

MOTIVADORES DE ADOPCIÓN RESIDENCIAL DE LOS SISTEMAS FOTVOLTAICOS INTERCONECTADOS EN EL SUR GLOBAL

L. López Martinelli¹ y J. C. Ortiz Nicolás

Posgrado en Diseño Industrial. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
E-mail: luisl@ualberta.net, E-mail: jcortiznicolas@posgrado.unam.mx

Recibido: 7/07/2021; Aceptado: 10/10/2021.

RESUMEN.- Las emisiones de gases efecto invernadero deben cortarse a la mitad en esta década para evitar una crisis climática fuera de control. Los Sistemas Fotovoltaicos Interconectados (SFVI) son una herramienta eficaz para contribuir hacia ese objetivo. Sin embargo, en el Sur Global, la adopción de SFVI continúa siendo un proceso complejo por lo que la tecnología tiene escasa difusión, limitadas opciones de adopción y un gran desconocimiento generalizado entre los usuarios potenciales. A través de una revisión bibliográfica, este artículo identifica diversos factores económicos, técnicos, sociales y regulatorios que inciden en la motivación de adopción de los SFVI. Los seis factores más relevantes son: el costo y el financiamiento, la ventaja relativa, el desconocimiento de la tecnología, la confiabilidad del SFVI y la interacción social. Ya que los motivadores se encuentran interrelacionados, las propuestas para fomentar la adopción de SFVI deben abordar estos factores de forma integral.

Palabras claves: Motivadores de adopción, Sistemas Fotovoltaicos Interconectados, SFVI residenciales, Sur Global, Difusión Tecnológica

DRIVERS OF ADOPTION OF RESIDENTIAL GRID-TIED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN THE GLOBAL SOUTH

ABSTRACT.- Greenhouse gas emissions must be cut in half in this decade to avoid a climate crisis out of control. Grid-tied Photovoltaic Systems (GTPV) are an effective tool to contribute towards this objective. Nonetheless, in the Global South, GTPV adoption remains a complex process since the technology has scarcely diffused, there is limited adoption options and a generalized lack of knowledge amongst potential users pervades. Through a literature review, this article identifies diverse economic, technical, social and regulatory factors that influence the adoption of GTPV. The most relevant drivers are cost and financing, relative advantage, lack of knowledge, GTPV reliability and social interaction. Given that these drivers are interlinked, proposals to increase GTPV adoption must address these factors comprehensively.

Keywords: Drivers for adoption, Grid-tied Photovoltaic Systems, Residential GTPV, Global South, Technology Diffusion

1. INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC por sus siglas en inglés) en su último reporte indica que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) deben cortarse a la mitad en esta década para lograr el objetivo de reducción de emisiones del Acuerdo de París (IPCC et al., 2018) y mitigar los peores efectos de la crisis climática. A nivel global, el consumo energético de las edificaciones residenciales representa el 24% del total del uso final de la energía (IEA 2013, citado en Lucon et al., 2014). El IPCC apunta que la mayoría de las emisiones GEI relacionadas provienen del uso de la electricidad y que este consumo se duplicará o triplicará para al 2050 (Lucon et al., 2014). Los análisis de ciclo de vida armonizados destacan que la huella de carbono de la tecnología fotovoltaica (FV) es como mínimo diez veces menor a la de los combustibles fósiles (Edenhofer et al., 2011). Por ello, los Sistemas Fotovoltaicos Interconectados (SFVI) son una alternativa

disponible para propiciar la reducción acelerada de las emisiones GEI provenientes del consumo de electricidad del sector residencial.

Los SFVI suelen tener hasta 10 kilowatts de potencia (IEA, 2019), siendo ésta menor en países con limitada intensidad energética como suele ser el caso en el Sur Global. Al ser interconectados, poseen una interacción bidireccional con la red eléctrica. Si la vivienda genera más electricidad de la que está consumiendo en cualquier momento, el excedente se alimenta a la red. Por otro lado, la vivienda consume de la red toda la demanda de electricidad que el SFVI no esté generando al momento. Esta interacción precisa de estándares y normatividad para su correcto funcionamiento, así como de regulación para dictaminar la contraprestación de la energía suministrada a la red. Esta regulación, por ende, juega un rol fundamental en la viabilidad económica de los SFVI.

La tecnología FV ha tenido un crecimiento considerable en los últimos años, particularmente en implementaciones a gran escala (*utility scale*, en inglés). Este auge se ha visto reflejado también, aunque en menor medida, en la generación distribuida y en el sector residencial donde su difusión aún es baja en comparación a las fuentes de electricidad convencionales (Karakaya & Sriwannawit, 2015). Como puede apreciarse en la figura 1, al 2018 la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) (2019) reportaba 495.7 GW de capacidad instalada FV a nivel global, de los cuales 58 GW corresponden al sector

residencial. En este sector, Europa (24.6 GW), Australia (6.5 GW), Japón (9.2 GW) y Estados Unidos (12.7 GW), concentran más del 90% de la capacidad instalada. La IEA pronostica un crecimiento del 250% al 2024 para el segmento, “impulsado por altos costos de la electricidad y crecientes incentivos regulatorios tanto en países desarrollados como en economías emergentes”. Apuntando que “de todas las tecnologías renovables, el potencial de crecimiento adicional es el más alto para la FV distribuida ya que la adopción por los consumidores puede ser muy rápida una vez que las economías se vuelven atractivas” (2019, p. 82)

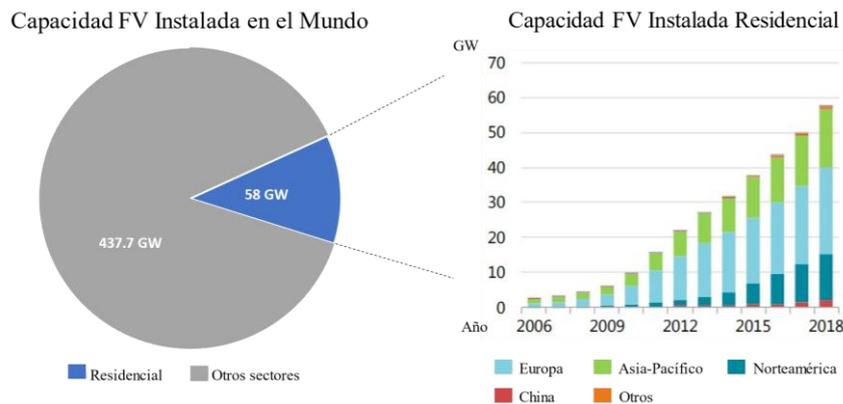


Fig. 1.: Capacidad Instalada FV. Fuente: Adaptado de IEA, 2019.

De acuerdo a Dados y Connell (2012), el término Sur Global hace referencia a todos aquellos países que tienen una historia interconectada de colonialismo, neo-imperialismo, y estructuras económicas y sociales a través de las cuales se mantienen grandes desigualdades en la calidad de vida y en el acceso a los recursos. Por ende, se utiliza en términos generales para referirse a Latino América, Asia, África y Oceanía. En estas regiones, “el despliegue [FV] continúa limitado no solo por la falta de políticas públicas y esquemas regulatorios, si no por el atractivo económico” (IEA, 2019). Ya que el grueso de la capacidad instalada residencial FV actualmente se concentra en regiones del Norte Global, existe un gran potencial de entender los motivadores de adopción de los SFVI en el Sur Global para propiciar en estas regiones su difusión acelerada.

Global ni en los SFVI, este artículo presenta una revisión bibliográfica para identificar los factores que influyen en la adopción residencial de SFVI en el Sur Global. La revisión es la aproximación metodológica adecuada para cumplir el objetivo de esta investigación, porque sintetiza los hallazgos más relevantes que investigaciones previas identificaron. Se utilizó como herramienta de búsqueda Google Scholar la cual logra una mayor cobertura al integrar fuentes no tradicionales y fuentes multilingües (Falagas et al 2008; Martín-Martín et al, 2018). El resto de artículo tiene tres secciones. En la sección 2 se aborda la metodología utilizada para la revisión bibliográfica. En la sección 3 se presentan los resultados y la discusión y por último en la sección 4 las conclusiones.

2. METODOLOGÍA

La revisión sistémica de literatura se realizó siguiendo el proceso de 5 pasos descrito en la figura 2, que se detalla a continuación.

Paso 1. Generar un universo de 100 artículos, de los 50 primeros resultados de cada idioma, utilizando los siguientes códigos de búsqueda en Google Scholar (utilizando el comando OR entre códigos y el subrayado entrecomillas):

- En inglés: *adopt, adoption, photovoltaic, PV, home, residential, solar, SHS, diffusion, grid-connected, distributed generation, motivation, motivators*
- En español: *adoptar, adopción, fotovoltaico, FV, casa, residencial, solar, SFVI, SSFVI, difusión, interconexión, interconectados, generación distribuida, motivación, motivadores.*

De este universo, identificar a través del título los artículos relevantes para la revisión.

Resultado: se identificaron 56 artículos.

Desde la academia, ha habido diferentes esfuerzos para identificar los factores que pueden propiciar la difusión FV. Karakaya y Sriwannawit (2015) realizaron una revisión bibliográfica (*literature review*, en inglés) global en el Índice de Citas de las Ciencias Sociales (SCCI, por sus siglas en inglés) del Web of Science para identificar las barreras de adopción de la tecnología FV, en el que incluyen un gran rango de países del Norte y Sur Global y sistemas FV (sistemas hogar solar e interconectados). Por su cuenta, Alipour et al.(2020) realizaron una revisión bibliográfica en Web of Science y Scopus para identificar los factores que predicen la adopción FV residencial, en el que nuevamente se incluye un gran rango de países del Norte y Sur Global y sistemas FV (sistemas hogar solar e interconectados).

La revisión bibliográfica otorga una visión general del cuerpo de literatura existente sobre un tema; resume y evalúa su contenido situándolo en un contexto específico para determinar su “estado del arte” (Knopf, 2006). Al no identificar revisión bibliográfica que se enfoque particularmente en los motivadores de adopción del Sur

- Paso 2. Seleccionar los estudios relevantes de los 56 artículos identificados a través del resumen, palabras clave, y título, siguiendo los siguientes criterios: artículos que estudian países del Sur Global, publicados del 2010 a la fecha en revistas arbitradas y que aborden sistemas interconectados. Resultado: se identificaron 20 artículos.
- Paso 3. Del universo de 20 artículos, se realizó una selección más precisa a partir de la relevancia del texto completo en abordar factores que influyen

la adopción de SFVI residenciales. La selección se realizó en apego a los criterios antes mencionados. Resultado: se identificaron 15 artículos.

- Paso 4. Identificar todos los factores de adopción descritos en los artículos. Resultado: se identifican 103 factores que influyen la adopción.
- Paso 5. Clasificar los factores para identificar y enlistar los motivadores de adopción.

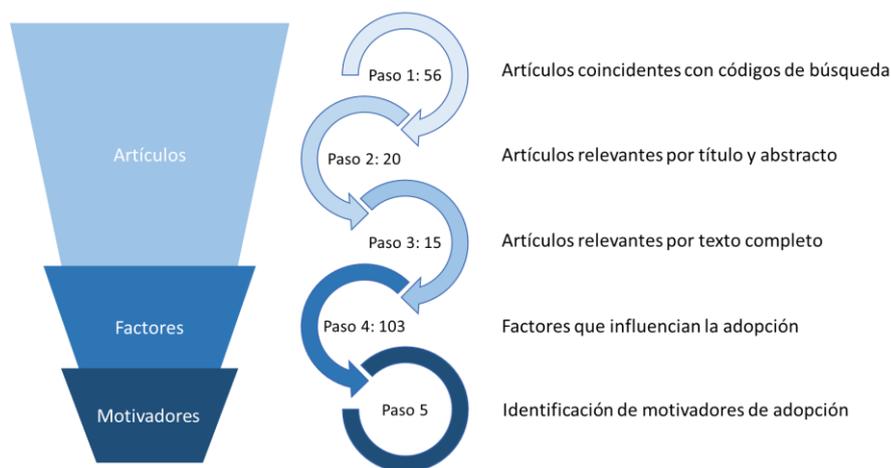


Fig. 2: Pasos de la revisión bibliográfica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 15 artículos analizados a texto completo provienen de revistas académicas indexadas y abarcan estudios en países de todo el Sur Global en las regiones de Latinoamérica, el Medio Oriente, África y el Sur y Sudeste de Asia. El 80% de ellos fueron publicados en los últimos 5 años. De su análisis se extrajeron 103 factores que influyen la adopción de un SFVI. Estos factores se encuentran con frecuencia interrelacionados, haciendo complejo el proceso de adopción y denotando que una propuesta exitosa debe abordar integralmente varios factores (Karakaya & Sriwannawit, 2015).

Debido a la alta interrelación, los factores pueden ser agrupados o desagregados de diferentes formas. Para el propósito de este estudio los factores fueron clasificados por similitud temática a través del uso de códigos clave. En los datos adjuntos puede consultarse los factores que fueron integrados en cada una de las ocho categorías que se presentan a continuación:

1. Costo y financiamiento
2. Ventaja relativa y política pública
3. Familiarización con la tecnología FV
4. Confiabilidad del SFVI
5. Influencia social y de autoridades
6. Preocupación por el Medio Ambiente
7. Características del usuario
8. Simplificación

3.1. Costo y financiamiento.

El costo y el financiamiento se encuentran estrechamente ligados y son una de las principales barreras de adopción,

pues constituyen uno de los factores más relevantes en la creación de una ventaja relativa (Alipour et al., 2020; Lo et al., 2018; Ortiz, 2013; Setyawati, 2020; Ugulu, 2019). El costo inicial del SFVI suele concentrar el grueso del costo del sistema a través de su vida útil. Un adecuado financiamiento del mismo puede reducir la magnitud de esta barrera. El elevado costo y los largos períodos de repago, son factores que tienen un impacto negativo (Setyawati, 2020) y hasta prohibitivo (Ugulu, 2019) en la adopción y por ello, a menor el costo de los SFVI, mayor la probabilidad de adopción (Karakaya & Sriwannawit, 2015). Sin embargo, Alipour et al. afirman que “la evaluación del costo-beneficio es influenciada significativamente por los valores y personalidad del jefe/a del hogar” (2020).

Por ello, son necesarios esquemas de financiamiento adecuados a los ingresos de los usuarios (Karakaya & Sriwannawit, 2015). Guno et al. encontraron mayor efectividad en un esquema de pago sin enganche y con un plazo de 10 años (2021), particularmente en los usuarios de menores ingresos. En este sentido, Karakaya y Sriwannawit citan un estudio en Ghana que identificó que los SFVI disponibles eran de una potencia mayor a la capacidad de pago de los usuarios objetivo, por lo que ofrecer SFVI de menores proporciones puede facilitar su adopción (Karakaya & Sriwannawit, 2015). La sencillez del esquema también es relevante, pues Elmustapha et al. identificaron que el esfuerzo necesario para acceder a esquemas de financiamiento del gobierno no valía la pena para SFVI pequeños, por lo que los esquemas de financiamiento “deben considerar las necesidades, estilos y condiciones de vida de los usuarios” (2018, p. 9). En el mismo tenor, Alipour et al. afirman que la actitud del usuario sobre los aspectos económicos y

financieros, tales como la percepción de los incentivos y la regulación del gobierno, las motivaciones financieras, la percepción de costeabilidad y la percepción del costo de la electricidad, tienen un efecto positivo en la adopción (2020).

La disponibilidad de una oferta adecuada, es un factor fundamental para la adopción. De forma ilustrativa, en Ecuador Vallejo et al. concluyen: “dado que existe potencial técnico, pero no existe potencial económico ni comercial se concluye que los factores que impiden actualmente la implementación de la tecnología no son de características físicas (radiación solar disponible) o técnicas (sistemas FV), sino netamente por un mercado inmaduro y poco competitivo” (2020). Arraña y Guno llegan a conclusiones similares en Argentina y las Filipinas (2021;2020). Bawakyillenuo documenta el caso de Ghana, donde los usuarios no tienen acceso a una oferta adecuada pues las opciones existentes son muy grandes y caras para sus necesidades, denotando la inmadurez del mercado (2007, citado en Karakaya & Sriwannawit, 2015).

3.2. Ventaja relativa y política pública.

La ventaja relativa se forma contra otras alternativas de suministro eléctrico. Considera el costo (tanto el inicial como el costo nivelado), el impacto social, la estética, así como otros factores conductuales (Dalton 2008, citado en Zahari & Esa, 2016). La ventaja relativa también puede ser entendida como los “beneficios que se esperan de la innovación en relación con su costo” (Zahari & Esa, 2016, p. 447). En el caso de los SFVI, la ventaja relativa más recurrente es el menor costo de electricidad (costo nivelado de electricidad) contra la tarifa de suministro eléctrico de la red (Elmustapha et al., 2018; Ismail et al 2015; Moehlecke & Zanesco, 2019; Setyawati, 2020; Ugulu, 2019) donde la regulación juega un rol crítico. En Nigeria, la ventaja relativa es mayor para los usuarios que sufren de suministro eléctrico de baja calidad y que llegan a recurrir a generadores de emergencia para suplir las fallas de la red (Ugulu, 2019). También es mayor para los usuarios que pagan altas tarifas o altos costos para acceder a la electricidad.

La regulación juega un rol fundamental en conformar la ventaja relativa de los SFVI, particularmente al reducir los costos del sistema, a través de incentivos fiscales, y al mejorar el retorno de inversión al definir la contraprestación de la electricidad aportada a la red eléctrica. “En muchos países, los sistemas FV no son rentables sin el apoyo de políticas públicas” (Karakaya & Sriwannawit, 2015, p. 64) por lo que “la literatura sugiere que un ambiente de política pública efectiva y estable es crucial para el desarrollo de los sistemas FV” (Hidayatno et al., 2020, p. 732). El apoyo a la producción de electricidad de otras fuentes más contaminantes a través de subsidios generalizados a las tarifas eléctricas, es un ángulo al que debe prestarse atención en la política pública, pues desincentiva la adopción de SFVI al disminuir su ventaja relativa (Karakaya & Sriwannawit, 2015). Esto sucede con frecuencia a través del subsidio a las tarifas eléctricas convencionales, aunque el suministro sea proveniente de fuentes fósiles. En el sureste asiático Ismail et. al. reportan que la política pública de tarifa regulada (feed-in-tariff, en inglés) que genera un retorno de inversión suficiente es la de mayor efectividad (Ismail et al., 2015; Hidayatno et al.) hacen eco en Indonesia, y abundan que las siguientes políticas públicas por orden de efectividad son la medición neta (*net-metering*, en inglés) y la venta total (*net billing*, en inglés) (2020) perspectiva de las finanzas públicas en Colombia, Castaneda et al. estiman que la tarifa regulada es la política

pública que mayor rapidez de adopción genera por lo que logra en dos décadas casi 50% más reducción de emisiones que la medición-neta. Sin embargo, la medición-neta es la regulación más eficiente pues su implementación tiene un costo comparativo 6 veces menor (2018).

En otros aspectos regulatorios, en Hong Kong, Lo et al. reportan que “la falta de regulaciones FV, como la falta de métodos de calificación o estándares para los sistemas FV, es problemático pues crea una confianza limitada del consumidor” en la confiabilidad del SFVI (2018, p. 3).

3.3. Confiabilidad del SFVI.

Es fundamental que el SFVI sea de calidad, durable, confiable y tenga un desempeño adecuado (Elmustapha et al., 2018; Karakaya & Sriwannawit, 2015; Lo et al., 2018; Setyawati, 2020; Ugulu, 2019) para que se genere una actitud positiva toda vez que el SFVI satisface correctamente los requerimientos (Alipour et al., 2020). En las entrevistas realizadas por Elmoustapha et al. en Líbano, encontraron que los proveedores con frecuencia resaltan los componentes de procedencia extranjera, particularmente de países occidentales, para destacar la calidad de los sistemas (2018). En contraste, “componentes de baja calidad y proveedores deshonestos y poco confiables” contribuyen a una baja adopción (Ugulu, 2019). Adicionalmente, en Nigeria, “la inseguridad es un factor importante en lugares donde se teme que el SFVI pueda ser robado o vandalizado” (Ugulu, 2019). Debido a la complejidad percibida de los sistemas, los temores de los usuarios sobre su correcto uso y a la falta de capacidad para repararlos, los esquemas de pago por servicio pueden generar mayor tracción (Karakaya & Sriwannawit, 2015). En investigaciones relacionadas a productos que evocan confianza se han identificado que características ligadas a productos robustos, sólidos y de calidad evocan dicha emoción en los usuarios (Ortiz Nicolás, 2019).

3.4. Familiarización con la tecnología FV.

Alipour et al. (2020) destacan que mientras mayor el desconocimiento, más importante es la percepción del usuario e identificaron al conocimiento como el predictor con mayor correlación de adopción en un 75% de los casos. Por ello, el conocimiento es el precursor de la adopción (Ugulu, 2019) y en su ausencia, Karakaya y Sriwannawit lo identifican como una barrera crucial (2015). La falta de familiarización con la tecnología FV se manifiesta de diversas formas: poca o nula información de proveedores de confianza, escepticismo (Agaton & Villanueva, 2021), percepción de inmadurez de la tecnología, preocupaciones de seguridad e impacto en la salud, así como una falta de conocimiento generalizado en los productos, la instalación, mantenimiento y su funcionamiento técnico y regulatorio (Elmustapha et al., 2018; Lo et al., 2018; Padmanathan et al., 2019; Setyawati, 2020).

En la India, Padmanathan et al. afirman que “la sociedad inconscientemente cree que la tecnología solar es inmadura” (Padmanathan et al., 2019). En efecto, aunque la tecnología fotovoltaica se ha desarrollado rápidamente en los últimos años, la percepción pública aún no se ha actualizado y se considera de forma generalizada que su costo es elevado. Setyawati apunta que los usuarios jóvenes en Indonesia tienen una mayor propensión a buscar información por lo que al familiarizarse con la tecnología FV adquieren influencia en la decisión de adopción (2020).

3.5. Características del usuario.

Ugulu apunta que “los factores sociodemográficos como la edad, el ingreso, la educación y la propiedad de la vivienda son importantes, pero con frecuencia son menos relevantes [para la adopción] que otros factores técnicos y socio-económicos” (2019). Adicionalmente, la revisión bibliográfica de Alipour et al. concluye que el aporte de los factores sociodemográficos arroja resultados contradictorios en diversos estudios (2020). Por otro lado, Standal et al. reporta influencia de género en la adopción FV pues el dominio de la tecnología moderna sigue siendo percibido como un ámbito masculino (citado en Setyawati, 2020).

Varios estudios reportan que la adopción de SFVI depende de las creencias y la percepción del usuario sobre sus posibles beneficios (Karakaya & Sriwannawit, 2015; Setyawati, 2020; Zahari & Esa, 2016). La percepción está estrechamente ligada a la complejidad (Karakaya & Sriwannawit, 2015), lo cual pudiera estar relacionado con la mayor tendencia de adopción de los prosumidores (consumidores con altos conocimientos y habilidades que participan en la producción del producto o servicio) pues poseen un mejor dominio de la materia. Alipour et al. agregan que la adopción es influenciada con mayor peso por los valores y la personalidad del jefe o jefa de familia y su percepción del riesgo (2020).

3.6. Preocupación por el medio ambiente.

Si bien la mayoría de los artículos revisados a texto completo no reportan la preocupación por el medio ambiente como un factor de adopción determinante, varios autores reportan que es un factor considerado en la mayoría de las adopciones (Alipour et al., 2020; Setyawati, 2020). Por su cuenta, Zahari y Esa destacan que los prosumidores tienen mayor probabilidad de realizar compras considerando al medio ambiente (2016). Al no ser un factor determinante generalizado, es probable que la motivación de adopción por la preocupación por el medio ambiente esté subestimada por lo que se identifica como oportunidad para futuros estudios.

3.7. Influencia social y de autoridades.

La interacción social es una fuente de información que genera una resonancia que influye significativamente en la adopción fotovoltaica (Elmustapha et al., 2018). Es por ello que la influencia de los amigos y vecinos es relevante. A partir de la interacción social, los interesados pueden obtener retroalimentación sobre el desempeño de los SFVI, observar y despejar sus dudas a través de los SFVI instalados. Algunos proveedores incluso fomentan la interacción cara a cara para construir confianza e intensificar las redes sociales entre las partes, reflejando la importancia de las redes de distribución locales (Elmustapha et al., 2018). Es relevante, sin embargo, considerar que cuando existen preocupaciones comunitarias sobre la estética o seguridad de los SFVI y cuando la experiencia con un SFVI de algún vecino no ha sido positiva, la interacción social también puede disuadir la adopción (Karakaya & Sriwannawit, 2015; Lo et al., 2018). Para lidiar con estos retos, las soluciones deben de considerar estos factores, que el producto sea atractivo, seguro y confiable.

Algunos usuarios adoptan un SFVI para quedar bien con el círculo social con el que mantiene contacto o para presumir (Elmustapha et al., 2018; Padmanathan et al., 2019). Independientemente de la causa de la adopción, Moehlecke y Zanesco apuntan que “donde hay consumidores de clase media dispuestos a poner sistemas fotovoltaicos, ahí el mercado se establece y produce un crecimiento del número

de instalaciones” (2019), resaltando que las adopciones de la clase media tienen el potencial de ser habilitadores para que la industria se establezca y mejore su oferta.

Además de las figuras de influencia que provienen de la interacción social y que toman forma de amistades y vecinos, la influencia de figuras de autoridad como bancos, asociaciones vecinales, el suministrador de luz y entidades gubernamentales es de gran relevancia (Elmustapha et al., 2018; Padmanathan et al., 2019).

3.8. Simplificación.

Diversos estudios han establecido que la toma de decisiones se ve oscurecida por la incertidumbre, el exceso de información y de alternativas (Iyengar & Lepper, 2001; Proctor & Schneider, 2018). Debido a ello, la facilidad de entender y utilizar una innovación es un factor importante para predecir su difusión (Elmustapha et al., 2018) y la percepción de la simplicidad de la tecnología impacta en el proceso de adopción (Karakaya & Sriwannawit, 2015).

Los diversos motivadores descritos en este artículo confluyen en un conjunto de factores que hacen de la adopción FV un proceso complejo (Karakaya & Sriwannawit, 2015). Por ello, una de las labores comunes de los proveedores es simplificar la información y el proceso, y generar lazos sociales con los usuarios para des-complejizar y aumentar la confianza en la toma de decisión (Alipour et al., 2020; Elmoustapha et al., 2018). La simplificación actúa de forma individual en cada factor o en un conjunto de factores. Conforme la solución integral FV sea más fácil de entender y usar, potencialmente se detonará mayor difusión y aceptación.

Por ende, para motivar la adopción FV es significativo considerar la simplificación integral de la oferta. Particularmente, en la claridad con la que la ventaja relativa es articulada en una oferta adecuada soportada por un ambiente regulatorio estable y atractivo. Sobre este último punto, no se puede subestimar la importancia de la simplificación regulatoria y de las formas de familiarizarse con la tecnología FV, tales como la influencia social y de autoridades y los proveedores de confianza.

4. CONCLUSIÓN

La adopción de un SFVI es un proceso multifactorial complejo pues involucra elementos técnicos, económicos y sociales. En el Sur Global, este artículo identifica los siguientes motivadores de adopción: el costo y el financiamiento, la ventaja relativa, la familiarización con la tecnología FV, la confiabilidad del SFVI, las características del usuario, la preocupación por el medio ambiente, la influencia social y de autoridades y la simplificación.

Ya que estos factores se encuentran con frecuencia interrelacionados, las propuestas para fomentar la adopción de SFVI deben abordar diversos factores de forma integral tendiendo hacia la simplificación. De forma ilustrativa, existe la oportunidad de integrar soluciones accesibles que planteen un financiamiento ligado a la correcta operación del SFVI y que puedan generar familiarización a través de la influencia social dentro de las comunidades o de una figura de autoridad. Una propuesta de esta naturaleza respondería en acumulado al grueso de motivadores de adopción identificados.

Por último, debe destacarse el rol de la política pública en generar un ambiente estable, propicio y simplificado, en

donde la ventaja relativa y confiabilidad fomenten la adopción FV.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación cuenta con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

REFERENCIAS

- Agaton, C., & Villanueva, R. (2021). Optimal Investment Strategy for Solar PV Integration in Residential Buildings: A Case Study in The Philippines. *International Journal of Renewable Energy Development*, **10**, 79–89. <https://doi.org/10.14710/ijred.2021.32657>
- Alipour, M., Salim, H., Stewart, R. A., & Sahin, O. (2020). Predictors, taxonomy of predictors, and correlations of predictors with the decision behaviour of residential solar photovoltaics adoption: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **123**, 109749. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109749>
- Arraña, I., Chemes, J., Koffman, L., Mori, C., & Saenz, J. (2020). ¿Es rentable inyectar energía fotovoltaica a red en Santa Fe? *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **36**, 21–30. <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/erma/article/view/1385>
- Castaneda, M., Zapata, S., & Aristizabal, A. (2018). Assessing the Effect of Incentive Policies on Residential PV Investments in Colombia. *Energies*, **11**(10), 2614. [10.3390/en1102614](https://doi.org/10.3390/en1102614)
- Dados, N., & Connell, R. (2012). The global south. *Contexts*, **11**(1), 12–13. <https://doi.org/10.1177/1536504212436479>
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., ... Schlömer, S. (2011). IPCC special report on renewable energy sources and climate change mitigation. Prepared By Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>
- Elmustapha, H., Hoppe, T., & Bressers, H. (2018). Understanding Stakeholders' Views and the Influence of the Socio-Cultural Dimension on the Adoption of Solar Energy Technology in Lebanon. *Sustainability*, **10**(2), 364. <https://doi.org/10.3390/su10020364>
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, **22**(2), 338–342. [10.1096/fj.07-9492LSF](https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF)
- Hidayatno, A., Setiawan, A. D., Supartha, I. M. W., Moeis, A. O., Rahman, I., & Widiono, E. (2020). Investigating policies on improving household rooftop photovoltaics adoption in Indonesia. *Renewable Energy*, **156**, 731–742. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.04.106>
- IEA. (2019). Renewables 2019. Paris: IEA. Recuperado de IEA website: <https://www.iea.org/reports/renewables-2019>
- IPCC, Allen, M., Babiker, M., Chen, Y., de Coninck, H., Connors, S., ... Zickfeld, K. (2018). Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>
- Ismail, A. M., Ramirez-Iniguez, R., Asif, M., Munir, A. B., & Muhammad-Sukki, F. (2015). Progress of solar photovoltaic in ASEAN countries: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **48**, 399–412. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.010>
- Iyengar, S., & Lepper, M. (2001). When Choice is Demotivating: Can One Desire Too Much of a Good Thing? *Journal of personality and social psychology*, **79**, 995–1006. [10.1037/0022-3514.79.6.995](https://doi.org/10.1037/0022-3514.79.6.995)
- Karakaya, E., & Sriwannawit, P. (2015). Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **49**, 10.1016/j.rser.2015.04.058
- Knopf, J. W. (2006). Doing a Literature Review. *PS: Political Science & Politics*, **39**(01), 127–132. [10.1017/S1049096506060264](https://doi.org/10.1017/S1049096506060264)
- Lo, K., Mah, D. N.-Y., Wang, G., Leung, M. K., Lo, A. Y., & Hills, P. (2018). Barriers to adopting solar photovoltaic systems in Hong Kong. *Energy & Environment*, **29**(5), 649–663. <https://doi.org/10.1177/0958305X18757402>
- Lucon, O., Ürge-Vorsatz, D., Ahmed, A. Z., Akbari, H., Bertoldi, P., Cabeza, L. F., ... Jiang, Y. (2014). Buildings. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter9.pdf
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & Delgado López-Cózar, E. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of Informetrics*, **12**(4), 1160–1177. [10.1016/j.joi.2018.09.002](https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002)
- Moehlecke, A., & Zanesco, I. (2019). Situación actual de sistemas fotovoltaicos para generación distribuida en Brasil. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **41**, 79–85. <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/erma/article/view/1018>
- Ortiz, J. D. (2013). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala. *Visión electrónica*, **7**(1), 103–117.
- Ortiz Nicolás, J. (2019). Design based on Emotions: Evaluation of a Method and Two Tools to Achieve it. *Revista Diseña*, 1–30. [10.7764/disen.15.162-191](https://doi.org/10.7764/disen.15.162-191)
- Padmanathan, K., Govindarajan, U., Ramchandaramurthy, V. K., Rajagopalan, A., Pachaiyannan, N., Sowmmiya, U., ... Periasamy, S. K. (2019). A sociocultural study on solar photovoltaic energy system in India: Stratification and policy implication. *Journal of Cleaner Production*, **216**, 461–481. [10.1016/j.jclepro.2018.12.225](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.225)
- Proctor, R. W., & Schneider, D. W. (2018). Hick's law for choice reaction time: A review. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **71**(6), 1281–1299. [10.1080/17470218.2017.1322622](https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1322622)
- Setyawati, D. (2020). Analysis of perceptions towards the rooftop photovoltaic solar system policy in Indonesia. *Energy Policy*, **144**, 111569. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111569>
- Ugulu, A. I. (2019). Barriers and motivations for solar photovoltaic (PV) adoption in urban Nigeria. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, **21**. <https://doi.org/10.5278/ijsepm.2019.21.3>
- Vallejo, D., Dávila, R., Soria, R., & Ordóñez, F. (2020). Evaluación del potencial técnico y económico de la tecnología solar fotovoltaica para la microgeneración

eléctrica en el sector residencial del Distrito Metropolitano de Quito. *Revista Técnica "energía"*, **17**(1), 80–91.
<https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v17.n1.2020.399>

Zahari, A. R., & Esa, E. (2016). Motivation to adopt renewable energy among generation Y. *Procedia Economics and Finance*, **35**, 444–453.
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)00055-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)00055-1).