. Sin embargo, para poder llegar a un enfoque sistémico del desarrollo económico que beneficie a las empresas, sociedad y el medio ambiente. Es necesario estudiar y aplicar instrumentos que nos ayuden a medir la transición a modelos circulares.

En Ciudad Juárez, en específico en la industria manufacturera, existe poca evaluación sobre las prácticas de EC, por lotanto, representa un área de oportunidad para estudio y desarrollo de aplicación de instrumentos. En ese sentido, existen instrumentos para medir la EC que han sido ampliamente utilizados por diferentes sectores industriales y de servicios con resultados reportados en la literatura. Es importante destacar que los instrumentos se discuten en la siguiente sección.

Además, el objetivo de llevar a cabo el estudio sobre la autoevaluación de las prácticas de EC en el sector manufacturero es descubrir cómo las compañías están poniendo en práctica principios sustentables, valorar la eficacia de sus procesos y determinar áreas de mejora. Este tipo de investigación busca fomentar una transición hacia modelos de producción más sustentables, reducir el impacto ambiental, optimizar el uso de recursos y promover la innovación en el sector, contribuyendo así al desarrollo económico y la sustentabilidad a largo plazo.

De acuerdo con la información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua, a través de la Dirección de Ecología Delegación Juárez, hasta el informe más reciente realizado en 2021, se calcula que recibe en promedio 1,200 toneladas diarias de residuos, lo que equivale a 438,000 toneladas anuales. El 80% de los residuos que se recibe proviene de la recolección a domicilio y el 20% restante proviene de empresas de recolección privadas, individuos y entidades gubernamentales (Municipio de Juárez, 2021). Es crucial resaltar que, en la industria manufacturera, los residuos inorgánicos que más se producen son; el cartón con 67%, el plástico 25% y la madera con el 8%. Estos datos se obtuvieron de la realización de un análisis sobre los residuos inorgánicos que provienen del sector manufacturero de la ciudad y son depositados en el relleno sanitario.

1. Escala de medición para la EC.

La EC es un modelo restaurador y regenerativo que tiene como objetivo maximizar la utilidad y mantener los recursos activos durante los ciclos de producción. Sus principios fundamentales se basan en preservar y mejorar el uso del capital natural, optimizar la utilidad y el rendimiento de los recursos y promover la eficacia de los sistemas productivos. Además, la transición gradual del modelo convencional a un modelo circular y sustentable se enfoca en reducir el consumo de recursos vírgenes, agregar valor a través del uso y cerrar los ciclos de recursos con un enfoque que incremente la utilidad (Melo Delgado, Castillo Mutis & García Noguera, 2022).

En este contexto, la estructura de creación de valor en un modelo de negocio circular se puede definir como una función de la oferta de un producto o servicio que se diseña, produce o proporciona con base en una estrategia de creación de valor circular.

La innovación en la creación y distribución de valor también se extiende al mercado, particularmente en lo que respecta a la identificación de segmentos de clientes que requieren una oferta de productos específicos. Los clientes que están preocupados por el medio ambiente o que prefieren productos duraderos, u otro tipo de producto, servicio o

modelo de negocio que se alinea con la EC, pueden establecer un mercado para investigar y aumentar la viabilidad de la oferta. La relación con el cliente debe facilitar la logística inversa de productos y componentes después de su uso para alimentar la cadena de recursos de remanufacturado y reacondicionamiento (Schmitt et al., 2021).

Desde esta perspectiva, las iniciativas de innovación en modelos de negocio pueden centrarse en diferentes aspectos de los principios de la economía circular y diferentes prácticas asociadas, como la durabilidad del producto, diseño de extensión de la vida útil del producto, la extensión de la utilidad de los recursos en los ciclos de producción, la reducción o eliminación de los residuos de producción, los enfoques de reciclaje, entre otros (Cerdá, 2016). En este sentido, las iniciativas generan diversos niveles de innovación, que van desde la incorporación de una actividad independiente para terminar ciclos hasta transformaciones amplias que involucran varios aspectos del modelo de negocio (Geissdoerfer et al., 2017b). Así como también rediseñar una empresa ya establecida, crear modelos de negocios completamente innovadores o incluso abrir una nueva áreade negocios para una empresa madura. El enfoque de innovación determina las acciones que se llevan a cabo (González & Pomar Fernández, 2021b).

La creación de modelos de negocios basados en la EC, la innovación, la recuperación de recursos y la generación de valor para las empresas está completamente en línea con la lógica de la transición circular a través de la transformación sistemática de la producción y el consumo. En esta transición, los recursos se utilizan de manera diferente y las empresas generan valor al cambiar su forma de uso.

Monitorear el desarrollo de la EC a través de indicadores permite evaluar la toma de decisiones y establecer prioridades a implementar en el largo plazo. Cabe destacar que los indicadores pueden integrarse en las metodologías de toma de decisiones para facilitar su implementación (Espinoza H., 2023b) La identificación clara de cómo se pueden aplicar los indicadores y cómo sus resultados pueden convertirse en apoyo para la toma de decisiones debe ser explícita y fácil de elaborar. Es posible establecer combinaciones de métricas para obtener una comprensión más completa y puede llenar vacíos en la evaluación de contextos específicos, siempre y cuando no exista conflictos en cuanto a la visualización de resultados.

De hecho, se han tomado dos herramientas de investigación validadas y utilizadas en el ámbito industrial y servicios, centradas en EC, como punto de referencia. Estos evalúan el rendimiento del sector manufacturero, se añade la tabla 1 (página 4), con la descripción de la metodología utilizada en cada artículo (Kuzma & Sehnem, 2021).

Es crucial tener en cuenta herramientas validadas con relación a la implementación de EC, ya que ofrecen métodos y marcos de evaluación fiables y verificados para evaluar de forma imparcial el efecto y la eficacia de las prácticas aplicadas. Estos instrumentos posibilitan a las empresas llevar a cabo un diagnóstico exacto, definir indicadores definidos y cotejar su rendimiento con normas establecidas, lo que promueve la toma de decisiones basadas en información y la mejora constante. Así mismo, la utilización de instrumentos verificados favorece la transparencia, la confiabilidad y la conformidad con regulaciones internacionales en lo que respecta a la sustentabilidad.

Tabla 1. Instrumentos de medición (elaboración propia).

Instrumentos de medición de EC		
Nombre dela escala	**Contenido**	**Metodología**
Cuestionario de Economía Circular Industrial (ICEQ).	El documento ofrece una visión general de la investigación relacionada con la EC, la innovación en modelos de negocios y la sustentabilidad. Destaca la creación y validación de una escala de medición para evaluar las prácticas de EC en las empresas. El estudio de Edson Kuzma y Simone Sehnem se enfoca en crear una escala confiable basada en constructos como Innovación, Recuperación de recursos, Modelos de negocios de EC y Propuesta de valor, refinando un grupo inicial de 149 elementos a través de un análisis factorial exploratoria. La investigación identifica una variedad de principios de innovación y recuperación de recursos que facilitan las prácticas de EC.	Se basa en el protocolo adoptado para la construcción y validación de la escala, derivado del paradigma de desarrollo de escalas prescrito por Costa (2011). Las etapas de elaboración comprenden etapas definidas para el desarrollo basadas en criterios de validez y fiabilidad, con el objetivo de proponer una métrica útil y metodológicamente adecuada. Las etapas ya superadas incluyen: i) articulación y definición del constructo teórico; ii) generación de ítems iniciales de la escala; iii) decisión sobre los ítems iniciales; iv) elaboración del instrumento de investigación inicial; v) primer muestreo/proyecto piloto; y vi) purificación de la escala. Las siguientes etapas a seguir incluyen el segundo muestreo para la generación de datos, purificación de la escala, re-medición de la validez y fiabilidad del instrumento, y la escala final con recomendaciones.
Escala de medida para la EC: una propuesta basada en los preceptos de la innovación.	El documento presenta una revisión bibliográfica sistemática de herramientas de diagnóstico para la implementación de los principios de la economía circular (EC), centrándose en el desarrollo y validación del Cuestionario Integrado de economía circular (ICEQ). Esta herramienta de autodiagnóstico, que consta de 165 preguntas, tiene como objetivo ayudar a las empresas industriales a evaluar su preparación para adoptar prácticas de EC, al tiempo que aborda las deficiencias en los cuestionarios existentes, como la falta de enfoque en los contextos internos de la empresa y el compromiso de liderazgo. El ICEQ se probó con 30 empresas de varios sectores, lo que reveló información sobre sus prácticas de EC e identificó áreas de mejora, promoviendo en última instancia las prácticas sustentables y la competitividad.	La sección 2, del documento menciona la creación de un nuevo cuestionario de diagnóstico que conecta ítems de estándares con estrategias y soluciones de economía circular (CE). Esto tiene como objetivo proporcionar resultados más precisos sobre la circularidad de las empresas y responder a las barreras externas e internas que las empresas industriales pueden enfrentar.

2. Metodología

En esta sección se describen los materiales y la metodología utilizados para alcanzar los objetivos del proyecto. Se desarrolla un diagrama en bloques que muestra los pasos que se siguen en la investigación hasta llegar a los resultados finales.

Además, se realiza una descripción detallada de cada uno de los pasos (figura 1).

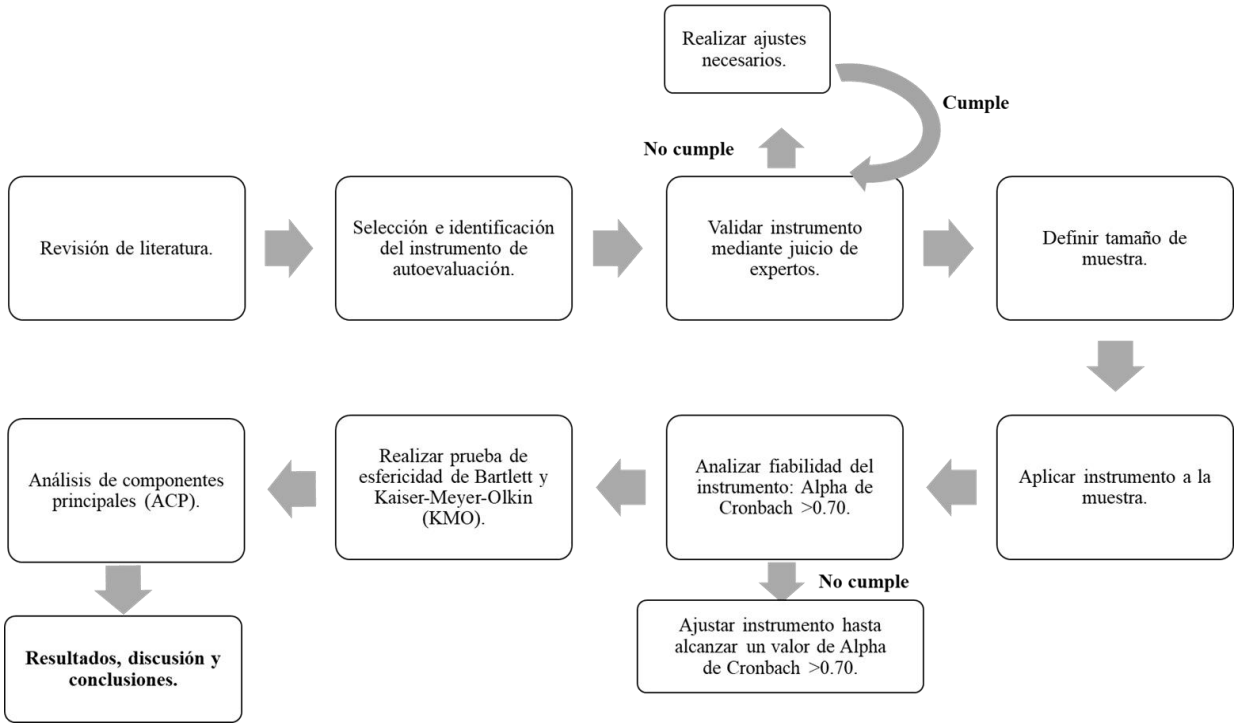


Figura 1. Diagrama de Bloques del método propuesto (elaboración propia).

2.1 Revisión de literatura.

El primer bloque de la metodología consiste en realizar una revisión sistémica de búsqueda en las bases de datos de Scielo, Redalyc, Google académico y Science direct publicados durante un periodo de 2015 a 2024.

La estrategia de búsqueda se realizó con palabras claves en español e inglés con las raíces; "Economía Circular", "Modelos Circulares", "Instrumentos de medición" y "Sustentabilidad". En el caso del Metabuscador se utilizaron conectores lógicos de búsqueda, permitiendo unir varios términos por conjunción (Y), disyunción (O) y exclusión.

Los criterios de inclusión se definieron de acuerdo con "Los principios de EC y su aplicación en el sector industrial". Se excluyeron artículos que solo se limitaban a describir revisiones de literatura. Una vez que se identificaron los artículos con mayor afinidad al tema, se utilizó un gestor de libros; Mendeley; para organizar y almacenar los documentos.

2.2 Selección e identificación del instrumento de autoevaluación.

En el segundo bloque de la metodología, se realizó una clasificación artículos en los cuales se hacía referencia la aplicación de instrumentos de EC. La intención de este paso es identificar instrumentos de evaluación que puedan considerarse como base para la presente investigación.

El cuestionario que se tomó como referencia para este estudio es el "Cuestionario de Economía Circular Industrial (ICEQ)" validado y aplicado en São Paulo, Brasil. Es importante destacar que se agregaron dos indicadores al instrumento y el enfoque de adopción se desarrolló hacia la práctica de actividades de EC, ver Tabla 2: Sistema de medición.

Tabla 2. Sistema de Medición (elaboración propia).

Dimensiones.	Constructo.	Definición.	Indicador	ítems.
Economía Circular (EC).	**Modelo de Negocio de Economía Circular (EC).**	Es un sistema de producción y consumo que busca maximizar el valor de los recursos a lo largo de su ciclo de vida, minimizando al mismo tiempo el desperdicio, y, por lo tanto, busca cerrar el ciclo de vida de los productos promoviendo un uso más eficiente y responsable.	1. Recuperar.	MNEC_REG 1.1, 1.2,1.3
			2.Reducir.	MNEC_ RED 2.1,2.2,2.3
			3. Rediseñar.	MNEC_REDI 3.1,3.2,3.3
			4. Reciclar.	MNEC_REC 4.1,4.2,4.3
			5. Reemplazar.	MNEC_REM 5.1,5.2,5.3
			6. Proveedores.	MNEC_PROV 6.1,6.2,6.3
			7. Medio ambiente.	MENEC_MEDAM 7.1,7.2.
			8. Digitalización.	MENEC_DIG 8.1,8.2,8.3

2.3 Validar instrumento de autoevaluación mediante juicio de expertos.

En el tercer bloque, el instrumento de autoevaluación, se válida para determinar si las preguntas que lo componen están relacionadas con lo que se pretende autoevaluar. Para realizar la validación, el instrumento se presenta ante el juicio de expertos, quienes realizan una evaluación detallada de cada pregunta y realizan recomendaciones para su aplicación en la zona fronteriza de la ciudad. Una vez que los expertos han validado, se lleva a cabo el análisis de concordancia para verificar cuánto están de acuerdo. El índice Kappa se calcula para determinar el nivel de concordancia; el valor debe ser superior a 0.60 para determinar que existe una buena concordancia.

2.4 Definir el tamaño de muestra de la prueba piloto.

En el cuarto bloque, la prueba piloto se define por medio de muestras no probabilísticas, empleando la técnica de "Muestreo por Redes" que consiste en; localizar a algunos individuos según determinadas características. Para posteriormente, verificar si los sujetos de investigación comprenden el instrumento, si los ítems o preguntas son verdaderamente suficientes y claras.

2.5 Aplicar el instrumento a la muestra.

En el quinto bloque, el instrumento se aplica al segmento de la población de 35 participantes. Posteriormente, se hace un ordenamiento de los datos recolectados que facilitarán su tratamiento estadístico.

2.6 Analizar fiabilidad del instrumento.

En el sexto bloque, el coeficiente alfa de Cronbach es una medida comúnmente utilizada para evaluar la confiabilidad o la consistencia interna de un grupo de ítems incluidos en un instrumento. Indica cuán conectados están los elementos entre sí. El valor de alfa de Cronbach puede estar entre 0 y 1; cuanto más cercano esté a 1 más consistencia interna tienen los ítems. Para considerar que una escala es confiable, generalmente se considera aceptable una medida de alfa de Cronbach de al menos 0.7.

2.7 Realizar prueba de esfericidad de Bartlett y Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

En este bloque, el índice de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett son herramientas comunes utilizadas en el análisis factorial confirmatorio para evaluar la idoneidad de los datos para el análisis factorial.

2.8 Análisis de componentes principales (ACP).

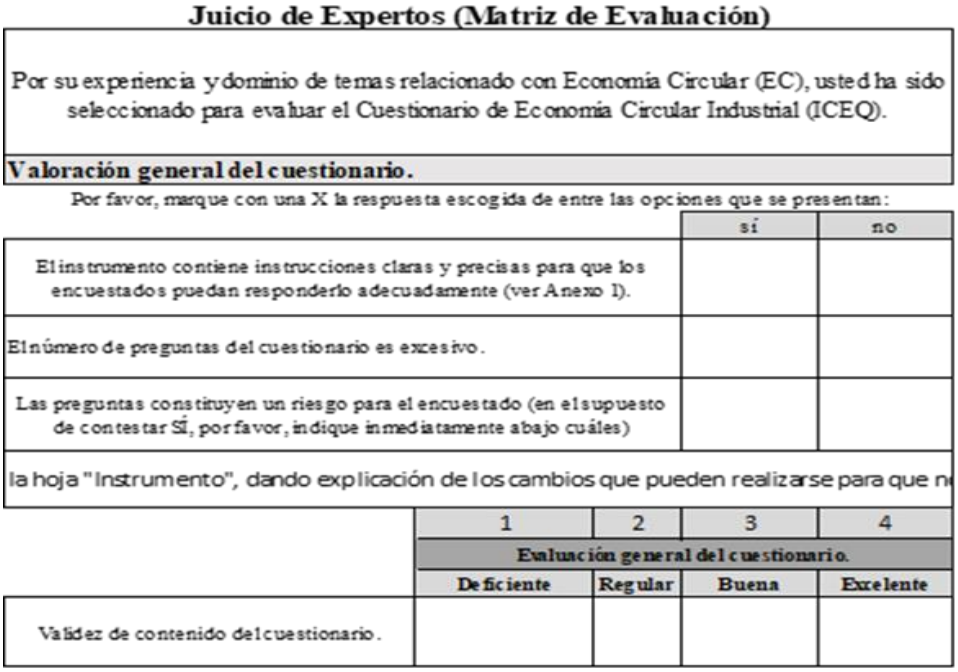
En este bloque se considera el ACP el cual es una técnica estadística que se utiliza para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos, manteniendo la mayor cantidad posible de información original. Esta reducción se logra al transformar las variables originales en un nuevo conjunto de variables llamadas componentes principales. Los componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales y se construyen de manera que cada componente principal sea ortogonal a los demás, es decir, no estén correlacionados entre sí. Por lo tanto, permite simplificar datos complejos preservando la variabilidad clave, lo que facilita tanto el análisis como la interpretación de los mismos.

3. Resultados

3.1 Juicio de expertos.

Después de realizar el proceso de retro traducción del Cuestionario de Economía Circular Industrial al idioma español (mexicano), se comparó la traducción inversa con el original para verificar que se han expresado correctamente los conceptos y matices. Además, se sometió el material a un comité de expertos para consensuar la versión traducida, se proporcionó una matriz de evaluación, en donde se incluyeron; las siguientes preguntas, las cuales se muestran en la figura 2. Es preciso señalar que los expertos tienen amplio conocimiento en el tema. Asimismo, cuentan con nivel profesional de Doctorado y estudios de investigación y práctica que avalan su aportación en el instrumento.

Posteriormente, se realizó el índice Kappa de Cohen, con el objetivo de medir el grado de consenso entre los tres expertos. Para poder interpretar el resultado se utiliza la tabla 3 de Landis & Koch (1977) (Roco-Videla et al., 2024).



Juicio de Expertos (Matriz de Evaluación)

Por su experiencia y dominio de temas relacionado con Economía Circular (EC), usted ha sido seleccionado para evaluar el Cuestionario de Economía Circular Industrial (ICEQ).

Valoración general del cuestionario.

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	sí	no
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente (ver Anexo 1).		
El número de preguntas del cuestionario es excesivo.		
Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		

la hoja "Instrumento", dando explicación de los cambios que pueden realizarse para que n

	1	2	3	4
	Evaluación general del cuestionario.			
	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
Validez de contenido del cuestionario.				

Figura 2. Juicio de Expertos (elaboración propia).

Tabla 3. Índice de Kappa (elaboración propia).

Kappa	
>0.8	Casi perfecto
>0.6	Sustancial
>0.4	Moderado
>0.2	Regular
0-0.2	Ligero
<0	Deficiente

A través del software Minitab 18, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. Índice de Kappa (primer análisis).

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (VS > 0)
0	0.55	0.3333	1.65	0.0495
1	0.55	0.3333	1.65	0.0495

Por consiguiente, el valor del índice de Kappa es de 0.55, indicando una concordancia regular entre los evaluadores, debido a que se detectan áreas de oportunidad, por lo tanto, se atiende los comentarios plasmados por los tres expertos y se realiza una segunda versión del instrumento.

Nuevamente, se somete a una segunda evaluación, logrando los resultados siguientes:

Tabla 5. Índice de Kappa (segundo análisis).

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (VS > 0)
0	1	0.3333	3	0.0013
1	1	0.3333	3	0.0013

Indicé de Kappa de 1.000, lo que señala una perfecta coincidencia entre los expertos. Por ende, se avanza al siguiente paso de la metodología.

3.2 Selección de la muestra.

De acuerdo, con el diagrama de bloques en la metodología, es necesario establecer un muestreo estadístico, para ello se realiza un estudio preliminar por redes a una escala de 35 participantes.

3.3 Aplicación del instrumento.

Para la recopilación de datos, se emplean individuos pertenecientes a la industria

manufacturera en Ciudad de Juárez, los cuales podrán acceder al instrumento mediante los formatos que ofrece la plataforma Microsoft Forms (figura 4).

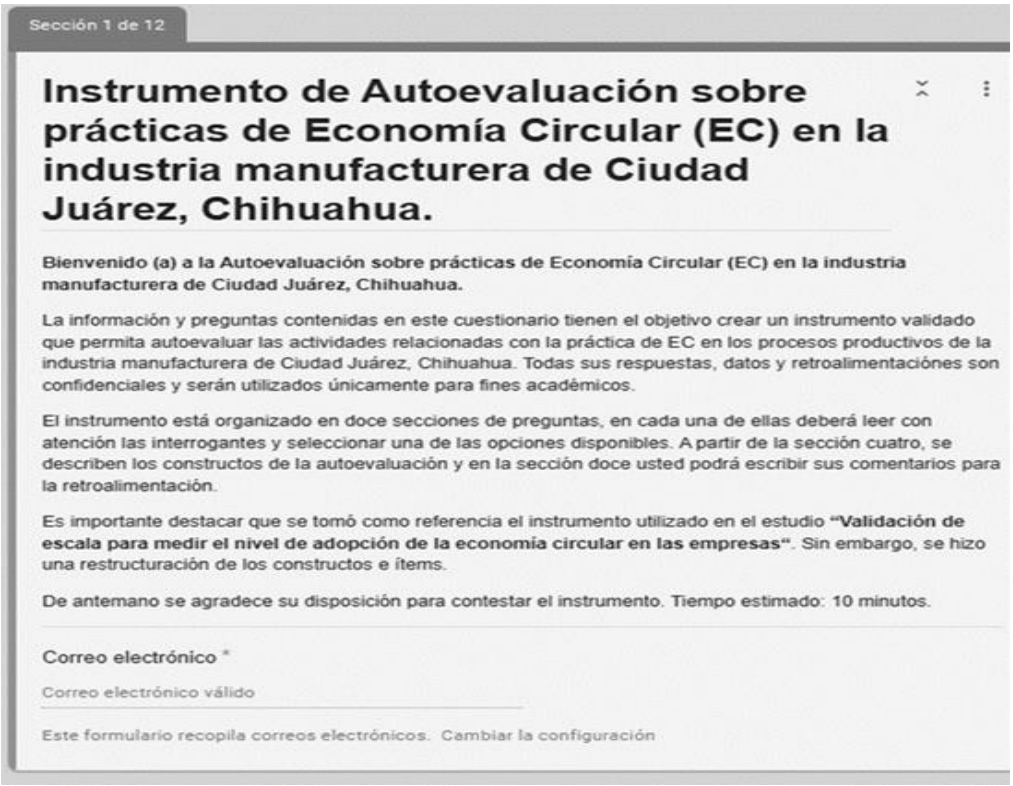


Figura 3. Instrumento de Autoevaluación sobre prácticas de EC (elaboración propia).

Los resultados que se obtuvieron durante la aplicación del instrumento son los siguientes:

Tabla 6. Participación por sector en porcentaje.

Sector:	%
Automotriz.	28.6
Médico.	25.7
Otro tipo de sector.	22.8
Servicios.	20.0
Textiles.	2.9
	100

Según los datos recabados en la tabla 6. Es importante destacar que el 97.1% pertenece a los cuatro principales sectores industriales de la ciudad (automotriz, medico, servicios y otro tipo de sector). Sin embargo, se obtuvo poca participación en el sector textil con el 2.9%.

Tabla 7. Nivel de participación por nivel de operación en porcentaje.

Nivel de operación:	%
Ingeniería.	40.0
Gerencia.	22.9
Técnico.	17.1
Supervisor.	11.4
Operativo.	8.6
	100

La tabla 7 muestra el grado de participación en función de su nivel operativo dentro de la compañía. Es importante resaltar que el 74.3% corresponde a los directivos superiores, por lo que se podría inferir que aquellos que respondieron al instrumento están informados sobre las prácticas que se llevan a cabo en la empresa. El 25.7% restante de la muestra corresponde al sector operativo.

Para concluir con la aplicación del instrumento, se añade la tabla 8, la cual presenta los resultados logrados al medir cada una de las dimensiones con sus correspondientes ítems. La dimensión uno, relacionada con la recuperación, indica que el procedimiento de recuperar un producto o material tras la terminación de su ciclo de vida, la empresa lo realiza únicamente algunas veces, lo que indica que solo el 51.4% de los productos y/o materiales se recuperan. Además, permitir la reintroducción del producto y/o material solo ocurre 42.9%, quedando el 57.1% en generación de residuo. Es importante destacar que esto representa área de oportunidad.

En la dimensión dos se refiere a reducir, la disminución del uso de espacios y recursos, una práctica que nunca se lleva a cabo, lo que se deduce que los sectores de manufactura de la ciudad no comparten sus espacios y equipos. No obstante, si sustituyen sus equipos por tecnología que produzca menos desechos, la mayoría del tiempo se percibe el 37.1% y en algunas veces 31.4%, correspondiente al ítem 2.2.

Tabla 8. Resultados de cada ítem en porcentaje.

ítem	Nunca	Rara vez	Algunas veces	La mayoría de tiempo	Siempre
1.1	2.9%	11.4%	51.4%	25.7%	8.6%
1.2	2.9%	14.3%	42.8%	25.7%	14.3%
1.3	28.6%	11.4%	42.9%	17.1%	0.0%
2.1	57.1%	22.9%	11.4%	2.9%	5.7%
2.2	5.7%	8.6%	31.4%	37.1%	17.2%
2.3	60.0%	22.9%	2.9%	11.4%	2.8%
3.1	28.6%	22.9%	22.9%	17.1%	8.5%
3.2	5.7%	2.9%	22.9%	48.5%	20.0%
3.3	5.7%	2.9%	17.1%	42.9%	31.4%
4.1	11.4%	20.0%	37.1%	22.9%	8.6%
4.2	2.9%	17.1%	22.9%	37.1%	20.0%
4.3	8.6%	5.7%	8.6%	25.7%	51.4%
5.1	17.1%	11.4%	45.7%	11.4%	14.4%
5.2	17.1%	14.3%	48.6%	8.6%	11.4%
5.3	5.7%	11.4%	34.3%	34.3%	14.3%
6.1	5.7%	8.6%	45.7%	34.3%	5.7%
6.2	5.7%	5.7%	8.6%	42.9%	37.1%
6.3	5.7%	8.6%	45.7%	28.6%	11.4%
7.1	2.9%	34.3%	28.6%	22.9%	11.3%
7.2	48.6%	31.4%	17.1%	2.9%	0.0%
7.3	5.7%	17.1%	17.1%	25.7%	34.4%
8.1	0.0%	25.7%	25.7%	40.0%	8.6%
8.2	0.0%	17.1%	25.7%	37.2%	20.0%
8.3	2.9%	14.3%	34.3%	42.8%	5.7%

La tercera dimensión consiste en rediseñar, el 48.5% rediseña sus procesos siguiendo su metodología justo a tiempo, mientras que el 28.6% nunca convierte sus desechos en energía. La cuarta dimensión, reciclar, se refiere a la gestión de residuos. El 51.4% siempre separa adecuadamente sus residuos, mientras que el 37.1% alguna vez revisa y analiza los residuos producidos en sus procesos de producción.

La quinta dimensión, denominada reemplazar, se refiere a la ejecución de la sustitución de materiales, procesos y productos por opciones más sustentables. En ocasiones, el 48.6% realiza la sustitución de materiales no renovables por productos y/o componentes renovables. La sexta dimensión, relacionada con los proveedores, responsables de fomentar prácticas que promuevan la reutilización, reciclabilidad y sustentabilidad a través de la cadena de suministro, nos muestra que el 45.7% suministran materiales con un impacto ambiental reducido, y algunas veces, también determina su huella de carbono.

La séptima dimensión, el medio ambiente, hace referencia a la protección de los recursos naturales y ecosistemas, en la que el 48.6% de sus prácticas no causan un daño al entorno. Por último, la dimensión ocho, digitalización, quien otorga las herramientas y tecnologías necesarias para mejorar la gestión del recurso, el 42.8% la mayoría del tiempo utiliza el análisis de grandes datos, para tomar decisiones de cómo mejorar la circularidad de sus procesos y servicios. Asimismo, el 40% utiliza modelos digitales y simulaciones para optimizar sus procesos productivos.

3.4 Análisis de fiabilidad.

El instrumento es analizado a través del estadístico Alpha de Cronbach(α). El valor de (α) se determina a través del uso del software Jamovi 2.3.16. Asimismo, se considera el valor de Alpha de Cronbach (α), a través de las siguientes consideraciones:

Tabla 9. Coeficiente Alfa (elaboración propia).

α >0.9 =	Excelente
α >0.8 =	Bueno
α >0.7 =	Aceptable
α >0.6 =	Cuestionable
α >0.5 =	Pobre
α <0.5 =	Inaceptable

Tabla 10. Análisis de fiabilidad (software Jamovi).

Análisis de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	(ω)McDonald
0.883	0.893

Continuando con el análisis de fiabilidad y después de interpretar los datos de la tabla 8 se observa que la variable del ítem 7.1 muestra inconsistencia, por lo tanto, se realiza una revisión de ítem y se retira para mejorar la fiabilidad del instrumento.

Posteriormente, se procede nuevamente al análisis por medio de Jamovi 2.3.16. Y, por último, se obtiene un (α) = 0.883 y (ω)= 0.893, valores que permiten afirmar que el cuestionario es bueno (tabla 10).

Y, para el Omega de McDonald(ω), se consideran aceptables los valores que superan el 0.65.

3. 5 Análisis Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y Esfericidad de Bartlett.

Una vez verificado el instrumento, se procede a llevar a cabo el análisis de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la esfericidad de Bartlett utilizando el software Jamovi 2.3.16. A través del análisis global de KMO se alcanzó un valor de 0.570 (aceptable), mientras que para la prueba de esfericidad de Bartlett se registró un valor de $p<0.001$, como se muestra en la tabla 11 de comprobación de supuestos [17].

Tabla 11. Comprobación de supuestos.

Prueba de Esfericidad de Bartlett		
X^2	gl	p
527	253	<0.001

Media de Idoneidad del Muestreo KMO	
	MSA
Global	0.570

Para confirmar los resultados logrados, se consideran los siguientes valores de referencia para el de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. KMO (elaboración propia).

KMO de 1 a 0.9 =	Muy bueno
KMO de 0.8 a 0.9 =	Bueno
KMO de 0.7 a 0.8 =	Medio
KMO de 0.6 a 0.7 =	Razonable
KMO de 0.5 a 0.6 =	Aceptable
KMO < 0.5 =	Inaceptable

La prueba de esfericidad de Bartlett requiere un valor p inferior a 0.05, lo que señala que la matriz de correlación no es una matriz de identidad, y que hay correlaciones relevantes entre las variables.

3. 6 Análisis de componentes principales (ACP).

Para determinar la validez del instrumento, se lleva a cabo un ACP, con la finalidad de agrupar los ítems en componentes principales, lo que permite una interpretación más precisa del instrumento y entender de manera más efectiva qué elementos evalúa cada sección del mismo. Se utiliza un análisis paralelo para determinar el número de componentes principales teniendo en cuenta una carga de 0.4. De esta forma, se puede observar qué elemento tiene una mayor carga sobre un factor determinado.

Es importante resaltar que este análisis se lleva a cabo en el programa Jamovi 2.3.16, resultando en los resultados siguientes.

Tabla 13. Análisis de componentes principales (ACP).

	Dimensión			
	1	2	3	var
Ítems 1.1		0.727		0.382
Ítems 1.2	0.629	0.466		0.383
Ítems 1.3	0.523			0.64
Ítems 2.1	0.735			0.406
Ítems 2.2	0.52	0.523		0.45
Ítems 2.3	0.673			0.536
Ítems 3.1	0.666			0.456
Ítems 3.2	0.816			0.281
Ítems 3.3	0.825			0.255
Ítems 4.1	0.69			0.437
Ítems 4.2	0.722			0.478
Ítems 4.3	0.647			0.447
Ítems 5.1	0.679	0.464		0.318
Ítems 5.2	0.691			0.404
Ítems 5.3	0.417	0.523		0.474
Ítems 6.1	0.863			0.222

Ítems 6.2	0.414			0.746
Ítems 6.3	0.429			0.794
Ítems 7.1			-0.803	0.347
Ítems 7.2			-0.576	0.561
Ítems 7.3	0.412	-0.497		0.578
Ítems 8.1	0.549			0.682
Ítems 8.2	0.618			0.438
Ítems 8.3	0.738			0.265

Note. 'varimax' rotation was used

En la tabla 13, se deduce, que las ocho dimensiones desarrolladas en el trabajo de investigación pueden ser medidas en tres dimensiones, debido a que agrupan variables que tienen patrones de correlación similares, sugiriendo que podrían estar midiendo aspectos relacionados entre sí. Por lo cual, se observan las cargas de cada variable en cada componente.

Considerando los resultados del análisis, en la dimensión uno se observan cargas superiores a 0.7 en los siguientes elementos; 3.2, 3.3, 4.2, 6.1 y 8.3, lo que señala una alta correlación entre la variable. No obstante, también se detectan cargas moderadas de más de 0.4 en ese mismo componente, siendo notables en los ítems 2.2, 3.1, 4.1, 4.3, 5.1, 5.2, 5.3, 6.2, 6.3, 7.3, 8.1 y 8.2.

En la dimensión dos, solo una variable es >0.7 y se mide en el ítem 2.1. Mientras que, en los ítems, 1.2 1.3, 2.3 se observan cargas >0.4. Es importante destacar que el ítem 5.1 no se toma en cuenta en esta dimensión ya que tiene una carga superior en la primera dimensión.

En la tercera dimensión únicamente el ítem 1.1 resultó con una carga superior a 0.7, lo que señala que es un campo para futuras investigaciones, en el que se debe considerar el desarrollo de una mayor cantidad de ítems. Debido a este resultado, no será viable trabajar en una tercera dimensión.

Tomando en cuenta estos hallazgos, se lleva a cabo una revisión de cada una de las dimensiones previas y se busca establecer una relación entre cada uno de los componentes para generar dos nuevas dimensiones que faciliten la autoevaluación de las prácticas de EC en el sector. Es necesario señalar que esta propuesta se desarrolla en la sección de conclusión.

4. Discusión

La EC constituye una oportunidad vital para la industria de la manufactura. La adopción de esta perspectiva no solo favorece la sustentabilidad del planeta, sino que también puede impulsar la innovación y la eficacia financiera. Aunque existen desafíos, el camino hacia una industria más circular es esencial para el futuro, y su implementación puede llevar a un desarrollo más responsable y consciente de los recursos.

En el contexto de la EC, el fin de uso implica la adopción de sucesivos procesos que tienen como objetivo preservar el valor del producto y reincorporarlo al ciclo de producción y consumo.

Esto puede suceder basándose en diversos principios de recuperación de recursos, mediante el reciclaje y la re-fabricación de los productos reincorporándose en distintas fases del proceso de producción. La meta es prevenir que el recurso se transforme en residuo y pierda totalmente su valor.

Los modelos de negocio de EC tienen como objetivo crear, entregar y capturar valor ambiental, social y económico incorporando

principios que brinden soluciones más inteligentes a las empresas, la sociedad y el medio ambiente que las que pueden lograr los negocios convencionales.

Por lo tanto, este estudio permite la oportunidad de mostrar un acercamiento a lo circular. Sin embargo, aun presenta áreas de oportunidad las cuales se pueden potencializar con un estudio de campo más amplio y la aplicación del instrumento con dos dimensiones.

Aunque es importante destacar que el "Cuestionario de Economía Circular Industrial (ICEQ)" se utilizó únicamente como referencia para elaborar el "Instrumento de Prácticas de Economía Circular en la Industria Manufacturera de Ciudad Juárez". Cuando se abordaron cada una de las dimensiones, se hicieron ajustes basándose en las sugerencias presentadas en el criterio de especialistas y su experiencia en la práctica.

Definitivamente, los contextos que se presentan en la industria brasileña no son los mismos que se presentan en Ciudad Juárez, por lo que resulta imprescindible abordarlos desde este punto de vista. Así pues, al llevar a cabo el análisis descriptivo estadístico de la prueba piloto, se puede deducir que los ítems tienen similitudes que pueden ser evaluadas en dos dimensiones.

5. Conclusión

El desarrollo y aplicación de un instrumento validado para medir las prácticas de EC en el sector manufacturero es fundamental para evaluar y promover la sustentabilidad. En este sentido, la validación del instrumento garantiza la fiabilidad y precisión de los resultados obtenidos, lo que permite a las empresas identificar áreas clave para la mejor gestión de recursos, reducción de residuos y optimización de procesos. De igual manera, el uso de un instrumento estandarizado permite promover mejores prácticas y fomenta una transición más estructurada hacia la EC. Precisamente, este enfoque permite a las empresas tomar decisiones informadas, implementar estrategias sustentables de manera efectiva y mejorar su competitividad y responsabilidad ambiental. Es importante resaltar que, en este estudio, se crearon 24 ítems de escala inicial, repartidos entre ocho dimensiones, conforme a los datos presentados en la tabla 2. El nivel de fiabilidad mostró un alfa de Cronbach de 0.883 y un $p < 0.001$. El instrumento se aplicó a una muestra total de 35 encuestados. No obstante, al llevar a cabo el ACP, las dimensiones están restringidas a dos, por lo que se trabajó para reunir aquellos ítems que tuvieron una carga mayor a 0.7 en la primera dimensión. Por ello, se llevó a cabo una revisión de cada ítem para identificar en conjunto cuáles características comparten y cómo pueden ser agrupados en este elemento. La propuesta se definió de acuerdo con la correlación presente entre las variables.

La primera dimensión, denominada "Innovación y Colaboración para la Circularidad", facilita la incorporación de los ítems; 3.2, 3.3, 4.2, 6.1 y 8.3, a las prácticas de EC en el sector de la manufactura. A través del rediseño de productos, el desarrollo de relaciones con proveedores sustentables, y la digitalización de procesos, las empresas pueden optimizar el ciclo de vida de los productos, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en la gestión de recursos. Mientras que, en la segunda dimensión (Gestión Sustentable de Materiales), se conjuntaron los ítems con una carga superior a 0.4 (1.2, 1.3, 2.1 y 2.3). El objetivo de esta dimensión es minimizar el desperdicio y maximizar la recuperación y espacios de materiales en todas las fases del ciclo de vida del producto. De manera que favorezca un sistema más eficaz con menor dependencia a la demanda. Es importante destacar que esta reciente reorganización del

instrumento solo se mantiene en la etapa de propuesta para futuros estudios que analicen las prácticas de EC en el ámbito industrial de la ciudad. Por lo tanto, será imprescindible llevar a cabo de nuevo las pruebas de confirmación de la constancia interna.

Para concluir, se añade en la sección de Anexos el instrumento de evaluación, en el que se detallan las dimensiones y los elementos para su uso como prueba piloto en los sectores industriales de la ciudad. El instrumento de autoevaluación de EC fue sometido a una etapa inicial de prueba, lo que permitió identificar fortalezas y áreas de oportunidad en su diseño y aplicación. Sin embargo, los resultados evidencian la necesidad de una nueva reestructuración de ítems que optimice su capacidad para evaluar con mayor precisión y profundidad las prácticas y procesos relacionados con la EC.

6. Bibliografía

[1] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. P. Bocken, y E. J. Hultink, “The Circular Economy – A new sustainability paradigm?”, J Clean Prod, vol. 143, pp. 757–768, feb. 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.

[2] G. C. González y S. Pomar Fernández, “La economía circular en los nuevos modelos de negocio”, Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, vol. 9, núm. 23, dic. 2021, doi: 10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933.

[3] B. Torres Ramírez, “La participación de México en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, Foro Int, pp. 1179–1219, jun. 2019, doi: 10.24201/fi.v59i3-4.2656.

[4] A. Espinoza H., “Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible”, Revista de Economía Institucional, vol. 25, núm. 49, pp. 109–134, jun. 2023, doi: 10.18601/01245996.v25n49.06.

[5] L. A. Lett, “Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular”, Rev Argent Microbiol, vol. 46, núm. 1, pp. 1–2, ene. 2014, doi: 10.1016/S0325-7541(14)70039-2.

[6] A. M. Carretero García, “Economía circular versus economía lineal. Propuestas normativas en España y Francia relativas al uso de envases y a la información dirigida al consumidor sobre cualidades ambientales de los productos”, Revista CESCO de Derecho de Consumo, vol. 42, pp. 19–52, 2022, doi: 10.18239/rcdc_2022.42.3064.

[7] “Municipio de Juárez. (2021). *Anexo 09-2021 acuerdo 010-2021: Plan de acción climática municipio de Juárez 2020-2030*.”.

[8] I. Urain, J. A. Eguren, y D. Justel, “Development and validation of a tool for the integration of the circular economy in industrial companies: Case study of 30 companies”, J Clean Prod, vol. 370, p. 133318, oct. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133318.

[9] “Melo Delgado, C., Castillo Mutis, G., & García Noguera, L. J. C. (2022). *De la economía lineal a la economía circular, transformaciones en el manejo de los residuos sólidos*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4), 52–82.

[10] T. Schmitt, C. Wolf, T. T. Lennerfors, y S. Okwir, “Beyond ‘Leanear’ production: A multi-level approach for achieving circularity in a lean manufacturing context”, J Clean Prod, vol. 318, oct. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128531.

[11] E. Cerdá (2016), “Economía Circular, Estrategia Y Competitividad

Empresarial Economía Circular".

[12] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. P. Bocken, y E. J. Hultink, "The Circular Economy – A new sustainability paradigm?", J Clean Prod, vol. 143, pp. 757–768, feb. 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.

[13] G. C. González y S. Pomar Fernández, "La economía circular en los nuevos modelos de negocio", Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, vol. 9, núm. 23, dic. 2021, doi: 10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933.

[14] A. Espinoza H., "Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible", Revista de Economía Institucional, vol. 25, núm. 49, pp. 109–134, jun. 2023, doi: 10.18601/01245996.v25n49.06.

[15] E. Kuzma y S. Sehnem, "Validação de escala para mensuração do nível de adoção de economia circular nas empresas", International Journal of Professional Business Review, vol. 7, núm. 1, p. e0278, nov. 2021, doi: 10.26668/businessreview/2022.v7i1.278.

[16] Á. Roco-Videla, S. V. Flores, M. Olguin-Barraza, y N. Maureira-Carsalade, "Alpha De Cronbach Y Su Intervalo De Confianza", el 1 de enero de 2024, ARAN Ediciones S.L. doi: 10.20960/nh.04961.

7. Anexos

Anexos 1: Estimada(o) participante: Esperando que usted y su familia se encuentren muy bien, nos dirigimos respetuosamente a usted bajo las siguientes consideraciones:

La Maestría de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, está realizando una encuesta para autoevaluar las prácticas que se realizan en la industria manufacturera relacionadas con economía circular (EC). La finalidad es desarrollar un instrumento validado que permita a las empresas autoevaluar las prácticas de sustentabilidad en sus procesos.

El llenado de la encuesta toma aproximadamente 10 minutos. Garantizamos que todas las respuestas que nos proporcione serán tratadas solo con los fines mencionados anteriormente, por lo que será de uso exclusivo para fines de análisis académico y análisis estadísticos.

Anexo 2: Selección de sector y nivel de operación.

Nivel de operaciones:
Gerencia
Ingeniería
Supervisor
Operativo

Sector de la empresa:
Automotriz
Médico
Servicios
Textiles
Alimentos
Otro tipo

Anexo 3: Se anexa el Instrumento de autoevaluación.

Instrumento de Autoevaluación de practicas de Economía Circular (EC).						
		Escala de Likert				
		1	2	3	4	5
		Nunca	Rara vez	Algunas veces	La mayoría del tiempo	Siempre
1. Recuperar.						
Se refiere al proceso mediante el cual los productos, materiales o componentes que han llegado al final de su vida útil son recogidos y reutilizados de alguna forma para evitar que se conviertan en residuos.						
1.1	Los productos o servicios están hechos para permitir la recuperación después del uso, es decir, la **reutilización** durante los procesos productivos.					
1.2	Los productos o servicios están hechos para permitir la **desmaterialización** después del uso, es decir, utilizar menos recursos en los procesos productivos.					
1.3	Nuestros productos o servicios están hechos para permitir la **reintroducción** después del uso, es decir, consiste en recoger materiales que ya han sido usados para reintroducirlos en el proceso productivo.					
2. Reducir.						
Se refiere al aprovechamiento de equipos, espacios y recursos.						
2.1	La empresa comparte el uso de equipos, máquinas o vehículos con otras empresas.					
2.2	La empresa busca reemplazar tecnologías/equipos obsoletos por otros que generen menos residuos.					
2.2	La empresa comparte el espacio fisico (stock, almacén, entre otros) con otras empresas.					
3. Rediseñar.						
Se refiere al proceso de replantear y modificar la manera en que los productos, servicios y sistemas son concebidos, con el fin de maximizar su sostenibilidad, prolongar su ciclo de vida y minimizar su impacto ambiental.						
3.1	La empresa traslada sus residuos a plantas de biometanización para producir energia.					
3.2	La empresa rediseña sus procesos de producción en base a la metodología justo a tiempo.					
3.3	La empresa utiliza sistemas de información para verificar el desempeño de las lineas de producción y rediseñar las estaciones de trabajo.					

4. Reciclar.						
Se refiere a dar una segunda vida a los residuos.						
4.1	La empresa utiliza incentivos para motivar al retorno de materiales útiles en la etapa de fabricación.					
4.2	La empresa analiza y audita los de residuos generados en los procesos de producción.					
4.3	La empresa separa correctamente los residuos.					
5. Remplazar.						
Se refiere a la sustitución de materiales, procesos o productos tradicionales por alternativas más sostenibles, eficientes y ecológicas, con el fin de reducir el impacto ambiental y promover la circularidad en los sistemas productivos.						
5.1	Para sus procesos de producción, la empresa elige materiales renovables en lugar de no renovables.					
5.2	La empresa reemplaza materiales no renovables con productos/componentes renovables.					
5.3	La empresa fomenta el intercambio de productos/servicios tradicionales por otros más duraderos/eficientes para el consumo.					
6. Proveedores.						
Promueve prácticas que faciliten la reutilización, reciclabilidad y sostenibilidad a lo largo de la cadena de suministro.						
6.1	Los proveedores proporcionan materiales que tengan un menor impacto ambiental durante su extracción y producción, y que puedan ser reincorporados fácilmente al ciclo productivo al final de su vida útil.					
6.2	El proveedor de nuestra empresa ha obtenido la certificación del Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001).					
6.3	El proveedor determina su huella de carbono y establece objetivos y medidas formales para reducir los efectos de los gases invernaderos (EGI).					
7. Medio ambiente.						
Se refiere a la integración y protección de los recursos naturales y ecosistemas como parte central del enfoque circular.						
7.2	Las actividades dentro de la empresa causan problemas de destrucción de ecosistemas.					
7.3	Se promueven prácticas para reducir el consumo de agua, reutilizar aguas residuales en procesos industriales y evitar la contaminación de fuentes hídricas, contribuyendo a la conservación de este recurso esencial.					
8. Digitalización.						
Otorga las herramientas y tecnologías necesarias para mejorar la gestión de recursos, facilitar la transición hacia un modelo más sostenible y optimizar procesos.						
8.1	La empresa utiliza modelos digitales y simulaciones para optimizar sus procesos productivos y de gestión de residuos.					
8.2	La empresa utiliza tecnologías digitales que permiten hacer un seguimiento detallado de los materiales y productos a lo largo de toda la cadena de suministro.					
8.3	La empresa utiliza el análisis de grandes volúmenes de datos (big data), para tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar la circularidad de los productos y servicios.					