

Valoración de la adoptabilidad de estufas eficientes de leña en México: una aproximación desde la innovación inclusiva

Assessing the Adoptability of Efficient Wood-Burning Cookstoves in Mexico: An Approach Based on Inclusive Innovation

SANDRA L. MALAGÓN¹

OMAR R. MASERA²

¹Universidad del País Vasco UPV/EHU, España

²Universidad Nacional Autónoma de México, México

RESUMEN

En este artículo discutimos cómo la adopción de tecnología rural en México se puede guiar desde un enfoque de investigación e innovación responsables y de redes socio-técnicas, con énfasis en la inclusión. Se explora un modelo para valorar de manera práctica y relacional la adoptabilidad o potencial de adopción de una tecnología tomando como ejemplo las estufas eficientes de leña Patsari. Este ejemplo permite mostrar una manera relacional de entender el potencial de adopción en escenarios multiculturales y complejos como el del México rural desde una perspectiva que fomenta la inclusión.

Palabras clave: *innovación responsable; adopción; estufas eficientes; ecotecnologías.*

ABSTRACT

This article discusses how rural technology can be adopted using an inclusive approach. We take socio-technical networks and responsible research and innovation frameworks to develop a model for assessing adoptability in rural areas. This model explores adoption potential, using Patsari cookstoves, widely used in Mexico, as an example. This example shows a relational way of adoptability in complex and multicultural contexts, such as rural Mexico, from an inclusive perspective.

Keywords: *responsible innovation; adoption; efficient cookstoves; grassroots innovation.*

Los grandes fracasos que han protagonizado los programas dirigidos a la difusión tecnológica en el medio rural han hecho resurgir en el ámbito académico el interés por entender los procesos de generación, adopción y uso sostenido de las tecnologías en estos medios (Ruiz-Mercado y Masera, 2015). A diferencia de los enfoques dominantes en los que la adopción tecnológica es estudiada como un proceso que depende casi exclusivamente de las características individuales de los usuarios (véase, por ejemplo, Rogers (1995)), en este trabajo entendemos la adopción como un proceso en el cual los artefactos se consideran inmersos en redes socio-técnicas.

Bajo este último enfoque se asume que el éxito en la adopción y uso de las tecnologías depende de la generación de interrelaciones que permitan integrar los intereses

de los usuarios no solo durante la implementación sino desde la concepción misma de la tecnología. Esta manera de entender la adopción nos permite considerar a las tecnologías como algo más que meros aparatos relacionados con sus usuarios inmediatos, ampliando las variables a tener en consideración a toda la red de actores¹ y relaciones que podrían ser importantes para asegurar su uso y potenciales beneficios a largo plazo. Además, otro gran beneficio de este enfoque es que puede aplicarse no solo de manera *ex post*, es decir para entender los impactos de una tecnología, sino también de manera *ex ante*, en este caso para entender la “adoptabilidad” o el potencial de adopción del dispositivo bajo análisis.

Las estufas eficientes de leña representan un ejemplo interesante para examinar la adoptabilidad de una tecnología desde una perspectiva inclusiva y relacional, ya que han sido presentadas como alternativas viables para reducir los problemas de salud y ambientales asociados al uso de fogones tradicionales, problemas que afectan al 40% más pobre del planeta. Estas estufas han sido difundidas ampliamente en el sector rural de los países en desarrollo y presentan numerosas interacciones con cuestiones culturales, de género, de salud, ambientales y técnicas, entre otras.

En este trabajo se estudian las variables y actores que influyen en la adoptabilidad de las estufas de leña Patsari, un artefacto que consideramos cumple con los criterios para ser considerado ecotecnología y que ha sido ampliamente difundido en zonas rurales de México para combatir la contaminación intramuros (esto es, la contaminación en el interior de las viviendas) y el uso excesivo de leña

1 En el marco de redes socio-técnicas también podría ser usado el término “actante” para designar a actores humanos y no humanos, con la finalidad de evitar la carga simbólica ligada a “ser personas”. Véase Callon (1986).

como combustible doméstico asociado a los fogones tradicionales. Para ello utilizamos el *método de análisis de juego de actores* (MACTOR) como metodología de análisis prospectivo (Godet, 2000) para realizar un análisis inicial de la red socio-técnica de las estufas Patsari y sus sistemas de cocinado asociados en zonas rurales de México. En este sentido, la metodología MACTOR nos sirve como una herramienta para analizar la red socio-técnica de las estufas de leña Patsari, a partir de la cual podemos obtener información útil para generar estrategias que mejoren los niveles de adopción desde una perspectiva inclusiva del proceso de innovación. Presentamos, por tanto, una propuesta de integración de marcos teóricos como el de redes socio-técnicas y *Responsible Research and Innovation* (RRI) con herramientas de análisis como MACTOR, con el fin de ponerla en práctica en la implementación de las ecotecnologías.

El artículo tiene la siguiente estructura. A continuación presentamos el contexto de cocinado en el México rural y las problemáticas que pueden surgir del uso del fogón, tales como la exposición al humo y la combustión ineficiente. En el siguiente apartado introducimos los programas de estufas eficientes de leña que surgen como respuesta a los efectos negativos de los fogones. Posteriormente, exponemos cómo se ha concebido la adopción hasta ahora y cómo podría ser desarrollada desde la perspectiva de la innovación inclusiva. En los siguientes tres apartados abordamos la metodología del análisis de actores aplicada a la valoración de adoptabilidad de estufas Patsari, presentando los objetivos, los resultados obtenidos y su análisis, respectivamente. Por último, terminamos con las conclusiones acerca de nuestra propuesta y las implicaciones que puede tener para la adopción de tecnologías en zonas rurales.

PROBLEMÁTICA DEL COCINADO TRADICIONAL CON FOGONES DE LEÑA EN EL MÉXICO RURAL

México es un país con una gran riqueza culinaria que se sigue manteniendo desde la época precolombina, gracias a la diversidad de materias primas autóctonas y a las técnicas para preparar y conservar los alimentos propios del modo de vida mexicano (López, Lara y Pérez, 2006). En las comunidades rurales aún podemos observar a las familias que se reúnen a comer junto al fogón de leña, dispositivo en el cual las mujeres van preparando tortillas, un alimento fundamental, para acompañarlas de frijoles, chile y algún guisado de acuerdo a las costumbres y posibilidades económicas de cada familia (Esteva, Marielle y Aguilar, 2003). Las tortillas son el alimento más versátil y consumido en la dieta de los mexicanos rurales. Por ello, un buen proceso de cocinado es básico por su alto valor cultural y alimenticio (López, Lara y Pérez, 2006). En este proceso, la forma de cocinarlas está íntimamente relacionada con la leña como combustible y los fogones como dispositivos de cocinado. Aproximadamente el 48% del total de la demanda energética residencial en zonas rurales del país es cubierta por leña o carbón, principalmente para satisfacer las necesidades de cocinado, pero también de calefacción e iluminación (Serrano-Medrano, Arias-Chalico, Ghilardi y Maserá, 2014).

Comúnmente los artefactos para la combustión de leña son los fogones, dispositivos formados por una base de piedras sobre la cual se pone un comal u olla para cocinar. Su sencillez técnica y facilidad de uso los convierten en un tipo de dispositivo ampliamente utilizado. Sin embargo, resultan ineficientes en la quema de biomasa y pro-

vocan la inhalación de gran cantidad de humo, causando efectos sociales, ambientales y económicos negativos. Ejemplos de estos problemas son el uso excesivo de leña, la degradación de los ecosistemas, la emisión de gases de efecto invernadero, el alto coste económico que supone la compra de leña en lugares donde existe escasez de este recurso (Bailis, Chatellier y Ghilardi, 2012; Smith, 2006), el riesgo de quemaduras en niños pequeños, y las enfermedades que van desde cataratas e infecciones en el sistema respiratorio hasta cáncer y enfermedades cerebrovasculares (Lim *et al.*, 2012).

Estas consecuencias representan riesgos socio-ambientales, los cuales son producidos no solo por el uso de biomasa como combustible en sí mismo, sino más bien por el uso de dispositivos que carecen de las características técnicas mínimas para favorecer la combustión completa y una adecuada disposición del humo generado (Masera, Díaz y Berrueta, 2005).

LOS PROGRAMAS DE ESTUFAS EFICIENTES DE LEÑA EN MÉXICO

Para reducir los problemas socio-ambientales asociados con los fogones tradicionales de leña se ha planteado la introducción de tecnologías como las estufas eficientes de leña, las cuales reportan una disminución del consumo de leña, mayor seguridad para cocinar y una reducción de contaminantes en el interior de las viviendas, adaptándose a las necesidades de cocinado de las zonas rurales (Masera, Díaz y Berrueta, 2005). Estos esfuerzos responden a la gran cantidad de usuarios que utilizan la leña como principal combustible doméstico y que según Serrano-Medrano, Arias-Chalico, Ghilardi y Masera (2014) para 2030 representarán el 60% de la población en al menos la mitad de las regiones del país.

En México se han desarrollado proyectos en diferentes regiones, de entre los cuales destaca el de las estufas Patsari, que ha logrado reducir hasta en un 70% el consumo de combustible y mitigar la contaminación intramuros de monóxido de carbono hasta en un 95% (García-Frapolli *et al.*, 2010). La estufa Patsari reduce la dependencia de combustibles de difícil acceso para las usuarias (tales como el gas licuado o la electricidad), su construcción es de bajo costo, y su uso y mantenimiento es sencillo. Asimismo, fomenta el desarrollo local con la capacitación de los técnicos en cada comunidad para la instalación de las estufas, y es aceptado e integrado en las prácticas de las usuarias (Berrueta, Edwards y Masera, 2008; Masera, Díaz y Berrueta, 2005).

Las estufas Patsari surgieron de un proceso participativo en el que se incluyeron investigadores, técnicos de campo y promotores del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), en colaboración con el Centro de Investigaciones en Ecosistemas y el Instituto de Ingeniería de la UNAM, y numerosas usuarias de las poblaciones locales (Masera, Díaz y Berrueta, 2005).

INNOVACIÓN INCLUSIVA EN LA VALORACIÓN DE ADOPTABILIDAD

Para que los beneficios potenciales de las Patsari y otras estufas eficientes pasen a ser beneficios reales, es necesario que sean adoptadas por las usuarias. La investigación sobre la adopción de innovaciones se remonta a varias décadas y se basa principalmente en las aportaciones de Everett Rogers, quien analizó el problema de la adopción de innovaciones por medio de su teoría de la difusión de innovaciones (Rogers, 1995). Esta teoría identifica las características individuales de cada posible usuario de una innovación tecnológica para determinar de qué manera va a

enfrentar la decisión de probar o no una idea nueva. Es decir, explica el proceso de cambio social poniendo énfasis en que la novedad de la idea percibida por el individuo determina su reacción ante ella. Más recientemente, en México, autores como Ruiz-Mercado, Masera, Zamora y Smith (2011), Troncoso (2014), Troncoso, Armendáriz y Alatorre (2013), y Pine, Edwards, Masera, Schilmann, Marrón-Mares y Riojas-Rodríguez (2011), abordaron, con enfoques diversos, el problema de la adopción de las estufas eficientes.

En este trabajo proponemos un enfoque alternativo para entender la adopción y valorar su potencial (adoptabilidad) con base en la innovación inclusiva y la teoría de redes socio-técnicas. En contraste con la teoría de la difusión de innovaciones de Rogers, que responde a los modelos de investigación social en los que las características sociales y psicológicas de las usuarias son el factor determinante para adoptar una tecnología, nuestra propuesta se basa en analizar las interacciones entre agentes.

La inclusión que nos interesa en este trabajo está vinculada a la idea de *Responsible Research and Innovation* (RRI). El marco RRI surge del interés creciente de la Unión Europea por reconocer la necesidad de enfoques más amplios y complejos respecto a la responsabilidad, que no estén únicamente centrados en la gestión de innovaciones tecnológicas en función de riesgos y problemas objetivamente delimitados, sino que lo hagan también (y más bien) a lo largo de todo el proceso de innovación e incorporando los intereses y valores de los diferentes actores societales (von Schomberg, 2015). Este planteamiento se recoge en el Pro-

grama Marco Horizon 2020 (2014-2020), donde se destaca un enfoque de "ciencia *con y para* la sociedad"².

El marco RRI reformula la innovación como un fenómeno contingente, donde la base es la diversidad de valores, intereses y conocimientos que dinamizan y constituyen las innovaciones. Desde la visión fuerte de inclusión que proponemos, los agentes involucrados se entienden como actores societales y no como *stakeholders*. Esto último se basa asimismo en la idea de *responsiveness*³, es decir, en la capacidad de respuesta de los actores. Partiendo de von Schomberg (2012) y Stilgoe, Owen y Macnaghten (2013), los actores societales son agentes con la capacidad de formar parte de procesos de toma de decisiones sobre los impactos socio-técnicos positivos y negativos en un contexto determinado, y de compartir la responsabilidad y desarrollar una respuesta y reacción a las evoluciones externas causadas por el entorno u otros actores. Una diferencia importante entre esta y otras aproximaciones es que el foco está puesto en la toma de decisiones y no solo en la deliberación, a diferencia de lo que ocurre en otras propuestas de corte habermasiano.

La *responsiveness* nos permite repensar a los actores, sobre todo a aquellos en desventaja, como seres racionales, con habilidades, conocimientos, voluntad y compromiso, para ser parte de los procesos de innovación que afectan a su realidad. Esto coincide con lo que Bonfil Batalla (1991) denomina un proceso de "cultura apropiada", que ocurre cuando elementos culturales ajenos (en este caso tecnolo-

2 European Commission, Horizon 2020 – "Science with and for Society": <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>. Fecha de último acceso: 05/07/2019.

3 De acuerdo con Nielsen (2016), el concepto de *responsiveness*, o capacidad de respuesta, se ha convertido en un concepto clave para RRI y la gobernanza que ayuda a superar el dualismo entre principio de precaución y desarrollo de innovaciones, en beneficio del medio ambiente, la sociedad y la innovación.

gías) son incorporados a un grupo (por ejemplo, una comunidad rural) y este grupo tiene la capacidad de usarlos y decidir sobre ellos, evitando así prácticas de innovación que generan imposición o enajenación. Es decir, las tecnologías son parte de un proceso cultural tecno-científico donde la innovación puede desarrollarse de una manera inclusiva en la que no se genere alienación ni degradación cultural, sino procesos interculturales que permitan el desarrollo de los pueblos, incluyendo cambios en sus formas de vida, y sin pérdida de su identidad —tal y como señala Olivé (2011)—.

Siguiendo la línea de pensamiento de los trabajos de Olivé (2007) y Rescher (1993), podemos asumir que nos encontramos dentro de sociedades pluralistas, donde interactúan agentes de distintas comunidades, existen valores inconmensurables y el disenso en la toma de decisiones es una posibilidad. Es difícil agrupar todas las opciones o ideas bajo una única concepción comprensiva, por lo que a lo máximo que puede aspirarse no es a una ética del discurso consensualista, sino a una nueva concepción donde un agente racional no busca la optimización de sus intereses, sino la satisfacción de los mismos dentro de un determinado rango de valores. Aun así, al interactuar agentes con marcos conceptuales, valores, intereses y estándares de evaluación distintos (y en ocasiones opuestos), no hay ninguna garantía de llegar siempre a acuerdos racionales, ni de asegurar la puesta en marcha de privilegios de poder.

Es clara la necesidad de la inclusión en un sentido fuerte. Sin embargo, las condiciones de su habilitación son complejas ya que las capacidades de los actores son diversas y las relaciones de poder juegan un papel importante. Tal y como menciona Miranda Fricker (2007), en general son los poderosos quienes construyen el mundo so-

cial, por lo que generar las condiciones de participación de los excluidos y marginados constituye un reto que, sin embargo, hay que superar si pretendemos futuros donde las decisiones sean realmente plurales.

En este trabajo consideramos importante discutir no solo quién y cuándo participa en la innovación, sino también cómo participa, ya que en situaciones de vulnerabilidad hay que garantizar los mecanismos de inclusión y participación para todos los involucrados. También se deben discutir los requisitos para lograr que realmente se representen los valores e intereses de todos los actores.

A la hora de armar la red socio-técnica de cocinado en zonas rurales de México, utilizamos la herramienta *método de análisis de juego de actores* (MACTOR). Para ello, se identifican las relaciones entre actores y entre actores y objetivos. En términos socio-técnicos, esto equivaldría a la descripción del enrolamiento (Callon, 1995); es decir, las alianzas y resistencias que se generan entre los actores. En el caso de las estufas Patsari, el potencial de adopción está influenciado sobre todo por el número y la calidad de las relaciones existentes que ofrecen resistencia a la introducción del nuevo dispositivo.

Este análisis también nos da información sobre las relaciones importantes entre actores que afectan a la inclusión. Como veremos más adelante, pueden existir diferencias entre los objetivos e intereses de los actores con un alto nivel de influencia y aquellos de los actores con poca influencia, y muchas veces son estos últimos los que más sufren los efectos negativos del uso de dispositivos ineficientes, como ocurre en el caso de los fogones.

METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE ACTORES Y OBJETIVOS EN LA
VALORACIÓN DE ADOPTABILIDAD DE ESTUFAS PATSARI

El análisis de adoptabilidad de estufas eficientes de leña es un ejercicio inicial, en el que buscamos comenzar a entender cuáles podrían ser las bases de la valoración para determinar el potencial de adopción de tecnologías rurales por medio de un análisis de relaciones entre actores y sus objetivos.

El caso de estudio se construyó a partir de una extensa revisión de la literatura, visitas a comunidades y revisión de foros en redes sociales para explorar y visualizar los dispositivos tradicionales de cocinado en zonas rurales de México, los problemas de salud y ambientales que generan, así como las propuestas de estufas eficientes de leña, particularmente del modelo Patsari. Los resultados presentados son de tipo genérico y no representativos de una comunidad específica. Deben realizarse estudios locales más detallados para delimitar en cada caso cuáles serían las relaciones y actores más importantes.

La herramienta elegida para analizar la relación entre actores es el *método de análisis de juego de actores* MACTOR (Godet, 2000). Esta permite, con ayuda de una matriz que relaciona todos sus actores constitutivos, reflexionar en torno a las interacciones y características de aquellos que participan en el sistema de estudio y que son consideradas en las diferentes partes del método. Para ello, es necesario contar con los siguientes datos de identificación:

- Listado de actores. Consta de aquellos actores que caracterizan y participan del sistema a analizar, definidos y descritos de manera precisa y detallada.
- Objetivos. La determinación de los objetivos de cada actor es clave para determinar su interrelación y consecución. Para cada actor, se definen las características de los objetivos que persigue, así como el tipo de objetivo.

- Relación entre actores. Finalmente, se determinan los diferentes tipos de relación entre actores: relaciones bilaterales, de influencia, y de dependencia.

La explicación detallada es indispensable para facilitar el análisis y la localización de sus relaciones. La ficha que compila la información y los resultados de los puntos anteriores se representa en la siguiente figura:

Actor

Actor 1

Definición			
Objetivos	Núm.	Tipo	Objetivo
	1		
	2		
	3		
Relación entre actores		Relación bilateral	Relación de influencia
			Relación de dependencia
			<ul style="list-style-type: none"> — 4 Relación potencial — 3 Relación fuerte — 2 Relación media — 1 Relación débil

Figura 1. Ficha de datos

Tras realizar la definición precisa de los actores y su caracterización, se procede a realizar su cruce a través de la relación de objetivos con una matriz de doble impacto, donde se ponderan las relaciones de influencia-dependencia de cada actor-objetivo en relación con los demás pertenecientes a la red de análisis. Estas relaciones son caracterizadas por el tipo de relación que ejercen sobre los otros, ya sea nula (0), débil (1), moderada (2), fuerte (3) o potencial (4).

El proceso de cruce anterior permite poder posicionar a cada uno de los actores en un plano cartesiano donde se muestra el grado de dependencia e influencia que ejerce cada actor sobre los otros, así como su rol dependen-

do de su posición en el plano (Figura 3). Siguiendo la clasificación de MACTOR, hay cinco tipos principales de actores:

- Actores dominantes. Son fuertemente motrices y poco dependientes; son quienes determinan el cumplimiento de los objetivos del sistema fungiendo como frenos o motores potenciadores de estos.
- Actores de enlace o actores clave. Son muy motrices para lograr los objetivos, pero muy dependientes de las acciones determinantes.
- Los actores autónomos resultan ser poco influyentes o motrices y a la vez poco dependientes. Corresponden a inercias que se dan entre las acciones y los objetivos de los otros actores. No son determinantes para que los demás actores fijen sus objetivos, pero a su alrededor se constituyen un gran número de estos.
- Actores dominados. Son aquellos poco influyentes, pero altamente dependientes de los objetivos de los otros actores del sistema. Se traduce su locación como actores impactados por otros, pero de poco impacto sobre los demás.
- Finalmente, sobre los actores estratégicos, que son altamente influyentes y dependientes, están las principales acciones objetivas del sistema.

El análisis del juego de actores es útil para identificar la confrontación de sus proyectos, los medios de acción que son esenciales a la hora de evaluar los retos estratégicos, las cuestiones clave para futuros resultados, y las consecuencias de los conflictos posibles.

RESULTADOS

Al aplicar el modelo MACTOR a las estufas Patsari, se identificaron 17 actores (Figura 2). Es importante resaltar que según la metodología de redes socio-técnicas, los su-

jetos no son los únicos actores; los denominados “objetos” también lo son.⁴

Actores

- | | |
|----------------------------------|-----------------------|
| 1 EEL (Estufa eficiente de leña) | 9 Comunidad |
| 2 Fogón | 10 Hombres/maridos |
| 3 Estufa de gas | 11 Infantes |
| 4 Usuaris | 12 Leña |
| 5 Academia | 13 Otros combustibles |
| 6 ONGs | 14 El bosque |
| 7 Familia | 15 El humo |
| 8 Programas de implementación | 16 La milpa |
| | 17 Las cocinas |

Figura 2 Actores

Al realizar la ponderación de las relaciones directas entre cada actor y ordenarlas en una matriz de impactos cruzados, se puede ver la influencia y dependencia de cada actor (Figura 3). Aquí se observó que el fogón, las estufas eficientes y la comunidad fueron los actores más influyentes. Por otro lado, mientras mayor es el valor del renglón final, mayor es la dependencia del actor. En este caso los infantes y las cocinas fueron los más dependientes.

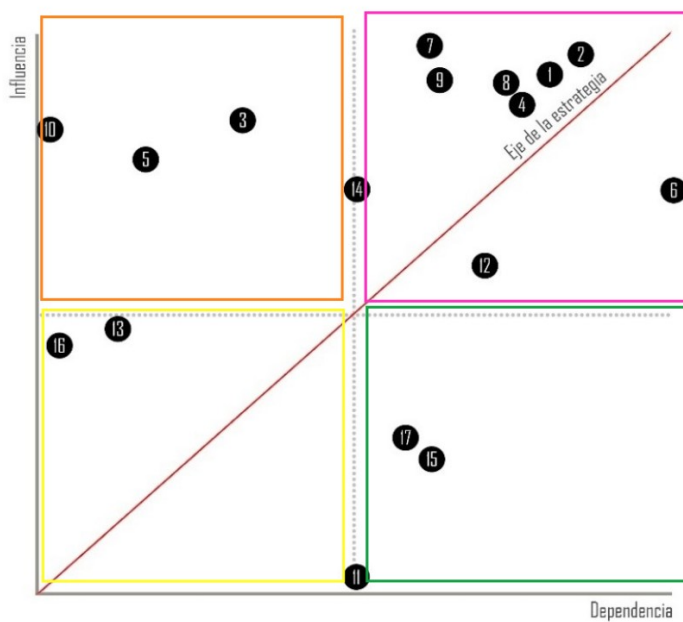
4 Cualquier objeto o humano puede tener un papel relevante en la red. Su rango es definido por su conectividad en términos socio-técnicos. Los actores o actantes pueden ser, entonces, individuales o colectivos, humanos y no humanos, y estar dotados de un estatus ontológico definido por su contexto gracias al proceso de traducción (Callon, 1986).

		Matriz de impactos cruzados (relaciones directas entre actores)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Influencia (Y)
1			3	1	2	2	2	2	2	1	1	1	3	1	3	4	0	2	30
2		4		2	2	4	3	1	4	2	1	1	3	1	3	4	0	2	37
3		1	3		1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	4	0	2	26
4		3	4	2		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	28
5		3	3	1	1		1	1	2	1	0	1	2	1	1	1	1	1	21
6		3	3	1	1	1		1	1	1	0	1	2	1	1	2	1	1	21
7		2	2	2	3	1	2		2	4	1	1	3	1	1	1	2	3	31
8		3	4	1	2	1	2	2		1	1	1	1	1	2	1	1	3	27
9		1	4	1	1	1	2	3	4		1	1	4	1	4	0	2	0	30
10		1	1	1	3	0	1	3	1	3		4	1	1	2	1	3	1	27
11		0	0	0	0	0	0	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	3
12		3	4	0	2	0	3	2	1	2	0	0		0	0	0	0	1	18
13		1	1	3	1	0	2	0	0	1	0	0	0		1	3	1	3	17
14		2	4	0	1	0	3	2	1	4	1	1	4	0		0	0	0	23
15		0	0	0	3	0	3	0	2	1	0	3	0	0	0		0	1	13
16		0	0	2	2	0	1	3	1	2	1	2	0	0	0	0		0	14
17		1	0	0	2	0	2	2	1	0	0	1	0	0	1	0		0	10
Dependencia (x)		28	36	17	27	12	31	25	25	26	9	20	27	11	22	25	12	23	

P ó 4 Relación potencial
3 Relación de influencia directa fuerte
2 Relación de influencia directa media
1 Relación de influencia directa débil
0 Sin relación

Figura 3. Matriz de relaciones directas entre actores

La matriz de cruce anterior (Figura 3) permite posicionar a cada uno de los actores en un plano cartesiano donde se muestra el grado de dependencia e influencia que ejerce cada actor sobre los otros, así como su rol dependiendo de su posición en el plano. Como se dijo en la sección anterior, existen 4 posibilidades: actores dominantes, dominados, de enlace y estratégicos (Godet, 2000).



Actores

- 1 EEL (Estufa Eficiente de Leña)
- 2 Fogón
- 3 Estufa de gas
- 4 Usuaris
- 5 Academia
- 6 ONG's
- 7 Familia
- 8 Programas de implementación
- 9 Comunidad
- 10 Hombres/maridos
- 11 Infantes
- 12 Leña
- 13 Otros combustibles
- 14 El bosque
- 15 El humo
- 16 La milpa
- 17 Las cocinas

- Actores dominantes
- Actores de enlace
- Actores autónomos
- Actores dominados

Figura 4. Mapa de influencia/dependencia directa de actores

Los resultados muestran lo siguiente:

Tabla 1. Clasificación de actores

Clase	Actor
Actores dominantes	3 Estufa de gas
	5 Academia
	10 Hombres/maridos
Actores dominados	14 El bosque
	11 Infantes
	15 El humo
Actores estratégicos	17 Las cocinas
	1 EEL (Estufa eficiente de leña)
	2 Fogón
Actores autónomos	4 Usuarías
	8 Programas de implementación
	11 Infantes
	13 Otros combustibles
Actores de enlace o actores clave	16 La milpa*
	1 EEL (Estufa eficiente de leña)
	2 Fogón
	4 Usuarías
	6 ONGs
	7 Familia
	8 Programas de implementación
9 Comunidad	
	12 Leña
	14 El bosque

* La milpa es un sistema agrícola tradicional mesoamericano conformado por un policultivo, que incluye, entre otras especies y dependiendo de la región, maíz, frijol, calabazas, chiles o tomates.

En la Tabla 1 podemos observar la clasificación de los actores. Puede observarse que dentro de los actores dominantes se encuentran los hombres, la academia y la estufa de gas. Las usuarias, el fogón, y las estufas eficientes, en cambio, son actores de enlace y estratégicos. Esto indica, por ejemplo, que los varones inciden de manera directa sobre toda la red con sus decisiones, mientras que las mujeres son fundamentales en el funcionamiento de la red, pero sujetas a los actores dominantes.

La jerarquía de los actores puede observarse en la Tabla 2. Esta tabla compila el número de identificación del

actor, su magnitud de influencia y de dependencia, y la magnitud diferencial resultante, la cual indica el orden prioritario de ese actor dentro de la red. Así, vemos que los hombres/maridos son los más influyentes y los infantes los más influidos.

Tabla 2 Magnitud diferencial de actores

Actor	Da	Recibe	Grupo de influencia
10 Hombres/maridos	27	9	18 Son influyentes
3 Estufa de gas	26	17	9 en los demás
5 Academia	21	12	9 actores para
7 Familia	31	25	6 lograr sus
13 Otros combustibles	17	11	6 objetivos
9 Comunidad	30	26	4
1 EEL (Estufa eficiente de leña)	30	28	2
8 Programas de implementación	27	25	2
16 La milpa	14	12	2
2 Fogón	37	36	1
4 Usuarías	28	27	1
14 El bosque	23	22	1
12 Leña	18	27	-9 Son influidos por
6 ONGs	21	31	-10 los demás
15 El humo	13	25	-12 actores para
17 Las cocinas	10	23	-13 lograr sus
11 Infantes	3	20	-17 objetivos

Derivado de la definición de los actores, se obtuvo un conjunto de objetivos que tienen la finalidad de evidenciar los objetivos globales de todos los actores que participan de la red que pueden influir en la adopción de las estufas Patsari (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla de objetivos

Objetivos	
1	Reducir la exposición al humo y preservar la salud
2	Reducir el consumo de leña y maximizar los recursos económicos
3	Cocinar alimentos
4	Preservar la cultura culinaria, valores y tradiciones
5	Mejorar la seguridad de las cocinas rurales
6	Funcionar como calefacción al espacio de cocinado
7	Iluminar el espacio de cocinado

8	Hacer eficiente el proceso de cocinado en tiempo al encender
9	Hacer eficiente el proceso de cocinado en tiempo al cocinar
10	Desarrollar, probar, validar tecnologías de cocinado y herramientas
11	Favorecer la adopción de tecnologías de EEL seguras y eficientes
12	Gestionar recursos económicos
13	Intervenir en comunidades rurales
14	Manejar sosteniblemente los recursos naturales
15	Proporcionar bienestar a la familia
16	Servir como combustible
17	Causar enfermedades respiratorias
18	Servir de alimento
19	Ser un espacio de convivencia
20	Ser un espacio de cocinado
21	Proveer al usuario tecnología que pueda usar, mantener y reparar

Finalmente, en la Figura 5 se presenta el cruce de actores y objetivos junto con una valoración sobre qué actores tienen mayor interés en conseguir la serie de objetivos delimitados en la Tabla 3. Se considera el valor cero como un interés nulo y cuatro un interés máximo. Podemos ver por ejemplo que, en relación con el primer objetivo, reducir la exposición al humo y preservar la salud, el interés de las mujeres es el máximo (valor cuatro) mientras que el de los hombres tiene un valor de uno. Dado que son las mujeres quienes sufren la mayor exposición al humo, cabría considerar natural su interés. Mientras que los hombres, al no sufrir las consecuencias de una manera directa, pueden mostrar menor disposición a realizar acciones para reducir la contaminación intramuros.

ACTORES	OBJETIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 EEL (Estufa eficiente de leña)	3	3	3	2	4	0	0	3	3	1	1	1	2	3	3	0	0	0	0	0	4
2 Fogón	0	0	4	4	0	4	4	1	2	1	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	4
3 Estufa de gas	4	4	4	2	3	0	0	3	3	3	2	1	2	2	2	0	0	0	0	0	2
4 Usuarías	4	4	4	4	3	0	0	2	2	0	4	3	0	2	3	0	0	0	0	0	0
5 Academia	3	2	0	3	3	0	0	1	1	3	4	3	2	1	2	0	0	0	0	0	4
6 ONGs	3	3	0	3	3	0	0	2	2	3	3	4	4	3	4	0	0	0	0	0	2
7 Familia	1	2	1	4	1	0	0	0	0	0	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0
8 Programas de implementación	4	4	0	4	4	0	0	3	3	4	4	4	4	3	4	0	0	0	0	0	4
9 Comunidad	1	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10 Hombres/maridos	1	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Infantes	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 Leña	0	1	4	4	0	4	3	1	1	3	3	0	0	3	4	4	1	0	0	0	0
13 Otros combustibles	3	3	3	2	2	0	0	3	3	1	2	2	2	2	3	0	0	0	0	0	1
14 El bosque	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0
15 El humo	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
16 La milpa	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0
17 Las cocinas	0	0	1	3	3	1	3	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	4	4	0

Figura 5. Relación entre actores y objetivos

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Con la metodología MACTOR, se hace evidente que los actores y sus capacidades para conseguir ciertos objetivos no son importantes *per se*, sino que estos adquieren significado por sus interacciones en la red socio-técnica. La identificación de los actores y sus relaciones nos permiten identificar qué actores pueden tener alguna influencia sobre el desarrollo futuro del sistema. En nuestro caso específico, esta metodología nos permite identificar aquellos actores especialmente relevantes para cumplir los objetivos de adopción de las estufas eficientes en función de su papel dentro de la red. Por ejemplo, un actor con mucha influencia en la red que esté en contra de los objetivos del programa de implementación deberá ser identificado de manera temprana y se deberá intentar conseguir puntos de acuerdo con él para que favorezca la adopción de la tecnología.

La principal ventaja de este marco es que nos permite organizar objetos y acciones que no tienen una articulación evidente y, por tanto, develar algunos fenómenos de difícil percepción. En términos socio-técnicos, la construcción de la red y la descripción de la etapa de enrolamiento (Callon, 1995) permiten identificar las alianzas y resistencias que se generan en la red. En el caso de las ecotecnologías, por ejemplo, la alianza entre usuarios, implementadores y tecnología es fundamental para lograr su adopción. No obstante, para poder consolidarse, esta debe luchar con la resistencia que impone el vínculo de los usuarios con sus tecnologías o prácticas anteriores.

En nuestro caso de estudio genérico sobre la adopción de las estufas Patsari en México, los hombres y las familias que conforman la comunidad son quienes determinan en mayor medida el cumplimiento de los objetivos y a la vez son ellos los menos afectados por las consecuencias negativas del uso del fogón. Los programas suelen centrarse en el trabajo con las mujeres, que son quienes utilizan la tecnología. Sin embargo, en este trabajo, las mujeres aparecen como actores motrices, importantes para lograr los objetivos, pero a su vez muy dependientes de las acciones de los actores determinantes. Así, una recomendación concreta del trabajo es que las estrategias de implementación de estufas podrían beneficiarse de hacer partícipes a los hombres de la familia para lograr resultados a largo plazo.

La diferencia de diecisiete puntos entre la influencia de las usuarias y la de los hombres de la familia, aunque no es un tema que directamente traten los programas de implementación de estufas en México, sugiere que nos encontramos ante una situación en donde el empoderamiento de la mujer puede ser crucial para mejorar a largo plazo la adopción tecnológica. Incluir a los hombres, como se mencionó anteriormente, es importante pero también lo

es dar a las mujeres la oportunidad de decidir sobre sus propias condiciones, al ser las principales afectadas por el uso de los fogones. No podemos menos que sugerir que trabajar en la equidad de género puede ser un asunto relevante para incidir en la adopción.

Otro ejemplo es el de la estufa de gas, que también es un actor especialmente relevante y que no suele estar considerado en los programas de estufas eficientes que se centran más bien únicamente en el fogón. Como señalan diversos estudios como el de Ruiz-Mercado y Masera (2015) no se trata solo de sustituir un artefacto (fogón) por otro (estufa de leña), sino de entrar en el complejo sistema de cocinado de las zonas rurales. Así, la presencia de estufas de gas nos puede dar diferentes indicios del potencial de adopción de una nueva tecnología, ya que esa presencia representa un indicador que da cuenta de la diversificación de relaciones del usuario y de la predisposición al cambio, así como de sus habilidades para aprender a usar un nuevo dispositivo, aportando información que puede ser utilizada posteriormente en programas de difusión de estufas eficientes de leña.

Nuestra propuesta es que este tipo de análisis puede ser útil para generar cambios en las interacciones de la red con el fin de lograr una nueva estabilización y convergencia. La finalidad de la propuesta es favorecer que las interacciones que habilitan los nuevos dispositivos sustituyan o debiliten las interacciones generadas por las tecnologías ineficientes de manera congruente con una perspectiva socio-técnica e inclusiva.

CONCLUSIONES

A diferencia de la teoría de difusión de innovaciones, que centra la adopción de una tecnología en la intencionalidad

de los actores, nuestro enfoque enfatiza las relaciones entre actores y entre actores y objetivos. Esto nos permite identificar desequilibrios de poder, asimetrías entre quien vive las consecuencias y quien toma las decisiones, el impacto de otras tecnologías, etc.

Este cambio de enfoque, que en primera instancia podría parecer solo de carácter metodológico, tiene impacto en la prospectiva para determinar el potencial de adopción de la tecnología, pero también nos acerca a un modelo de innovación más inclusivo. En efecto, en el modelo de innovación convencional las usuarias son consideradas una vez que la tecnología está en el mercado y hay que generar estrategias para conseguir clientes. Por el contrario, al entender la red socio-técnica con el análisis MACTOR, podemos identificar las barreras que existen para incluir los diversos conocimientos y valores de los actores durante todo el proceso de innovación.

De hecho, no es posible generar estrategias para la deliberación colectiva y la toma de decisiones inclusivas si no entendemos los diferentes contextos y las relaciones que existen entre los actores. Conceptualizar el potencial de adopción como parte de redes donde actores y objetivos interactúan entre sí nos permite entender de una manera más integral los factores que podrían mejorar los niveles de adopción. Desde una perspectiva inclusiva, el énfasis principal estará no en generar mejores estrategias de *marketing* para ver cómo el usuario "compra" una tecnología propuesta, sino en el desarrollo participativo de tecnologías que realmente reflejen los valores e intereses de los actores relacionados con ellas. Con esto estaremos contribuyendo también a la construcción de sociedades más justas, plurales y democráticas.

La metodología utilizada en este estudio es una aportación a los estudios sobre valoraciones para la adopción de

tecnologías; sin embargo, aún es necesario hacer más aplicaciones en casos de estudio particulares y en distintos contextos para poder generar estrategias específicas para cada caso.

El éxito en la aplicación de este tipo de estudios puede ser determinante para promover modelos alternativos de desarrollo con tecnologías más sostenibles y con una mayor participación de la sociedad, respetando lo que esta considera importante y promoviendo la pluralidad cultural.

REFERENCIAS

- Bailis, R., Chatellier, J. L. y Ghilardi, A. (2012). Ecological Sustainability of Woodfuel as an Energy Source in Rural Communities. En J. Ingram, F. DeClerck y C. Rumbaitis del Rio (Eds.), *Integrating Ecology and Poverty Reduction* (pp. 299–325). Nueva York: Springer.
- Berrueta, V. M., Edwards, R. D. y Masera, O. R. (2008). Energy performance of wood-burning cookstoves in Michoacan, Mexico. *Renewable Energy*, 33(5), 859–870. doi:[10.1016/j.renene.2007.04.016](https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.04.016)
- Bonfil Batalla, G. (1991). Lo propio y lo ajeno. Una aproximación al problema del control cultural. En G. Bonfil Batalla (Ed.), *Pensar nuestra cultura: ensayos* (pp. 49–57). México D.F.: Editorial Patria.
- Callon, M. (1995). Algunos elementos para una sociología de la traducción: la domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieuç. En J. M. Iranzo, J. R. Blanco, T. González de la Fe, C. Torres y A. Cotillo (Coords.), *Sociología de la ciencia y la tecnología* (pp. 259–282). Madrid: CSIC.
- Esteva, G., Marielle, C. y Aguilar, J. (2003). *Sin maíz no hay país*. México D.F.: Culturas Populares de México.

- Fricker, M. (2007). *Epistemic Injustice: Power and the Ethics of Knowing*. Oxford: Oxford University Press.
- García-Frapolli, E., Schilmann, A., Berrueta, V. M., Riojas-Rodríguez, H., Edwards, R. D., Johnson, M. y Masera, O. (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. doi:[10.1016/j.ecolecon.2010.08.004](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.08.004)
- Godet, M. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. París: GERPA.
- Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., ... y Aryee, M. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859), 2224–2260. doi:[10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
- López, O. P., Lara, F. G. y Pérez, L. A. B. (2006). *Los alimentos mágicos de las culturas indígenas mesoamericanas*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Masera, O., Díaz, R. y Berrueta, V. (2005). From cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 9(1), 25–36. doi:[10.1016/S0973-0826\(08\)60480-9](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60480-9)
- Nielsen, M. V. (2016). The concept of responsiveness in the governance of research and innovation. *Science and Public Policy*, 43(6), 831–839. doi:[10.1093/scipol/scv078](https://doi.org/10.1093/scipol/scv078)
- Olivé, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento: ética, política y epistemología*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Olivé, L. (2011). La apropiación social de la ciencia y la tecnología. En T. Pérez Bustos y M. Lozano Borda (Eds.),

- Ciencia, Tecnología y Democracia: Reflexiones en torno a la Apropiación Social del Conocimiento* (pp. 113–121). Medellín: Colciencias, Universidad EAFIT.
- Pine, K., Edwards, R., Masera, O., Schilmann, A., Marrón-Mares, A. y Riojas-Rodríguez, H. (2011). Adoption and use of improved biomass stoves in Rural Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 15(2), 176–183.
doi:[10.1016/j.esd.2011.04.001](https://doi.org/10.1016/j.esd.2011.04.001)
- Rescher, N. (1993). *Pluralism: Against the Demand for Consensus*. Oxford: Clarendon Press.
- Rogers E. (1995). *Diffusion of Innovations*. Nueva York: The Free Press.
- Ruiz-Mercado, I. y Masera, O. (2015). Patterns of Stove Use in the Context of Fuel–Device Stacking: Rationale and Implications. *EcoHealth*, 12(1), 42–56. doi:[10.1007/s10393-015-1009-4](https://doi.org/10.1007/s10393-015-1009-4)
- Ruiz-Mercado, I., Masera, O., Zamora, H. y Smith, K. R. (2011). Adoption and sustained use of improved cookstoves. *Energy Policy*, 39(12), 7557–7566.
doi:[10.1016/j.enpol.2011.03.028](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.028)
- Serrano-Medrano, M., Arias-Chalico, T., Ghilardi, A. y Masera, O. (2014). Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 19, 39–46.
doi:[10.1016/j.esd.2013.11.007](https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.11.007)
- Smith, K. R. (2006). Health impacts of household fuelwood use in developing countries, *Unasylva*, 224(57), 41–44.
- Stilgoe, J., Owen, R. y Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy*, 42(9), 1568–1580. doi:[10.1016/j.respol.2013.05.008](https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.05.008)
- Troncoso, K. (2014). *A Recipe for Developing Adoption and Impact Indices*. Washington D.C.: Global Alliance for Clean Cookstoves.

Troncoso, K., Armendáriz, C. y Alatorre, S. (2013). Improved cook stove adoption and impact assessment: A proposed methodology. *Energy Policy*, 62, 637–645.

doi:[10.1016/j.enpol.2013.07.074](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.074)

von Schomberg, R. (2012). Prospects for technology assessment in a framework of responsible research and innovation. En M. Dusseldorp y R. Beecroft (Eds.), *Technikfolgen abschätzen lehren. Bildungspotenziale transdisziplinärer Methoden* (pp. 39–61). Wiesbaden: Springer VS.

doi:[10.1007/978-3-531-93468-6_2](https://doi.org/10.1007/978-3-531-93468-6_2)

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al programa de Filosofía de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el soporte y apoyo financiero durante el periodo de doctorado en el que fue desarrollado este artículo. Agradecemos también el apoyo brindado por el proyecto SENER CONACYT 2014-246911 “Clúster de biocombustibles sólidos para generación térmica y eléctrica” y el Proyecto PAPIIT ITI00818 “Evaluación del Impacto de Ecotecnologías”.

ACERCA DE LOS AUTORES

Sandra Luz Malagón (malagon.sandralz@gmail.com) es doctora en Filosofía de la Ciencia por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y miembro del grupo de investigación PRAXIS en la Universidad del País Vasco

UPV/EHU y del laboratorio de bioenergía en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM (ORCID [0000-0003-2800-1331](https://orcid.org/0000-0003-2800-1331)).

Omar Raúl Masera (omasera@gmail.com) es doctor en Energía y Recursos Naturales por la Universidad de Berkeley en 1995. Actualmente es Investigador Titular C del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM, Campus Morelia, donde dirige el Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía. Es responsable técnico del Cluster de Biocombustibles Sólidos y colabora regularmente con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el Programa de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Programa de las Naciones Unidas sobre Desarrollo (ORCID [0000-0002-9729-9285](https://orcid.org/0000-0002-9729-9285)).

Recibido: 30/04/2019
Aceptado: 05/07/2019

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Malagón, S. L. y Masera, O. R. (2020). Valoración de la adopción de estufas eficientes de leña en México: una aproximación desde la innovación inclusiva. *Caleidoscopio - Revista Semestral de Ciencias Sociales y Humanidades*, 24(43). doi:[10.33010.33064/43crscsh1985](https://doi.org/10.33010.33064/43crscsh1985)



Esta obra está bajo una
Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional

Usted es libre de compartir o adaptar el material en cualquier medio o formato bajo las condiciones siguientes: (a) debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios; (b) no puede utilizar el material para una finalidad comercial y (c) si remezcla, transforma o crea a partir del material, deberá difundir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

[Resumen de la licencia](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_ES)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_ES

[Texto completo de la licencia](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>