

**Los desafíos de la transición energética en México.
Un análisis de los límites energéticos frente al cambio climático**

Andrea Terán Bobadilla
Departamento de Estudios Institucionales
Doctorado en Ciencias Sociales y Humanidades
Universidad Autónoma Metropolitana- Cuajimalpa

Resumen

Dado que la política energética mundial actual está enfocada en la seguridad energética y el cambio climático, se han creado objetivos comunes que incentivan la transición energética como solución a dichos problemas. Debido a que no existe una matriz energética que sea universal, cada transición es única de acuerdo a las necesidades de cada país. El presente trabajo está enfocado en los retos particulares de México sobre estos cambios, enumerando una serie de desafíos que tiene que hacer frente en la actualidad y a futuro.

Palabras claves

Transición energética, cambio climático, desafíos energéticos.

Introducción

La situación global actual en términos medioambientales y de seguridad energética es apremiante debido a dos aspectos a destacar, el cambio climático y el agotamiento del modelo de energías fósiles. Tal situación ha dado como resultado un consenso internacional que aboga por la transición hacia fuentes de energía renovable, asimilada como el nuevo catalizador del proceso de modernización según Alain-Marc Rieu. Pensando la transición energética como un proyecto internacional con objetivos comunes pero retos particulares a nivel estatal; para el caso concreto de México ¿cómo es que sus modelos institucional y tecnológico operan de tal forma que le permiten asegurar su transición energética? Frente a este cuestionamiento México enfrenta una serie de desafíos, que es en lo que se centra el presente trabajo.

Para comenzar, es necesario destacar que hablar de transición energética en México es hablar de la transición del sector eléctrico, lo cual marca los límites de los cambios energéticos en el país. Según Ronaldo Bicalho, que el sector eléctrico esté en el centro de la transición se

debe a las características que posee al ser altamente regulado, controlado y centralizado a diferencia del sector de transporte, por citar un ejemplo.

En términos institucionales en México, la Ley de Transición Energética de 2015 es el instrumento formal en el que se establecen los lineamientos actuales a seguir; articula la estructura de los organismos de gobierno participantes en los cambios que se realizarán en el sector eléctrico, y de los que se profundizará más adelante. Solo que hace falta precisar que dicha ley viene a formar parte de las leyes secundarias de la Reforma Energética aprobada en 2013, dentro del paquete de reformas institucionales que impulsó el presidente Enrique Peña Nieto. Incluso, la Ley de Transición Energética no estaba contemplada, siendo formulada y enunciada tiempo después aprovechando la realización de la XXI Conferencia de las Partes, donde fue firmado el Acuerdo de París que reúne esfuerzos sobre la lucha contra el cambio climático.

Sobre este panorama, hay aspectos a destacar que brindan el contexto en el que se desarrollan los desafíos energéticos en México y son: económica y políticamente, cualquier cambio en el sector eléctrico está sujeto a los propósitos que establece la Reforma Energética. Dicha Reforma es principalmente administrativa, centrada en cambiar la estructura del sector eléctrico y petrolero dando paso a la agensificación y apertura a la iniciativa privada en áreas estratégicas. México posee una economía asociada al petróleo, una matriz eléctrica dominada por el gas en parte importado de Estados Unidos, y la falta de un proyecto tecnológico para llevar a cabo los cambios pertinentes, sin considerar de fondo un cambio en su matriz energética de cara al futuro. En consecuencia, el cuestionamiento gira en torno a ¿cuál sería el aporte de México frente a un problema global de acuerdo a sus características internas? Resulta difícil contestar esta pregunta ya que la transición energética es un proceso abierto e indeterminado, por ello es necesario determinar desafíos y límites generales.

Marco general de la transición energética en México

Si se define el concepto de energía como el flujo de extracción, transporte, distribución, venta y consumo; ésta es una mezcla de diferentes fuentes e industrias, siendo un proceso dentro de un sistema, ya sea un organismo vivo o una sociedad. Por lo tanto, la energía requiere una infraestructura técnica compleja dentro de un entorno social y económico. De tal forma que se puede definir a la transición energética, como el cambio en la infraestructura técnica de las

sociedades industriales avanzadas, ello implica la transformación de los sistemas económicos y sociales (Rieu, 2014).

Cabría mencionar como la catástrofe en la planta nuclear Fukushima Daiichi en el noroeste de Japón por un sismo el 11 de marzo de 2011, cambió el imaginario colectivo sobre el uso de energías convencionales, visibilizando y recordando la vulnerabilidad a la que estamos expuestos los seres humanos frente a la naturaleza. Este incidente prácticamente obligó a los Estados y organismos internacionales a reformular la relación entre sociedad y medio ambiente.

Así, la transición energética se ha asimilado como un proceso que busca transformar un sistema centralizado y dependiente de energías fósiles, por uno descentralizado, sustentable y socialmente incluyente. Por lo tanto, se busca mejorar el modelo imperante por uno nuevo y sostenible al largo plazo, pero el cuestionamiento a partir de ello es ¿cómo dotar a las energías renovables de las ventajas competitivas que poseen las energías fósiles?

La realidad actual es que existen más desafíos que oportunidades frente a la transición energética. En el área económica, las posibles soluciones envuelven costos más elevados o la reducción de la funcionalidad del sistema. Este último punto significa un gran reto, el de proporcionar a las energías renovables de aquellos atributos de las energías fósiles, pero ello necesita ser construido tecnológico e institucionalmente. Ya que las razones de la transición energética atiende a dos factores: a) la necesidad de sustituir los recursos fósiles porque éstos se están agotando y b) el impacto del cambio climático (Heinberg (2015); Bicalho (2015); WEO (2016); Villarreal y Tornel (2017)).

Siguiendo la línea de lo anterior, a nivel internacional, la transición hacia fuentes de energía renovables se erige como la solución a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Cabe destacar que el G20 es responsable del 60% de la contaminación a nivel mundial y también del más del 80% de las emisiones de CO₂ (IRENA, 2017). Además, alrededor de dos tercios de los gases de efecto invernadero a nivel mundial provienen del uso intensivo de la energía fósil, lo cual coloca al sector energético en el centro de los esfuerzos por combatir el cambio climático; planteándose éste como un problema a dar solución mediante objetivos globales pero con medias internas al interior de cada país participante¹. El

¹“La COP 21 en París adoptó un sistema *bottom up* para la definición de metas de reducción de emisiones además de los países del Anexo I. El sistema tiene como base el principio de responsabilidades comunes, aunque diferenciadas, en que cada país define sus propias metas e iniciativas de adaptación y mitigación basadas en la composición de su matriz energética y en la disponibilidad de recursos energéticos y financieros (FGV, 2017, p. 10).”

éxito en la implementación del modelo se relaciona fuertemente con la estabilidad política y económica, al ambiente institucional y regulatorio del país y a la madurez de su mercado, que acostumbra ser mayor en los países desarrollados.

América Latina se destaca por poseer los recursos naturales necesarios para la implementación y desarrollo de distintos tipos de energía, pero no cuenta con un soporte económico, político y tecnológico para el avance de nuevos modelos energéticos. De tal forma que en la región latinoamericana, el crecimiento económico y la búsqueda por estabilidad política presentan un papel de mayor protagonismo sobre cuestiones técnicas y de dotación de recursos (FGV, 2017, p. 17).

De acuerdo a datos del BID, la región ya es la región más verde del mundo en cuanto a generación de energía: el 60% de su consumo eléctrico proviene de fuentes renovables (principalmente hidráulicas²), mientras que la media global no supera el 25%. Los países latinoamericanos que lideran en materia de energías renovables o limpias en su matriz eléctrica son Brasil, México, Chile y Uruguay. Siendo las energías eólica, solar fotovoltaica y la biomasa las energías más promisorias, debido a que sus costos de inversión pueden llegar a ser menores a US\$ 2 millones por megawatio instalado (MW), al tiempo que representan casi el 35% de la capacidad instalada de energías renovables a nivel mundial (KPMG, 2016, p. 3-4)”. Es así que, pese a las dificultades legislativas e institucionales para invertir en energías alternativas a las fósiles, su desarrollo está siendo aunque lento, si paulatino. Mientras en 2005, la inversión total en Latinoamérica en proyectos de generación de energías limpias era de US\$ 1.000 millones al año –excluyendo a Brasil-, de 2013 a 2015 se registró un incremento que alcanzó los US\$ 9.300 millones. Aunque los incentivos para la transición han aumentado, aún son limitados (KPMG, 2016, p. 3; FGV, 2017, p. 57).

México ha participado en los principales foros internacionales sobre transición energética, firmando el Acuerdo de París de 2015 resultado de la XXI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En este sentido, la Ley de Transición Energética³ en México es el sustento de las responsabilidades adquiridas.

² “resulta importante destacar que, para la ONU, la energía generada por este tipo de fuentes es renovable sólo hasta los 50 MW de potencia. Esta diferenciación se debe a que, si bien la fuente de la energía es renovable, el costo de instalación de una gran represa, en términos de deforestación, desplazamiento de personas y comunidades, descomposición de la vegetación (y consiguiente generación de gases de efecto invernadero) y destrucción de las cuencas representa un aspecto muy cuestionado a nivel ambiental y climático. (KPMG, 2016, p. 6)”

³ Aprobada por la Cámara de Senadores, el 10 de diciembre de 2015, en el marco de la XXI Conferencia de las Partes en París.

Pero esta transición energética solo contempla el sector eléctrico, además de que la ley de Transición Energética es complementaria a la Reforma Energética⁴ aprobada en 2013. Para efectos de este trabajo cabe hacer una revisión de los antecedentes institucionales, ya que es en esta materia donde existen más avances. En la presente década en México se han realizado avances en lo correspondiente a temas medioambientales y energía, entrando en vigor una serie de leyes, acuerdos, tratados y estrategias que sientan las bases con las cuales el país realizará su camino hacia la transición, cabe mencionar que estos instrumentos van en la línea de los diseños internacionales frente a la lucha contra cambio climático.

En un periodo de diez años podemos dividir lo que serían tres tentativas formuladas para llevar a cabo la transición energética en México. La primera, abarca el periodo de 2008 a 2012 con la Ley de Aprovechamiento Sustentable de la Energía que promovía la eficiencia energética; La Ley de Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición energética que buscaba el impulso de las energías renovables y la reducción a un 65% del uso de energías fósiles del total de energías utilizadas en México; y la Ley General de Cambio Climático que sigue operando y complementaria a la LAERFTE, buscaba incentivar el 35% en uso de energías renovables.

La segunda tentativa, abarca el primer año de entrada en vigor de la Reforma Energética con la Ley de la Industria Eléctrica en parceria con las 11 leyes secundarias. Hay tres puntos a destacar, la creación de los certificados de energías limpias⁵ que incentiva la participación de las empresas; el proyecto de generación distribuida regulado por la Comisión Federal de Electricidad sobre la distribución y comercialización de paneles solares a hogares en territorio mexicano; y por último, y la definición de “energías limpias”⁶, que desató controversia debido a los criterios utilizados. La crítica que se puede hacer a los dos primeros intentos es la falta de metas y rutas claras a seguir en el proceso de transformación del sector, así como los límites en las definiciones y el planteamiento de los subsidios.

⁴Esta reforma forma parte de un paquete de reformas constitucionales promovidas por el actual Presidente de México, Enrique Peña Nieto. La reforma energética fue la que más debate público suscitó debido a la importancia del sector petrolero para el país, con la mayor apertura al sector energético para la inversión privada.

⁵ La Ley de la Industria Eléctrica en su Art. 3, párrafo VIII entiende por Certificado de Energías Limpias al título emitido por la Comisión Reguladora de Energía que acredita la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de fuentes renovables o tecnologías limpias y que sirve para cumplir los requisitos obligatorios asociados al consumo de los centros de carga.

⁶ “La LIE establece que en México se consideran energías limpias a las renovables: solar, eólica, mareomotriz, de biomasa, geotérmica y de pequeñas hidroeléctricas, junto con la energía nuclear, la generación hidroeléctrica a gran escala, la generación térmica con procesos de secuestro y captura de carbono y tecnologías de ciclo combinado de alta eficiencia, y las grandes hidroeléctricas” (Villareal y Tornel, 2017, pág. 6). Pero la tendencia internacional es hacer diferencia entre las energías renovables, las grandes hidroeléctricas, la energía nuclear y la generación térmica.

Así que, la tercera tentativa ocurre a partir de 2015 con la Ley de Transición energética. También cabe resaltar que en el marco de la LTE se estableció la Estrategia de Transición para Promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios, este funciona como el instrumento rector de la política nacional en materia de obligaciones de energías limpias, aprovechamiento de la energía y mejora de la productividad energética para el mediano y largo plazo (Villareal y Tornel, 2017). A continuación se muestra un cuadro de las leyes más significativas a la hora de moldear el proceso de transición energética en México.

LEY	VIGOR	OBJETIVO	SUSTITUYE A:
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	06/06/2012	Tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias peligrosas en el sistema climático, atribuibles directas o indirectamente a la actividad humana. Establece un marco jurídico que regule las políticas públicas de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos. México se compromete a reducir sus emisiones en un 30% para el año 2020 y 50% para 2050; y se estipula que para 2024 el 35% de la electricidad del país deberá provenir de fuentes renovables.	
Ley de la Industria Eléctrica (LIE)	11/08/2014	Derivada del paquete de leyes secundarias resultantes de la reforma energética, se convirtió en el instrumento para regular el funcionamiento del nuevo mercado eléctrico y para promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica. La LIE define los conceptos básicos del nuevo sistema eléctrico nacional. Entre los nuevos conceptos se incluyó el de <i>energías limpias</i> .	Ley General del Servicio Público de Energía (LGSPE)
Ley de la Transición Energética	25/12/2015	Inscribe en la política pública aquellos elementos necesarios para garantizar una penetración más acelerada de las energías limpias en la matriz eléctrica mexicana y para	Ley de Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) cuyo objeto se centraba solo en la promoción de las energías renovables, y

(LTE)		avanzar en las acciones de eficiencia energética. Es, sin duda, el instrumento principal para el desarrollo de la transición energética.	sustituye a la también extinta Ley de Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), que establecía los fundamentos de la eficiencia energética.
-------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cuadro elaboración propia. Información del artículo *La transición energética para México: Retos y oportunidades para una política ambientalmente sustentable y socialmente inclusiva* de Jorge Villarreal y Carlos Tornel, 2017.

Habiendo dado un marco general sobre los aspectos más destacados de la transición energética en México cabe dar paso a los desafíos que el país enfrenta en esta materia.

Desafíos energéticos en México

Este apartado es el cuerpo principal del trabajo, se ha decidido nombrar *desafíos* a una serie de tópicos generales que constituyen una hoja de ruta hacia la transición energética en México, por lo tanto, dichos desafíos son orientativos y de ninguna forma determinantes, ya que éstos podrán ir cambiando conforme la transición energética avanza. Para fines prácticos, se enumeraron ocho aseveraciones que abarcan distintos temas que van desde la alineación de México con las metas globales, el desarrollo interno de la transición tocando aspectos, económicos, sociales y tecnológicos.

1. Una transición hecha a medida pero alineada a las metas globales. La cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en el año de 1992, estableció dos ejes: la implementación del desarrollo sustentable como un debate sobre desarrollo, y el principio de “responsabilidades comunes, pero diferenciadas” (Marcondes y Speranza, 2018, Págs. 70,-71). Ahora bien, a más de 25 años de la Cumbre de la Tierra y con el proceso de transición energética en marcha, cada país precisa delimitar sus propios alcances y límites energéticos siendo conducidos de forma distinta a través de diferentes tecnologías, escalas y modelos socio-técnicos, los cuales tienen diversos efectos políticos, sociales, económicos y ambientales (Villarreal y Tornel, 2017, Pág. 1).

Pensando en las necesidades propias de México, en cuestiones de demanda energética el consumo va en incremento, tan solo en el sector eléctrico en el año de 2016, la demanda

nacional de electricidad llegó a los 300 TWh/año y si se mantiene el crecimiento histórico de 2% anual, es probable que para el 2050 llegue a los 550 TWh/año (Ocampo, 2017). Se hace referencia a ello, debido al reto que significa para el país la transformación de su matriz eléctrica tomando en cuenta la característica de la intermitencia de las energías renovables. En México, la energía eólica puede generar electricidad durante unas 2,500 horas de las 8,760 horas que tiene un año, es decir que durante más de 6,000 horas al año no genera nada. En el caso de la energía solar es aún menor ya que solo produce 1,000 horas al año de generación (Ocampo, 2017). El desafío de dotar a las energías renovables con los atributos de las energías fósiles para incentivar su crecimiento, pero alinearlos a los objetivos internacionales de la reducción de emisiones contaminantes genera un desafío aún mayor. La coordinación entre ambos niveles, nacional e internacional, es el punto nodal para resolver o encontrar un camino viable para el país.

2. Una transición energética integral. Como se mencionado anteriormente, México tiene una Ley de Transición Energética, pero en ésta sólo se contempla al sector eléctrico, dejando de lado sectores como el de transporte en otro tipo de instrumentos institucionales. Si bien, dicha Ley significa un avance en México en términos medioambientales, el reto consiste en ampliar la transición a más sectores. Globalmente, la causa principal del incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero son las actividades relacionadas con el sector energético que representan 26% de las emisiones, seguido del sector industrial con 19%, forestal con 17%, agrícola con 14%, residencial y comercial con 8% y de manejo de desechos con 3% (IPCC,2013). Del total del porcentaje de emisiones por parte del sector energético, el sector de transporte emite más de la mitad, esta tendencia también se cumple en el país, quedando el sector eléctrico en segundo lugar.

La elección de México de crear legislación sobre el sector eléctrico dejando de lado otros, se debe a una proclividad internacional de gestionar la transición energética como una transición en la electricidad (Zaballa et al, 2017; Villareal y Tornel, 2017; Ocampo, 2017), debido a las ventajas que ello trae consigo frente a otros sectores y es que por naturaleza el sector eléctrico se encuentra altamente regulado e institucionalizado y resulta más fácil trabajar en dicha transición que lo que significa hacerlo en transporte. Aunado a ello, geopolíticamente la dependencia económica al petróleo y las importaciones de gas⁷ por parte de México no

⁷ Ver el apartado de México del World Energy Outlook 2016.

facilita una legislación a profundidad sobre energías renovables más allá de la electricidad por el momento.

3. La diversificación de la matriz energética en el área de electricidad. la apuesta internacional en energía va encaminada al gas, propuesta como energía más limpia que las convencionales como carbón y petróleo; la mayor generación de energía eléctrica en el país proviene del gas. La meta para 2040 es hacer crecer la generación de energía eléctrica de energía renovable de un 18% a un 40% en comparación con el año 2014 y la clave del reto del nuevo mercado es asegurar suficiente inversión en la nueva capacidad de generación (WEO, 2016).

En las próximas décadas la agenda en materia de electricidad en México girará entorno a dos vertientes, la incorporación de vehículos eléctricos al transporte y por la integración de fuentes renovables a la red eléctrica para cumplir con las metas climáticas. Como se menciona en el primer desafío con las cifras expuestas, es fundamental determinar el potencial real de los recursos energéticos disponibles en el país, tanto renovable como fósil (Ocampo, 2017, Pág. 36). Sin embargo, existe tal entusiasmo por las renovables en torno a su capacidad para reemplazar a las fuentes fósiles, que se ignoran los riesgos existentes en la transformación del sector eléctrico, recordemos que si la transición es un proceso abierto e incierto en gran parte se debe a que las energías renovables aún no cumplen con las capacidades de las energías fósiles.

Así, el reto para México radica en encontrar un equilibrio entre las fuentes de generación de energía eléctrica convencionales y la integración de las energías renovables y su capacidad para suministrar energía de acuerdo a las necesidades de la demanda eléctrica, ya que al ser de naturaleza intermitente no cubren con tanta soltura como las energías fósiles. Por ejemplo, las áreas con vocación para la energía eólica o solar no crece, ni es homogénea en todo el territorio. Por citar un ejemplo, El potencial de la energía eólica se encuentra disperso y las zonas más productivas tienden a concentrarse puntualmente en Oaxaca, Tamaulipas y Yucatán, una vez que se ocupen esas zonas el crecimiento de la eólica será marginal (Ocampo, 2017, Pág. 37). Este carácter disperso de la energía renovable en México, no sólo dificulta la producción, distribución y almacenamiento, sino que explota las zonas territoriales donde se lleva a cabo la generación, resulta más complicado elaborar una red eléctrica que se encuentre repartido a lo largo del país. Además de la corta vida que posee la

infraestructura tecnológica de estas energías como la renovable, solar y eólica, en comparación con la de las energías fósiles. Pero para este desafío se puede plantear un cuestionamiento que ayude a estructurar la situación ¿resulta viable diversificar la matriz eléctrica más allá de la energía eólica y solar? como biomasa, geotérmica, mareomotriz, ello ¿proporcionaría mejoras al sector en términos de transformación o por el contrario haría más compleja y lenta conclusión de las metas?

4. Capacidad tecnológica nacional. Es quizá uno de los desafíos con mayor relevancia debido a la misma ruta incierta de la transición y el apoyo que puede generar crear ventajas competitivas mediante el desarrollo de la capacidad tecnológica nacional, siempre y cuando ello sea hecho a medida. Un problema de los países latinoamericanos, es que existe una tendencia a pensar el desarrollo sostenible como un hecho aislado de los procesos de desarrollo de la capacidad tecnológica en los países en desarrollo, cubriendo este espacio mediante la transferencia o importación de tecnologías de empresas extranjeras. Ello se debe a que la liberalización del comercio y la desregulación de los mercados afectó el comportamiento tecnológico de las empresas en la región, principalmente por la competencia en muchos casos desigual en el ámbito tecnológico entre las empresas locales e internacionales, lo que suele desincentivar la el desarrollo tecnológico nacional. El nuevo modelo de producción obstaculiza algunas capacidades domésticas y la actualización del proceso tecnológico se hizo lenta, difícil y fragmentada (Molina-Domene, 2012; Ulrich y Ockwell, 2016, pág. 618). La realidad es que existe una necesidad de profundizar en los procesos de desarrollo sostenible y la tecnología, mediada entre la que viene del exterior así como la necesidad de aprendizaje y desarrollo propio al interior de cada país respecto a sus necesidades, es decir, existe un problema entre transferencia de tecnología y el equilibrio entre mercado y desarrollo nacional. La dicotomía radical entre la importación de la tecnología extranjera y la innovación local, una pregunta clave sería, ¿en qué medida la inversión extranjera a aumentado las capacidades locales en los países en desarrollo? Entendida la capacidad tecnológica nacional, como la colección de esfuerzos y estrategias individuales específicas de las empresas para elegir, instalar, operar, mantener, comprender, adaptar, mejorar y desarrollar tecnologías. Este aspecto de la innovación y el desarrollo tecnológico es central ya que está ligado a la economía del país como la producción,

crecimiento y desarrollo micro y macroeconómico. (Ulrich y Ockwell, 2016, pág. 618; Sobanke et al, 2014).

México necesita incentivar el desarrollo de la capacidad tecnológica para disminuir la dependencia en la transferencia de tecnología, además de que incentiva el desarrollo interno del país y crea un modelo a medida ya que se desconoce el potencial real de las energías renovables, esto va relacionado con el siguiente apartado sobre garantizar el abastecimiento de energía eléctrica. Las razones de esta premisa están enfocadas directamente al crecimiento de la productividad y la facilitación de la innovación interna.

Sin embargo, la actual legislación mexicana en materia de energía, solo contempla un marco regulatorio de las instituciones y la inversión extranjera mediante su promoción, articulación y control. Que si bien, por un lado se necesita de un marco institucional fuerte; por el otro, la dependencia económica, tecnológica y política conlleva a la falta de un plan estratégico que asegure el desarrollo del país a largo plazo mediante la absorción de capacidad, entendida como la habilidad de aprender y resolver problemas por sí mismos será difícil romper con una dependencia externa (Sobanke et al, 2014). Para cerrar esta idea sobre el aspecto tecnológico, es una realidad que las actividades de innovación en economías domésticas puede ser beneficiada por la inversión extranjera directa, pero el apoyo gubernamental es otro eje fundamental para la innovación tecnológica funcione, los gobernantes a través de una efectiva regulación pueden jugar diferentes papeles en la adaptación de la innovación (Khayyat y Lee, 2015). Esa es una situación de la que podría sacar ventaja México partiendo de los avances en materia institucional que ya posee.

5. Garantizar el abastecimiento de energía eléctrica. El Trilema de energía se basa en la seguridad energética, entendida como el cumplimiento de la demanda energética garantizando la fiabilidad del suministro; la equidad energética, mediante costos accesibles y asequibles; y la sustentabilidad ambiental; combatir el calentamiento global mediante la eficiencia energética y el desarrollo de energías renovables y fuentes de energía bajas en gases de efecto invernadero (IPCC, 2013). El trabajo coordinado de esos tres aspectos energéticos garantizan el abastecimiento de energía eléctrica, pensando este abastecimiento en relación a la transición energética.

Para 2015, México tenía alrededor de 19 gigawatts de capacidad de generación de energía no fósil, aportando un quinto del total de la generación. Con la entrada en vigor de la Reforma

Energética en México, desde el año de 2014 la inversión privada genera alrededor del 30% de suministro de energía eléctrica en el país, debido a las subastas efectuadas en el sector (WEO, 2016). Aunque hay un aumento en generación de energías renovables y de inversión proveniente de la industria privada, es necesario resaltar el hecho que pese a los avances, una de los aspectos negativos de las energías renovables es su intermitencia, es decir, no puede cubrir la demanda de energía en ciertos picos ascendentes debido a que su generación está sujeta a bajos niveles en proporción a la energía convencional y la falta de capacidad de almacenamiento, es por ello que se desarrollan los ciclos combinados entre energía renovable y fósil.

Otro aspecto a señalar con respecto al abastecimiento que va más allá de la cadena productiva, es el poder adquisitivo de un bien de interés social como la energía eléctrica solo comparable con el agua, que funciona como motor de desarrollo económico y para el funcionamiento de las actividades cotidianas. El 36,7% de la población, se encuentra en algún estado de pobreza energética. Es decir, estos hogares no cuentan con los recursos suficientes para un consumo eléctrico adecuado que permita garantizar una vida digna y decorosa, principalmente en las regiones con temperaturas extremas, tanto de calor como de frío (Villaraeal y Tornel, 2017, Pág. 18). Así que más allá del reto en abastecimiento de la cadena productiva existe el de lograr el consumo universal de la energía pensando en la transición.

6. Las tarifas de electricidad. Mientras el cambio climático centra la atención política en las nuevas tecnologías, los políticos también deben de considerar otros aspectos del sistema dentro del contexto de sustentabilidad. Esto incluye la seguridad en el suministro de energía y aspectos sociales como pobreza energética y precios (Mitchell y Woodman, 2010). Las tarifas eléctricas en México se proponen por la Comisión Federal de Electricidad y se fijan por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Existe una relación muy estrecha entre el comportamiento de la economía mexicana y el consumo de electricidad; ejemplo de ello es que, con la recesión económica del año 2009, disminuyeron drásticamente estos niveles de consumo. Para el año 2012, el consumo nacional de energía eléctrica alcanzó 234,219 GWh, 2.1% mayor que el año anterior, mientras que el PIB creció 3.7% (SENER, 2013, Pág. 64). La tarifa eléctrica a usuarios industriales y comerciales se ajusta mensualmente mediante la evolución de los precios de la canasta de combustibles, mientras que las tarifas residenciales y agrícolas se ajustan por índices de precios relacionados con la inflación.

En los últimos años, el precio medio de la energía eléctrica se incrementó como resultado de los ajustes en los precios de los combustibles y la inflación (SENER, 2013, Pág. 59). No es posible empujar la reducción del subsidio de las tarifas eléctricas si a la par no se garantiza la reducción de la pobreza energética como una contribución a cerrar la brecha de la desigualdad en México (Villarreal y Tornel, 2017, Pág. 43). Este punto guarda una estrecha relación con el anterior, y el reto en México es lograr un ajuste de las tarifas que permita al mayor grueso de la población tener acceso de electricidad, pensando en el marco de la Reforma Energética que permite la inversión privada y por lo tanto un cambio en las estructuras operacionales. Si tomamos en cuenta casos donde se ha dado apertura en el sector eléctrico como en el brasileño, las tarifas no disminuyeron sino presentaron un aumento y un desequilibrio temporal en la demanda de energía, llevando al aumento del robo de energía eléctrica en los sectores más pobres de la población.

Así que, proyectos como los sistemas integrados de energía⁸ promovidos por empresas de energía solar en conjunto con la Comisión Federal de Electricidad dan opciones viables para controlar la relación gasto y consumo además de ser una opción de energía renovable en términos económicos, habría que ver si lo es realmente en el aspecto ambiental.

7. Una transición energética con un bajo costo ambiental. La Reforma Energética de México argumenta que el gas es el energético más viable y que México posee yacimientos de gas natural que pueden ser explotados mediante empresas privadas que cuentan con la tecnología del *fracking*, ya que en la actualidad importa más del 30% del consumo de gas natural (SENER, 2014). El factor geopolítico es clave para entender el argumento de la SENER, que se encuentran ligado a las relaciones bilaterales con Estados Unidos, país exportador de gas y que posee la tecnología para explotarlo, así este punto se encuentra ligado con el anterior sobre el aspecto tecnológico. Así explotación del esquisto en México no corresponde a criterios de demanda social ni de planeación interna, ya que no se ha desarrollado la tecnología ni la infraestructura necesaria, así como tampoco se ha realizado una planeación a detalle y menos una exploración exhaustiva, todo pareciera indicar que atiende a presiones exógenas (Vargas, 2013).

⁸ Se define a los Sistemas Integrados de Energía Comunitaria como la colección de las distribución de recursos energéticos sostenidos por el lado de la demanda en manejo y almacenamiento que son manejados a nivel comunidad para generar y satisfacer las necesidades de energía (Acosta et al, 2018).

A ello se le suma, que el *fracking* se encuentra dentro de las técnicas de extracción más controversiales en la actualidad por su alto impacto ambiental debido a la contaminación de suelo, agua y entorno en general (Morales y Roux, 2018). Ello no quiere decir que la extracción, generación, producción de otras energías, incluyendo las renovables no contaminen, sino que lo hacen de otras maneras y en diferentes momentos de la cadena productiva en la que el impacto y costo ambiental no es tan alto.

Mientras que por un lado, la inversión es la base del sistema energético, por el otro, entender el panorama actual de la inversión energética y cómo ello puede evolucionar para lograr las metas de descarbonización son elementos centrales para la transición energética (AIE/IRENA, 2017). En el país la energía hidráulica como la geotérmica son tecnologías maduras; y al día de hoy en México se producen solo 65 twh al año de electricidad provenientes de energías limpias, teniendo en cuenta que la meta para 2050 es de 930 twh, le hace falta producir al menos la mitad de esa cantidad, es decir le hace falta producir alrededor de 400 twh para que la meta de 2050 tenga posibilidad de ser cumplida (Ocampo, 2017). No es posible promover una industria renovable y desarrollar cadenas de valor sin antes atender el impacto ambiental que conlleva ampliar la generación eléctrica en México (Villarreal y Tornel, 2017, Pág. 43).

Un sistema de energía sostenible es aquel en el que el medio ambiente y sus impactos se minimizan tanto a corto como a mediano plazo, y donde existe el potencial de energía y seguridad a un precio aceptable (Mitchell y Woodman, 2010). En México, la Reforma Energética de 2013 aboga por que los cambios que se gestionan con esta ley permitirá volver a una producción de 3 millones de barriles diarios de petróleo, contra los estudios que señalan que la producción nacional de petróleo se encuentra en declinación terminal; las explotación de gas *shale* va a revertir las importaciones de gas; frente a los indicadores que señalan un aumento acelerado de las importaciones.

Suena paradójico puesto que la transición aboga por la lucha contra el cambio climático que es medioambiental, pero los factores que intervienen en dicha transición hacen que la ecuación sea más compleja, un ejemplo sería el grado de contaminación de la implementación de las nuevas energías, ¿es menor?, ¿cuál es el costo?, ¿qué se puede hacer? La situación de México y su dependencia a Estados Unidos, lo lleva a tener que buscar soluciones a situaciones sobre su relación de importación de suministros energéticos de un

país que salió del Acuerdo de París, y minimizar las repercusiones que éste trae consigo en sus relaciones.

8. Concientizar a la población sobre la necesidad de una transición energética. La transición energética supone un momento para que la población comience hacer uso consciente y responsable de la energía eléctrica. Mientras la población está pendiente y pide por tarifas asequibles, es necesaria la participación mediante el uso responsable por parte de los usuarios/clientes del uso inteligente del suministro eléctrico. El dilema de abundancia/escasez sirve para explicar este punto, ya que es preciso una campaña exhaustiva para el uso responsable de la energía frente al agotamiento de un modelo y la transición a otro con características que demanda uso responsable de la energía. Es necesario hacer hincapié en aquella parte en la que la sociedad debe de transformar también sus hábitos de consumo y la misma forma de ver el mundo. Los objetivos de desarrollo sustentables cuatro y nueve enuncian respectivamente, “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos”, y “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”, ello no se puede lograr sin implementar programas que eduquen a la población actual y futura sobre la necesidad de una transición socio-ecológica.

Conclusión

El desarrollo de energías renovables en México ya existía antes del proceso de transición energética tal y como lo conocemos en la actualidad, por ejemplo se puede citar el debate sobre la producción de biocombustibles en el país. A principios de la presente década, el concepto de transición energética apenas cobraba resonancia en el Congreso de la Unión, cabe destacar la labor de grupos de la sociedad civil para colocar el tema sobre la mesa de debate y lograr resultados visibles. Ya existían instrumentos institucionales sobre energías limpias y renovables, pero éstas se centraban solo en la promoción de su aplicación y sentaban ciertas bases de cómo es que serían manejadas en el país. En este sentido, el avance que se ha dado en esta materia es que las actuales leyes están abocadas además de su promoción a su gestión y control, partiendo de la idea de que la transición energética en México es inminente y se encuentra en marcha. A pesar de los logros, aún sigue faltando un

proyecto nacional formal que genere un desarrollo de capacidades internas; principalmente enfocado en un brazo tecnológico, capaz de cubrir con las demandas energéticas del país. Las energías renovables más utilizadas en México son eólica y solar, tienen una buena estructura organizacional y herramientas para hacer presencia al momento de gestionar leyes o proyectos, pero su agrupación se encuentra constituida en su mayoría por empresas extranjeras, donde no siempre los intereses se encuentran acorde a las necesidades nacionales. México atraviesa por dos momentos: el primero, es de proyección internacional y es la transición energética y sus metas globales; el segundo, de resonancia nacional es la reforma energética, que tiene como característica la reestructuración organizacional y la apertura a la inversión privada. La cuestión sería cómo es que se compaginan ambos momentos, el concepto de *trade-off* utilizado en Economía explica la relación de costo-beneficio y la decisión de elegir la opción más favorable de acuerdo a las pérdidas. Es decir, qué es más conveniente para México, el proyecto de transición energética atendido como un proceso global o solo dentro de un proceso interno de corte organizacional y administrativo.

Revisar las particularidades de un país como México, ayuda a darse una idea transversal de lo que acontece a nivel internacional con la transición. Ya que forma parte de un grupo de países que poseen factores similares a nivel general, aunque cabe destacar el hecho de que no existe ninguna matriz energética similar. México se encuentra en la región latinoamericana, la cual posee la matriz más verde, forma parte del G20 siendo éste el grupo de países que poseen los índices más altos de contaminantes a nivel mundial, pero México está lejos de tener los índices de China y Estados Unidos. Es un país en desarrollo, pero es tanto oferente como receptor de ayuda en materia de cooperación internacional, es así que se coloca en un lugar distinto a la hora de negociar con los países desarrollados en materia energética. Además que tiene un tamaño significativo tanto en territorio como en población, y los límites de México están concentrados en su dependencia económica al petróleo y su relación con Estados Unidos por su misma naturaleza territorial, que le da características geopolíticas distintas. En conclusión, México se encuentra en un rango medio, siendo un país que posee recursos naturales; pero no los insumos económicos ni tecnológicos para su desarrollo en el sector energético, y la falta de innovaciones en este sentido detiene las posibles mejoras en el área.

Bibliografía

1. Acosta, C., Ortega, M., Bunsen, T., Koirala, B. P., & Ghorbani, A. (2018). Facilitating energy transition through energy commons: An application of socio-ecological systems framework for integrated community energy systems. *Sustainability*, 10(2), 1-15. Pp. 366
2. AIE/IRENA. (2017). Perspectives for the energy transition. Págs. 200
3. Fundación Getulio Vargas. (2017). *Un análisis comparativo de la transición energética de América Latina y Europa*. Pags. 72
4. Hansen, Ulrich Elmer; Ockwell, David.(2014). Learning and technological capability building in emerging economies: The case of the biomass power equipment industry in Malaysia. *Technovation*. Vol. 34, Núm. 10, October. Págs. 617-630
5. Heinberg, Richard. (2015). Renewable energy will not support economic growth. <http://www.resilience.org/stories/2015-06-05/renewable-energy-will-not-support-economic-growth/>
6. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Stocker, T. F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, UK.
7. Khayyat, Nabaz T.; Lee, Jeong-Dong. (2015). A measure of technological capabilities for developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 92, Marzo. Págs. 210-223
8. Ley de Transición Energética de México (LTEM). (2014). <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
9. Marcondes, José Antonio; Speranza, Nicola. (2018). Os objetivos de desenvolvimento sustentável: Uma agenda para o desenvolvimento. *Revista Interesse Nacional*. Brasil, Año 11, Núm. 42, Julho-setembro. Págs. 69-76.
10. McDonald, David A.(Editor). (2015). *Servicios públicos en el sur global. Mirada crítica a nuevas formas de gestión*. CI, Clave Intelectual. Madrid, España. Págs. 295
11. Mitchell, Catherine; Woodman, Ashley. (2010). Regulation and Sustainable Energy Systems. Oxford Handbook Online. <http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199560219.001.0001/oxfordhb-9780199560219-e-23#oxfordhb-9780199560219-div1-130>
12. Molina-Domene, María A.; Pietrobelli, Carlo. (2012). Drivers of technological capabilities in developing countries: An econometric analysis of Argentina, Brazil and Chile. *Structural Change and Economic Dynamics*. Vol. 23, tema 4, Diciembre. Págs. 504-515
13. Morales, Dionicio; Roux, Ruth. (2018). Efectos esperados de la extracción del gas shale en el noreste de México: un enfoque cualitativo. *Revista Región y Sociedad*. Año XXX, No. 72. Págs. 28
14. Ocampo, Edgar. (2017). Desafíos de un modelo energético sostenible. *Revista Energía a debate*, Ciudad de México, año 14, No. 83, nov.-dic. Págs. 36-41
15. World Energy Outlook (2016). México.

16. Rieu, Alan-Marc. (2014). Energy transition: concept/proyect: A point of view from science studies and political theory. *HAL. Archive ouverte en Sciences de l'Homme et de la Société*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01213204>
17. SENER. (2013). Prospectiva del sector eléctrico 2013-2027. Págs. 230
18. SENER. (2014). Ley de la Industria Eléctrica.
19. SENER. (2014). Ley de la reforma energética de México.
20. Sobanke, Victor; Adegbite, Stephen; Egbetokun, Abiodun; Ilori, Matthew. (2014). Determinants of Technological Capability of Firms in a Developing Country. *Procedia Engineering*, núm. 69. Págs. 991 – 1000
21. Vargas, Rosío. (2013). El impacto geopolítico de la revolución del gas de esquisto.
22. Villareal, Jorge. Tornel, Carlos. (2017). La Transición Energética en México: retos y oportunidades para una política ambientalmente sustentable y socialmente inclusiva. Friedrich-Ebert-Stiftung en México. Págs. 46
23. Zaballa, Mauricio; Jiménez, Hortencia; Franken, Vera. (2017). Estrategia para responsables de políticas del sector de energía en apoyo a la implementación de las contribuciones nacionales determinadas. *Revista EnerLAC*; Quito, Ecuador. Vol. 1, No. 1. Pág. 42-65.