

## **Tecnologías apropiadas y economía social y solidaria: el caso de México**

Carlos Alberto Fraga Castillo\*

*(Recibido: mayo, 2021/Aceptado: septiembre, 2021)*

### **Resumen**

El objetivo de este artículo es investigar la forma de la relación entre las tecnologías apropiadas y la economía social y solidaria, con especial énfasis en el caso de México. Estos campos, en una primera visión, parece que se han construido sin retroalimentación, siguiendo cada uno su camino por separado, pero con destino a un mismo fin, ya que ambos se proponen el bienestar humano. Son abordadas y analizadas por ellos las soluciones a problemas como la carencia de agua potable y saneamiento, el acceso a la energía sostenible o la seguridad alimentaria de diversas comunidades. Sin embargo, poco se ha investigado cómo podrían colaborar ambos en esos problemas. Este trabajo aporta un análisis, considerando el caso de México, donde se aclara el papel que juega la economía social y solidaria en los proyectos de desarrollo donde se emplean tecnologías apropiadas.

*Palabras clave:* Tecnologías apropiadas, inventario, economía social, economía solidaria, innovación social, proyectos de desarrollo, países en desarrollo, desarrollo sustentable.

*Clasificación JEL:* P130, O130, O350, Q250.

---

\* Dirección: Hornos No. 1003, col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México, cp. 71230. Institución: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Grado académico máximo alcanzado: Doctor en Economía. <cfraga@ipn.mx>.

## **Appropriate technologies and social and solidarity economy: the case of Mexico**

### **Abstract**

The aim of this article is to research the shape of the relationship between appropriate technologies and the social and solidarity economy, with special emphasis on Mexico. At first view, these fields appear to have been developed without utilizing feedback between them, each following its own separate path, but will the same end goal: human well-being. Solutions to problems such as the lack of drinking water and sanitation, poor access to sustainable energy and food insecurity in diverse communities have been addressed and analyzed. However, there has been little research into how both fields could collaborate on these issues. This work provides a case study of Mexico, where the role of the social and solidarity economy on development projects is clarified where appropriate technologies are employed.

*Keywords:* Appropriate technologies, inventory, social economy, solidarity economy, social innovation, development projects, developing countries.

*JEL classification:* P130, O130, O350, Q250.

### **1. Introducción**

El concepto de tecnologías apropiadas de F. Schumacher (1973), que se convirtió en un movimiento a favor de la conservación del medio ambiente, ha mantenido su vitalidad a casi cincuenta años de su creación. La carencia de factores para el desarrollo como financiamiento, educación, agua, saneamiento y salud en diversas zonas rurales y urbanas de países en desarrollo han hecho, en una primera etapa, que tecnologías apropiadas y economía social y solidaria converjan y se complementen. Las relaciones de cooperación de las comunidades pueden producir consensos de los problemas reales que aquejan a todos los miembros y de las vías para resolverlos. Estas circunstancias pueden llevar a que tecnólogos del sector no lucrativo como fundaciones y academia trabajen para las comunidades con financiamiento y soluciones tecnológicas. Sin embargo, para obtener resultados positivos y claros, no basta con saber crear la tecnología e intentar transferirla. Para tener la certidumbre que se está aplicando una tecnología apropiada y hacer su evaluación económica y social, son necesarios ciertos conocimientos que

puede ofrecer la economía social y solidaria. La sensibilidad social y la percepción de algún promotor del desarrollo para detectar un desafío puede llevarlo a elegir una comunidad donde podría originarse un proyecto de desarrollo. En una siguiente etapa puede consultar con los tecnólogos por el inventario de tecnologías apropiadas que se pueden aplicar. En una etapa posterior en talleres o reuniones comunitarias hará investigación para plantear una elección de las diferentes tecnologías. En estas reuniones hay interesados, población local y comunidad que participe y quiera aportar recursos no monetarios como su trabajo voluntario. A nivel más profundo se observa que en esta última etapa la relación entre tecnologías apropiadas con la economía social y solidaria<sup>1</sup> se presenta como las piezas de una cadena de eslabonamientos para el desarrollo de un proyecto. En suma, Las tecnologías apropiadas y la economía social y solidaria pueden ser dos campos que converjan y se complementen.

Por ejemplo, si una comunidad logra superar problemas de desarrollo como la pobreza extrema, el desempleo o la deforestación se demuestra que los dos conceptos pueden constituir una vía práctica y realista de desarrollo. Una muestra de tal convergencia y complementariedad son los ejemplos del anexo y de la sección III, como el del Centro de Desarrollo Integral Campesino de la Mixteca (CEDICAM) en donde se unieron formas de organización indígena comunitaria y tecnologías apropiadas para enfrentar la erosión del suelo y la deforestación.

Para enriquecer este último argumento se inicia en la primera sección de este artículo por desarrollar el concepto, hipótesis y los debates entorno a las tecnologías apropiadas. En la segunda sección se examina su relación con elementos de la economía social y solidaria y en la tercera sección se muestran algunos casos de éxito de tecnologías apropiadas en México con sus respectivas problemáticas, que en principio constituyeron el reto para desarrollarlas. En el anexo I se explica la metodología de selección de tecnologías apropiadas. En el anexo II se presentan las tecnologías apropiadas, que hoy en día subsisten en México y que varias de ellas tienen elementos de la economía social y solidaria. Este inventario es el resultado de una investigación que para elaborarlo empleamos el método de búsqueda de datos de tecnologías sustentables y de entrevistas con organizaciones para no solo reconocer cuáles eran amigables con el medio ambiente sino cuáles de ellas eran tecnologías apropiadas y cuáles se habían desarrollado en organizaciones de economía social y solidaria.

---

<sup>1</sup> En este artículo se emplearán los términos economía social y solidaria como un solo campo, ya que como señala Monzón (2006) son dos conceptos afines. Adicionalmente, en el caso de México la legislación federal integra a la economía solidaria dentro de la economía social en la Ley de Economía Social y Solidaria, la cual según Guerra (2013) es la legislación más noble en América Latina sobre tal problemática.

## 2. El concepto de tecnologías apropiadas o intermedias

Tecnología intermedia o apropiada es un concepto que se ha venido afinando a través del tiempo. En una primera etapa, era más conocido como tecnología intermedia, tal y como lo había acuñado su creador el economista Fritz Schumacher (1973), pero también se le llamaba tecnologías apropiadas. Entre los setenta y ochenta, como señalan Murphy *et al* (2009) se le describía como tecnologías de pequeña escala, de bajo costo de capital por trabajador, eficientes en energía, sostenibles y mantenidas por las comunidades locales. A estos elementos se agregó el que se pueden crear con la adecuada combinación entre los conocimientos técnicos de las comunidades de países en desarrollo con la ciencia y tecnología moderna. Casi todos esos rasgos fueron aclarando este concepto, pero, para darle más precisión se enfatizó otra propiedad inicial que, según McRobie (2001), consiste en que, en términos de costo por puesto de trabajo, la tecnología apropiada para un país pobre estaría entre el costo nulo de una herramienta primitiva de mano y las - digamos - 20.000 libras de una cosechadora. De esta manera, señala McRobie, siguiendo las ideas Schumacher, un país en desarrollo que insista en invertir 20.000 libras por nuevo puesto de trabajo, obviamente (estando escasos de capital), será capaz de crear relativamente pocos nuevos empleos. Pero con una tecnología que costase, digamos, 500 libras, podrían crear 40 veces más empleos (McRobie, 2001, p. 2), y según nuestra opinión, estos serían más productivos que las tecnologías de costo nulo.

El concepto tuvo entre los setenta y mediados de los ochenta una notable influencia en la investigación académica sobre nuevas estrategias de desarrollo en países del Tercer Mundo (Palma, 1978; Bowonder, 1979; Ramanujam y Saaty, 1981; Ayres, 1985;). De modo similar ocurrió en desarrollo sustentable (Kreider y Kreith, 1975; Pepper, 1984;). Las tecnologías apropiadas existentes en México, que se reportan en el anexo II de este artículo, muestran que el concepto creado por Schumacher constituye una estrategia más realista de desarrollo para un país en desarrollo como México. No obstante, hay argumentos críticos a este planteamiento como los del reconocido economista marxista A. Emmanuel (1982) quien formó parte de una controversia, que como sugiere Redclift (2011), fue desafiante y provocadora. Para Emmanuel (1982), la perspectiva de Schumacher de tecnología intermedia tiene limitaciones. Un elemento que no considera Schumacher es que el capitalismo por su propia naturaleza desarrolla fuerzas productivas. Si este desarrollo no es *ipso facto* para la satisfacción de las necesidades sociales en un nivel alto de la revolución industrial se produce una estructura que solo satisface cierta parte de esas necesidades que aquellas de regímenes de clases del pasado (Emmanuel, 1982, pp. 104-105). Siguiendo con la línea de la argumentación de este autor,

Redclift (2011) señala que los defensores de este enfoque hacen una distinción simplista entre producción para las “necesidades sociales” y producción para obtener “beneficios”, como si ambos objetivos fueran incompatibles. La tecnología apropiada puede ser apropiada en ciertas circunstancias, pero no tiene potencial para convertirse en tecnología en gran escala (Redclift, 2011, p. 117). Emmanuel (1982) enfatiza que la tecnología no son solo herramientas y máquinas, también se debe tomar en cuenta quién la usa y saber cómo usarla. Para él la tecnología intensiva en capital es la que deben usar los países en desarrollo, es decir, la de gran escala, que es una tesis contraria a la idea de Shumacher. Según Emmanuel tal tecnología se puede obtener por medio de la inversión extranjera directa.

Otro aspecto del debate es planteado por Zaid (2009), quien sostiene que otros elementos diseñables de la oferta no se toman en cuenta por el movimiento de las tecnologías apropiadas. La literatura publicada en la revista *Appropriate Technology*, producida en un inicio por *International Intermediate Technology Group*, hoy *Practical Action*, se centra en la creación de herramientas, aparatos, procesos, pero no considera la definición del paquete comercial ofrecido (qué incluye y que no incluye), formas de distribución, servicios, garantías, precios, condiciones de pago, etcétera (Zaid, 2009, p. 164). Dicho autor da un ejemplo para demostrar su argumento: si hay alguien involucrado en el diseño de un tractor de bajo caballaje porque los pobres no pueden comprar uno, lo cual, señala Zaid, está muy bien (con las limitaciones del caso: hay operaciones agrícolas imposibles para un tractor pequeño). Pero esta vía, según su opinión, excluye soluciones igualmente o todavía más válidas: otra manera de achicar el tractor es compartirlo. Tal orientación puede organizarse por una empresa de servicios de arrendamiento que posea tractores, los mantenga en buen estado, optimice su uso y cobre por hacer una operación concreta (Zaid, 2009, p. 164). También se puede organizar desde la economía social y solidaria por una cooperativa en términos parecidos. El argumento de Zaid se basa, además, en el papel fundamental que tiene la creatividad de la oferta en el desarrollo económico. Las raíces intelectuales de esta hipótesis las encontró en las concepciones del desarrollo económico de Schumpeter (2011), quien sostenía que el desarrollo consiste en la puesta en práctica, con medios ya existentes, de nuevas combinaciones, que son, según Zaid, introducción de nuevos productos o servicios, nuevos procesos para producirlos, nuevos mercados, nuevas fuentes de abastecimiento, nuevas formas de organizar la operación (Zaid, 2009, p. 163).

Otra de estas raíces cercana a Schumpeter es la de Hirschman (1961), para quien el desarrollo no depende de encontrar las combinaciones óptimas de recursos y factores de producción dados, sino de aquellos recursos y capacidades que se encuentran diseminados o mal utilizados; la desocupación disfrazada como le llama él, los miles o millones de personas desconectadas, mal empleadas u ocultas en el

desempleo, pueden tener potenciales actitudes para que en cualquier momento se logre el desarrollo de forma inesperada. El conocimiento, los estímulos a una elección tecnológica de pequeña escala, el papel de la creatividad en la oferta y la sensatez ante las realidades, son cruciales para que se delinee una vía en donde incluso coexistan las tecnologías apropiadas con las tecnologías de gran escala, como ya ocurrido en otros países. En conclusión, las tecnologías apropiadas son viables, incluyendo su etapa de acción cooperativa, solidaria o comunitaria, si se complementa con los elementos de la oferta diseñable.

Otra perspectiva diferente del debate planteada por Thomas (2012) es que las tecnologías apropiadas tienen un abordaje lineal en el tratamiento de un problema y su solución. En general considera este autor que tienen más elementos negativos que positivos. Su argumento principal es que éstas crean una economía de dos sectores. Si tales tecnologías son exitosas, en lugar de lograr la inclusión social paradójicamente cristalizan la exclusión social (Thomas, 2012, p. 31). Esto ocurre, según el autor porque las tecnologías apropiadas se centran en la población en situación de pobreza y se apartan de otros sectores de la población. Para superar tal exclusión el autor propone abordar la problemática de modo distinto con el concepto de sistemas tecnológicos sociales, que se caracterizan por su inclusión social. Las tecnologías de tales sistemas se guían por nuevas formas de producción, nuevos productos, nuevos sistemas organizacionales orientados tanto a la inclusión social de los productores como de los consumidores y usuarios (Thomas, 2012, p. 32).

A pesar de las controversias que la tecnología apropiada ha suscitado, el concepto y su aplicación sigue siendo debatido en la literatura dentro de cuatro temas. El primero es sobre las posibilidades más realistas que aún tiene éste de ser una alternativa de desarrollo para las naciones en desarrollo, en contraste a las grandes obras, costosas y de alta tecnología que emplean poca mano de obra.

El segundo es sobre la versatilidad de su aplicación, es decir, que sean tecnologías a las que no solo tengan acceso las comunidades pobres rurales, que es donde más se necesitan, sino otros grupos sociales rurales o urbanos, que, de forma descentralizada, en pequeña escala, con recursos dispersos, individual o colectivamente, las usen para mitigar problemas de escases de recursos naturales, de deterioro ambiental o de creación de materias primas. Por ejemplo, en China donde se aplicó una política de fomento a la producción de pequeña escala en varios sectores, la mayor parte de la producción total de cemento del país provenía de hornos de eje vertical en pequeña escala (Sigurdson, 1977, p. 166). De hecho, Joan Robinson considera a China como el caso más exitoso dentro los países del tercer mundo en la solución del problema del desempleo. Las causas de ello, que esta prestigiosa economista identifica es la política de “caminar en dos pies”, donde coexisten las técnicas modernas y tradicionales y realizando inversiones selectivas mientras la acumulación toma su lugar (Pizano, 2009, p. 97).



El tercero es sobre el papel, o rol como dice McRobie (1982), de las comunidades en las tecnologías apropiadas. El análisis de la literatura y el estudio de caso de Bauer y Brown (2014) muestran que los aspectos de participación de la comunidad en la elección de la tecnología predominan en la literatura de la evaluación de la tecnología apropiada. La implementación de éstas según estos autores depende de múltiples indicadores para determinar su nivel de “apropiedad” y el impacto que tienen en la sociedad. El concepto de solidaridad y la participación comunitaria convergen en un inicio y posteriormente se convierten en uno de los eslabones metodológicos de un proyecto de desarrollo.

El cuarto es sobre el impacto que tienen las tecnologías apropiadas en el crecimiento económico, las diferencias de productividades y la política pública de innovación. Basu y Weill (1998) y otros trabajos recientes como el de León-Ledesma y Satchi (2018) desarrollan modelos de crecimiento basados en un concepto de tecnologías apropiadas que se relaciona con el de Schumacher en el aspecto donde las tecnologías intensivas en capital son inapropiadas para países pobres; por lo que para ellos es preciso considerar la intensidad del capital según el nivel de desarrollo de cada país. Con base en la idea de Basu y Weill (1998), Los y Timmer (2005) dan contenido cuantitativo a la relación entre intensidad de capital y crecimiento económico. Por último, destaca la línea de investigación en política pública de innovación propuesta por Tylecote (2006), quien examina los países donde se aplicaron sistemas de innovación gemelos y desarrollo económico, con énfasis en el caso de China, donde coexisten las tecnologías apropiadas y la alta tecnología.

En México aún no existe una política o estrategia pública que fomente el desarrollo de las tecnologías apropiadas. Esto representa, junto a otros factores, una de las grandes limitaciones para poder implementarlas, por ejemplo, en el medio rural marginado (Cervantes *et al*, 2018, p. 63). No obstante, existen un marco legal y políticas públicas para la promoción de las organizaciones que forman parte de la economía social y solidaria. Según Guerra (2013), aunque en el caso de México la legislación no define que es la economía solidaria, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 25 que concurrirán al desarrollo económico nacional además del sector público y el sector privado, el sector social. Sobre la base de este artículo se crea la Ley de Economía Social y Solidaria (LESyS). En 2012 se crea el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES),<sup>2</sup> que es la institución encargada de establecer las políticas públicas de

---

<sup>2</sup> Las posibles causas por las que no se incluyó la expresión “solidaria” en el nombre del INAES son en primer lugar que la LESyS, como lo señala Conde (2016) no define a la economía social y menos la solidaria. En esa ley lo que se define es al sector social de la economía para determinar qué entidades forman parte de la economía social. En segundo lugar, jugó un papel preponderante la influencia de lo práctico en el empleo del término economía social para nombrar al INAES y otros organismos creados por la LESyS, como el Consejo de Fomento de la Economía Social y el Programa de Fomento de la Economía Social (Conde, 2016, p. 12).

fomento y promoción del sector social de la economía. Entonces, el gobierno mexicano ha dado mayor apoyo para el denominado tercer sector en comparación con las tecnologías apropiadas, ¿En qué puntos concretos se podrían relacionar ambos campos? Se presentarán en la siguiente sección.

### **3. Economía social y solidaria y tecnologías apropiadas**

En la literatura se encuentran trabajos de autores que procuran construir lo más claro posible una conceptualización y teorización de la economía social y solidaria. Algunos de ellos se han propuesto en primer lugar delimitar tal campo de estudio ante fronteras borrosas de varios conceptos semejantes (Monzón, 2006). También hay autores que buscan relacionar y comparar la economía social con nuevos paradigmas afines como economía circular, innovación social, economía colaborativa, economía del bien común y economía solidaria (Chaves y Monzón, 2018) y otros han procurado abordar las perspectivas europea y latinoamericana de la economía solidaria (Telles, Servós, y Bittencourt, 2020). A veces se definen por separado los dos términos, otras veces se consideran que son lo mismo la economía solidaria, economía social, economía popular, tercer sector o economía del trabajo (SEDESOL-INAES, 2014). A pesar de eso, hay autores que se han propuesto explicar la economía social y solidaria como un todo. Corrons y Gil (2019) encontraron una explicación en García, J. (2017), quien describe a la economía social y solidaria como el conjunto de prácticas socioeconómicas, formales o informales, colectivas pero también individuales, que priorizan la satisfacción de las necesidades y las aspiraciones de sus miembros y/u otras personas por encima del lucro; cuando son colectivas, la propiedad también lo es, y la gestión es democrática; son independientes respecto a cualquier entidad pública o privada, actúan orientadas por los valores de equidad, solidaridad, sostenibilidad, participación, inclusión y compromiso con la comunidad, y son promotoras de cambio social (Corrons y Gil, 2019, p. 195).

Puede que aún no sea la definición más concluyente, pero varios de los rasgos contenidos en ella se observan en la práctica como el principio de la solidaridad, que se observa en las organizaciones de la economía social y solidaria que existen en México como cooperativas, comunidades y ejidos. Algunas de ellas, como se verá en la sección III han superado problemas ambientales, de pobreza o de producción con tecnologías apropiadas, la pregunta es ¿cómo se relacionan la economía social y solidaria con las tecnologías apropiadas? Para responder a esta cuestión se han investigado dos campos, el teórico y práctico Para empezar a examinar el teórico se han identificado cuatro temas en la literatura académica tanto en español como en inglés donde hay vínculos entre la economía solidaria y las tecnologías intermedias que aparecen en el cuadro 1.



En la siguiente sección se examinan otros temas observados en la práctica donde se relacionan las tecnologías apropiadas con la economía social y solidaria.

**Cuadro 1**  
Aspectos de los vínculos teóricos entre economía social y solidaria y tecnologías intermedias o apropiadas

Aspecto	Economía solidaria	Tecnología apropiada
Paradigma alternativo: el buen vivir y la buena vida	La economía social y solidaria trata de sintetizar el conjunto de prácticas de producción, distribución y consumo en un paradigma alternativo conocido como el buen vivir. (Villalba-Eguiluz & Pérez-de-Mendiguren, 2019).	Schumacher cuestiona a la economía ortodoxa en sus conceptos clave como producción y mercado. Critica la estructura de producción actual, que por medio de la eficiencia busca obtener la suficiente riqueza para una buena vida. Para él se puede trabajar "menos eficiente" pero de forma más satisfactoria (Chick, 2013, P. 43). El trabajo en lugar de ser un costo o un medio puede ser parte de la buena vida (Chick, 2013, p. 33).
Cuidado del medio ambiente	Desde el punto de vista teórico el buen vivir como un paradigma alternativo de la economía social y solidaria plantea como uno de sus principios fundamentales la sostenibilidad ambiental (Monzon, 2006) y Villalba-Eguiluz & Pérez-de-Mendiguren (2019).	Un rasgo esencial del concepto tecnologías apropiadas es que deben ser amigables con el medio ambiente. Según Schumacher (1973) la ciencia económica no estaba considerando el concepto de capital natural y el carácter finito de ese capital.
Democracia	la economía solidaria se identifica con un tipo específico de empresa basada en la democracia, la autogestión y el empresariado colectivo Villalba-Eguiluz & Pérez-de-Mendiguren, 2019, p. 111)	El concepto de las tecnologías democráticas desarrollado por Mumford (1964) fue una de las bases del concepto de las tecnologías apropiadas (Thomas, 2012, p. 7). Según Mumford las tecnologías de gran escala, debido a sus requerimientos de operación, son centralizadoras y por sus necesidades de control son autoritarias.
Solidaridad	La solidaridad está ligada a la lógica de la reciprocidad que se conforma por unas relaciones de complementariedad, que significan autonomía, autogestión y adhesión voluntaria (Villalba-Eguiluz & Pérez-de-Mendiguren, 2019, p. 119)	Esteves (2014) incluye a las tecnologías intermedias de Schumacher como parte de las teorías incluidas en el movimiento de la economía solidaria debido a que han creado un modelo alternativo donde las prácticas productivas, comerciales y financieras están basadas en la solidaridad (Esteves, 2014)
Comunidad y desarrollo local	En un sentido más amplio la relación entre solidaridad y reciprocidad se encuentra en el interés común/colectivo y la comunidad (Villalba-Eguiluz & Pérez-de-Mendiguren, 2019)	Una tecnología apropiada, pequeña y relativamente sencilla podría dar autonomía a los miembros de una comunidad local porque da la capacidad de organizarse y gestionar las cosas por sí mismos (McRobie, 1982)

Fuente: elaboración propia.

### ***3.1 La cuestión de la escala de producción en la tecnología apropiada y la economía social y solidaria***

Una primera propiedad que comparten tanto las tecnologías intermedias como la economía social y solidaria es el de la escala o de nivel de producción. Para ambos conceptos los pequeños establecimientos podrían resolver problemas urgentes como el desempleo, la escasez de recursos naturales y la degradación ambiental, que son fenómenos muy frecuentes en las comunidades en situación de pobreza. Como se explicó en la sección uno de este artículo, por definición las tecnologías apropiadas se caracterizan, entre otros factores, por ser de pequeña escala. La producción artesanal de textiles, los sistemas de captación de agua de lluvia a nivel vivienda o a nivel comunitario, los sistemas de riego y otros que aparecen en la siguiente sección y en el anexo de este artículo son ejemplos de tal nivel de escala.

Similarmente, en la economía social y solidaria hay una inclinación por la operación en pequeño de las organizaciones. Diversas actividades encuentran en las unidades pequeñas como familias y pequeños grupos de comunidades y microempresas las bases para soluciones que ayuden a superar enormes retos. Como ejemplo de esta tendencia sobresalen las soluciones a la problemática financiera en la economía social y solidaria en pequeña escala, como los microcréditos, las microfinanzas y las finanzas populares (véanse: García y Díaz, 2011; Garayalde, González y Mascareñas, 2014; Cárdenas, Hirsch y Lara, 2015)

### ***3.2 Impacto de la tecnología apropiada y la economía social y solidaria***

El segundo punto de contacto se centra en la evaluación del impacto social y económico de la tecnología apropiada. El diagnóstico y la evaluación cuantitativa que ofrecen Bauer y Brown (2014) para saber cuál es el problema que enfrenta una comunidad urbana o rural por métodos eficaces y eficientes muestra que a pesar de los distintos deseos y problemáticas que puede tener una comunidad, su estudio puede arrojar el problema principal que desean resolver. Por ejemplo, en un estudio en una comunidad de bajos ingresos, que en su mayoría son descendientes de latinoamericanos se dieron cuenta que les preocupaba el alto costo de la calefacción. Los primeros talleres que se realizaron para recolectar información lo confirmaron esa necesidad. Se observa que en el diagnóstico con métodos muy eficaces se recoge la problemática. Posteriormente se plantea la solución con un tipo de tecnologías apropiadas. El problema que surge es cuál de ellas será la más adecuada. Hay formas de

saberlo no solo con las propiedades y características que nos ofrece Schuma-cher (1973) sino también con un índice de “apropiedad” creado por Bauer y Brown (2014). Este índice parte de la aplicación de un análisis de decisión multicriterio que se expresa en los siguientes términos:

$$AI_i = \sum_{j=1}^N w_j x_{ij} ; \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

dónde:  $w_j$  es el peso dado a  $x_{ij}$  y  $x_{ij}$  es el atributo  $j$  esimo de la  $i$  esima alternativa (Bauer y Brown, 2014, p. 349). Los autores también señalan que una medida cuantitativa como esta puede ayudar mucho en la evaluación de un proyecto de tecnologías apropiadas. Esta medida fue muy útil para los autores para contrastar el análisis de la literatura, donde los indicadores de participación comunitaria tienen un nivel considerable contra los de su propia experiencia en una comunidad hispana en Denver, Colorado. Si bien los resultados de su investigación aplicada mostraron que en la decisión de emplear una tecnología apropiada de calefacción solar dicha comunidad les otorgó un peso alto a otros indicadores no relacionados directamente con los de participación comunitaria o control comunitario, el ejercicio de un taller donde se recogieron datos a través de un método mini-Delphi valida la participación comunitaria para la elección de la tecnología apropiada (Bauer y Brown, 2014, p. 254). Este caso ofrece una base para clarificar la forma como pueden interactuar la tecnología apropiada o intermedia con la economía social y solidaria. También proporciona una metodología más específica para proyectos de desarrollo sociales y solidarios, donde el primer paso es conocer que necesitan comunidades con cierto nivel de marginación. El segundo paso, es establecer el desafío para resolver el problema, empleando los conocimientos del desarrollo comunitario, tercero la elección de la tecnología apropiada y por último la evaluación económica y social de la tecnología por medio de análisis de elección multicriterio. Estos pasos representan un avance metodológico teórico y práctico que puede usarse en los proyectos donde confluyan la economía social y solidaria con tecnologías apropiadas.

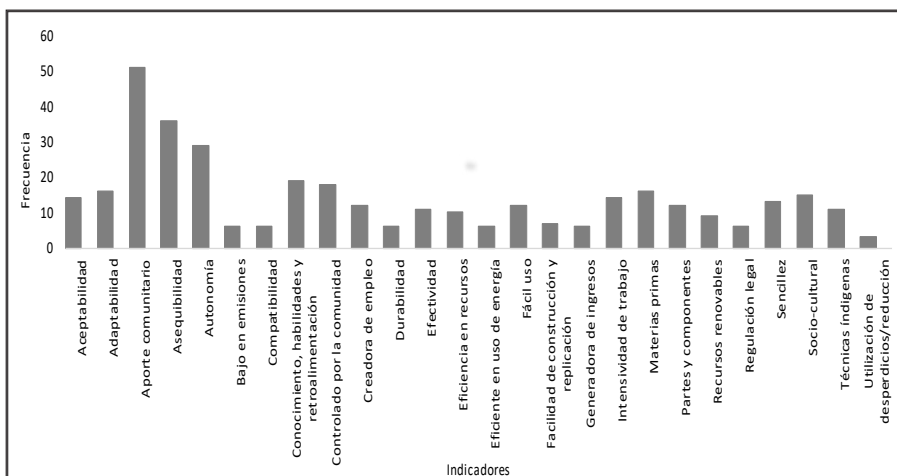
### 3.3 Comunidad como característica de las tecnologías apropiadas

Una vez definido el índice de apropiación en la sección anterior, se puede profundizar en otro punto donde se relacionan tecnologías apropiadas y economía social y solidaria que es el aspecto comunitario. En los proyectos de desarrollo y en los casos en donde las tecnologías apropiadas son aplicadas, existen dudas sobre si aquello que se define o se está desarrollando es una tecnología apropiada. Es notable que en la identificación sobre cuáles son las características

que identifican con más claridad una tecnología apropiada, el factor comunidad sea el más relevante. Bauer y Brown (2014) investigaron una serie de indicadores que pueden determinar una tecnología intermedia o apropiada a través de una frecuencia de indicadores de “apropiabilidad”, obtenida en la literatura, donde en los primeros lugares aparece el desarrollo comunitario. Como puede verse en la gráfica uno el aporte comunitario es el indicador que más alta frecuencia tiene dentro de la literatura sobre tecnologías apropiadas, le siguen la asequibilidad y la autonomía. Por ejemplo, si hubiera alguna duda de que una micro-presa sofisticada de ferrocemento para abastecer de agua potable a una población, se observa en primer lugar que se cumplen ciertas propiedades del concepto: que la técnica y los materiales de construcción son de bajo costo, que es de fácil implementación y se usa para unidades sociales pequeñas, sin embargo, para una organización civil o académica puede quedar la duda si se trata de tecnologías apropiadas o no la respuesta a la pregunta es qué se debe tomar en cuenta como factor clave el insumo comunitario. Se puede ver en la gráfica dos como es el de más alta frecuencia de una serie de indicadores que muestran que tan apropiadas son las tecnologías. En suma, ante falta de recursos para superar problemas de pobreza o ambientales por medio de la tecnología apropiada se necesita del fortalecimiento de la solidaridad comunitaria (Bauer y Brown, 2014, p. 352).

También entre los cinco primeros criterios más frecuentes estudiados por las distintas aplicaciones del concepto de tecnologías intermedias está el de controlado por la comunidad. Según Bauer y Brown (2014) al examinar las investiga-

Gráfica 1  
Frecuencia de indicadores de apropiación de Bauer



Fuente: elaborado con base en la información de la gráfica dos de Bauer y Brown (2014).

ciones dentro de la literatura, consideran que por “comunidad” se debe incluir a los interesados en la tecnología, a la gente local y a los usuarios de ella.

No es suficiente entonces que existan prototipos tecnológicos para transferirlos a las familias, organizaciones o comunidades que se enfrentan a problemas graves de carencia de agua, de saneamiento, de energía o de salud. Si el prototipo está pensado para aplicarlo al medio rural que es el espacio en dónde más se presentan tales problemas, en países en desarrollo es de vital importancia saber lo que necesitan o lo que diferentes interesados tienen en mente resolver. Después de un taller o de una encuesta habrá quienes en una comunidad sientan que una tecnología apropiada puede ser posible y viable. Los recursos naturales, el talento, el conocimiento y la participación pueden estar dispersos, pero de un momento a otro tales recursos, como señala Hirschman (1961) se reúnen y producen el desarrollo económico.

Hay varios casos que han tenido éxito donde se han combinado tanto las tecnologías apropiadas como la economía social y solidaria como se verá a continuación. Los criterios que se siguieron para elegir los siguientes casos del anexo II, fueron en primer lugar, su extensa difusión por medios digitales, y el segundo que se constituyeron en objeto de una investigación en un formato académico respetable, como una revista científica.

#### **4. Cuatro casos de éxito de tecnología apropiada**

##### **4.1 *El caso de Patsari, una estufa ahorradora de leña***

Con base en las propiedades analizadas en la secciones primera y segunda, la Estufa Patsari reúne las propiedades teóricas y prácticas de una tecnología intermedia o apropiada con elementos de economía social y solidaria. Se observan lazos de cooperación comunitaria, de participación y de desarrollo de las comunidades indígenas.

Es un hecho frecuentemente observado el empleo de leña para preparar alimentos en comunidades rurales en México. Sin embargo, este fenómeno trae efectos negativos como emisiones de gases de efecto invernadero, riesgos a la salud y baja calidad de vida. Para enfrentar tales consecuencias el Grupo Interdisciplinario sobre Tecnología Rural Apropiada (GIRA), una organización no gubernamental (ONG), y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) crearon en 2003 la iniciativa conocida como Proyecto de Cocina de Leña Patsari. Éste consiste en un cambio en la tecnología tradicional para disminuir el uso de leña para cocinar. El proyecto tiene efectos positivos en ahorro de tiempo y de dinero, en el respeto por los conocimientos locales y en el aprovechamiento de los conocimientos de la ciencia moderna, además de emplear mano de obra de forma intensiva. Por tales características, la cocina Patsari es un caso de tecnología inter-

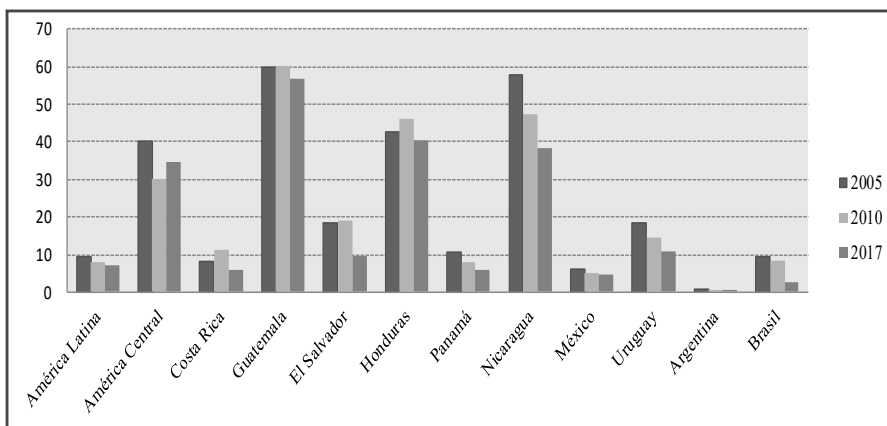
media o apropiada viable y exitoso. Esta estufa es usada en varias comunidades sobre todo del Estado de Michoacán y tiene potencial para usarse en otros lugares de México y de América Latina por considerables razones.

La primera razón por lo que ha sido exitosa se encuentra en las estadísticas sobre el consumo de leña en México y en otros países en América Latina. Según la gráfica dos donde se muestra la proporción en términos porcentuales de consumo de energía de leña de varios países de América Latina, México, aparentemente, es de los que menos consume ese tipo de energía. En 2017 su proporción fue de 4.6%, que es una cifra contrastante a Guatemala, Honduras y Nicaragua quienes tuvieron 56.9, 40.5 y 38.4 respectivamente.

Sin embargo, la información de la gráfica tres es reveladora, ya que, del total de consumo residencial, que en 2017 fue el tercer lugar de consumo energético (véase gráfica 4) en 2017, el 34%, corresponde al consumo de leña, lo que significa que una parte de los mexicanos emplea ese energético para necesidades fundamentales como la alimentación. De acuerdo a Serrano-Medrano, M., Arias-Chalico, T., Ghilardi, A., y Masera, O. (2014), esa parte de población de mexicanos sería al menos de 23 millones. Aproximadamente, 15 millones de ellos son indígenas (Berrueta, *et al.*, 2017, p. 65).

En suma, es considerable el consumo de leña en México en zonas de mayor pobreza como los Estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, como lo muestran Serrano-Medrano *et al.* (2014) en sus mapas sobre consumo de leña a nivel

Gráfica 2  
Proporción del consumo de leña respecto al total de consumo de energéticos de varios países de América Latina\*

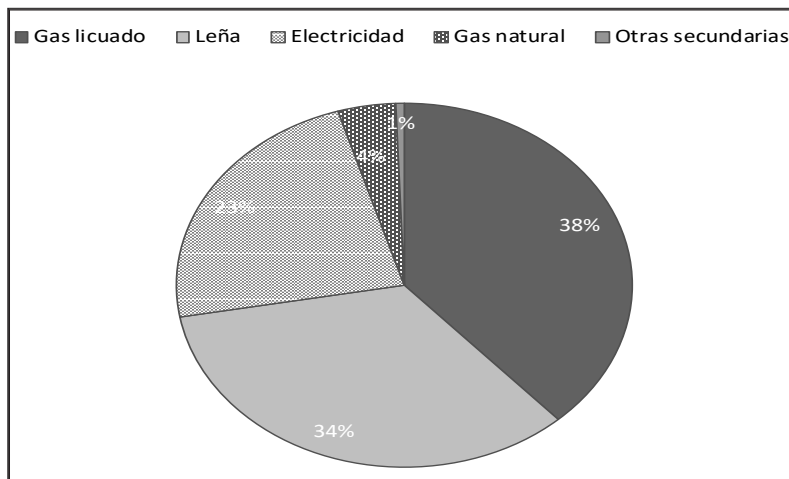


Fuente: elaboración propia con base en los datos del Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELC), <http://sier.olade.org/default.aspx>.

\*Los energéticos los clasifica el SIELC por las fuentes de energía como leña, carbón mineral, coque, carbón vegetal, *diésel oil*, electricidad, fuel oil, gas licuado, gas natural, gasolina/alcohol, kerosene/*jet fuel*, no energético, otras energías primarias y petróleo.

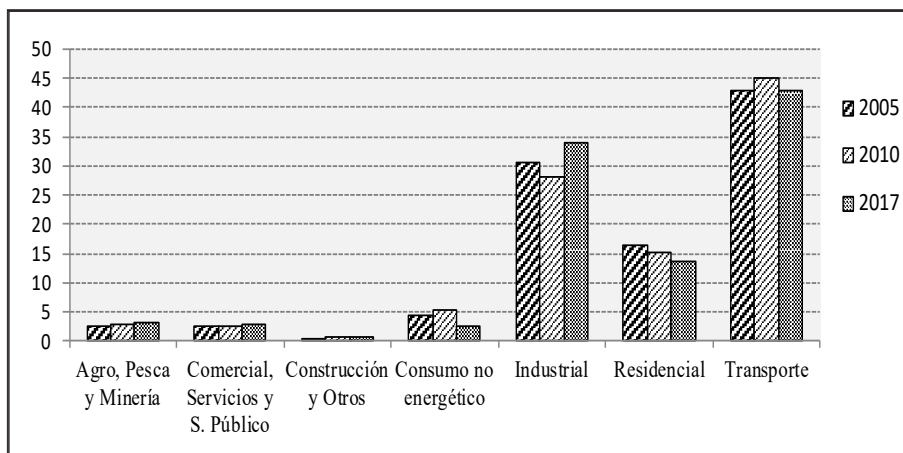


Gráfica 3  
 Proporción de las fuentes de energía que cubrieron el consumo residencial en 2017



Fuente: elaboración propia con base en los datos del Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELC), <http://sier.olade.org/default.aspx>.

Gráfica 4  
 Proporción de consumo de energía en México por sectores de actividad económica



Fuente: elaboración propia con base en los datos del Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELC), <http://sier.olade.org/default.aspx>.

nacional. El proyecto de la Estufa Patsari, implementado desde 2003 ha sido viable, porque según los datos de la gráfica dos desde 2005 a 2017 el consumo de leña se ha reducido de una proporción de 6% del total del consumo de energía total a 4.6%. Su diseño técnico hace que se optimicen sus túneles y la cámara de combustión. Sus otras partes como una chimenea y comal, ambos de metal, están fabricados para que sean durables. La estufa se construye utilizando un molde metálico para garantizar que se mantengan las dimensiones críticas. La estructura exterior está hecha de ladrillo, y el cuerpo interno está hecho de una mezcla de barro, arena y cemento. Todos esos materiales se pueden producir dentro de las localidades, lo que podría crear otras unidades de producción (Berrueta, *et al.*, 2017, p. 70).

La estufa Patsari, tiene impactos positivos sobre el medio ambiente: reduce en un 50% el uso de leña, disminuye la presión sobre los recursos forestales y contribuye a mitigar la erosión al conservar dichos recursos. En relación a las emisiones de gases de efecto invernadero Johnson, *et al.* (2009) estiman que con la estufa Patsari se podrían reducir de 3 a 9 tCO<sub>2</sub>e/HH por año. En lo que respecta a los beneficios económicos, la estufa baja los gastos en combustible y el tiempo de trabajo que se consume en recolectar la leña. Según una investigación hecha por García-Frapolli, *et al.* (2010), se estima que al reemplazar las estufas tradicionales de leña por una estufa Patsari, el beneficio económico que se obtendría al ahorrar en energía, trabajo y salud equivaldría a 732 dólares/estufa/año.

En conclusión, los beneficios económicos y sociales de la estufa Patsari en las comunidades rurales hacen que éste sea viable al mismo tiempo ayude a mitigar el calentamiento global.

## **5. Caso de captación de agua de lluvia: proyecto Isla Urbana e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)**

### ***5.1 Proyecto Isla Urbana***

En México las enfermedades gastrointestinales son una de las causas principales de muerte, sobre todo en niños menores de cinco años. Los estudios muestran que esas enfermedades se contagian por el agua y alimentos contaminados. Se estima que en América Latina, África y Asia existe el 50% de probabilidad de que un niño muera antes de los cinco años (Hernández, Aguilera, Castro, 2011: 138). En México, según la OMS, dicha probabilidad es de 13 por cada mil niños vivos, mientras que en otros países desarrollados como España es de tres y en Alemania de cuatro. Para poder proteger a la población vulnerable como los niños y ancianos de dichas enfermedades es fundamental que no carezcan de acceso al agua segura. Sin embargo, el

CONEVAL (2018) en su último informe estima que en 2016, 9.4 millones de personas vivían en pobreza extrema. Lo cual quiere decir que esa cantidad de personas podrían no contar con 3.6 de seis carencias sociales, entre ellas la de no tener agua entubada en su vivienda, así como electricidad y combustible para cocinar. Por tanto, el agua es fundamental para superar esos problemas de pobreza. No obstante, la estrategia nacional de disponibilidad del recurso hídrico, basada en grandes inversiones y tecnología avanzada no ha resuelto las carencias. La tecnología apropiada puede ser una alternativa viable para superar este problema.

Existe una solución que permite el acceso al agua potable por medio de una tecnología apropiada que ha sido desarrollada por el Proyecto Isla Urbana. Según O'Hanlon (2014) ésta consiste en captar agua de lluvia en los meses de verano cuando mayor es la precipitación pluvial en Ciudad de México. Su aplicación comenzó en un área al sur de esta Ciudad, conocida como el Ajusco en 2009 y hasta ahora se han instalado 1 300 sistemas en dicha zona. Su objetivo es, por un lado, aprovechar cierto tipo de infraestructura hídrica que ya existe en los hogares como la cisternas y tinacos y por el otro emplear una tecnología que administra y almacena el agua conocida como Tlaloque. Para la potabilización del agua captada, Ingenieros sin Fronteras han asesorado a esta empresa social para superar ciertas barreras de cloración del agua con un inyector de cloración de bajo costo, que potabiliza el agua de lluvia captada desde una cisterna que fluye hacia un tinaco por medio de una bomba (O'Hanlon, 2014, pp. 66). La tecnología es posible aplicarla en el medio urbano y en el medio rural. Según cifras recientes de proyecto Isla Urbana (2021), se han instalado 20190 sistemas en todo el país beneficiando a 120 140 personas.

Si bien esta tecnología tiene viabilidad económica por su bajo costo y además tiene impacto en el desarrollo sostenible, la polución de la Ciudad de México y de otras ciudades plantea preguntas sobre la calidad del agua captada. Por ejemplo ¿Qué calidad tiene el agua captada para preparar alimentos y para otros usos relacionados con el bienestar humano? ¿Qué elementos contaminan el agua de lluvia en el proceso de captación y almacenamiento? Un estudio conjunto de científicos del Programa Universitario del Agua (PUMAGUA) de la UNAM y del Proyecto Isla Urbana aplicado a una muestra importante de hogares que utilizan el agua de lluvia concluye que, aunque existía la creencia de que el agua de lluvia es más limpia que la de los ríos y lagos, el agua de lluvia puede afectar la salud si no se recibe un tratamiento adecuado. Los problemas que detectaron fueron la contaminación microbiológica por coliformes totales y fecales, así como la ausencia o el exceso de cloro. Los techos, sobre todo los de concreto, albergan bacterias que ocasionan enfermedades gastrointestinales como *Salmonella*, *Campylobacter*, *helminthos* y protozoarios. Por tanto, este estudio resalta la importancia del sistema de desinfección

y tratamiento que recibe el agua posterior a la captación (Lartigue, C., Pacheco C., Lomnitz, E. y Nolan, N., 2016, p. 22). A pesar de esas dificultades Proyecto Isla Urbana ha sido un caso de tecnología apropiada que ha despertado el interés de zonas del sur de México donde abunda el agua en cerca de siete meses al año pero el resto del año sufren fuerte escasez o el agua no es de buena calidad. Hay un fuerte potencial en esas zonas porque todavía son medios rurales con formas de organización comunitaria como comisariados ejidales y donde hacer comunidad es primordial.

## 5.2 El caso del IMTA

Antes del Proyecto Isla Urbana, el IMTA marcó sus inicios en 1991 con la creación e implementación de tecnología apropiada, que consistía en un dispositivo automático de riego intermitente, de bajo costo y sencillo para sistemas de riego (Cervantes, E., *et al.*, 2018, p. 69). En el estado de Michoacán aplicó esa experiencia y ha ido adaptando diversas tecnologías apropiadas a la gestión integral del agua. Su forma holística de enfrentar los retos, que en regiones pobres del centro y sur de México donde existe una época de lluvia abundante entre los meses de mayo y octubre, lo ha llevado a consolidar el proyecto. En 2005 se crea la Subcoordinación de Tecnología Apropiada e Industrial (actualmente solo Subcoordinación de tecnología apropiada) que forma parte de la Coordinación de Hidráulica del IMTA, y que tienen entre sus funciones desarrollar, adaptar, transferir y promover el uso de tecnología apropiada para cubrir las necesidades básicas en agua y saneamiento en el medio rural e indígena (Cervantes, *et al.*, 2018, p. 70).

De 2003 a 2018 el IMTA ha instalado 11 566 tecnologías apropiadas en ocho estados de México, de los cuales 11 213 son a nivel vivienda y 353 a nivel comunitario. De las tecnologías instaladas a nivel vivienda, 1 851 han sido cisternas de almacenamiento de agua de lluvia que van de 5 a 50 m<sup>3</sup>, 2 845 son tecnologías para el saneamiento de agua y el restante son tecnologías en materia de desinfección y producción de alimentos (Cervantes, *et al.*, 2018, pp. 71-72).

El caso de las tecnologías apropiadas desarrolladas por el IMTA no ha tenido la misma difusión en diversos medios que el Proyecto Isla Urbana, pero destaca por su consolidación, por la cantidad de tecnologías instaladas. También se diferencia porque se extiende más allá de la captación de agua de lluvia porque se ha enfocado a crear y transferir tecnologías apropiadas para el saneamiento, como lavaderos ecológicos, humedales y huertos familiares. Adicionalmente tiene experiencia en la problemática social de cómo se adapta la tecnología, estudiando las formas de organización social como las reglas de ejidos o comunidades en sus estudios de la adaptación social de las tecnologías apropiadas.

### 5.3 Proyecto de reforestación del CEDICAM en la Mixteca Oaxaqueña

En el estado mexicano de Oaxaca ha existido una experiencia donde los campos de economía social y solidaria y tecnologías apropiadas interactuaron en la práctica. Comunidades rurales de una comunidad de la región de la Mixteca se organizaron y trabajaron en el Centro de Desarrollo Integral Campesino de la Mixteca (CEDICAM) para lograr un objetivo que parecía imposible: reforestar sus tierras y frenar la erosión del suelo. Su esfuerzo fue premiado con el Premio Goldman en 2008 y con el Premio Nobel de Ecología en 2012. En este caso se observa que dichos campos convergieron ya que la CEDICAM nació en 1997 por la interacción entre miembros del Centro de Tecnologías Apropiadas para México (CETAMEX) y comunidades de campesinos de dicha región. Como señalan Rogé *et al.* (2014), los campesinos de la Mixteca reconocen que CEDICAM ha contribuido en la conservación de los suelos, empleando tecnologías apropiadas.

¿Qué elementos de la economía social y solidaria se observan en este caso? En primer lugar, hay elementos no monetarios como el trabajo no pagado de la comunidad que se organiza por medio de una institución social heredada de los antiguos mexicanos conocida como Tequio. En ella la cooperación y solidaridad entre los habitantes consiste en que cada miembro de una comunidad trabaja en alguna actividad sin la búsqueda de un beneficio individual sino colectivo. El otro es el principio de reciprocidad de Polanyi (2000), porque los miembros de la comunidad a través de diferentes actos agradecen haber recuperado porciones de bosques, producción de fauna y recarga de los acuíferos. En suma, este proyecto donde encontramos reunidas a la economía social y solidaria con las tecnologías apropiadas se constituyó en una estrategia campesina para mitigar el cambio climático y proporcionando trabajo para reducir el alto grado de emigración hacia Estados Unidos o el Centro de México que tiene esta región.

## 6. Conclusiones

En este trabajo se ha realizado un análisis del desarrollo de las hipótesis sobre el concepto tecnologías apropiadas y la forma como confluye este concepto teórico y práctico con la economía social y solidaria. Se encontraron hallazgos de la relación teórica de ambos conceptos en temas y principios como el cuidado del medio ambiente, la solidaridad, la construcción de un paradigma alternativo y sobre todo en el de comunidad y desarrollo local; en donde la

tecnología apropiada puede dar a los miembros de una comunidad autonomía y capacidad de organización por sí mismos. Mayor uso de las tecnologías apropiadas por las comunidades puede resultar en mayor autonomía y mayor eficiencia para resolver problemas de pobreza, carencia de agua y saneamiento o efectos nocivos del cambio climático.

Se concluye también que a pesar de varios obstáculos como la falta de una política pública de fomento a la coexistencia de las tecnologías apropiadas con las tecnologías convencionales en México, como se ha hecho en otros países, existen varios ejemplos de la creación de ellas y varios ejemplos de éxito en los sectores de agua y saneamiento, energéticos, agricultura y alimentos y de rescate y conservación de los recursos naturales.

Sobre la cuestión de cómo se relaciona el concepto de tecnologías apropiadas con el de la economía social y solidaria en términos prácticos, se concluye que ambos comparten la idea de enfrentar problemas de pobreza o ambientales, donde el potencial de los recursos monetarios y no monetarios puede estar disperso.

Los principios cooperativos y de participación comunitaria constituyen una etapa crucial para que se pueda saber cuáles serán los desafíos económicos o sociales y cuál tecnología apropiada será la más indicada para superarlos. Se sabe que para la obtención de recursos financieros es necesario conocer el impacto económico y social de proyectos de desarrollo social o solidario, para medirlo la literatura examinada en este trabajo propone que sea el método de análisis multicriterio y un índice de "apropiedad", donde el insumo de la participación comunitaria, que es también un principio relevante de la economía solidaria, tiene un peso considerable. El autor espera reportar en un trabajo futuro la aplicación de ese método a casos de México.



## Referencias

- Ayres, R. U. (1985). "Social technology and economic development". *Technological Forecasting and Social Change*, 28(2), 141-157.
- Basu, S., & D. N. Weil (1998). "Appropriate technology and growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1025-1054.
- Bauer, A. M., & A. Brown (2014). "Quantitative assessment of appropriate technology". *Procedia Engineering*, 78(0), 345-358. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.076>.
- Berrueta, V.; M. Serrano-Medrano; C. García-Bustamante; M. Astier & O. Masera (2017). "Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico's Patsari improved cookstove project". *Climatic Change*, 140(1), 63-77. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1523-y>.
- Bowonder, B. (1979). "Appropriate technology for developing countries: some issues". *Technological Forecasting and Social Change*, 15(1), 55-67.
- Cárdenas, J.; J. Hirsch y G. Lara (2015). "Estructuras contractuales en el sector de las finanzas populares en el municipio de Querétaro en México". CIRIEC-España. *Revista de economía pública, social y cooperativa*, 84, 133-162.
- Cervantes, E.; I. Segura; S. Vázquez; L. García y A. Falcón (2018). *Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado*. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Recuperado de: [https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros\\_html/tecnologias-apropiadas/tecnologias-apropiadas.pdf](https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/tecnologias-apropiadas/tecnologias-apropiadas.pdf).
- CONDE, C. (2016). "Entendiendo las diferentes perspectivas de las empresas sociales en México", *Ciências Sociais Unisinos*, vol. 52, núm., 3, pp. 321-342
- CONEVAL (2018). Informe de evaluación de la política de desarrollo social en México 2018, Resumen ejecutivo. Recuperado de: [https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/IEPSM/Documents/RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_IEPDS2018.pdf](https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/IEPSM/Documents/RESUMEN_EJECUTIVO_IEPDS2018.pdf).
- CONABIO (2009). Catalogo de tecnologías alternativas, directorio de productos y empresas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/DOC/31\\_110.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/DOC/31_110.pdf).
- Corrons, A. y M. Gil (2019). "¿Es la tecnología blockchain compatible con la Economía Social y Solidaria? Hacia un nuevo paradigma", *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 95, 191-215. DOI: 10.7203/CIRIEC-E.95.12984.
- Chaves, R. y J. L. Monzón (2018). "La economía social ante los paradigmas económicos emergentes: innovación social, economía colaborativa, economía circular, responsabilidad social empresarial, economía del bien común, empresa social y economía solidaria", *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 93, 5-50, DOI: 10.7203/CIRIEC-E.93.12901.
- Chick, V. (2013). "Economics and the good life: Keynes and Schumacher", *Economic Thought*, 2(2), 33-45.

- Emmanuel, A. (1982). *Appropriate or underdeveloped technology?*, New York, USA: Chechester.
- Esteves, A. (2014). *Decolonizing livelihoods, decolonizing the will: Solidarity economy as a social justice paradigm in Latin America*. In Michael Reisch (ed.). *Routledge International Handbook of Social Justice*. Abingdon: Routledge, 74-90.
- Garayalde, L.; S. González y J. Mascareñas (2014): "Microfinanzas: evolución histórica de sus instituciones y de su impacto en el desarrollo". *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, (116), 130-159.
- García, F. y Y. Díaz (2011). "Los microcréditos como herramienta de desarrollo: revisión teórica y propuesta piloto para el África Subsahariana". *Ciriec-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 70, 101-126.
- García-Frapolli, E.; A. Schilmann; V. Berrueta; H. Riojas-Rodríguez; R. Edwards; M. Johnson & O. Masera (2010). "Beyond fuelwood savings: Valuing the economic benefits of introducing improved biomass cookstoves in the Purépecha region of Mexico". *Ecological Economics*, 69(12), 2598-2605.
- García, J. (2017). *L'economia solidària en 100 paraules*, Barcelona: Icaria.
- Guerra, P. (2013). "Las legislaciones sobre economía social y solidaria en américa latina entre la autogestión y la visión sectorial". *Revista de la Facultad de Derecho*, (33), 73-94.
- Hernández C.; M. Aguilera, y G. Castro (2011). "Situación de las enfermedades gastrointestinales en México". *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 31(4), 137-151.
- Hirschman (1961). *La estrategia del desarrollo económico*, México D.F; México: Fondo de Cultura Económica.
- Isla Urbana (2021). Proyecto Isla Urbana, nuestro impacto. Obtenido de: <https://islaurbana.org/impacto/>.
- Johnson, M.; R. Edwards; A. Ghilardi; V. Berrueta; D. Gillen; C. A. Frenk & O. Masera (2009). "Quantification of carbon savings from improved biomass cookstove projects". *Environmental Science & Technology*, 43(7), 2456-2462.
- Kreider, F. & F. Kreith (1975). *Solar heating and cooling: engineering, practical design, and economics*, Washington, USA: Scripta Book Co.
- Lartigue, C.; C. Pacheco; E. Lomnitz y N. Nolan (2016). Análisis de la calidad del agua en sistemas de captación de agua de lluvia, Informe final de actividades, Proyecto Isla Urbana y PUMAGUA-UNAM, Recuperado de: [http://islaurbana.mx/wp-content/uploads/2017/06/VF\\_Informe\\_de\\_actividades\\_Isla\\_Urbana\\_PUMAGUA.pdf](http://islaurbana.mx/wp-content/uploads/2017/06/VF_Informe_de_actividades_Isla_Urbana_PUMAGUA.pdf)
- León-Ledesma L. & M. Satchi (2019). "Appropriate Technology and Balanced Growth", *The Review of Economic Studies*, vol. 86, Issue 2, March 2019, pp. 807-835. DOI: <https://doi.org/10.1093/restud/rdy002>.
- Los, B., & M. P. Timmer (2005). "The 'appropriate technology' explanation of productivity growth differentials: an empirical approach". *Journal of development Economics*, 77(2), 517-531.
- McRobie, G. (1982). *The Community's Role in Appropriate Technology*, New York, USA: Hildegarde Hannum.

- \_\_\_\_ (2001). "Tecnología para el desarrollo humano y sostenible". Presentado en Conferencia, *Tecnología para el Desarrollo Humano*. Obtenido de: <https://previa.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/McRobie.pdf>.
- Monzón, J. L. (2006). "Economía social y conceptos afines: fronteras borrosas y ambigüedades conceptuales del Tercer Sector", *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 56, 9-24.
- Mumford, L. (1964). "Authoritarian and Democratic Technics", *Technology and Culture*, 5, (1), pp. 1-8.
- Murphy, H. M.; E. A. Mcbean & K. Farahbakhsh (2009). "Appropriate technology—A comprehensive approach for water and sanitation in the developing world". *Technology in Society*, 31(2), 158-16.
- O'hanlon, F. (2014). "Solving Mexico City's water crisis". *Appropriate Technology*, 41(3), 66.
- Palma, G. (1978). "Dependency: a formal theory of underdevelopment or a methodology for the analysis of concrete situations of underdevelopment?". *World development*, 6(7-8), pp. 881-924.
- Pepper, D. (1984). *The roots of modern environmentalism*, London, UK: Routledge .
- Pizano, D. (2009). *Conversations with Great Economists: Friedrich A. Hayek, John Hicks, Nicholas Kaldor, Leonid V. Kantorovich, Joan Robinson, Paul A. Samuelson and Jan Tinbergen, Paul Samuelson*. New York, USA: Jorge Pinto Books.
- Polanyi, K. (2000). *La gran transformación: orígenes sociales y políticos de nuestro tiempo*. Ciudad de México, México: FCE.
- Ramanujam, V., & L. Saaty (1981): "Technological choice in the less developed countries: An analytic hierarchy approach". *Technological Forecasting and Social Change*, 19(1), 81-98.
- Redclift, M. (2011). *Development and the environmental crisis: Red or green alternatives*, vol., 25. London, UK: Routledge.
- Rogé, P.; A. R. Friedman; M. Astier & M. A. Altieri (2014). Farmer strategies for dealing with climatic variability: a case study from the Mixteca Alta region of Oaxaca, Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(7), 786-811.
- Sigurdson, L. (1977). *Rural Industrialization in China*, Cambridge Massachusetts, USA: Harvard University Press.
- Schumacher, E. F. (1973). *Small is Beautiful - a Study of Economics as if People Mattered*. London, UK: Blond & Briggs.
- SEDESOL-INAES (2014). ABC de la Economía Social e INAES. Secretaría de Economía. México. Recuperado en: <https://docplayer.es/32400656-Abc-de-la-economia-social-e-inaes-sistema-nacional-de-capacitacion-y-asistencia-tecnica-especializada-sinca-2014.html>.
- Serrano-Medrano, M.; T. Arias-Chalico; A. Ghilardi & O. Masera (2014). Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 19, 39-46.

- Telles, L. B.; C. M. Servós & J. V. M. Bittencourt (2020). Las perspectivas Latinoamericana y Europea de la Economía Solidaria, REVESCO. *Revista de Estudios Cooperativos*, 134, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.5209/reve.69171>.
- Thomas, H. (2012). Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. En Thomas, H., Fressoli, M. y Santos, G. (Eds.) *Tecnología desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas sociotécnicas de inclusión/exclusión social*, pp. 25-78. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Tylecote, A. (2006). Twin innovation systems, intermediate technology and economic development: history and prospect for China. *Innovation*, 8(1-2), 62-83.
- Villalba-Eguiluz, U.; & J. C. Pérez-De-Mendiguren (2019). La economía social y solidaria como vía para el buen vivir. *Revista iberoamericana de estudios de desarrollo*, 8(1).
- Zaid, G. (2009). *El progreso improductivo*, Ciudad de México, México: Random House Mondadori.

## Anexo I

### Metodología para elaborar el inventario de tecnologías apropiadas

Al no existir un archivo nacional sobre inventario de tecnologías apropiadas se partió de un catálogo de tecnologías alternativas en México (CONABIO, 2019). Se clasificó a cada una de ellas sobre el problema que intentaba resolver y como siguiente paso se procedió mediante una encuesta telefónica y de correo electrónico si la organización que las producía existía. Se registró una lista con aquellas realmente existentes. En sus páginas electrónicas se investigó y confirmó si tenían las características tanto de tecnologías apropiadas y de economía social y solidaria. De ambas encuestas algunos participantes citaron otros casos con características similares y se procedió a verificar de nueva cuenta su existencia y los pasos que se habían aplicado a las tecnologías del Catálogo.

Anexo II

Inventario de tecnologías intermedias en agua, saneamiento y residuos en México  
inventario en agua y saneamiento

Organización	Producto	Descripción	Lugar	Liga
1. Isla Urbana	Sistemas de Captación de Agua de Lluvia	Sistema de captación y potabilización de lluvia de bajo costo. Realiza procesos de desinfección biológicos, físicos y químicos. El componente más importante y que lleva a cabo el 75% de la limpieza de la lluvia es el Tlaloque.	Ciudad de México, Oaxaca, Guerrero y Estado de México	<a href="http://www.islaurbana.org">www.islaurbana.org</a>
2. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	Tecnología apropiada para captación de agua de lluvia y saneamiento	Cisterna tipo capuchina a nivel de vivienda, ollas de almacenamiento a nivel comunitario, humedales artificiales, lavaderos ecológicos, sanitarios secos, bicibombas y sanitarios ecológicos	Morelos, Michoacán, Chiuhuahua, Zaca-tecas, San Luis Potosí, Estado de México, Guerrero y Chiapas	<a href="https://www.gob.mx/imta">https://www.gob.mx/imta</a>
3. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Integral, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Sistemas de captación de agua de lluvia	Pantallas de retención y tanques de almacenamiento de agua de lluvia a base de ferrocemento	Oaxaca	<a href="https://www.ciidroaxaca.ipn">https://www.ciidroaxaca.ipn</a>
4. Fundación Produce Sinaloa A. C.	Sistemas de riego intermitentes o manejo de multi-compuestas	Se utiliza en el riego del maíz mediante un sifón con múltiples compuertas	Sinaloa	<a href="file:///C:/Users/carlo/Downloads/Tecnologias%20de%20riego%20bajo%20condiciones%20de%20escasez%20de%20agua%20en%20maiz%20(1).pdf">file:///C:/Users/carlo/Downloads/Tecnologias%20de%20riego%20bajo%20condiciones%20de%20escasez%20de%20agua%20en%20maiz%20(1).pdf</a>
5. Grupo de Tecnología Alternativa, S.C.	Sanitarios ecológicos secos	Dispositivos para el tratamiento de excretas humanas que destruye los patógenos y no consume agua	Estado de México	<a href="http://www.sirdo.com.mx/home.htm">http://www.sirdo.com.mx/home.htm</a>
6. Sarar Transformación, S.C.	Mingitorios ecológicos	Mingitorio que no ocupa agua	Morelos	<a href="http://www.sarar-t.org/">http://www.sarar-t.org/</a>
7. Sarar Transformación, S.C.	Sanitarios ecológicos secos	Dispositivos para el tratamiento de excretas humanas que destruye los patógenos y no consume agua	Morelos	<a href="http://www.sarar-t.org/">http://www.sarar-t.org/</a>
8. Energy Solar, S.A. de C.V.	Purificadores solares de agua	Dispositivo solar que controla el crecimiento de microorganismos en el agua	San Luis Potosí	<a href="http://www.energysolar.mx/">http://www.energysolar.mx/</a>
9. Fundación Ayu e Instituto para el Desarrollo de la Mixteca, A.C.	Sanitarios ecológicos secos	Dispositivos para el tratamiento de excretas humanas que destruye los patógenos y no consume agua		<a href="http://www.fundacionayu.org.mx/">http://www.fundacionayu.org.mx/</a>

## Conclusión. Anexo II

Organización	Producto	Descripción	Lugar	Liga
10. Desarrollo Integral Ambiental (DIA) de México		Microorganismos benéficos y altamente eficientes	Tabasco, Veracruz, Michoacán y Jalisco	<a href="https://www.em-la.com/dia___mexico.php?idioma=1">https://www.em-la.com/dia___mexico.php?idioma=1</a>
11. PROCAPTAR Gobierno de México	Sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia y tecnologías de tratamiento de aguas residuales a nivel vivienda		Campeche, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco y Veracruz	<a href="https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-ecotecnias-en-zonas-rurales-procaptar">https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-ecotecnias-en-zonas-rurales-procaptar</a>
12. GRUPEDSAC Desarrollo Sustentable	Tecnologías Apropriadas o Ecotecnias		Estado de México, Oaxaca	<a href="https://www.grupe.org.mx/copia-de-proyectos-especiales">https://www.grupe.org.mx/copia-de-proyectos-especiales</a>
13. FAN México	Gestión integral del agua con un amplio enfoque a la participación.		Ciudad de México	<a href="http://www.fan-mexico.net/es/">http://www.fan-mexico.net/es/</a>
14. Codexaqua	Sistema de búsqueda y consulta		Morelos	<a href="http://www.codexaqua.com.mx/nosotros">http://www.codexaqua.com.mx/nosotros</a>
15. Proyectos de Naturaleza Sustentable	Captación y cosecha de agua de lluvia	Recolección y utilización de agua de lluvia que se descarga de las superficies duras, como los techos o el escurrimiento de suelos.	Ciudad de México	<a href="mailto:correagaustin@hotmail.com">correagaustin@hotmail.com</a> <a href="mailto:acc@foss.mx">acc@foss.mx</a>



## Inventario en energía

Organización	Producto	Descripción	Lugar	Link
1. Grupo Interdisciplinario sobre Tecnología Rural Apropia-da (GIRA) y UNAM	Estufas Patsari	Estufa de una mezcla de materiales para obtener un empleo óptimo de leña	Michoacán	<a href="https://gira.org.mx/">https://gira.org.mx/</a>
2. Fundación Ayu e Instituto para el Desarrollo de la Mixteca, A.C.	Estufas Lorena	Estufa de lodo y arena que reduce el consumo de leña y permite expulsar todo el humo hacia el exterior de la casa	Puebla Guerrero Oaxaca	<a href="http://www.fundacionayu.org.mx/">http://www.fundacionayu.org.mx/</a>
3. Fundación Ayu e Instituto para el Desarrollo de la Mixteca, A.C.	Estufas Patsari	Estufa de lodo y arena que reduce el consumo de leña y permite expulsar todo el humo hacia el exterior de la casa	Puebla Guerrero Oaxaca	<a href="http://www.fundacionayu.org.mx/">http://www.fundacionayu.org.mx/</a>
4. Infra Rural	Estufa Eficiente de Leña modelo Xalpaneca	Estufa fabricada con lodo barroso, cemento y arena	Guerrero, Puebla, Oaxaca y Chiapas	<a href="http://infrarural.com/proyectos-talleres/estufas/#sthash.fkW6HuzE.dpbs">http://infrarural.com/proyectos-talleres/estufas/#sthash.fkW6HuzE.dpbs</a>
5. IMTA	Caja de desinfección solar	Dispositivo para exponer el agua a los rayos del sol durante un periodo de tiempo determinado para su desinfección.	Morelos	<a href="https://www.gob.mx/imta">https://www.gob.mx/imta</a>