

INNOVACIÓN FRUGAL PARA CIUDADES INTELIGENTES Y COLABORATIVAS

FRUGAL INNOVATION FOR SMART AND COLLABORATIVE CITIES

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

Dayalé Torres Diéguez ^{II}  <https://orcid.org/0009-0004-6013-4788>

^I Unión de Informáticos de Cuba, La Habana, Cuba

✉ tatiana@uic.cu, panequedaymel@gmail.com

*Autor para dirigir correspondencia: tatiana@uic.cu

Clasificación JEL: O32, O33, O39

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10466812>

Recibido: 23/10/2023

Aceptado: 14/12/2023

Resumen

La innovación frugal se centra en el desarrollo de soluciones de buena calidad que reducen significativamente los costos y se adaptan a las necesidades locales. En este artículo se hace un análisis, soportado en la literatura, sobre el emergente concepto de innovación frugal y su relación con las ciudades inteligentes, tomando en cuenta tres aspectos fundamentales: la base de la pirámide de desarrollo, que condiciona la necesidad de obtener soluciones ecológicas y amigables; las restricciones de recursos, lo cual estimula la innovación y la tecnología que posibilita que las capacidades superen los desafíos de los entornos con restricciones de recursos. Mediante la combinación de las experiencias de dos proyectos en marcha se obtienen hallazgos clave para apostar por la innovación frugal de cara a lograr comunidades y ciudades inteligentes y colaborativas, en un contexto de recursos limitados.

Palabras claves: innovación frugal, ciudades inteligentes, plataformas, Internet de las Cosas, laboratorios de innovación.

Abstract

Frugal innovation focuses on developing good quality solutions that significantly reduce costs and adapt to local needs. This article provides an analysis, supported by literature, of the emerging concept of frugal innovation and its relationship with smart cities, taking into account three fundamental aspects: the base of the development pyramid, which conditions the need to obtain solutions ecological and friendly; resource constraints, which stimulate innovation and technology that enables capabilities to overcome the challenges of resource-constrained environments. By combining the experiences of two ongoing projects, key findings are obtained to support frugal innovation in order to achieve smart and collaborative communities and cities, in a context of limited resources.

Keywords: frugal innovation, smart cities, platforms, Internet of Things, innovation laboratories.

Introducción

Para responder con soluciones innovadoras, tanto a los desafíos globales de sostenibilidad como a las necesidades a nivel local en los mercados emergentes, las organizaciones requieren la capacidad de operar bajo presiones sociales y operativas con habilidades para combinar el conocimiento local con otras formas de experiencia. La innovación frugal considera los desafíos sociales y operativos como puntos de partida para soluciones innovadoras que podrían servir como impulsores del desarrollo sostenible.¹

La innovación frugal generalmente se refiere a soluciones innovadoras que reducen significativamente el costo total de propiedad/uso y al mismo tiempo cumplen o superan los estándares de calidad prescritos. A partir de esta propuesta de valor, la innovación frugal se extiende a grupos de usuarios no atendidos y al mismo tiempo garantiza una “excelencia asequible”, lo que no significa necesariamente productos baratos sino productos que ofrecen un buen valor.²

El aspecto innovador de la innovación frugal implica la simplificación³ para satisfacer las necesidades fundamentales con un consumo mínimo de recursos, dirigiéndose a los clientes de gama baja de la sociedad y al mismo tiempo teniendo en cuenta su bienestar.⁴

Las iniciativas de ciudades inteligentes tienen el potencial de abordar muchos desafíos urbanos contemporáneos, utilizando información y tecnología. Cada vez más, las ciudades inteligentes se consideran escenarios en los que se generan procesos de innovación social para lograr un desarrollo urbano sostenible e inclusivo, influenciados por contextos socioeconómicos e institucionales más amplios de las ciudades.⁵

La innovación frugal reformula las limitaciones y los desafíos como oportunidades de crecimiento y mejora. Es la capacidad de hacer más con menos. Otro aspecto importante es la improvisación constante a medida que cambia el entorno o la situación. La prueba y el error son parte del proceso: la innovación es un experimento interminable en el que es necesario adaptarse y evolucionar con el tiempo.⁶ En los

países con economías emergentes, el sueño de gestionar ciudades inteligentes tiene que pasar necesariamente por estos experimentos “interminables” que proporcionan la innovación frugal.

En este artículo se profundiza en el concepto de la innovación frugal y se aborda su relación con las tecnologías de la información y las tecnologías disruptivas, en particular respecto a la internet de las cosas (IoT), la cual es crucial en las plataformas de ciudades inteligentes. Por último, se describen los laboratorios urbanos de innovación para ciudades inteligentes, asociados a la red co-Lab, como espacios de cocreación, experimentación y aprendizaje para incentivar la frugalidad de las innovaciones inclusivas, asequibles y sostenibles, con vistas a impulsar la transformación digital en las ciudades.

Materiales y métodos

Para cumplir con el propósito de la investigación, se sigue una metodología basada en un estudio de la literatura para dar respuesta a las preguntas de investigación siguientes:

- P11- ¿Qué es la innovación frugal?
- P12- ¿Cómo se relaciona la innovación frugal con las ciudades inteligentes?
- P13- ¿Cómo confluyen las características de innovación frugal en los laboratorios de innovación ciudadanos para fomentar ciudades inteligentes y colaborativas?

El estudio de la literatura se realizó mediante una búsqueda en Google académico con una ecuación de búsqueda que combina las palabras clave “innovación frugal” y “ciudad inteligente” (ambos términos en inglés). No se realizó un estudio sistemático porque no era el propósito hacer una revisión, más bien se seleccionaron las publicaciones de mayor relevancia de acuerdo a los objetivos de esta investigación.

Se presenta un caso de estudio de innovación frugal en la India, un país que tiene un acelerado ritmo de crecimiento económico y donde dadas las características de su densa población y la carencia de recursos en muchas localidades, este tipo de innovación ha emergido con especial fuerza. A partir del análisis realizado se ejemplifica cómo los laboratorios de innovación ciudadana para la transformación digital (red co-Lab) facilitan la innovación frugal, y se ilustra, a través de un proyecto de ciudad inteligente y de otras iniciativas, las ventajas de asumir la frugalidad en las innovaciones locales, en un país con restricciones importantes de recursos, como Cuba.

Resultados y Discusión

Innovación frugal

Según el Centro para la Innovación Frugal en África (CFIA), un centro de investigación académica multidisciplinar que forma parte de la Alianza de Universidades Leiden-Delft-Erasmus, la innovación frugal tiene como objetivo ofrecer soluciones inteligentes, simples y asequibles. Comienza con la identificación de necesidades y obstáculos, especialmente para los sectores desfavorecidos de la sociedad.⁷

El desafío es proporcionar innovaciones sensibles al valor sin sacrificar el valor para el usuario. Estas innovaciones frugales deben adaptarse a las circunstancias y culturas locales para que tengan éxito tanto

para los proveedores como para los clientes. En la práctica, esto significa que varias partes interesadas deben trabajar juntas en las llamadas redes policéntricas. Una red en la que emprendedores, diseñadores, financieros, fabricantes y distribuidores coproducen tecnologías e innovaciones frugales exitosas.

La innovación frugal aborda cuestiones ecológicas, debido a la alta calidad de los productos y su larga vida útil, cuestiones sociales, porque resuelve algunos problemas sociales transfiriendo tecnología e innovaciones a los mercados en desarrollo, y cuestiones económicas porque aborda mercados de ingresos más bajos con alto potencial. Todos estos objetivos se pueden alcanzar reduciendo la funcionalidad de los productos y servicios a lo realmente necesario, siendo al mismo tiempo de alta calidad, duraderos, ecológicos y sostenibles.⁶

Además de estar impulsada por la sostenibilidad, la innovación frugal debe proporcionar un crecimiento inclusivo en estas sociedades. La innovación para un crecimiento inclusivo se refiere a innovaciones que crean o mejoran oportunidades para el bienestar del grupo, generalmente excluido en la base de la pirámide. Aquí, la innovación se considera como el desarrollo e implementación de nuevas ideas y estrategias. Esto incluye innovaciones relacionadas con productos, servicios, procesos, instituciones, modelos de negocio y cadenas de suministro.

La innovación frugal encuentra un espacio en la intersección de la innovación social, la innovación institucional y la innovación tecnológica,⁸ como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1. Innovación frugal como intersección de otros tipos de innovación
Fuente:⁸

Un aspecto crucial para la innovación inclusiva y, por tanto, para el crecimiento inclusivo es la asequibilidad. Sin embargo, la asequibilidad es un problema para los mercados de la base de la pirámide que están bajo restricciones⁶ en términos de:

- Recursos (comerciales/financieros, infraestructura, recursos materiales, recursos ambientales).
- Investigación y desarrollo.
- Poder adquisitivo del consumidor.

La mayoría de la población de los países subdesarrollados vive en economías emergentes. Existen varios enfoques de innovación para desarrollar soluciones específicas para los clientes que residen en áreas del mundo con recursos limitados. Las limitaciones/condiciones de escasez son el factor común, por lo que se hace referencia, colectivamente, a este enfoque como “innovaciones basadas en restricciones”.⁹

La reducción de costos, la funcionalidad y el nivel de rendimiento son las tres partes principales en las que se produce la innovación frugal. La reducción de costos consiste en aspectos como “costo inicial o precio de compra considerablemente menor”, “reducir el costo total de propiedad” y “minimizar el uso de recursos materiales y financieros”. La funcionalidad principal incluye características como “funcional y centrada en las necesidades”, “minimizar el uso de recursos materiales y financieros” y “fácil de usar”.

Por último, en cuanto al nivel de rendimiento, la innovación de Frugal se caracteriza como “sencilla”, “confiable”, “robusta”, “tecnología de punta”, “mantenimiento de la calidad” o “cumple o supera ciertos criterios establecidos de estándares de calidad aceptables”.¹⁰

La India, una tierra de diversidad y contrastes, ha sido durante mucho tiempo un semillero de innovación frugal.¹⁰ Con recursos limitados y una población masiva, el ecosistema empresarial indio ha sido testigo del surgimiento de ideas transformadoras que hacen más con menos. En Mishra⁷ se explora el poder de la innovación frugal en la India y cómo se ha convertido en un catalizador del crecimiento, abordando los desafíos únicos que enfrenta la nación. Algunos de los hallazgos de estos estudios sobre innovación frugal en la India destacan los aspectos siguientes:

1. Contextualizar la innovación frugal. El panorama socioeconómico de la India requiere innovación frugal como medio para cerrar brechas y ofrecer soluciones asequibles. La innovación frugal en la India no consiste sólo en reducir costos, sino también en reinventar los modelos tradicionales para abordar las necesidades específicas de una población diversa en áreas urbanas y rurales.
2. Innovación de base. Uno de los aspectos notables de la innovación frugal en la India es su naturaleza de base. A menudo se origina en la base de la pirámide, donde los empresarios identifican y resuelven los desafíos apremiantes que enfrentan las comunidades marginadas. Estas soluciones son asequibles, accesibles y están diseñadas para adaptarse al contexto y las limitaciones específicas del mercado indio.
3. Atención médica asequible. La innovación frugal ha logrado avances significativos en el sector de la salud, donde las soluciones asequibles y accesibles han revolucionado la atención médica en áreas remotas. Desde dispositivos médicos de bajo costo y plataformas de telemedicina hasta clínicas de salud móviles, los empresarios están aprovechando la tecnología y la innovación para cerrar la brecha en la atención médica y mejorar los resultados.
4. Transformación digital. El salto de la India hacia la era digital muestra el poder de la innovación frugal. Los emprendedores han aprovechado la tecnología móvil, los pagos digitales y la

conectividad para crear soluciones escalables que aborden los desafíos únicos que enfrenta una población grande y diversa. Desde teléfonos inteligentes asequibles hasta mercados digitales innovadores, la innovación frugal ha transformado sectores como el comercio electrónico, la educación y la inclusión financiera.

5. Soluciones sostenibles. La innovación frugal en la India va de la mano con la sostenibilidad. Los emprendedores están incorporando prácticas ecológicas, soluciones de energía renovable y sistemas de gestión de residuos para crear modelos de negocio sostenibles. Estas iniciativas no sólo abordan preocupaciones ambientales, sino que también contribuyen al compromiso del país con el desarrollo sostenible.
6. Impacto global. La mentalidad de innovación frugal de la India ha ganado reconocimiento en el escenario global. Los empresarios están exportando sus innovaciones frugales a otros mercados emergentes, generando un impacto global. Los principios de la innovación frugal, nacidos de la necesidad en la India, tienen el potencial de remodelar industrias en todo el mundo y ofrecer soluciones sostenibles para un mundo con recursos limitados.

La innovación frugal se ha convertido en una piedra angular del espíritu emprendedor de la India, impulsando un crecimiento inclusivo y abordando desafíos complejos. Al adoptar el ingenio, la agilidad y una mentalidad de resolución de problemas, los empresarios indios han aprovechado el poder de la innovación frugal para transformar industrias, mejorar las comunidades y contribuir al desarrollo sostenible.^{6,10}

Innovación frugal y ciudades inteligentes

En Gupta,⁶ para relacionar ciudades inteligentes e innovación frugal se consideran los tres aspectos cruciales siguientes:

1. La base de la pirámide económica se refiere a la población que vive con menos de 2 dólares al día per cápita. Este es el segmento socioeconómico más grande y más pobre de la población mundial que se espera que crezca durante las próximas tres décadas. La base de la pirámide es un mercado de 4 mil millones de habitantes. Esto significa que las soluciones que se desarrollan en este segmento deben ser sostenibles y ecológicamente amigables. Es decir, deben estar diseñadas para minimizar el impacto en el medio ambiente. Esto, combinado con un uso frugal de los recursos, conduce a soluciones eficientes y verdaderamente sostenibles. Lo que se necesita son nuevas “recombinaciones” e improvisaciones creativas que aprovechen al máximo lo que ya está disponible, en lugar de crear tecnologías e infraestructuras desde cero. Ampliar el alcance de las tecnologías existentes a nuevas aplicaciones puede satisfacer las necesidades de los grupos económicamente pobres y desfavorecidos.
2. Las restricciones a las que se enfrentan estos mercados de la Base de la Pirámide, en términos de recursos, poder adquisitivo de los consumidores, Investigación y Desarrollo (I+D), entre otros. El enfoque basado en restricciones es un enfoque flexible, frugal e improvisado de la innovación que ve los desafíos (limitaciones) como oportunidades. Las ciudades, especialmente en los países emergentes, enfrentan escasez de recursos debido a las crecientes demandas y poblaciones. Estas limitaciones pueden desencadenar innovaciones accesibles, asequibles, disponibles, baratas, convenientes, rentables, económicas, eficientes, factibles, prácticas, confiables, oportunas, valiosas, pero también adaptables, ágiles, escalables, personalizadas, dinámicas y flexibles. Estas innovaciones también deben ser interactivas, intuitivas, modulares, portátiles, resistentes,

ingeniosas, espontáneas, robustas, fáciles de usar y simples. Estas innovaciones, incluso inconscientemente, serán sostenibles y rentables por necesidad. Además, para que una ciudad crezca y pueda sostenerse y abastecer a todos ahora y en el futuro, los recursos deben usarse con prudencia, independientemente de si son actualmente escasos o no. Por lo tanto, se requieren innovaciones basadas en restricciones, independientemente, incluso en situaciones en las que los recursos pudieran ser abundantes. El planeta aprendió de restricciones durante la pandemia de la COVID-19. El aislamiento y la falta de acceso a los recursos que usualmente se empleaban para trabajar, desataron una aceleración de la innovación y la digitalización.¹¹ En ese período emergieron nuevos laboratorios de innovación virtuales e incluso físicos, y se explotaron los espacios ya existentes en las ciudades para apoyar el combate a la pandemia y mejorar la calidad de vida de las personas. Se destacan iniciativas de innovación frugal en el contexto de atención a la pandemia por COVID-19 se lanzaron oportunos retos de innovación, como la convocatoria para el diseño de un ventilador mecánico adaptado para pacientes con COVID-19, algunas de las cuales fueron resueltas por universidades, centros de investigación o empresas y en ocasiones integrados.

3. La tecnología se considera un elemento clave del concepto «inteligente», pero a menudo no está diseñada para un gran sector de usuarios o no tiene en cuenta los aspectos institucionales o sociales críticos. La innovación frugal en tecnologías de información (TI) es un caso especial de innovación frugal en la que la TI juega un papel fundamental al permitir que las capacidades superen los desafíos de los entornos con restricciones de recursos. Se centra en el desarrollo de productos/servicios con un fuerte enfoque en la asequibilidad, la simplicidad y la sostenibilidad.

En el marco de las tecnologías disruptivas que son más simples, más baratas, más confiables y convenientes que las tradicionales, es donde tienen lugar la mayoría de las innovaciones tecnológicas frugales. La reducción de costos está integrada en el proceso de diseño inicial de una innovación frugal, lo que genera productos que son más baratos que los productos ordinarios económicos.

A tono con este análisis, entre las tecnologías disruptivas que posibilitan la <<inteligencia>> a un costo asequible en las ciudades, se encuentra la Internet de las Cosas (IoT). IoT es el avance tecnológico que proporciona una plataforma global para la comunicación y conexión constante en todo el mundo utilizando Internet y los dispositivos conectados a él.¹² Es una tecnología crucial en las ciudades inteligentes, pero también están muy relacionados con la innovación sostenible y frugal.¹³

La innovación digital sostenible ayuda a implementar la tecnología digital más novedosa para lograr soluciones creativas que aborden los problemas empresariales sociales, económicos y medioambientales a largo plazo.¹⁴ Es una combinación dominante de tecnologías digitalizadas y un sistema de gestión digitalizado para innovar los procesos de negocio de manera sostenible¹⁴ y también se basa en el concepto de innovación frugal.

Los modelos de negocio que se adapten con éxito en algún otro país se pueden utilizar reuniendo conocimientos a través de IoT.¹² La tecnología IoT es considerada como un factor muy importante para mejorar la innovación digital sostenible en la economía digital.¹³ El crecimiento socioeconómico y el desarrollo de la economía digital se basan en el avance y crecimiento de la innovación digital basada en IoT.¹⁴

Respecto a la innovación frugal en IoT, contrariamente a lo que se podría esperar, en estudio realizado por Jamme & Connor¹⁶ demostró que ni los centros urbanos grandes, densos y más conectados, ni las áreas rurales con acceso limitado a opciones alimentarias son los primeros en adoptar IoT. En cambio, comunidades pequeñas, pero bien conectadas, con bases de consumidores atractivas pero que carecen de servicios 24 horas al día, 7 días a la semana, están a la vanguardia de la adopción de esta innovación "frugal" de IoT, es decir, una que requiere poca inversión de capital pero que potencialmente satisface una demanda generalizada.

Innovación frugal para ciudades inteligentes a través de la red co-Lab de laboratorios de innovación para la transformación digital

Debido a la situación económica de Cuba y su difícil acceso a tecnología, lo cual contrasta con su elevado capital humano en disciplinas afines a la informática, potenciar la innovación frugal digital se convierte en un imperativo. Para apoyar la innovación digital (frugal) en ciudades cubanas, en este artículo se destacan las potencialidades de dos experiencias conducidas por la Unión de Informáticos de Cuba.

La primera es un proyecto cofinanciado por la Unión Europea titulado "Laboratorios para la transformación digital en el sector de la cultura", devenido en la Red co-Lab, que ha logrado fomentar la innovación local, a partir de fortalecer el ecosistema digital centrado en la ciudadanía, y con ello, ha permitido la generación de decenas de prototipos y soluciones mínimo-viables, varias de las cuales han sido escaladas, favoreciendo la transformación digital de las cinco provincias cubanas, donde se establecieron inicialmente los laboratorios co-Lab.¹⁷

La segunda experiencia se refiere al proyecto "Marco gobernable de ciudades inteligentes y colaborativas servidas como plataformas", financiado por el Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación "Telecomunicaciones e Informatización de la sociedad". Ambos proyectos se encuentran en etapa de cierre y han habilitado mecanismos y plataformas que sirven de base para potenciar la innovación frugal.

Si bien el primero de estos dos proyectos ofrece los espacios colaborativos de cocreación, prototipado y aprendizaje para facilitar la innovación abierta, inclusiva y frugal a nivel comunitario, el segundo propone una plataforma abierta y de código abierto que servida desde la nube podría convertirse en una solución accesible y asequible para dinamizar las aplicaciones de ciudades inteligentes de forma sencilla y para múltiples partes interesadas.

En una ciudad inteligente se utilizan diferentes tipos de sensores para recopilar datos como temperatura, humedad del aire, luz, presión y movilidad, entre otras. Aunque las administraciones públicas del país y algunas empresas especializadas están alineadas a la meta de proveer servicios para hacer a las ciudades más sostenibles y, en consonancia, se están desplegando dispositivos IoT para capturar diferentes variables en varias infraestructuras públicas, la ciudadanía también puede jugar un rol activo en este empeño. Dado lo económico que resultan estos dispositivos y lo relativamente fácil que es su empleo, cada vez más ciudadanos poseen tecnologías que emplean al interior de sus viviendas, con las cuales están recogiendo datos de distintos sensores, eventualmente con utilidad para la comunidad. Esto proporciona una oportunidad complementaria de abrir experimentos de innovación social a gran escala para comunidades y ciudades.

También se introduce el uso de redes de comunicación para transmitir y recibir datos, que son gestionados y analizados mediante sistemas de gestión de información y soluciones de análisis de datos, lo cual favorece que los datos puedan ser transportados a la nube o pequeñas nieblas habilitadas para procesar datos más cerca de la red con el fin de reducir la latencia.¹⁸

Las soluciones basadas en plataformas facilitan la creación en un entorno con fácil acceso a conjuntos de datos y la aplicación de metodologías complejas que habilitan la gestión urbana inteligente. El desarrollo de plataformas interoperables, que combinen facilidades para gestionar sensores de IoT, Big data e inteligencia artificial, así como de computación en la nube, con otras plataformas colaborativas, de participación ciudadana y de innovación, habilitarían la cocreación y la colaboración de los actores del ecosistema de innovación.¹⁹

La fácil personalización de aplicaciones para cada usuario es otra posibilidad que ofrecen las plataformas de Internet de las Cosas, lo cual está muy asociado también a la innovación frugal. Para entender mejor esta bondad, se puede ilustrar un caso de uso sobre pronósticos biometeorológicos asistidos por dispositivos IoT. Hace algunas décadas en Cuba se diseñó la aplicación Sistema de Avisos y Alertas para la Salud (SAAS), que utilizando el cálculo del contraste interdiario del contenido de oxígeno del aire generaba mapas temáticos sobre un Sistema de Información Geográfica, resaltando por colores los niveles de hipoxia e hiperoxia sobre el territorio nacional²⁰ y emitiendo alertas y avisos en dependencia de ciertos umbrales. Con las posibilidades actuales que ofrecen las Plataformas IoT, a partir de los niveles de oxígeno en el aire, observados en tiempo real desde dispositivos IoT, se puede personalizar un tipo de actuación para cada usuario, al contextualizar estos datos con las observaciones generadas por dispositivos wearables que estarían reportando las condiciones físicas de cada individuo, asociadas a los tipos de enfermedades sensibles a los niveles de hipoxia o hiperoxia en el aire, como cardiopatías, asma o hipertensión arterial.

En el proyecto referido de ciudades inteligentes, los procesos de captura, transporte, gestión y procesamiento de datos, son embebidos por la Plataforma de código abierto FIWARE, la cual fue asimilada, implementada y validada²¹ en un escenario experimental de un sistema de monitoreo ambiental.²² Una imagen Docker de FIWARE se hará disponible en la nube, presumiblemente proveída por la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA), para consumirse como servicio (modelo de computación en la nube PaaS Platform-as-a-Service). Esto facilitará la innovación abierta en las comunidades, las universidades y entre otros actores de los ecosistemas locales, a través de conectores IoT que puedan comunicarse con la plataforma, los cuales también serán proveídos como servicio (modelo SaaS Software-as-a-Service).

Las dimensiones culturales y contextuales específicas de las comunidades en la base de la pirámide podrían mejorar la relevancia y efectividad de las soluciones propuestas con innovación frugal.²³ En el Laboratorio de innovación digital co-Lab de Las Tunas se encuentra en marcha un proyecto del Programa FRIDA, cofinanciado por LACNIC (Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe), que intenta reducir la brecha digital de género en la innovación y propone un sistema de actividades diseñadas en función de impulsar la creatividad en mujeres y niñas para su inserción efectiva al mundo digital, empoderándolas con habilidades digitales básicas (curso de programación en Scratch) y habilidades digitales avanzadas de transformación digital.

También se incluye, entre las prioridades de la red co-Lab, la atención diferenciada a los jóvenes que acuden a los laboratorios con intereses de cocrear sus propios prototipos IoT, para experimentar, aprender o hacer una carrera, así como, para apoyar a la comunidad.

Como se ha podido constatar, la innovación frugal puede verse desde múltiples perspectivas, sin embargo, como apunta Khadria y Mishra,²⁴ el factor común en todas ellas es que se centran en la “cocreación” de productos asequibles, accesibles y ambiciosos a través de la colaboración activa entre actores formales e informales.

El objetivo principal de impulsar innovación frugal en estos espacios es fomentar una nueva generación de ciudadanía habilitada con los impulsores de la transformación digital, capaz de cocrear las ciudades del futuro, de forma sencilla, viable, inclusiva y sostenible.

Conclusiones

La innovación frugal habilitada por tecnologías digitales puede hacer una enorme contribución para los países de economías emergentes en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030. Para lograr ciudades y comunidades más sostenibles y cumplir con las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible en países en desarrollo, es necesario impulsar la innovación frugal y que se diseminen los espacios inclusivos y colaborativos de cocreación, la experimentación y el aprendizaje, como los laboratorios urbanos de innovación digital, donde se prototipan soluciones ecológicas de alta calidad con escasos recursos, que pueden ser escalados para el desarrollo de las ciudades y el bienestar de la ciudadanía.

Próximas investigaciones profundizarán sobre los modelos de gestión de innovación frugal en los laboratorios de la red co-Lab, partiendo de los procesos operacionales ya habilitados por técnicas como *Design Thinking* y metodologías ágiles como Lean Canvas y SCRUM.

Referencias Bibliográficas

1. Levänen J, Hossain, M, Wierenga, M. Frugal innovation in the midst of societal and operational pressures. *Journal of Cleaner Production*, 2022;347:131308. [consultado 12 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131308>
2. Rossetto DE, Mendes Borini F, Bernardes RC, Frankwick G. Measuring frugal innovation capabilities: An initial scale proposition. *Technovation*, 2023; 121:102674. [consultado 1 noviembre 2023] Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.technovation>.
3. Lim C, Hyop Lee J, Sonthikorn P, Vongbunyong S. Frugal innovation and leapfrogging innovation approach to the Industry 4.0 challenge for a developing country, *Asian Journal of Technology Innovation*, 2021; 29(1): 87-108. [consultado 29 septiembre 2023] Disponible en: <http://doi.org/10.1080/19761597.2020.1786707>
4. Shahid MS, Hossain M, Shahid S, Anwar T. Frugal innovation as a source of sustainable entrepreneurship to tackle social and environmental challenges. *Journal of Cleaner Production*. 2023;406:137050. [consultado 1 noviembre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137050>
5. Lee J, Babcock J, Son Pham T, Hien Bui T, Kang M. Smart city as a social transition towards inclusive development through technology: a tale of four smart cities, *International Journal of*

- Urban Sciences, 2023;1: 75-100. [consultado 1 noviembre 2023] Disponible en: <http://10.1080/12265934.2022.2074076>
6. Gupta S. Jugaad smartness. Developing frugal, sustainable and inclusive solutions for cities. [MSc. Thesis Report]. Politécnico Milano; 2018 [consultado 15 septiembre 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/10589/143767>
 7. Mishra B. Frugal Innovation in India: Igniting Growth through Resourcefulness. Frugal Innovation and Concepts: 2023. [consultado 1 noviembre 2023] Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/frugal-innovation-india-igniting-growth-through-bivas-mishra/>
 8. Pansera M, Hermann RR, Narvaez-Mena H. Frugalidad e innovación popular: nuevos caminos para la sustentabilidad y la inclusión social en Ecuador. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, 2017;12(35). [consultado 15 septiembre 2023] Disponible en: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/23>
 9. Agarwal N, Brem A. Frugal innovation-past, present, and future. IEEE Engineering Management Review. 2017;45(3):37-41. [consultado 15 septiembre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1109/EMR.2017.2734320>
 10. Sharma R, Mishra N, Sharma G. India's Frugal Innovations: Jugaad and Unconventional Innovation Strategies. 2023;1(1):25-45. <http://doi.org/10.1177/ijim.221128071>
 11. Delgado Fernández T. Influencia de la pandemia COVID-19 en la aceleración de la transformación digital. Revista Cubana de Transformación Digital. 2020;1(3):01-5. [consultado 17 septiembre 2023] Disponible en: <https://rctd.uic.cu/rctd/article/download/116/44>
 12. De Vass T, Shee H, Miah SJ. The effect of “Internet of Things” on supply chain integration and performance: An organisational capability perspective. Australasian Journal of Information Systems. 2018;22. [consultado 11 septiembre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3127/ajis.v22i0.1734>
 13. Yousaf Z, Radulescu M, Sinisi CI, Serbanescu L, Păunescu LM. Towards sustainable digital innovation of SMEs from the developing countries in the context of the digital economy and frugal environment. Sustainability. 2021;13(10):5715. [consultado 18 septiembre 2023] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/su13105715>.
 14. Khin S, Ho TC. Digital technology, digital capability and organizational performance: A mediating role of digital innovation. International Journal of Innovation Science. 2018;11(2):177-95. [consultado 15 septiembre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1108/IJIS-08-2018-0083>
 15. Zairis AG. The effective use of digital technology by SMEs. In Research Anthology on Small Business Strategies for Success and Survival. IGI Global.2021:548-559. [consultado 15 septiembre 2023] Disponible en: <http://doi.org/10.4018/978-1-7998-9155-0.ch027>
 16. Jamme HT, Connor DS. Diffusion of the Internet-of-Things (IoT): A framework based on smart retail technology. Applied Geography. 2023 1;161:103122. [consultado 20 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.103122>
 17. Delgado T, Alonso R, Figueroa E, Díaz G. Laboratorios de innovación: una ruta para fomentar la transformación digital local. En Habilitando la Transformación Digital. Tomo I; 2022. [consultado 20 septiembre 2023] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Tatiana-Delgado-3/publication/369518710_Habilitando_la_Transformacion_Digital_-_Tomo_II/links/641ef3e4a1b72772e428346f/Habilitando-la-Transformacion-Digital-Tomo-II.pdf#page=219
 18. Pérez Colomé AL, Anías Calderón C, Delgado Fernández T. Procedimiento para la implementación de la computación en la niebla en ciudades inteligentes. Ingeniería Electrónica,

- Automática y Comunicaciones. 2021; 42(1):45-57. [consultado 20 septiembre 2023] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282021000100045&script=sci_arttext
19. Delgado Fernández M, Delgado Fernández T. Sistematización sobre ciudades inteligentes con énfasis en ecosistemas de innovación para la creación de valor público. *Innovar*. 2023;33(89). [consultado 20 septiembre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.15446/innovar.v33n89.107038>
 20. Lecha L, Delgado T. On a regional health watch and warning system. In proceedings of the 14th Int. congress of biometeorology, Ljubljana, Slovenia 1996; 2 (3): 94-107). [consultado 18 septiembre 2023] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Lecha-Estela/publication/281099654_On_a_regional_Health_Watch_and_Warning_System/links/55d4b23c08ae43dd17de47f3/On-a-regional-Health-Watch-and-Warning-System.pdf
 21. Villalón DM, Jiménez LS, de la Iglesia Campos M, Aguirre ME, Fernández TD. An IoT architecture for smart cities based on the FIWARE platform. *Revista de Ciencia y Tecnología: RECyT*. 2022;38(1):20-7. [consultado 25 septiembre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.36995/j.recyt.2022.38.003>
 22. González Muñoz, MA, Cabrera Sarmiento, AJ. Diseño e implementación de una maqueta de un Sistema de Información Ambiental al ciudadano. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 2022; 3(3): e176. [consultado 25 septiembre 2023] Disponible en: <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/176>
 23. Kazouni K. Entrepreneuriat frugal: L'innovation au service de l'inclusion sociale. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*. 2023;4(5-1):544-58. [consultado 21 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10051807>
 24. Khadria B & Mishra R. Technological Transformation and the Role of Frugal Innovations in Entrepreneurship Development in India. *The Journal of Entrepreneurship*; 2023. [consultado 24 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1177/09713557231201116>

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no presentar conflictos de intereses

Contribución de los autores

- Tatiana Delgado Fernández: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Validación, Escritura, Borrador original, Redacción: revisión y edición.
- Dayalé Torres Diéguez: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Escritura, Borrador original, Redacción: revisión y edición.