

## Una mirada al binomio de Innovación y Economía Circular en Cuba

Ana Laura Imberνό Díaz

Dpto. Macro-Microeconomía. Facultad de Economía. Universidad de La Habana

ORCID: [0000-0001-6862-7043]

[analaauraimberno@gmail.com](mailto:analaauraimberno@gmail.com) / [ana.imberno@fec.uh.cu](mailto:ana.imberno@fec.uh.cu)

Lourdes Souto Anido

Dpto. de Ciencias Empresariales. Facultad de Economía. Universidad de La Habana

ORCID: [0000-0003-0661-5914]

[lourdes@fec.uh.cu](mailto:lourdes@fec.uh.cu) / [lour85des@gmail.com](mailto:lour85des@gmail.com)

### RESUMEN

Desde finales de los años 80 cobró auge entre los académicos e instituciones gubernamentales, un nuevo paradigma en contraposición al modelo lineal de producción que además ya daba signos de tener una fecha límite, principalmente en términos de recursos no renovables: la economía circular. La misma propone un modelo que conduce al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente bajo un carácter sistémico y multidimensional de ciclo cerrado cuya base pasa por la gestión de la innovación. Actualmente se desarrollan a nivel mundial múltiples acciones para potenciar el tránsito al mismo y Cuba no está exenta de esta situación. En este contexto, se trabaja en el tránsito hacia modelos circulares. Esta investigación, parte de analizar el desarrollo de la circularidad en Cuba, iniciando del estado del arte de ambos conceptos en la actualidad. Luego, a partir de herramientas de la lógica difusa, se proponen dimensiones sobre las que accionar prioritariamente que tributan al desarrollo del paradigma circular en Cuba, resaltándose el papel del acompañamiento institucional, la gestión de la innovación y la cultura organizacional como variables transcendentales en dicho proceso<sup>1</sup>.

Palabras claves: árbol de objetivos, DAFO, Economía circular, innovación, lógica difusa.

### A look at the pairing of Innovation and Circular Economy in Cuba

#### Abstract

Since the late 1980s, a new paradigm in contrast to the linear production model that already showed signs of having a deadline, mainly in terms of non-renewable resources, gained popularity among academics and government institutions: the circular economy. It proposes a model that leads to growth and employment without compromising the environment under a systemic and multidimensional closed-loop nature whose basis is the management of innovation. Currently, multiple actions are being

---

<sup>1</sup> Investigación adscrita a la Red Sistemas Inteligentes y Expertos Modelos Computacionales Iberoamericanos (SIEMCI), número de proyecto 522RT0130 en Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

developed worldwide to promote transit to it and Cuba is not exempt from this situation. In this context, work is being done on the transition towards circular models. This research starts from analyzing the development of circularity in Cuba, starting from the state of the art of both concepts today. Then, based on fuzzy logic tools, dimensions are proposed on which to act as a priority that contribute to the development of the circular paradigm in Cuba, highlighting the role of institutional support, innovation management and organizational culture as transcendental variables in said process<sup>2</sup>.

Key words: objective tree, SWOT, circular economy, innovation, fuzzy logic

### ***Introduction***

En un mundo tan competitivo e internacionalizado como el actual, las empresas que prosperan son aquellas que están más dispuestas a innovar, es decir, aquellas que están atentas a los cambios del entorno y responden a ellos con mejoras en sus modelos de producción, de organización, en su forma de distribuir o de presentar su producto. Podríamos decir que es ser capaz de mirar distinto y desde otro prisma a algo conocido; reevaluar como si fuera la primera vez un producto o servicio que lleva años de éxito en el mercado con el fin de redefinirlo; cambiar la visión que otros tienen de él desde fuera; o ser capaz de mirar desde los ojos de otro para ver qué puede mejorarse en algo que se considera funcionalmente muy valioso, pero obsoleto.

En la región latinoamericana, científicos, tecnólogos y emprendedores ya se están movilizando para aprovechar las oportunidades que ofrece la economía circular, diseñando e implementando soluciones innovadoras y verdes. Cuba no está exenta de esta situación y actualmente se trabaja en la promoción de la economía circular por expertos del Ministerio de Economía y Planificación (MEP), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (CITMA), el Grupo Empresarial de Reciclaje, el Ministerio de Industrias (MINDUS) y expertos de la academia en uno de los proyectos que tributan a los Macroprogramas que responden al Plan de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030. Específicamente en el Macroprograma “Transformación productiva e inserción internacional”, en el marco del Programa “Reconversión Productiva y Competitividad”, se desarrolla el proyecto “Desarrollo de la economía circular”, que tiene el propósito de implantar una economía basada en el principio de “cerrar el ciclo de vida” de los productos, produciendo bienes y servicios a la vez que se reduce el consumo y desperdicio de materias primas, agua y energía; incorporar tecnologías limpias y servicios asociados con mínimos de desechos y procesos de ciclos completos; y desarrollar modelos de gestión, sistemas regulatorios y de financiamiento.

Toda iniciativa o proyecto de innovación que se requiera desarrollar tiene que apoyarse y evaluarse, no solo desde el punto de vista de las inversiones necesarias, sino también desde una óptica ambiental y estratégica, con relación a cómo contribuye a evitar el agotamiento de los recursos naturales.

Ante este escenario, la presente investigación tiene como objetivo principal diagnosticar el desarrollo de la Economía Circular (EC), caracterizando antes el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación por la relación indisoluble que existe entre ambos conceptos. Para ello, el informe está estructurado en 3 epígrafes. En el primero de ellos: **El Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Cubano, ¿dónde estamos hoy?** se identifican los principales factores que caracterizan el SCTI en la actualidad

---

<sup>2</sup> Research ascribed to the Ibero-American Intelligent Systems and Expert Computational Models Network (SIEMCI), project number 522RT0130 in the Ibero-American Program of Science and Technology for Development (CYTED).

a través de la metodología PEST. Le sigue: **Estado del arte de la aplicación del paradigma circular en la economía cubana** en el que se sistematizan los principales elementos relacionados con la transición a modelos circulares en el país, los antecedentes y ejemplos concretos que tributan al mismo, concluyendo con una matriz DAFO que sistematiza todos los elementos anteriores. El epígrafe que cierra esta investigación: **Líneas de acciones estratégicas para el fomento de la circularidad en el país**, apoyado en herramientas de estadística y lógica difusa, propone dimensiones prioritarias en las que accionar en este proceso de ruptura.

### ***Metodología aplicada***

Para el desarrollo de este trabajo se emplearon disímiles métodos de investigación científica. Buscando profundizar en la forma de funcionamiento del objeto se empleó el método de análisis y síntesis. De igual forma, en aras de ahondar y llegar a la esencia del fenómeno se aplicó el método dialéctico, que permite profundizar y llegar a la esencia del fenómeno. Por otro lado se hizo uso de métodos cuantitativos como la lógica difusa, específicamente de la teoría de los efectos olvidados (TEO).

La TEO es una herramienta propia de lógica difusa concebida en 1988, cuyos padres son los profesores Kaufmann y Gil Aluja. Esta surge como resultado de numerosos estudios que abordaban las relaciones de causalidad y de incidencia entre dos o más variables por lo que su funcionalidad es que permite obtener todas las relaciones directas e indirectas, sin posibilidad de error u omisión, a partir de la recuperación de los “efectos olvidados” (Souto, L & Marrero, Y, 2021).

Tomando como base lo descrito por (Souto Anido, y otros, 2017) la herramienta parte de la idea de que si se tienen dos conjuntos de elementos definidos como:

$$A = \{a_i / i=1, 2, \dots, n\} \qquad B = \{b_j / j = 1, 2, \dots, m\}$$

Se asume que existe incidencia de  $a_i$  sobre  $b_j$  si el valor de la función de pertenencia del par  $(a_i, b_j)$  se encuentra entre definido entre  $[0,1]$ . Así el grado de incidencia de cada  $a_i$  sobre cada  $b_j$  se expresa mediante la función:

$$\mu: A \times B \rightarrow [0,1], \text{ para } \forall (a_i, b_j) \in A \times B, \mu (a_i, b_j) \in [0,1]$$

Se denomina “Matriz de Incidencias Directas” a la obtenida por el conjunto de pares de los elementos resultantes. En esta se representan las relaciones de causa-efecto que se producen entre los elementos del conjunto A definidos como causas y los elementos de B definidos como efectos.

Las relaciones causa-efecto que se obtienen entre los dos conjuntos de elementos, representan la matriz de incidencia directa. Estas se obtienen de establecer las relaciones de unos elementos con otros y será el primer paso para plantear el modelo que permita determinar los efectos que han sido olvidados.

Luego, se procede a determinar, un tercer conjunto de elementos al que en la bibliografía especializada se le define como  $C = \{c_k / k = 1, 2, \dots, p\}$ , el cual está formado por elementos que actúan como efectos para el conjunto B. De esta forma se obtienen dos matrices de incidencias, definidas como  $\tilde{M}$  y  $\tilde{N}$ , que contienen los elementos de B. Con el fin de establecer entonces las incidencias de A sobre C, se utiliza el operador matemático máx-min. Además, es importante

destacar que, si a partir de  $\tilde{M}$  y  $\tilde{N}$  se pueden obtener las incidencias en  $\tilde{P}$ , las mismas quedarán definidas como  $\tilde{P}=\tilde{M} \circ \tilde{N}$ .

Esta composición entre dos relaciones inciertas quedará definida:

$$\forall (a_i, c_p) \in A \times B, \mu_{\tilde{M} \circ \tilde{N}}(a_i, c_p) = \bigvee_{b_j} (\mu_{\tilde{M}}(a_i, b_j) \wedge \mu_{\tilde{N}}(b_j, c_p))$$

Esto permite demostrar que, la matriz P define las relaciones existentes de causalidad entre los elementos de A y C, reflejando el grado de las mismas al incluir los elementos que pertenecen a B.

A continuación, se definen las Relaciones de Causalidad Directas e Indirectas. En primer lugar, una relación de incidencia directa definida por dos conjuntos de elementos  $A = \{a_i / i=1,2,\dots,n\}$ , que actuará como las causas y  $B = \{b_j / j=1,2,\dots,m\}$  que representarán los efectos.

Una relación de causalidad es definida como  $\tilde{M}$ , siendo una matriz de dimensión nxm que se define teóricamente como:

$[\tilde{M}] = \{\mu_{a_i, b_j} \in [0,1] / i = 1,2,\dots,n; j = 1,2,\dots,m\}$ , siendo  $\mu_{a_i, b_j}$ , los valores de la función característica de pertenencia de los elementos de la matriz  $[\tilde{M}]$  compuesta por los elementos del conjunto A como causas y por los de B como efectos.

La matriz  $[\tilde{M}]$  está formada entonces por los efectos que los elementos incluidos en A, ejercen sobre los de B. Como la función de pertenencia se encuentra en el intervalo  $[0,1]$ , se puede concluir que la relación de incidencia será más alta cuando más cercana sea el resultado a 1 y del mismo modo, será más débil cuando se encuentre más próximo a 0 el valor obtenido.

Si  $[\tilde{M}]$  recoge las relaciones causa-efecto de primera generación, muestra las relaciones de causalidad directas; por lo que el próximo paso consiste en obtener una nueva matriz de incidencias que refleje las relaciones indirectas. Para ello se parte de asumir que las diferentes causas pueden tener efectos sobre sí mismas y también que los efectos pueden tener incidencias sobre ellos mismos. Por dicho motivo se tienen que crear dos relaciones adicionales y formular dos matrices auxiliares que serán cuadradas definidas como:

$$[\tilde{A}] = \{\mu_{a_i, a_j} \in [0,1] / i, j = 1,2,\dots,n\} \text{ y } [\tilde{B}] = \{\mu_{b_i, b_j} \in [0,1] / i, j = 1,2,\dots,m\}$$

La matriz  $[\tilde{A}]$  recogerá las relaciones de incidencia entre las causas y  $[\tilde{B}]$  lo hará sobre los efectos. Ambas matrices deben ser reflexivas, en aras de cumplir con que:

$$\mu_{a_i, a_j} = 1 \quad \forall i = 1,2,\dots,n \text{ y } \mu_{b_i, b_j} = 1 \quad \forall j = 1,2,\dots,m$$

Esto supone que cualquier elemento ya sea causa o efecto incide con la máxima presunción sobre sí mismo y como resultado de ello ni  $[\tilde{A}]$  ni  $[\tilde{B}]$  serán matrices simétricas.

Una vez que se elaboran las 3 matrices a utilizar, se establecen las diferentes relaciones de causalidad entre ellas. Para esto se procede a realizar la convolución max-min:

$$[\tilde{A}] \circ [\tilde{M}] \circ [\tilde{B}] = [\tilde{M}^*]$$

Esta nueva matriz  $[\tilde{M}^*]$  recoge las relaciones de incidencia entre las causas y efectos que se producen por la incidencia interpuesta de alguna causa o efecto que no se relacionan directamente.

Partiendo de  $[\tilde{M}^*]$  se obtiene la diferencia entre la matriz de incidencias directas y los efectos de segunda generación; de esta forma se determinan las relaciones que han sido olvidadas en el proceso de decisión:

$$[\tilde{M}^*] - [\tilde{M}] = [\tilde{O}]$$

A medida que el valor obtenido entre un elemento de  $a_i$  y otro de  $b_j$  dentro de la matriz  $[\tilde{O}]$  es más alto, el efecto olvidado entre ambos es mayor; lo que supone una mayor posibilidad de error para el sujeto que toma decisiones. Para el caso concreto que nos compete, es un herramental orientado al hacedor de políticas, que revela las dimensiones de mayor incidencia y por consiguiente en las que prioritariamente habría que accionar para promover la ruptura con el paradigma lineal.

### ***Desarrollo***

Desde el triunfo de la Revolución, la ciencia, tecnología e innovación han estado en el punto de mira de académicos, hacedores de política y principales líderes del país, por la innegable relación de reciprocidad existente entre innovación y desarrollo, específicamente desde su conceptualización bajo el enfoque multidimensional.

### **El Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Cubano, ¿dónde estamos hoy?**

Para diagnosticar el estado actual de la innovación y el SCTI en Cuba, se siguió la metodología PEST que sistematiza e identifica los factores agrupados en dimensiones (Política, Económica, Social y Tecnológica) que frenan el logro de un determinado objetivo (Peiró, 2020), en este caso, la maximización de los resultados de la ciencia, otorgando una visión integral del sistema y sentando las bases para un acertado diagnóstico del mismo.

#### **I. Factores políticos:**

En Cuba, atendiendo al propósito de construir una sociedad próspera y sostenible - ratificado desde el V y hasta el VIII Congreso del Partido Comunista de Cuba-, se ha prestado especial atención a la innovación y a las políticas de fomento, con el fin de promover el desarrollo económico y social bajo un enfoque sostenible, como se explicaba anteriormente, y así ha quedado plasmado en todos los documentos que rigen el plano político en el país. Estos documentos son:

- ❖ Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista años más tarde se convirtió en el modelo a seguir)
- ❖ Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (en lo adelante los Lineamientos)
- ❖ Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta 2030: Propuesta de visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos

En todos ellos se reconoce la necesidad de considerar a la ciencia como motor del desarrollo nacional con el fin de hacerle frente a todas las limitantes que desafían el país, de manera que estas invenciones ayuden a mitigar los efectos adversos de los mismos. Por ejemplo, el modelo

enmarca a la universidad como actor primordial dentro del ecosistema<sup>3</sup> innovador, llevando a cabo sus tres funciones sustantivas (PCC, 2021) a la par de que se resalta la necesidad de desarrollo de la capacidad emprendedora de la misma y destaca que para ello, es necesario el establecimiento de alianzas entre la academia y el resto de actores.

Además, también hace un llamado a la creación de organizaciones con un marcado enfoque innovador, donde se potencie la “investigación y la innovación tecnológica, el incremento rápido, eficiente y eficaz de nuevos productos y servicios, con estándares de calidad reconocidos y una efectiva gestión de comercialización interna y externa” (PCC, 2021, pág. 25). Tarea en la que también está incluida la academia, además de que sienta las bases para la creación de las organizaciones de interface.

Las transformaciones socioeconómicas que ha emprendido Cuba en los marcos de la “Actualización del modelo económico cubano” y el “Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta 2030”, ratifican una vez más que la ciencia y la innovación constituyen un eje estratégico para el desarrollo económico y social del país. En este sentido, es necesario crear capacidades en el tejido empresarial cubano para incorporar la innovación como uno de los procesos claves en sus organizaciones.

El PNDES 2030 define seis ejes estratégicos concebidos bajo un enfoque sistémico y cada uno de ellos tributa al desarrollo económico y social desde su espacio de acción (PCC, 2016). En el cuarto eje estratégico denominado “Potencial humano, Ciencia, Tecnología e Innovación” se establece la importancia y el papel de las universidades y sus agentes de intermediación en el proceso de implementación del plan. Asimismo, este eje cuenta con 3 objetivos generales y 18 específicos y en todos se destaca la participación de la academia para el logro de los mismos. Por tanto, la academia no solo tiene la misión de la formación profesional sino también, de articular proyectos de investigación en conjunto con otros actores, con el fin de tributar esos beneficios al desarrollo social. Además de que participa en la creación de estructuras potenciadoras de la innovación como parques científicos tecnológicos, incubadoras de empresas, entre otras como refleja el objetivo 7. Todos estos documentos demuestran que existe un llamado país a Innovar y la intencionalidad de poner a la innovación en el centro de los procesos con el fin de ganar en competitividad. No obstante, ello solo será posible en la medida en que se capacite a los principales actores para desarrollar procesos de innovación y se transfieran métodos y herramientas para poder implementarlos en las principales empresas estratégicas del país y tributen a una estrategia gradual de innovación en todos los sectores de la economía, a tono con las tendencias internacionales que hoy imperan en el mundo.

## II. Factores económicos:

Dentro del SCTI coexisten varios subsistemas funcionales, cuyo engranaje es lo que permite el logro de los objetivos que persigue la política cubana de ciencia, tecnología e innovación. Uno de estos subsistemas es el económico-financiero que provee los recursos que demanda la

---

<sup>3</sup> Las corrientes más modernas utilizan indistintamente ecosistema de innovación y sistema de innovación, o ecosistema de innovación y ecosistema empresarial, a partir del concepto de que un ecosistema de innovación es una red de actores interdependientes que combinan recursos y/o capacidades especializadas y complementarias para la co-creación de valor apropiándose de las ganancias generadas en el proceso, es decir es la concepción del fenómeno de la innovación desde un enfoque sistémico o de ecosistema.

actividad innovadora. Según el CITMA (2019), las organizaciones que conforman el entorno financiero del SCTI son «las entidades financieras, entre las cuales se encuentran los bancos, las casas financieras, los Órganos y Organismos del Estado, las empresas de producción de bienes y servicios, las ONG nacionales y extranjeras y las organizaciones internacionales y regionales».

Por otro lado, la economía cubana es centralizada y planificada y eso en muchas ocasiones atenta contra el propio proceso innovador, en la medida que ocasiona trabas para el desarrollo de nuevos proyectos o la gestión de los existentes (Díaz Fernández, 2019). Simultáneamente el tiempo que demora el proceso de planificación, o la subjetividad de los funcionarios que determinan hacia dónde deben dirigirse el financiamiento, atentan contra el desarrollo de la ciencia en la isla.

En función de lo anterior, desde el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC) se han venido implementando medidas que, en teoría, otorgan mayor poder de decisión a las entidades. Estas medidas tienen como objetivo, entre otros varios, “aumentar la capacidad innovadora y las actividades intensivas en conocimiento y valor agregado” (PCC, 2016, pág. 22) y disminuir la dependencia tecnológica.

En este contexto, se le brinda mayor prioridad a aquellos sectores donde la innovación tenga un mayor impacto que conduzca a su desarrollo económico y que tenga un efecto derrame hacia el resto. Entre los sectores priorizados denominados estratégicos por ((MEP), 2023) se encuentran: la construcción; el electro - energético; las tecnologías de la información, las telecomunicaciones y la conectividad; el hidráulico; del transporte; servicios profesionales; el turismo; la agroindustria no azucarera e industria alimentaria; el farmacéutico y biotecnológico; la agroindustria azucarera y de sus derivados; y la industria ligera, que en la medida que se logre una adecuada implementación de la gestión de la innovación en los mismos, se articularán enlaces y encadenamientos productivos con el resto de los sectores de la economía en la búsqueda del desarrollo integral como se había explicado anteriormente.

Contar con una fuerza productiva altamente calificada ha sido uno de los mayores logros de la Revolución y en las ramas de las ciencias hay una alta representación de esta. Desde el año 2012 se observa un comportamiento relativamente estable en la cantidad total de trabajadores físicos en las actividades de ciencia y tecnología, con discretas variaciones en el 2016 resultado del proceso de reordenamiento de las entidades de ciencia, tecnología e innovación dispuesto por el DL-323 (2014) y en el 2021 en respuesta a la tarea de reordenamiento y las estrategias que se trazaron para enfrentar la pandemia internacional de la COVID-19.

Según datos publicados por la ONEI (2022) el total de trabajadores físicos en las actividades de ciencia y tecnología, están representados en su mayoría por graduados universitarios (educación superior), para el 2021 representaban más del 54%, mientras que solo el 16% aproximadamente formaban parte de la categoría de investigador a jornada completa o EJC, cifra que muestra deterioro con respecto a años anteriores que se encontraba entre el 18-19% con respecto al total. Es importante añadir que, aunque en términos absolutos, el total de trabajadores físicos en las actividades de ciencia y tecnología mantiene una tendencia creciente, por la dinámica migratoria actual del país, es un indicador a monitorear, por la posible descapitalización en la rama de la ciencia en próximos períodos.

Sin embargo, no basta con tener fuerza de trabajo calificada, eso no garantiza el proceso constante de innovación o lo que es lo mismo, es condición necesaria pero no suficiente para ello (Díaz Fernández,

2019, pág. 174). Para que uno tribute al otro, es necesario invertir en infraestructura para que potencie el desarrollo de la ciencia.

Las inversiones realizadas con este fin en términos generales, son insuficientes, y se concentran en tres renglones fundamentalmente, construcción y montaje; equipos; y, otros. En la Figura 1 se presenta el comportamiento de dicha inversión, en comparación con determinados años, seleccionados por la autora en función de los picos históricos que presentaba la serie publicada por la ONEI.



Figura 1: Inversiones ejecutadas en actividades de ciencia e innovación tecnológica (en millones de pesos)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados por la ONEI (2022)

Las inversiones realizadas en actividades de ciencia e innovación han ido en ascenso, excepto en el período de la pandemia del COVID-19 en el que la mayoría de las inversiones, incluso a nivel mundial, se contrajeron exceptuando aquellas destinadas al gasto social y al sector salud. Sin embargo, una limitación que poseen los datos reportados por la ONEI y el CITMA es la poca desagregación de ellos, ejemplificado en que el concepto de "otros" ha mantenido un comportamiento inestable pero creciente en los períodos analizados en la figura 1 aunque se asume que, dentro de este, se encuentren reflejados el resto de los componentes de las actividades de ciencia, tecnología e innovación como son las investigaciones de I+D+i y las actividades relacionadas a la obtención de patentes. Cabe agregar, que el pico histórico representado en el 2021 viene dado también por el ordenamiento monetario y la unificación monetaria, año en el cual todas las partidas de los presupuestos de las empresas tuvieron altas variaciones por el descalce de moneda.

Por otro lado, los gastos totales en actividades de innovación, investigación y en otras actividades científicas y tecnológicas mantienen un comportamiento irregular observable en la figura 2 y a groso modo podría afirmarse que se mantienen por debajo de las necesidades del desarrollo nacional, sujeto además a problemas en su asignación. Es importante resaltar además que, los gastos de "innovación" solo se tiene información para los años 2020 y 2021 porque antes la ONEI los reportaba dentro de la partida "Otras actividades científicas y tecnológicas", lo que genera cierto sesgo a la hora de analizar esta serie, debido a que esta última tampoco se encuentra desagregada. Se debe señalar también que el año 2021 muestra un crecimiento significativo en todas las partidas, estando su causa según ONEI (2022) en la implementación de la tarea ordenamiento en la que está intrínseca la unificación monetaria.

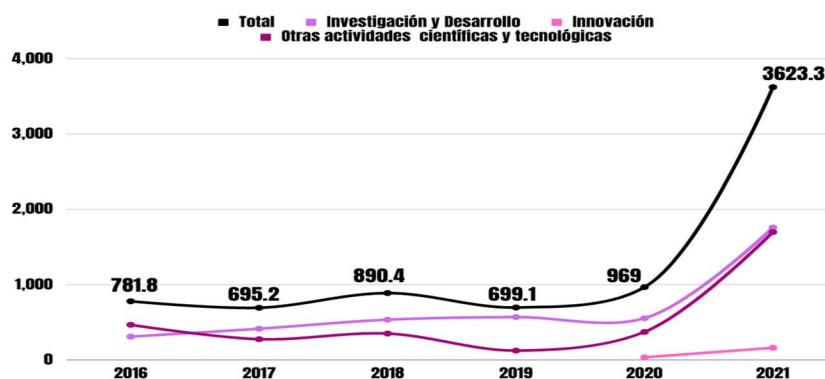


Figura 2: Gasto total en actividades de ciencia y tecnología por tipo de actividades  
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados por la ONEI (2022)

Es importante entonces analizar el origen del financiamiento para la ejecución de esos gastos en la rama de la ciencia. Los gastos en ciencia y tecnología son asumidos fundamentalmente por el presupuesto del estado y en menor medida por el financiamiento empresarial, aunque en los últimos años logró incrementarse, siguen siendo insuficientes en relación a la demanda necesaria para lograr el impulso requerido. Según los datos publicados por la ONEI (2022), los gastos corrientes por fuente de financiamiento aumentaron significativamente del año 2020 al 2021, llegando incluso a duplicarse, aunque la variable ordenamiento justifica en gran parte lo anterior<sup>4</sup>

Definitivamente esto constituye un gran reto para el desarrollo de la CTI y en muchas ocasiones funge como freno para el desarrollo de actividades de la rama del conocimiento. Ciertamente desde el VI Congreso del PCC se han ido sentando las bases para la actividad innovadora, incitando a que las empresas destinen parte de sus beneficios a esa actividad, llegándose a regular en la Resolución 128 del Ministerio de Finanzas y Precios (2020).

### III. Factores sociales:

Uno de los elementos más destacables en Cuba es el peso de la política social y sus principios como determinante de la dinámica entre actores y distintas variables macroeconómicas. A pesar de ser una tensa situación económica, son numerosas las iniciativas que se realizan con el fin del mejoramiento de la calidad de vida de la población y la promoción del desarrollo económico y social. Uno de los ejemplos de lo anterior es el compromiso con el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) en el año 2015 en a que se define como uno de sus objetivos: “construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación” (ONU, 2016, pág. 22). En consecuencia a lo anterior, los documentos rectores del país tributan a la resolución, o al menos a la minimización, de los principales problemas que acarrear a la sociedad cubana. Estos se ratifican a través de los axiomas definidos como prioritarios, los cuales son: la seguridad alimentaria y energética; el acceso al agua potable, al transporte público, la vivienda, los servicios comunales, de cuidados y de

<sup>4</sup> En el caso de la partida “Otros financiamientos”, se asume que están contenidos tanto el dinero proveniente de fuentes externas como centros de investigación, universidades, fondos de gobiernos y empresas extranjeras.

apoyo al hogar; el envejecimiento poblacional; la disminución de la natalidad; los efectos del cambio climático.

En este contexto, las políticas del país han estado orientadas a dar respuesta a estos ejes prioritarios, incluida las políticas de ciencia e innovación. Por ejemplo, uno de los lineamientos que está directamente relacionado con esta es el que se refiere a “fortalecer las relaciones con entidades de ciencia, tecnología e innovación, de la producción y los servicios y lograr la introducción de los resultados de las investigaciones en función del desarrollo del país, con particularidad en los territorios” (PCC, 2021, pág. 70). Una demostración concreta de lo anterior y que hace referencia al fenómeno de envejecimiento poblacional que se está dando en Cuba, es la promoción de iniciativas dirigidas a la tercera edad como las aplicaciones para las consultas virtuales y el uso de inteligencia artificial o de prototipos de robots en algunas salas de cuidados.

Sin embargo, es importante añadir que el recrudecimiento del bloqueo económico, financiero y comercial de los Estados Unidos sigue siendo la principal limitación para el desarrollo económico y social, directa e indirectamente, sobre todo por las restricciones que impone al mercado y la captación de financiamiento externo.

En cualquier caso, existen también problemas a lo interno como es la distribución poco equitativa de los recursos, la mala infraestructura, el desarrollo restringido de las TICS, obsolescencia tecnológica en la industria de forma general; la migración, entre otros, que también contrarrestan cualquier avance.

Indiscutiblemente son muchos los desafíos a los que se enfrenta el SCTI, sin embargo la innovación es un fuerte catalizador para dar solución o al menos a ayudar a mitigar, muchos problemas sociales. Tal es el caso de la soberanía alimentario y los escasos índices de producción agrícola siendo uno de los sectores que más trabajadores concentra. En tal caso la innovación en su función de dinamizadora de los procesos, ayudaría a elevar índices de productividad.

#### IV. Factores tecnológicos:

Sin lugar a dudas una de las principales limitantes que ha frenado el desarrollo industrial, sin menospreciar el resto de factores es la obsolescencia tecnológica presente en la mayoría de los sectores, salvaguardando el de la biotecnología por el enfoque prioritario que ha tenido como se explicó anteriormente. Esta obsolescencia trae consigo interrupciones en los flujos, determinadas capacidades no aprovechadas y por consiguiente eso se ve reflejado en los resultados de la ciencia del país. Es importante recalcar que la crisis en la estructura tecnológica del país está relacionada también con el bloqueo económico y financiero de los Estados Unidos en el que no solo tensa la captación de fondos e inversores, sino también que en muchas ocasiones obstaculizan incluso el mantenimiento a las maquinarias o a la renovación de piezas. Todo lo anterior hace que las exportaciones cubanas sean de bajo nivel tecnológico, en lo fundamental productos primarios, sin mucho valor agregado, intensivos en recursos naturales y mano de obra, lo que sin lugar a duda restringe no solo cuota de mercado sino también a la propia actividad empresarial (Cabal, C., & Rodríguez, C. , 2015)

Lo anterior en conjunción a las insuficiencias de los otros factores anteriormente expuestos, en términos de infraestructura, financiamiento, inversiones en I+D+i, marco regulatorio y una esfera social cada vez más demandante de soluciones innovadoras para hacerle frente a las brechas que caracterizan la situación actual, demuestran la necesidad imperiosa de colocar a la ciencia, y tratarla como tal, en el centro de las políticas públicas, transversal en todos los ámbitos de la misma.

A modo de conclusión parcial, se podría afirmar entonces que el SCIT cubano, se enfrenta a diversos retos que limitan de manera directa, el desarrollo del mismo, y son de índole organizativa, económica y jurídica, algunos de ellos son:

- Concentración de las principales innovaciones en una industria, la biotecnológica
- Dualidad en las funciones del CITMA, ejerce el papel de órgano rector y de administrador de las ECTI.
- Existencia de sistemas de incentivos insuficientes para los investigadores que laboran en centros de investigación y universidades que pertenecen al MES.
- Insuficientes programas de formación en emprendimiento e innovación en los diferentes niveles de enseñanza.
- El complejo mecanismo de aprobación y asignación de recursos para los programas y proyectos de ciencia, tecnología e innovación.
- Débil interacción entre el sector empresarial y el académico.
- Éxodo de profesionales de la ciencia hacia otros sectores de la economía y países.
- Insuficiente promoción de las invenciones universitarias.
- Resistencia por parte de algunos actores del SCIT al reconocimiento del sector no estatal como un actor con potencialidades para la generación de innovaciones y una fuente de financiamiento para las investigaciones universitarias.
- Obsolescencia tecnológica en las ECTI, así como en los centros y facultades universitarias.
- Insuficiente cultura en materia de transferencia de tecnología, sumado a la ausencia de procedimientos y metodologías para la valoración de intangibles, y para la aprobación de los mecanismos de transferencia.
- Insuficientes recursos financieros y entidades para financiar la ciencia.

El análisis PEST realizado confirma que independientemente del llamado país a “innovar” el desarrollo del ecosistema innovador es insuficiente, lo que constituye un primer freno al desarrollo de modelos circulares debido a la innegable relación directa que existe entre innovación y economía circular. A analizar el nivel de avance en la aplicación de este nuevo paradigma en Cuba se dedica el siguiente apartado.

### **Estado del arte de la aplicación del paradigma circular en la economía cubana.**

En Cuba el concepto de Economía Circular es aún incipiente y relativamente nuevo para la mayoría, pero son muchas las acciones que se desarrollan inconscientemente que responden a acciones de circularidad, aunque no son propiamente representativas del concepto, pero que sí responden a principios de la EC como la reactivación de desechos alargándoles su vida útil a través de la innovación. Por ejemplo: tradicionalmente se han reutilizado los frascos de cristal para búcaros u envases de otros productos, las latas de refresco son empleadas como moldes para la repostería, incluso se pueden encontrar carteras, lámparas, pulseras y otras manualidades derivadas de las mismas, incluso hace algunos años se realizaban campañas de gran alcance para el reciclaje donde se intercambiaban por alimentos u objetos de valor, además de contribuir a la limpieza de las ciudades, potenciaba la revalorización de residuos y creaba nexos entre actores del sector estatal y no estatal. Ciertamente estas acciones no constituyen ejemplos formales de Economía Circular pero sí ejercen como antecedentes desde los ciudadanos de la misma, incluso de manera inconsciente.

A nivel de país y por parte de las principales instituciones gubernamentales cubanas, aunque no existe un programa propiamente declarado de Economía Circular si hay un compromiso por los altos mandos con la promoción de un desarrollo próspero y sostenible, donde todas las dimensiones (económica, social, ambiental y cultural), estén debidamente consideradas y esto se ha reflejado en los principales documentos rectores de las políticas públicas del país, en particular los adoptados desde 2016, incluyendo la Estrategia en respuesta a la pandemia de la COVID19.

Algunas de las acciones que se han llevado a cabo y que fungen como antecedentes en la circularización de la economía cubana (figura 3) son las siguientes:



Figura 3: Antecedentes institucionales de la Economía Circular en el país

Fuente: Elaboración propia.

Independientemente de que no existe un programa específico de EC en la isla como se mencionaba anteriormente, el CITMA en conjunto con el Ministerio de Economía y Planificación en el (2022), publicaban la “Estrategia para la transición a la Economía Circular”.

Esta tiene como misión “ Impulsar en el modelo de desarrollo económico y social cubano el máximo aprovechamiento de los recursos a través de una mayor eficiencia en los sistemas productivos y de servicios, que implica que los materiales y productos permanezcan activos el mayor tiempo posible, la reducción de los residuos generados, la capacidad de recuperación de los ecosistemas, la calidad de vida de la población cubana y los principios del desarrollo sostenible”, para ello declara 3 principios básicos: 1. Preservar los recursos naturales y ecosistemas 2. Diseñar sin residuos y sin contaminación y 3. Optimizar el uso de materiales y productos. Además de que define un plan de acción o camino a seguir para la transición al paradigma circular presentado en tres etapas y cada una está acompañada de acciones a seguir para su consecución.

Ciertamente es una estrategia un tanto ambiciosa por todas las limitaciones a las que se enfrenta el país actualmente, discutidas anteriormente en el epígrafe que realiza el diagnóstico del SCTI de Cuba, dado la relación de reciprocidad existente entre innovación-circularidad (Imberνό Díaz , A. L., & Souto Anido, L. , 2023) y por otro lado, por las brechas actuales y deformaciones estructurales que limitan el proceso de tránsito, discutidas a lo largo de este informe. Sin embargo, es un paso de avance y

demuestra el compromiso del país por estar a tono con las iniciativas internacionales con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en el año 2015.

Simultáneamente, se han desarrollado otras iniciativas de carácter institucional que sirven de base en la ruptura con el paradigma lineal. En primer lugar, la Resolución 206/2021 publicada en la Gaceta Oficial de la República, exime de impuestos a su paso por la aduana, la importación de sistemas fotovoltaicos, sus partes y piezas, por personas naturales, sin fines comerciales, con el objetivo de continuar con el desarrollo de fuentes renovables de energía y elevar su participación en la matriz de generación de energía eléctrica en el territorio nacional. Además, la Resolución 223, publicada en la gaceta Oficial el 18 de junio de 2021 hace referencia a que las empresas con capital totalmente extranjero que emprendan proyectos de generación de energía renovable estarán exentas de aranceles aduanales en la importación de maquinarias, equipos y otros recursos necesarios durante el proceso de inversión, así como del pago del impuesto sobre utilidades durante ocho años desde el inicio de su actividad. Todo ello con el objetivo de fomentar la inversión extranjera en el sector (Céspedes, D e Imbert, JC, 2022) y promover la maximización de capacidades y las nuevas tecnologías en el mismo. Todas estas siguen siendo insuficientes como generadoras de incentivos si se hace de lado al resto de variables que marcan este proceso, pero se reitera lo inmerso que está el país con el desarrollo sostenible y el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos cubanos.

En segundo lugar, Cuba tiene un tratado de cooperación con Alemania para la realización de acciones conjuntas referidas a la Economía Circular y sobre enfrentamiento al cambio climático. En agosto del 2021 se desarrolló el foro "Del Enfrentamiento al Cambio Climático a la Economía Circular: Beneficios de invertir en Cuba" en el cual empresas pioneras en el tratamiento de aguas residuales y su conversión para reutilización, expusieron el panorama actual en Alemania y propusieron acciones encaminadas a la inserción de este tipo de tecnologías en la isla con posibles nexos de cooperación en ayuda a la adaptación en la lucha contra el cambio climático.

Por último y si hubiera que enmarcar un proyecto sostenible en el país, sería el proyecto Acción global contra el Cambio Climático: Municipalidad de Martí, hacia un modelo de desarrollo sostenible carbón neutro. Este tiene como sede la provincia de Matanzas y surge con el fin de llevar a cabo un nuevo paradigma de gestión de desarrollo sostenible que permita dar respuesta a las necesidades locales en términos de producción de alimentos y energía, para promover el desarrollo integral del municipio Martí bajo un modelo circular. Es implementado por el MEP, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la contribución de la UE, para crear capacidades para la producción de biogás y biometano de forma sostenible.

Se pretende que la localidad despliegue sus capacidades e infraestructuras necesarias para avanzar hacia el autoabastecimiento local de alimentos y energía, de forma económica, social y medioambiental sostenible, resiliente al cambio climático. Este programa se inserta hoy en la necesidad de desarrollar el país a través de los objetivos trazados en el PNDES 2030 (Prensa Latina, 2021)

Existen otros varios ejemplos a nivel de país en materia de pasos hacia la circularidad como la utilización de los residuos de la caña de las instalaciones de AZCUBA, para la producción de alimento animal, alcoholes y fertilizantes, como experiencia en el municipio Aguada en Cienfuegos, los múltiples proyectos que nacieron en la Universidad Central de las Villas relacionados con la ecoeficiencia, la producción sustentable de hormigón y los primeros avances en la reinsertión de residuos sólidos en una planta productiva, pero sin lugar a dudas, los avances más significativos en la conceptualización

de modelos circulares, están determinados por el accionar de la industria del reciclaje, aunque cabe señalar que reciclar no es señal de modelos circulares, es solo una etapa dentro del ciclo del nuevo paradigma.

El Grupo Empresarial de Reciclaje de Cuba es el encargado de recuperar, procesar y comercializar desechos reciclables de la industria, el comercio y la población y está supeditado al Ministerio de Industrias de Cuba. Actualmente, se incursiona en la fabricación de nuevos productos a partir de los ya reciclados de forma que se alarga lo más posible la vida útil de las materias primas (Grupo Empresarial de Reciclaje, 2021).

Además de los beneficios en términos económicos, la industria del reciclaje impacta sobre el medio ambiente de forma positiva, al disminuir la explotación de los recursos naturales, la cantidad de desechos que llegan a los vertederos y la contaminación ambiental.

En el contexto cubano actual el sector privado es considerado uno de los motores para dinamizar la economía. En los últimos años, se ha incrementado su participación en el tejido empresarial y en función de eso se le han concedido algunas facilidades con el fin no solo de promover su desarrollo, sino que este sea bajo un enfoque sostenible, inclusivo y multidimensional.

Como respuesta a lo anterior, existen múltiples emprendimientos que sirven de ejemplo para demostrar que estos no han estado ajenos a estas prácticas sostenibles y al compromiso con la búsqueda de alternativas al modelo lineal, y aunque ciertamente queda mucho camino por recorrer, fundamentalmente en materia de la concientización con el modelo circular de producción, muestran signos de avances en este camino de ruptura al viejo paradigma. Algunos de ellos son:

1. ENPARALELO: Se dedica a la producción, comercialización y transformación de productos agrícolas mediante métodos y prácticas que contribuyan a reducir el uso de los recursos naturales, la necesidad de pesticidas, herbicidas, generación de desechos y hagan un mejor uso del espacio.
2. ROBLOX: su principal misión es la fabricación de materiales de la construcción a partir de desechos sólidos, resultantes de procesos productivos y servicios constructivos.
3. CICLO ECOPAPEL: es una empresa productora de papel manufacturado de forma ecológica cuya labor se basa en reciclar documentos viejos, periódicos, revistas y cartón para convertir el papel en artesanía. Parte de la electricidad que requiere su producción la toman a partir de paneles solares, realizan las entregas a domicilio de los pedidos en bicicletas contribuyendo a la protección del medio ambiente, utilizan agua de lluvia y evitan el uso de productos químicos.

La existencia de estas iniciativas y otras varias existentes no mencionadas, son representación de que ya existen en el país, determinados elementos asociados a la economía circular, a sus dimensiones y alcances, ya sea como alternativa ante la carencia de recursos o en pro de la producción sostenible.

Tomando como base el análisis realizado por (Imberνό, A.L & Souto, L, 2023), los elementos antes mencionados y el criterio de expertos, se elaboró una matriz DAFO que sintetiza los principales elementos que obstaculizan el tránsito hacia modelos de negocios circulares.



Figura 4: Matriz DAFO sobre la aplicación del paradigma circular en Cuba.  
 Fuente: Elaboración propia a partir de (Imbernó, A.L & Souto, L, 2023)

Si bien son muchas las ventajas asociadas al paradigma circular, todo proceso de ruptura conlleva costos, comparativamente mayores en países subdesarrollados ejemplificándose en conceptos como infraestructura, tecnologías incluso el proceso de concientización que requiere el caso específico de la circularidad.

### Líneas de acciones estratégicas para el fomento de la circularidad en el país

Partiendo de las deformaciones estructurales que caracterizan a la economía cubana y todas las limitantes arrojadas por el diagnóstico de ambas categorías, resulta complejo asumir un cambio al unísono en la forma de producir, justamente por la magnitud de las transformaciones necesarias. Sin embargo, ese proceso de ruptura incluye no solo cambios en la forma de hacer a lo interno de cada organización sino también que necesita de acciones de apoyo, políticas de fomento, repensar la forma en que se propician los encadenamientos productivos entre empresas del mismo o de distinto sector de la economía que conlleve a la simbiosis industrial, característica afín con la Economía Circular.

Partiendo del diagnóstico realizado, que se puede encontrar de forma ampliada en (Imbernó Díaz , A. L., & Souto Anido, L. , 2023), y tomando como referencia los documentos programático del país, así como el criterio de expertos del CITMA y de la Academia, se elaboró un árbol de objetivos (figura 5), herramienta que marca cinco esferas fundamentales en las que accionar para ampliar su espectro y que a su vez relaciona los impactos que estas generarían justificados por las ventajas de la aplicación de la economía circular a nivel internacional

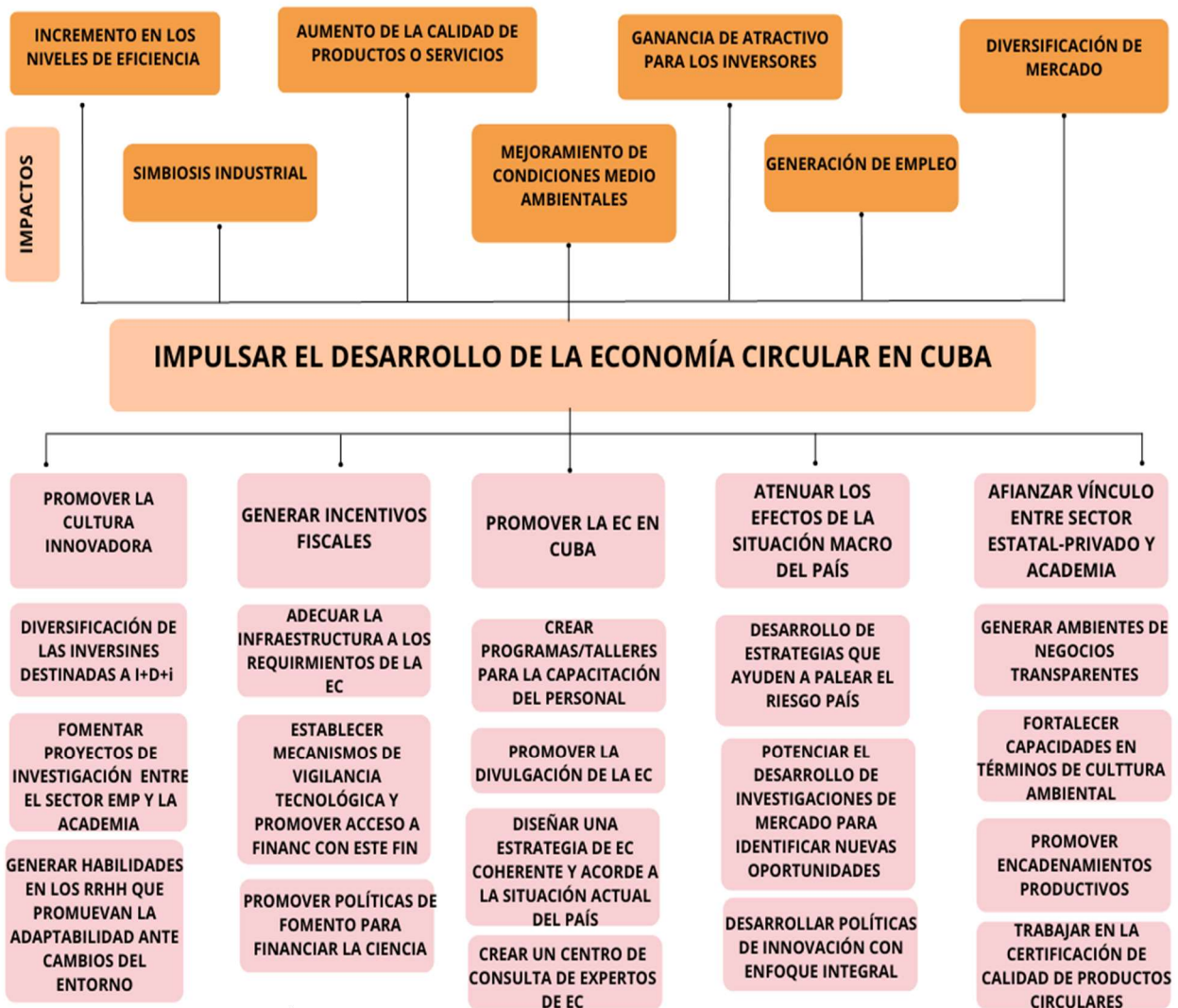


Figura 5: Árbol de objetivos para el desarrollo de la Economía Circular en Cuba  
Fuente: Elaboración propia

Las principales esferas están relacionadas con la necesidad de promover la cultura innovadora, generar incentivos fiscales ligado a la promoción de políticas de fomento para financiar la ciencia, la necesidad de darle mayor visibilidad al paradigma circular y por consiguiente a sus beneficios, fomentar las alianzas entre la academia y el sector empresarial, incluyendo sector estatal y privado así como desarrollar estrategias que ayuden a palear los efectos derivados de la tensa situación macroeconómica que hoy afronta el país.

Una vez definidos los campos de acción se hace necesario priorizar dentro de ellas, las de mayor incidencia para el logro de que se avance a modelos cada vez más sostenibles. Para ello se aplicó la Teoría de Efectos Olvidados (TEO) buscando profundizar en los impactos y las relaciones de causalidad presentes en el estudio de dicho fenómeno.

En primer lugar, se buscaron las incidencias directas entre las causas y los efectos, habiéndose definido 7 causas y 7 efectos que resultan de la revisión bibliográfica, el criterio de expertos y el árbol de

objetivos, de los que se obtiene la matriz  $\left[ \underset{\sim}{M} \right]$  que demuestra que todas las incidencias estimadas son altas, entre las cuales existe incluso estando por encima de 0.5 para todos los casos de la matriz (Tabla 1):

Tabla 1: Incidencias estimadas entre causas y efectos  $\left[ \underset{\sim}{M} \right]$

Causas		Efectos						
$C_1$	Marco Regulatorio	$E_1$	Aumento de niveles de eficiencia de la economía					
$C_2$	Encadenamientos productivos	$E_2$	Simbiosis industrial					
$C_3$	Sistema de incentivos fiscales	$E_3$	Diversificación de mercado					
$C_4$	Infraestructura	$E_4$	Ganancia de atractivo para inversores					
$C_5$	Alianzas academia-sector empresarial	$E_5$	Aumento de la calidad					
$C_6$	Políticas de fomento	$E_6$	Beneficios sociales					
$C_7$	Capacitación del personal	$E_7$	Impacto positivo en el medio ambiente					

	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$
$C_1$	0,75	0,78	0,6	0,8	0,57	0,77	0,6
$C_2$	0,85	0,85	0,66	0,78	0,5	0,48	0,6
$C_3$	0,85	0,86	0,67	0,79	0,59	0,66	0,76
$C_4$	0,7	0,67	0,59	0,69	0,76	0,5	0,8
$C_5$	0,7	0,72	0,63	0,51	0,66	0,7	0,73
$C_6$	0,85	0,86	0,66	0,78	0,5	0,48	0,6
$C_7$	0,8	0,78	0,81	0,7	0,89	0,84	0,83

Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

Luego se obtiene las tablas de convulación:

Tabla 2: Tablas de convulación (Matrices  $\left[ \underset{\sim}{A} \right]$  y  $\left[ \underset{\sim}{M}^* \right]$ )

### Modelo Economía Circular

Tabla de convulación max-min entre las matrices  $\left[ \underset{\sim}{A} \right] \circ \left[ \underset{\sim}{M} \right]$

	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$
$C_1$	0,85	0,86	0,67	0,8	0,61	0,77	0,76
$C_2$	0,85	0,85	0,66	0,78	0,6	0,6	0,6
$C_3$	0,85	0,86	0,67	0,79	0,66	0,7	0,76
$C_4$	0,7	0,67	0,61	0,69	0,76	0,61	0,8
$C_5$	0,85	0,85	0,81	0,78	0,83	0,83	0,83
$C_6$	0,85	0,86	0,77	0,78	0,77	0,77	0,77
$C_7$	0,8	0,78	0,81	0,7	0,89	0,84	0,83

**Modelo Economía Circular**

**Tabla de convulación max-min entre las matrices  $[A] \circ [M] \circ [B] = [M^*]$**

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	0,85	0,86	0,8	0,85	0,85	0,85	0,76
C <sub>2</sub>	0,85	0,85	0,8	0,85	0,85	0,85	0,74
C <sub>3</sub>	0,85	0,86	0,8	0,85	0,85	0,85	0,76
C <sub>4</sub>	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,8
C <sub>5</sub>	0,85	0,85	0,81	0,85	0,85	0,85	0,83
C <sub>6</sub>	0,85	0,86	0,8	0,85	0,85	0,85	0,77
C <sub>7</sub>	0,8	0,82	0,81	0,8	0,89	0,84	0,83

Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

Por último se presenta el cálculo de los efectos olvidados:

Tabla 3: Cálculo de los efectos olvidados  $[O] = [M^*] - [M]$

**Modelo Economía Circular**

**Tabla de efectos olvidados  $[O] = [M^*] (-) [M]$**

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	0	0	0,2	0,1	0	0	0,3
C <sub>2</sub>	0	0	0,8	0	0,4	0	0,3
C <sub>3</sub>	0	0	0,8	0	0	0	0
C <sub>4</sub>	0,2	0	0	0	0	0,4	0
C <sub>5</sub>	0,2	0	0	0	0	0,2	0
C <sub>6</sub>	0	0	0,8	0	0,4	0	0,3
C <sub>7</sub>	0	0	0	0,1	0	0	0

Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

Como puede observarse en la matriz anterior, existen 15 efectos olvidados. De ellos, tres por encima de 0.5. A continuación se realiza el análisis de los principales resultados encontrados, donde se explicarán aquellos efectos que sean mayor o igual a 0.5, ya que se considera que por lo significativo de la diferencia es un indicativo de que, en los criterios iniciales de los expertos, omitieron incidencias indirectas entre causas y efectos.

Entre los encadenamientos productivos y la diversificación del mercado existe un efecto olvidado de muy fuerte incidencia (0.8) como se observa en la figura 6. Este se explica por la correlación existente entre el logro de la articulación de la sinergia entre actores económicos y el aumento de los niveles de eficiencia de la economía por la utilización de capacidades ociosas y la elevación de los índices de

productividad. Todo lo anterior en conjunto, potenciarían la diversificación de mercado y la ganancia en términos de competitividad del producto o servicio que se oferte.

Caso 1

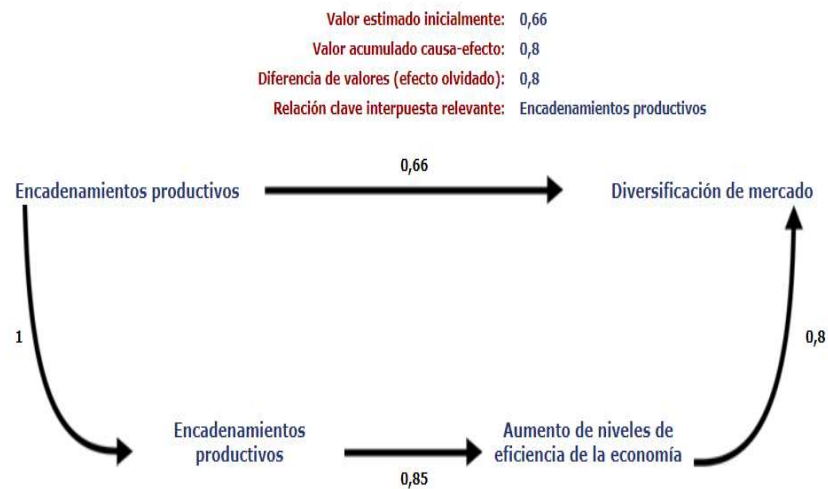


Figura 6: Variación de incidencias entre la causa encadenamientos productivos y el efecto Diversificación de mercado.

Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog.

Similarmente ocurre entre el sistema de incentivos fiscales, las políticas de fomento y la diversificación de mercado (figura 7 y 8). Necesariamente para ganar en eficiencia en la economía, aumentar el atractivo de inversores, clientes y lograr un fuerte posicionamiento en el mercado internacional, es necesario tanto un sistema de incentivos congruente con estos objetivos y que otorgue determinadas facilidades, así como de políticas de fomento que promuevan, de manera efectiva, los encadenamientos productivos necesarios para lograr la simbiosis industrial.

Caso 2

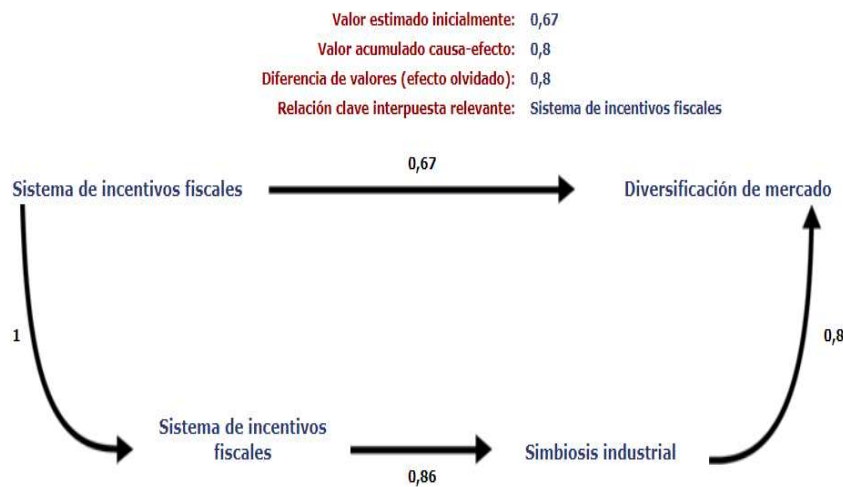


Figura 7: Variación de incidencias entre la causa Sistema de incentivos fiscales y el efecto Diversificación de mercado.

Fuente: Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

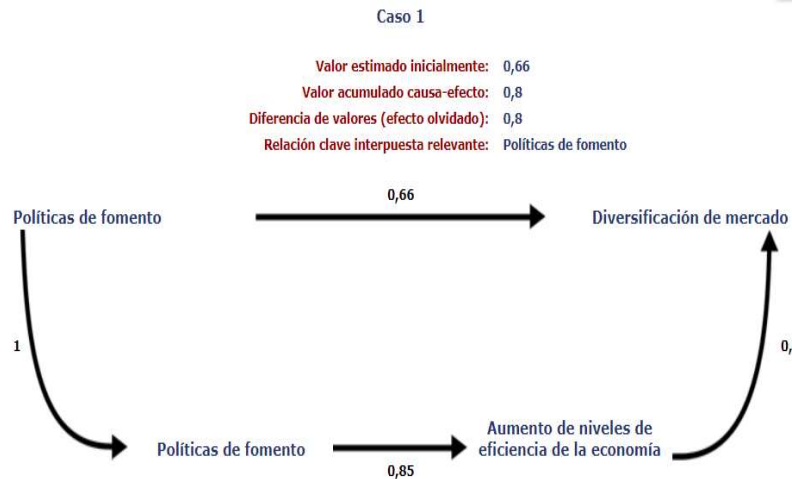


Figura 8: Variación de incidencias entre la causa Políticas de fomento y el efecto Diversificación de mercado.

Fuente: Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

Los resultados obtenidos en la TEO ratifican los factores sistematizados en la investigación y resaltan el rol de las instituciones públicas dentro del proceso de ruptura con el paradigma lineal. Necesariamente el logro de la circularidad, depende en gran medida, de la capacidad de estas para fomentar, difundir y capacitar respecto al paradigma circular, además de rol como guía del proceso a través de una estrategia coherente, comprometida con llevar a cabo las transformaciones requeridas en pro de la circularidad.

### Conclusiones

La actual dinámica económica acotada bajo una tensa situación financiera obliga a la búsqueda de alternativas para si bien no eliminar completamente, ayudar a mitigar estos frenos al desarrollo de la sociedad. En este sentido la Economía Circular se enmarca como alternativa viable para ello, sin embargo y a expensas de la existencia de un marco legal para el tránsito a modelos circulares, es insuficiente y dista mucho de ser una normativa que promueva dicho proceso por la falta de incentivos, políticas de fomento y la coherencia entre ambas entre otros múltiples factores discutidos. No obstante, esto no ha sido un freno para que en el país se desarrollen distintas iniciativas bajo la lógica circular, tanto en el sector estatal como en el privado, aunque distan de tener el impacto necesario, justamente por la carencia de una estrategia consistente y realista que guíe este proceso.

Otros problemas que entorpecen el establecimiento del paradigma circular es la carencia de cultura innovadora, el desconocimiento del concepto, sus dimensiones y ventajas, la ínfima cultura ambiental y la desconexión entre el sector estatal y privado

Según los resultados de la TEO se deben trazar líneas estratégicas dirigidas fundamentalmente a la promoción de encadenamientos productivos, la creación de un sistema de incentivos fiscales y el desarrollo de políticas de fomento, en aras de potenciar la simbiosis industrial entre los distintos actores económicos, lo que tributa al aumento de niveles de eficiencia en la economía y por tanto a la diversificación de mercado y al aumento del atractivo para inversores y clientes. Todo esto debe tener integrado a la innovación como catalizador para el desarrollo de la circularidad en Cuba.

La apropiación de las ventajas que ofrecen la Economía Circular, tributa directamente con el PNDES y si bien ya se han realizado distintas acciones en pro de fomentar su desarrollo, queda un camino muy

largo por recorrer, en el que las instituciones gubernamentales juegan un rol fundamental, en la medida en que se entienda la relevancia de la política fiscal en dicho proceso.

### **Referencias**

- (CITMA). (2 de octubre de 2022). *Estrategia Ambiental Nacional*. Obtenido de Ministerio de Ciencia y Tecnología: <https://www.citma.gob.cu/direcciones-estrategicas-ean/>
- (MEP), M. d. (10 de ABRIL de 2023). *PLAN NACIONAL DE DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL (2030)*. Obtenido de SITIO OFICIAL DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA Y PLANIFICCIÓN DE CUBA: <https://www.mep.gob.cu/es/pndesods-2030/plan-nacional-de-desarrollo-economico-y-social-2030>
- Alonso Falcón, R., Arce Montero, A., & Delgado Guerra Di Silvestrelli, S. (25 de Mayo de 2021). Industria del reciclaje en Cuba: Recuperar valores y diseñar nuevos caminos hacia el desarrollo. *Cubadebate*.
- Cabal, C., & Rodríguez, C. . (2015). Una visión de la ciencia en Cuba. Pasos y caminos. . *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 5(2), , 1-12.
- Castro Ruz, F. (1993). Discurso pronunciado en el acto celebrado por la Sociedad Espeleológica de Cuba, en la Academia de Ciencias. La Habana. Obtenido de <http://www.cuba.cu/gobierno/discursos/1960/esp/f150160e.html>
- Céspedes, D e Imbert, J.C. (2022). “Economía Circular para el modelo de desarrollo Cubano”. *Trabajo de Diploma*.
- CITMA & MEP. (2022). *Estrategia para la transición a la Economía Circular*.
- CITMA. (2019). *¿Quiénes Somos?: CITMA*. Recuperado el 6 de febrero de 2022, de CITMA Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente sitio web: <http://www.citma.gob.cu/pagina-ejemplo/>
- CITMA. (2019). *Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado el 2 de diciembre de 2019, de CITMA Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente: <http://www.citma.gob.cu/entidades-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>
- CITMA, M. d. (1995). Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica. Documentos Básicos. Dirección de Política Científica y Tecnológica. Editorial Academia.
- Consejo de Estado. (2014). *Decreto Ley 323*,. Gaceta Oficial No 37 Extraordinaria, 29 de agosto de .
- Decreto-Ley 7/2020, Del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (GOC, Ordinaria, No.93, de 18 de agosto de 2021). Obtenido de <http://www.gacetaoficial.gob.cu/pdf/GOC-2021-765-O93.pdf>
- Díaz Fernández, I. (2019). La innovación en Cuba: una valoración crítica. *Apuntes Contables. Revista Científica de Contabilidad*(24), 165-178. doi:<https://doi.org/10.18601/16577175.n24.10>.
- Grupo Empresarial de Reciclaje. (2021). *Grupo Empresarial de Reciclaje*. Obtenido de Obtenido de Política de Reciclaje: <http://www.cubarecicla.ger.cu>
- Hidalgo de los Santos, V (coord) et al. (2022). *La economía cubana pospandemia de COVID-19*. La Habana: Editorial UH Isbn 978-959-7265-39-9, Isbn-e 978-959-7265-40-5.
- Imberνό Díaz , A. L., & Souto Anido, L. . (2023). Innovación y economía circular, un binomio perfecto. *Economía y Desarrollo*, 167(2), e7. *Epub 01 de julio de 2023*,. Recuperado en 20 de julio de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0252-85842023000200007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842023000200007&lng=es&tlng=es).
- Imberνό, A.L & Souto, L. (2023). *Innovación y Economía Circular en Cuba: la ruta crítica para el camino a la sostenibilidad*. Facultad de Economía, Universidad de la Habana: Tesis en opción al grado científico de Máster en Administración de Negocios.

- Klein, M.& Sauer, A. (2016). Celebrating 30 years of innovation system research: What you need to know about innovation systems. Hohenheim Discussion Papers in Business,. *Economics and Social Sciences.No. 17*, UniversitätHohenheim,FakultätWirtschafts- und Sozialwissenschaften, Stuttgart., <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:100-opus-12872>. Consultado: 14/abril/2023.
- ONEI. (2022). *Anuario Estadístico de Cuba*. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información. Obtenido de <http://www.onei.gob.cu/node/18491>
- ONU. (2016). *Transforming Our World: The 2030 agenda for sustainable development. A/RES/70/1*. United Nations. Recuperado el 7 de abril de 2019, de [https://stg-wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11125/unep\\_swio\\_sm1\\_inf7\\_sdg.pdf?sequence=1](https://stg-wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11125/unep_swio_sm1_inf7_sdg.pdf?sequence=1)
- ONU, O. d. (4 de marzo de 2021). *Programa para el Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/onu-se-desperdicia-17-de-todos-los-alimentos-disponibles>
- PCC. (2016). *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Propuesta de Visión de la Nación, Ejes y Sectores estratégicos*. La Habana: Comité Central del Partido Comunista de Cuba. Recuperado el 12 de septiembre de 2019, de <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/último%20PDF%2032.pdf>
- PCC. (2021). *Conceptualización del Modelo Económico y Social cubano de desarrollo socialista. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el periodo 2021-2026*. La Habana: Comité Central del Partido Comunista de Cuba.
- Peiró, R. (2020). *Análisis PEST*. Obtenido de Economipedia, 1 julio: Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/analisis-pest.html>
- Prensa Latina. (4 de abril de 2021). *Municipio de Cuba inicia proyecto UE-PNUD por desarrollo sostenible*. Obtenido de Prensa Latina: <https://www.prensa-latina.cu/index.php?o=rn&id=440285>
- Resolución 128/2020 del Ministerio de Finanzas y Precios. (2020). *Gaceta Oficial No. 27 Ordinaria de 2020 (GOC-2020-307-027)*.
- Rodríguez Batista, A.; Chía Garzón, J.; Arias Martín, H. & Zamora Rodríguez, M.L. (2022). Cuba y las Encuestas Nacionales de Innovación: La conducta innovadora de las empresas cubanas. *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología. ISSN 2255-5684 Vol. 10(2)*., [www.gecontec.org](http://www.gecontec.org) DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6800677>.
- Souto Anido, L., Gil-Lafuente, A. M., Rondón, I. G., Campins, B. E., Torres, M. O., & Molina, T. Z. (2017). *LA GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES EN EL SISTEMA EMPRESARIAL CUBANO*. Barcelona.
- Souto, L & Marrero, Y. (2021). “La teoría de los efectos olvidados vinculada a la gestión de los recursos humanos en las organizaciones”. *Revista de Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación RILCO DS*, n. 17 (p.p. 65-79, marzo 2021). En línea: <https://www.eumed.net/es/revistas/rilcoDS/17-marzo21/recursos-humanos-organizaciones>.
- Tarea Vida* . (2020). Obtenido de CUBAENERGÍA: <https://www.cubaenergia.cu/tarea-vida>
- Velázquez, A. (2022). *¿Qué es el muestreo bola de nieve?* Obtenido de Probabilidad y Estadística: Cómo hacer un muestreo de bola de nieve (ejemplos) ([probabilidadyestadistica.net](http://probabilidadyestadistica.net))