

Un futuro próspero y más limpio: mercados, innovación y distribución eléctrica en el siglo XXI

L. Lynne Kiesling¹

Resumen

En la medida en la que nuestro objetivo sea conseguir un futuro limpio y próspero, la innovación es un elemento fundamental de la historia de la electricidad. La historia reciente de la tecnología digital indica que es más probable que aquellos entornos que favorecen la innovación sin necesidad de licencias produzcan el tipo de tecnologías, productos y servicios relativos a las nuevas fuentes de energía que valoran los consumidores y de las que los productores se benefician, a la vez que reducen la contaminación y otros costes medioambientales que no se compensan en la actualidad. Sin embargo, la regulación eléctrica tal como está planteada hoy en día se basa en un sistema de licencias y en la teoría estática de la competencia, que pasa por alto los beneficios dinámicos de la investigación y el desarrollo. Si se modificasen las instituciones regulatorias de forma que se priorizasen dichos beneficios dinámicos a la vez que aplican normas claras y transparentes con respecto a la seguridad, fiabilidad, interconexión y acceso al mercado, se mejoraría este sistema social de forma que se promovería un futuro más limpio y próspero.

Palabras clave: Regulación, distribución de electricidad, innovación.

INTRODUCCIÓN

Conciliar la prosperidad económica con la calidad medioambiental es una cuestión fundamental en las políticas públicas puesto que el marco institucional en el que se toman las decisiones tiene consecuencias tanto a corto como a largo plazo por lo que respecta a los recursos. Ahora mismo, no hay ninguna industria que represente mejor este reto que la eléctrica, puesto que ha sido tanto uno de los principales motores de la prosperidad como una de las mayores fuentes de contaminación y gases efecto invernadero emitidos durante la utilización de combustibles fósiles. No obstante, la relación entre la prosperidad y la calidad medioambiental en el sector eléctrico es muy dinámica y puede cambiar en base tanto al marco institucional como a factores dinámicos, como los avances tec-

¹ Departamento de Economía, Universidad de Purdue.

nológicos. De hecho, los avances tecnológicos y la innovación son en gran parte consecuencia de los incentivos institucionales que crea el marco institucional. Dichos incentivos afectan al emprendimiento en la infraestructura de una red de distribución eléctrica del siglo XXI: tecnologías energéticas más limpias, energía digital y tecnologías de redes inteligentes, así como de eficiencia energética.

La tecnología digital que nos ha permitido florecer de formas insospechadas es una expresión de la creatividad humana en un entorno en el que la investigación es abundante y las barreras de entrada, bajas. Tal combinación de investigación y barreras de entrada bajas es lo que ha provocado que Internet sea una plataforma tan rica e interesante y que podemos utilizar para mejorar nuestras vidas de distintas formas según nuestras propias concepciones. Estos avances digitales resultan posibles porque Internet proporciona una plataforma de “innovación sin necesidad de licencias”.

Vinton Cerf, uno de los creadores originales de Internet, atribuye el ritmo de crecimiento y el impacto de la innovación a la red de creación ascendente y su naturaleza de plataforma de “innovación sin necesidad de licencias”:

Cuando colaboré en el desarrollo de los códigos abiertos que usan los ordenadores para comunicarse entre sí a través de la Red, esperaba que floreciera, aunque no fui capaz de anticipar el nivel de ingenio humano que iba a desencadenar. ¿Cuál es la receta secreta detrás de su éxito? La Red prosperó precisamente porque los gobiernos, en su mayoría, permitieron que Internet creciera de forma orgánica mediante la colaboración en su desarrollo, funcionamiento y gestión de la sociedad civil, el mundo académico, el sector privado y organismos de normalización voluntarios. (Cerf, 2012).

La arquitectura abierta de Internet (protocolos de comunicación abiertos e interoperabilidad) facilita la creación de nuevos dispositivos y aplicaciones y los abarata en el contexto del derecho mercantil y la normativa técnica. Internet es una plataforma tecnológica con un núcleo conformado por un conjunto de tecnologías y un conjunto de normas emergentes relativas a la interoperabilidad e interfaces abiertas en los márgenes de la red. No existía regulación alguna que impidiese a las empresas generar nuevas ideas, productos, servicios, mercados o

aplicaciones en base a esta plataforma utilizando dichos protocolos comunes. Sin embargo, en el sector eléctrico, la forma y alcance de la regulación económica hace las veces de barrera de autorización, impidiendo que surjan tales beneficios inesperados.

Dichas innovaciones digitales están afectando a la energía puesto que se están colando en el sector eléctrico, provocando cambios drásticos en la manera de producir, consumir y supervisar la electricidad, así como cambios en el impacto medioambiental del consumo energético. Imaginad, por ejemplo, el “hogar conectado”: un hogar en el que es posible personalizar el ambiente mediante sensores digitales que permiten preconfigurar y automatizar la iluminación, la calefacción o el aire acondicionado conforme varían los precios de la luz o en el momento en el que las energías renovables comiencen a estar disponibles.

Las tecnologías de red inteligentes integradas en la red de distribución eléctrica permiten las notificaciones automáticas en caso de apagón, la detección y reparación de fallos y el enrutamiento de los flujos de corriente en caso de fallos para mantener el servicio. Asimismo, permiten la interconexión de unos dispositivos cada vez más heterogéneos que operan y son propiedad de unos agentes con formas y tamaños cada vez más heterogéneos. Cualquier particular puede tener un vehículo eléctrico, permitiendo tanto el consumo como la entrega de electricidad. Las microrredes pueden conectar a un conjunto de particulares en un mismo barrio con tecnologías capaces de consumir o generar, o ambas cosas a la vez, en volúmenes altos o bajos.

En la cadena de valor eléctrica tradicional y lineal, grandes generadores envían energía al consumidor final a través de redes de transporte de alta tensión y redes de distribución de baja tensión que pasan por transformadores. Gracias a las tecnologías de red inteligentes, se posibilitan conexiones multidireccionales y flujos de corriente en una red de distribución estable físicamente, que generan nuevas oportunidades de innovación e inteligencia en los márgenes de la distribución, de forma parecida a como ocurre con Internet.

El sector eléctrico está sujeto a entornos económicos, tecnológicos y regulatorios dinámicos que han evolucionado notablemente en el último siglo. La mayoría

de estos cambios se concentran en las últimas tres décadas. Entre dichos cambios tan extensos destaca la proliferación de comunicaciones digitales que han incrementado el uso de nuevas tecnologías con las que automatizar o realizar trabajos por nosotros. Estas nuevas comunicaciones electrónicas tienen el potencial de crear cambios tecnológicos y económicos drásticos en el sector eléctrico y, de hecho, cambiar la naturaleza del sistema mismo debido a la naturaleza de aplicar “inteligencia en los márgenes de la red” que aportan las tecnologías digitales. No obstante, los organismos regulatorios que gobiernan el sector de la electricidad, conformado a principios del siglo XX, favorecen las tecnologías electromecánicas históricas ya establecidas que, en el pasado, requerían economías de escala enormes y exigían que las empresas integradas verticalmente suministrasen a sus clientes energía eléctrica fiable y asequible. Dichos organismos regulatorios favorecen una normativa rígida y unos modelos de negocio basados en estas tecnologías.

Cuando se promulgaron estas leyes, a principios del siglo XX, no se tenía en cuenta el impacto medioambiental del sistema eléctrico. Una vez que los retos medioambientales se han agudizado, los organismos gubernamentales y regulatorios han sido incapaces de sintetizar una normativa eléctrica competente que sea fiable, asequible y respetuosa con el medio ambiente y dotarla de una estructura interna coherente. Más bien todo lo contrario. La amalgama actual de leyes económicas y medioambientales del sector eléctrico no favorece el descubrimiento de los mejores avances económicos y medioambientales ni la alineación de los objetivos económicos y medioambientales en un sector tan importante.

Una de las críticas más comunes a la regulación eléctrica minorista se centra en su incapacidad de adaptarse a condiciones desconocidas o cambiantes (Kiesling, 2008). El hecho de que la regulación establezca definiciones del producto, de su calidad y barreras de mercado, provoca rigidez en unos procesos que suelen ser dinámicos y fluidos en otros mercados. La regulación impone barreras de entrada a la distribución y, en muchos casos, la venta minorista de electricidad a particulares consolidando así la estructura organizativa vertical de las empresas autorizadas, a pesar de que la innovación ha cambiado los límites transaccionales de la empresa. En este sentido, la estructura de las compañías eléctricas es un constructo regulatorio. La normativa eléctrica tradicional es estática y formulista puesto que beneficia a un conjunto de instituciones diseñadas para favorecer la

inversión en infraestructuras de tecnologías específicas con el objetivo de prestar un servicio universal al menor coste económico posible. Las protecciones procesales, como el procedimiento para perseguir incumplimientos de tarifas y estipular cambios que permitan comentarios públicos (Ley de Procedimiento Administrativo), aumentan la transparencia de una regulación que pugna por cumplir con este objetivo a la vez que proporciona un baluarte contra la dinámica de elecciones públicas basadas en intereses concentrados capaces de controlar los procesos y definir los resultados. Estas protecciones procesales indican que el cambio se da de forma lenta, lo cual tiene sus ventajas puesto que las inversiones son costosas y sus efectos, duraderos, por lo que la prudencia es una virtud a priorizar. Además, la prudencia resulta una virtud puesto que los reguladores hacen las veces de agentes, custodios y administradores de los recursos de los contribuyentes. No toman decisiones de inversión únicamente con su propio capital.

El dinamismo tecnológico del siglo XXI constituye una expansión amplia de las tecnologías de uso general con fuerzas altamente descentralizadoras. Estas fuerzas están cambiando la percepción de la gente con respecto a lo que valoran y cómo pretenden conseguir sus objetivos. Y uno de los aspectos que están cambiando es el coste de oportunidad de la regulación eléctrica. Cuando existen varias alternativas a la red de distribución electromecánica y al servicio eléctrico estándar, dicho coste de oportunidad de la regulación es relativamente bajo. Conforme han ido evolucionando las tecnologías digitales y de distribución energética (como, por ejemplo, la energía solar y eólica), han ido creciendo el número de alternativas disponibles o que podrían estar disponibles mediante acciones de emprendimiento. Puede que los consumidores prefirieran estas alternativas si tuvieran la oportunidad de experimentar, por ejemplo, dispositivos transactivos domóticos que pudieran automatizar las respuestas de los electrodomésticos a cambios en los precios de la electricidad, un comercializador que aunase seguridad y suministro eléctrico o una azotea solar comunitaria. Sin embargo, los únicos incentivos con los que cuentan los productores para crear y que los consumidores tienen para probar nuevas opciones consisten en los beneficios de las interacciones mutuas en el mercado.

La idea de que una innovación sin necesidad de licencias promueva las mejoras generales en el bienestar debe ser un principio básico en el momento de replan-

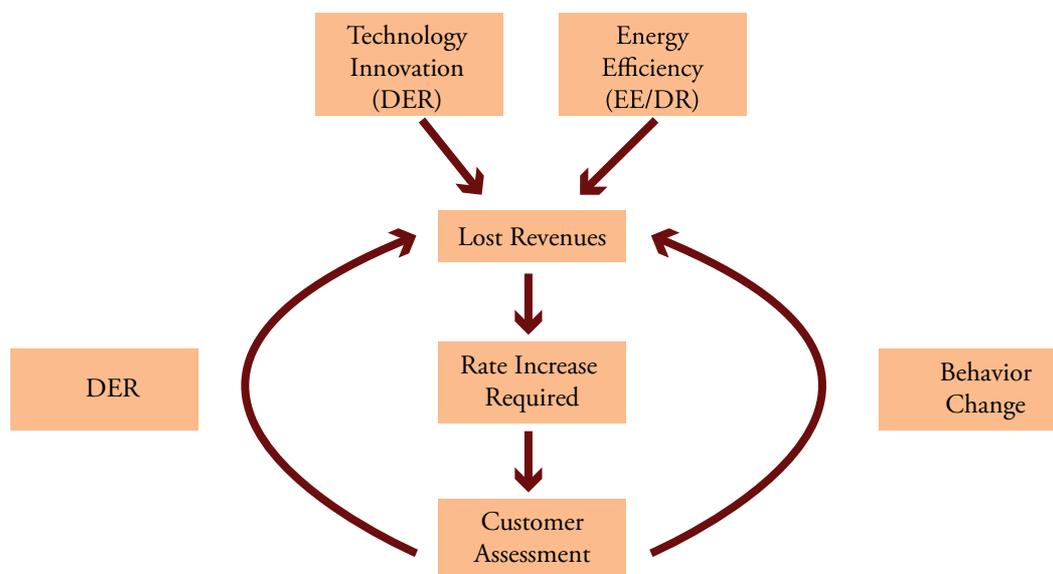
tearse la regulación y el diseño de mercado en el sector energético minorista. Las barreras de entrada legales, los procedimientos burocráticos de recuperación de costes y la aversión al riesgo tanto de los reguladores como de los actores a los que afecta dicha regulación debilitan los procesos que fomentan que prosperen las innovaciones con respecto a los beneficios del consumidor y los productores en un entorno futuro lleno de oportunidades nuevas. Las leyes que conforman los modelos de negocio limitan la exploración de oportunidades que benefician a la sociedad en su conjunto.

El cambio tecnológico de fuera del sector eléctrico es el que está creando actualmente dichas oportunidades. La generación distribuida a menor escala y demás recursos de distribución de energía (DER, por sus siglas en inglés), como el almacenamiento de energía y dispositivos conectados a Internet, resultan cada vez más asequibles, lo que añade presión al modelo de distribución eléctrica regulado actualmente. Un análisis llevado a cabo en 2013 por el Edison Electric Institute encendió el antiguo debate sobre las implicaciones financieras de los retos tecnológicos más transformadores con respecto al modelo de negocio de distribución eléctrica con especial atención a la cuestión de la generación de beneficios de la red de distribución. El informe establece paralelismos con el declive de las empresas de telefonía fija en un sistema cada vez más descentralizado y repartido (Edison Electric Institute, 2013). El gráfico 1 ilustra las presiones que las tecnologías distribuidas ejercen sobre el modelo regulatorio y de negocio tradicional de distribución eléctrica.

Barclays, en un informe emitido en mayo de 2014, recomendaba la reducción de la inversión en compañías eléctricas en carteras de inversión debida a las presiones financieras que podían surgir del “abandono de la red”, aunque otros análisis sugieren que el valor económico de los activos y funciones de las distribuidoras eléctricas no se van a ver afectados de una forma tan rápida como en el sector de las telecomunicaciones (Barclays, 2014; Rocky Mountain Institute, 2014). El ritmo del cambio responde, en parte, a la psicología del consumidor; aunque el abandono de la red podría resultar económico de medio a largo plazo, sobre todo en mercados con tarifas eléctricas minoristas relativamente altas, los consumidores no están todavía cómodos con la idea de dar ese paso.

Gráfico 1

La “espiral de la muerte de las eléctricas”



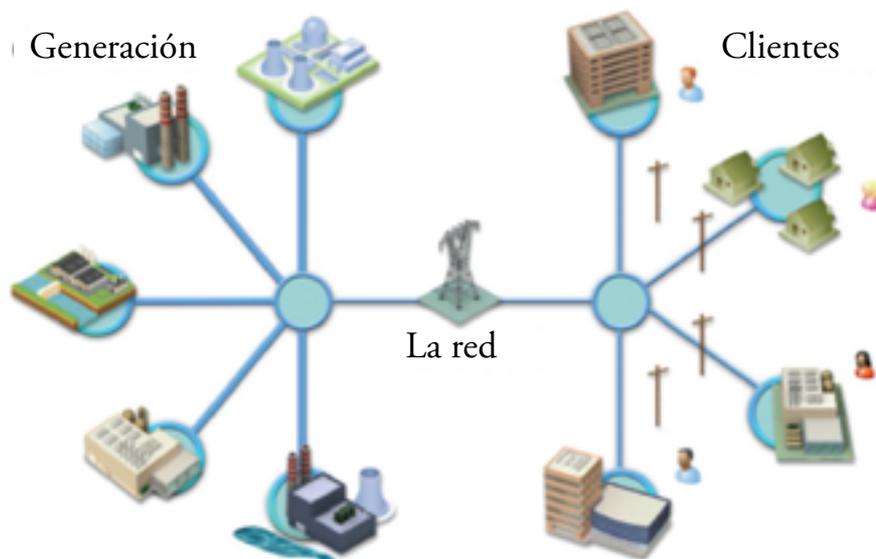
Fuente: EEI, 2013: 12.

Los gráficos 2 y 3 ilustran las diferencias existentes entre el sistema de distribución actual y el potencial, resultado de un dinamismo tecnológico en forma de tecnologías de red inteligente y energía distribuida. El gráfico 2 representa el flujo físico lineal y la cadena de valor tradicional dentro del sector, mientras que el gráfico 3 representa un esquema de los flujos multidireccionales tanto de la corriente física como de la creación de valor que resultan posibles con dichas innovaciones.

Estas tecnologías digitales de distribución facilitan la innovación en los márgenes de la red, parecida a la que se ha creado con Internet en las dos últimas décadas. La misma creatividad capaz de mejorar la calidad de vida de las personas resulta posible en el sector eléctrico, tal y como se ha probado con las placas solares comunitarias, microrredes, aplicaciones y vehículos eléctricos y dispositivos para la gestión autónoma y móvil de energía en el hogar. Dichas cuestiones también cuentan con implicaciones ambientales y de conservación a largo plazo.

Gráfico 2

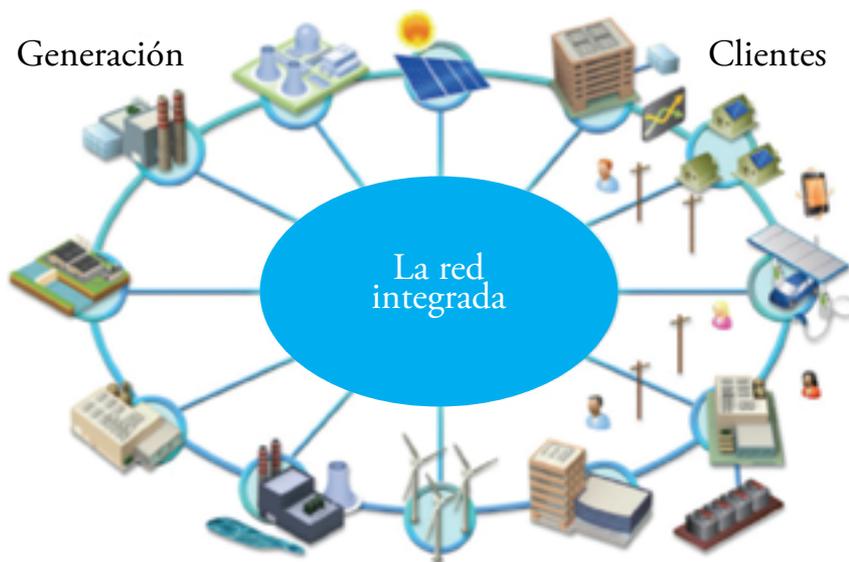
Red eléctrica tradicional



Fuente: EPRI, 2014: 8.

Gráfico 3

Red eléctrica integrada en malla



Fuente: EPRI, 2014: 31.

El presente trabajo explora la regulación eléctrica y cómo ha afectado a los incentivos para la innovación, incluyendo las innovaciones relativas a la energía limpia, la eficiencia energética y la infraestructura de la red.

Analizaré los organismos regulatorios mediante una teoría de la competencia más dinámica basada en la experimentación y el aprendizaje social emergente y combinaré dicha teoría con otras investigaciones recientes para proponer un marco regulatorio de suministro alternativo. El presente artículo subraya la experimentación y el papel que juegan las instituciones sociales (incluyendo la regulación) en el proceso de cambio tecnológico y ofrece un nuevo análisis de los procesos de innovación en un sector de capital intensivo muy regulado históricamente a la vez que se centra en facilitar la innovación mientras alinea los objetivos económicos y medioambientales.

La conexión entre la innovación, la calidad medioambiental, la competencia del mercado minorista y las elecciones de los consumidores resulta muy importante y se pasa por alto. Si nuestro objetivo normativo consiste en diseñar instituciones regulatorias que alineen los incentivos económicos y medioambientales, los efectos de la regulación en la innovación y elecciones del consumidor resultarán aspectos cruciales a considerar en nuestro camino a un futuro próspero y limpio.

¿CÓMO INFLUYE LA REGULACIÓN EN LA INNOVACIÓN Y EN EL MODELO DE NEGOCIO DE LAS ELÉCTRICAS?

El marco institucional de la regulación (o las políticas que conforman el modelo de negocio de las eléctricas y los incentivos de los reguladores, directivos de las compañías eléctricas, consumidores y empresarios) es uno de los factores más importantes que afectan a la innovación energética y a un futuro más limpio. En los Estados Unidos, dicho marco determina el alcance de la investigación, la innovación y los incentivos a los que hacen frente las empresas energéticas y de suministro.

Resulta imposible comprender la regulación económica y sus efectos sobre la innovación y la conservación sin comprender su historia y sus orígenes en la tec-

nología y la cultura del siglo XIX. Dicho sistema de regulación económica se encuentra integrado en las instituciones, incentivos y cultura empresarial actuales a los que se enfrentan las eléctricas reguladas, los reguladores, los consumidores y los empresarios.

Aunque el sector de la electricidad ha estado muy regulado desde sus inicios, las cuestiones medioambientales son relativamente recientes en la historia de la electricidad. Los organismos regulatorios no han cambiado mucho en el último siglo en comparación con los notables cambios que se han producido en la economía y la tecnología. Así, la cultura regulatoria está íntimamente integrada en las comisiones regulatorias, en la estructura organizativa y en la cultura corporativa de las empresas reguladas, así como en los defensores del consumidor y los grupos de interés que participan en los procedimientos regulatorios.

Durante más de un siglo, la regulación se ha considerado un constructo dominante que conforma los incentivos que afectan a dichas partes y a las instituciones; y, a su vez, dichos incentivos conforman las culturas en la misma medida que las culturas y creencias dan lugar a las instituciones. La regulación surgió en un primer momento como respuesta planificada ante las preocupaciones de la Era del Progreso con respecto al tamaño de las empresas y el poder del mercado a finales del siglo XIX, momento en el que los cambios tecnológicos y la innovación adoptaron la forma de modelos y tecnologías de producción a gran escala que favorecían la producción de bienes, tanto existentes como de nueva creación, a un precio menor. La sentencia del Tribunal Supremo en el caso *Munn vs. Illinois* (1887) estableció el precedente en virtud del cual dicha regulación del comercio se podía promulgar si redundaba en beneficio de los intereses públicos. En última instancia, la industria emergente del alumbrado eléctrico experimentó dicha regulación.

El alumbrado eléctrico era el iPhone de la década de 1880, una tecnología transformadora que marcó tendencia. Los primeros clientes de la central de Pearl Street de Edison eran algunos de los líderes económicos y sociales de Nueva York, como J.P. Morgan, inversor de la Edison Electric Company; en Chicago, los primeros en adoptar el alumbrado eléctrico fueron Potter Palmer, Marshall Field y otros emprendedores económicos y sociales (Munson, 2005; Platt, 1991). El alumbrado

eléctrico constituyó una declaración social brillante y visible, con unos primeros adeptos adinerados que dieron visibilidad y notoriedad a la electricidad a ojos del resto de clientes y que hicieron las veces de sujetos de pruebas de Edison (y otros después de él), en cuanto a empresarios entretenidos con esa nueva tecnología, mejorando así su viabilidad en el mercado de masas. Tal como se ha comprobado en la historia de la tecnología en otras industrias, los primeros clientes empujan a las empresas hacia la producción en masa que, en última instancia, conduce a la reducción de costes y, por tanto, a la de precios.

La competición y las carreras por las patentes entre los inversores condujo a una batalla encarnizada en el campo de los inventos eléctricos desde el 1870 en adelante, que culminó con la “guerra de las corrientes” entre el diseño el modelo de corriente continua (CC) de Edison y el sistema de corriente alterna (CA) de Westinghouse (y Tesla). El sistema de corriente continua de Edison requería una generación relativamente cercana al consumo conectada mediante una red de distribución cara y cada vez más densa. El sistema de CA de Westinghouse, que se basaba en las ideas y patentes de un ex empleado de Edison, Nikola Tesla, permitió el desarrollo de un sistema de generación remoto a gran escala conectado a sistemas de distribución a través de cables de transporte de alta tensión. Otro desarrollo tecnológico, el transformador de William Stanley, permitió que la CA recorriera largas distancia en alta tensión mediante un tendido más barato y eficiente que el usado para la CC. Aunque caro, la escala de estos sistemas de generación y transporte podía abastecer a cientos de miles de clientes. La CA, con un coste medio más bajo, favorecida principalmente por las economías de escala, prevaleció. A finales de la década de 1890, la electricidad se unió a las redes ferroviarias, de teléfono y gas natural como otro sector de infraestructuras formado por economías de escala y organizado mediante integración vertical para capturar dichas economías.

La guerra de las corrientes derivó en una arquitectura diseñada para un sistema de suministro eléctrico concreto, construido principalmente sobre las ideas de Tesla y Westinghouse. El sistema de distribución necesita un ajuste a tiempo real entre la oferta y la demanda que se sirve de conmutadores y capacitadores mecánicos que actúan de barrera con la que mantener la fiabilidad del servicio. Los contadores mecánicos capturan un registro continuo del número total de vatios por hora

que consume el cliente final. Asimismo, las redes de distribución se diseñaron para la distribución de energía en un sentido, desde generadores a través de subestaciones al usuario final, en base a la hipótesis, razonable en ese momento, de que la energía siempre circularía desde los generadores centralizados al cliente. Este sistema sirvió de base para los orígenes tecnológicos de las empresas integradas verticalmente del sector eléctrico.

Esta tecnología electromecánica y la arquitectura de red unidireccional han tenido unas consecuencias económicas significativas, entre las que se destacan los altos costes fijos vinculados con la construcción de instalaciones de generación a infraestructura de transporte y distribución a gran escala. La estructura tradicional y el entorno regulatorio del sector eléctrico se deben principalmente a las economías de escala y su alcance; por eso, el sector eléctrico lleva existiendo durante más de un siglo como monopolio natural. Una de las principales características de los monopolios naturales es la reducción de los costes medios con respecto al rango correspondiente de la demanda.² El motivo es el alto coste fijo necesario para construir la infraestructura necesaria para dar servicio a los clientes. Unos costes bajos marginales (por ejemplo, costes bajos del combustible y de la mano de obra en comparación con los costes de capital) no son necesarios para la existencia de economías de escala pero se ha visto que la combinación de un alto coste fijo y costes marginales bajos caracterizan la generación central de electricidad a gran escala desde principios del siglo XX.

El sistema de CA se convirtió en el estándar tecnológico y es la base de nuestra arquitectura de red actual; por su parte, las empresas integradas verticalmente se alzaron con el modelo de negocio eléctrico dominante. La integración vertical también surgió debido a los altos costes operativos; las primeras tecnologías electromecánicas no posibilitaban los contratos independientes a precio de mercado entre empresas de tendido y minoristas independientes por lo que las compañías eléctricas suministraban productos y servicios integrados desde la generación a la venta minorista a través del transporte y distribución. Por tanto, la estructura de este sector desde principios del siglo XX en adelante ha sido la de empresas inte-

² Se puede encontrar una definición más técnica de los monopolios naturales multiproducto su sus características propias en Kiesling (2008), capítulo 2.

gradas verticalmente y contiguas desde un punto de vista geográfico que prestan servicios de gran calidad básicos y uniformes a sus clientes dentro de su alcance geográfico.

La generación a gran escala y a distancia también contribuyó a la mejora de la calidad ambiental al alejar la generación de las zonas más pobladas y ubicándola en zonas remotas en las que los contaminantes atmosféricos se disipan sin daños considerables a la salud humana. Sin embargo, con el tiempo, el crecimiento económico trajo consigo un aumento en los centros de población, que se extendieron hacia las centrales de generación, demostrando que la frontera entre el impacto ambiental/de salud y el económico no es fijo sino dinámico.

Mantener una estructura de mercado a gran escala e integrada verticalmente exige imponer barreras legales de entrada para proteger al monopolio de la competencia y maximizar las economías de escala, manteniendo unos costes bajos y estables para los clientes. Los fundamentos teóricos de la normativa económica con respecto a este sector integrado verticalmente descansan en el modelo estático del monopolio natural. Los monopolios naturales se dan cuando una determinada empresa puede abastecer a un mercado a un coste inferior del que podrían ofrecer empresas más pequeñas al mismo número de clientes en su conjunto. Los monopolios naturales nacen sobre todo de las economías de escala, generalmente en sectores de infraestructuras con unos costes fijos elevados.

La teoría del monopolio natural sugiere que la regulación puede mantener unos precios minoristas bajos y estables y puede reducir los costes limitando la inversión en infraestructuras a una única red no replicativa. El marco de este modelo y las recomendaciones regulatorias se ajustaban al principio del “interés público” de la regulación de los Estados Unidos durante la Era del Progreso.

Asimismo, la regulación también respetaba el principio de las “elecciones públicas” puesto que las compañías eléctricas buscaban unos costes de capital más bajos y unos beneficios más estables a través de la regulación³. En los primeros

3 El principio de elección pública emplea la teoría económica para analizar la toma de decisiones políticas. Caracterizar a los actores políticos como individuos con motivos racionales e intereses personales ha conducido a una comprensión más rica de los votos, grupos de presión, formaciones de coaliciones de intereses especiales y búsqueda de rentas. Véase Shugart (2008).

años tras la creación por parte de Thomas Edison de una nueva industria del alumbrado eléctrico en Nueva York en 1882, se dio un crecimiento del mercado, que también experimentó una mayor competencia, principalmente en áreas muy pobladas en las que el sistema de corriente continua de Edison tenía sentido desde el punto de vista económico. Los clientes en ciudades como Nueva York y Chicago pronto pudieron escoger entre compañías eléctricas competidoras, pero a medida que las empresas experimentaban con distintas estrategias y los mercados evolucionaban, las que contaban con una mejor gestión o tenían mejores conexiones políticas (o ambas) ampliaron su cuota de mercado, mientras que las menos eficientes abandonaron el sector. Cuando eso ocurrió, la empresa superviviente adquirió los activos y clientes de las empresas salientes, normalmente asumiendo su deuda para pagar los activos. Este proceso llevó a la consolidación de grandes cuotas de mercado para operadores como Consolidated Edison en Nueva York y Commonwealth Edison en Chicago.

Los altos beneficios atraían la entrada, patrón que se repitió, lo que significa que la empresa operadora consolidada asumió más deuda, normalmente a un tipo de interés más alto conforme las cargas de endeudamiento crecían. Dicho coste llevó a los directivos de las eléctricas, principalmente a Samuel Insull de Commonwealth Edison, a solicitar la regulación del sector puesto que implicaría estabilizar los mercados y garantizar la rentabilidad a la vez que se fijaban unos precios minoristas bajos y estables para el mayor número de clientes. Las eléctricas y los políticos comenzaron a ver en la electricidad un camino de crecimiento económico. En concreto, en Chicago, Samuel Insull gestionó esta evolución de valor de forma agresiva, fijando un coste para el servicio residencial lo suficientemente elevado para cubrir costes y obtener un margen de beneficio, pero lo suficientemente asequible para atraer a nuevos clientes residenciales del mercado de masas a la Commonwealth Edison (Munson, 2005, capítulo 3). La empresa no tardó en darse cuenta de que el éxito en el sector eléctrico, limitado por una generación centralizada y una tecnología de tendido cara, exigía consolidación. El papel de Insull en la obtención de los convenios normativos y la regulación de su industria ilustra la dinámica de elección pública relativa a la regulación. Por tanto, la regulación de la distribución eléctrica como servicio público surgió de la combinación del interés público con la elección pública conduciendo así al marco normativo: la empresa regulada ganaría una tasa fija a cambio de los

activos utilizados para suministrar energía a los usuarios finales, junto con su compromiso de dar servicio a todos los clientes dentro de territorio.

Esto dio como resultado que, durante el siglo XX, se cumplieran muchos de los objetivos de los diseñadores de la regulación de suministro eléctrico público y que el sector alcanzase una electrificación casi universal y tasas de venta minorista medias bajas y estables. Dicho éxito provocó que la Academia Nacional de Ingeniería nombrase el proceso de electrificación como el más importante del siglo XX (NAE, 2000). Un logro que se obtuvo poniendo “hierro en el suelo”, construyendo infraestructuras eléctricas basadas en predicciones de demandas futuras y las autorizaciones regulatorias a la construcción de nuevas infraestructuras, tendido y generadores para satisfacer la demanda prevista. Durante la primera mitad del siglo XX, la innovación de los procesos aumentó la eficiencia energética de los generadores a gran escala, lo que implicó que los grandes generadores a carbón pudiesen generar más energía con una cantidad determinada de combustible. Este proceso siguió avanzando, contribuyendo así al crecimiento económico y al aprovechamiento del crecimiento económico hasta que la eficiencia energética y la productividad de la generación a gran escala alcanzaron una meseta a mediados de los sesenta (Hirsh, 1999). Durante el siglo XX, la regulación se adaptaba perfectamente al crecimiento del sector, puesto que ofrecía un entorno de inversión de infraestructuras estable en el que el endeudamiento conducía a unos costes de producción menores y unas tarifas minoristas más bajas.

Desagregación mediante innovación en la década de los noventa y la actualidad: cambios institucionales y organizativos

Aunque la arquitectura de red ha permanecido invariable en su mayor parte, la tecnología de generación ha seguido otro camino. La energía nuclear primero y la turbina de gas de ciclo combinado (CCGT, por sus siglas en inglés), después, han modificado las economías de escala y, por tanto, la estructura de costes del segmento de generación de la cadena de valor mediante la introducción de tecnologías heterogéneas al conjunto.

Los sobrecostes nucleares pusieron de manifiesto los límites de la regulación pública de las eléctricas. En la década de los setenta, se esperaba que los cos-

tes de la energía nuclear fuesen extremadamente bajos (“demasiado baratos para medirse”) debido a las economías de escala y los bajos costes marginales de la generación de un megavatio-hora de energía adicional una vez que la central estuviese en funcionamiento. En la práctica no fue así debido a unos elevados costes fijos que no se habían anticipado. Los sobrecostes se trasladaron a los consumidores, levantando controversias en muchos estados, incluyendo California e Illinois.

A finales de la década de los ochenta, se dio un segundo cambio tecnológico muy significativo. El generador de turbina de gas de ciclo combinado (CCGT), básicamente un motor a reacción instalado en una plataforma, permitía una generación económica a menor escala. Por tanto, el coste medio monolítico cada vez menor en todo el sector ya no era de aplicación, lo que debilitó las economías de escala con respecto a la generación (aunque persistían con respecto al tendido). Este avance tecnológico permitió una mayor competitividad en los mercados eléctricos mayoristas debido a los cambios en las funciones de coste y economías de escala con respecto a la generación.

Las tecnologías nucleares y de CCGT condujeron a la reestructuración regulatoria a nivel federal y estatal durante la década de los noventa. La Ley de Política Energética de 1992 abrió los mercados minoristas y encomendó a la Comisión Federal de Normativa Energética (FERC, por sus siglas en inglés) la supervisión de dichos mercados para garantizar que los precios de mercado resultaban “justos y razonables”. Conforme se desarrollaban los mercados mayoristas, varios estados implementaron una reestructuración a nivel estatal con la que aprovechar la competitividad de los mercados mayoristas impulsados por los sobrecostes nucleares. Con la reducción de las economías de escala en la generación y el crecimiento de los mercados mayoristas, los generadores comenzaron a operar como productores de energía independientes en lugar de como las compañías eléctricas tradicionales integradas verticalmente de hacía casi un siglo. Por tanto, la reestructuración regulatoria supuso la apertura de los mercados mayoristas a la competencia reduciendo las barreras de entrada legales, y conduciendo así a la desagregación del sector de la generación de la cadena de valor de las empresas integradas verticalmente. Quince estados y el Distrito de Columbia implementaron una reestructuración minorista y cuentan con algún tipo de competencia a

nivel minorista para la totalidad o algunos tipos de clientes; asimismo, dos tercios de la electricidad que se consume en los Estados Unidos se suministra de forma competitiva a través de uno de los ocho mercados eléctricos mayoristas organizados a nivel regional.

Hoy en día, estamos viviendo una segunda ola de desagregación mediante innovación. En esta ocasión, de la mano de innovación en los procesos de producción y nuevos productos y servicios de la red inteligente digital y tecnologías eléctricas distribuidas. Las implicaciones económicas y medioambientales de la innovación digital surgen en el contexto de un conjunto de organismos regulatorios concretos. Unos organismos que se diseñaron para generalizar la electrificación a precios minoristas asequibles y estables en un entorno de inversión igualmente estable. En un sector tradicional y regulado como el eléctrico, las empresas se integraron verticalmente desde un principio debido a las dificultades tecnológicas. Las tecnologías de transporte y generación a gran escala permitían la producción de un servicio eléctrico estándar a un rango de tensión concreto con economías de escala sobre el rango de demanda correspondiente mientras que los costes operativos limitaban la posibilidad de comerciar a plena competencia entre generadores independientes, empresas de red independientes y minoristas independientes. Así, las compañías eléctricas crecieron, se consolidaron y adquirieron su gran tamaño. Dicho tamaño, junto con el poder de mercado asociado al mismo, suscitó inquietud con respecto a los impactos en el bienestar que suponían unos precios monopolísticos, lo que unido a la inquietud relativa a su estructura de capital, llevó a una regulación pública de las eléctricas.

¿Cómo afecta la regulación existente a la naturaleza y ritmo de dicho cambio? ¿Qué cambios regulatorios se pueden dar con respecto al modelo de negocio de las eléctricas para reducir las barreras a la innovación? Responder a estas preguntas requiere comenzar con una descripción y crítica a la teoría regulatoria actual y a la teoría de la competencia en la que se basa. Esta crítica sugiere una teoría de la competencia alternativa que pueda ayudarnos a comprender el proceso de innovación así como el papel e impacto de la regulación. La relación entre la innovación y la competencia en los mercados minoristas consiste en el aprendizaje experimental mediante prueba y error, lo cual es un factor fundamental tanto en los procesos de innovación como en los procesos de mercado a nivel más general.

LA TEORÍA DE LA COMPETENCIA Y SU IMPORTANCIA MEDIOAMBIENTAL Y ECONÓMICA

La teoría económica que subyace en la regulación enmarca la práctica regulatoria y la naturaleza y el ritmo de la innovación. Durante el siglo pasado, la regulación económica en el sector eléctrico se ha basado en la teoría del monopolio natural. Dicho modelo describe un sector con unos costes de producción más bajos para un determinado producto. Tanto la definición del producto como la de la demanda se dan por supuestos y permanecen inalterados. El modelo sugiere que la tendencia natural en un mercado de competencia consiste en aplicar un precio que no cubre los costes fijos principales. Por tanto, como adujeron los diseñadores de este modelo en la década de 1890, la regulación económica debía erigir una barrera de entrada, asegurar un monopolio y disponer que los beneficios de la empresa se basaran en una tasa de retorno sobre los activos a coste incrementado. El regulador cuenta con la información sobre los costes de la empresa para permitirle determinar qué tasa de retorno aplicar. Dicha regulación proporciona un producto determinado a los consumidores al precio más bajo posible. Por tanto, la propia regulación económica establece los límites tanto del mercado como del producto. Simplemente acomoda el crecimiento de la demanda aumentando la inversión en infraestructuras autorizada.

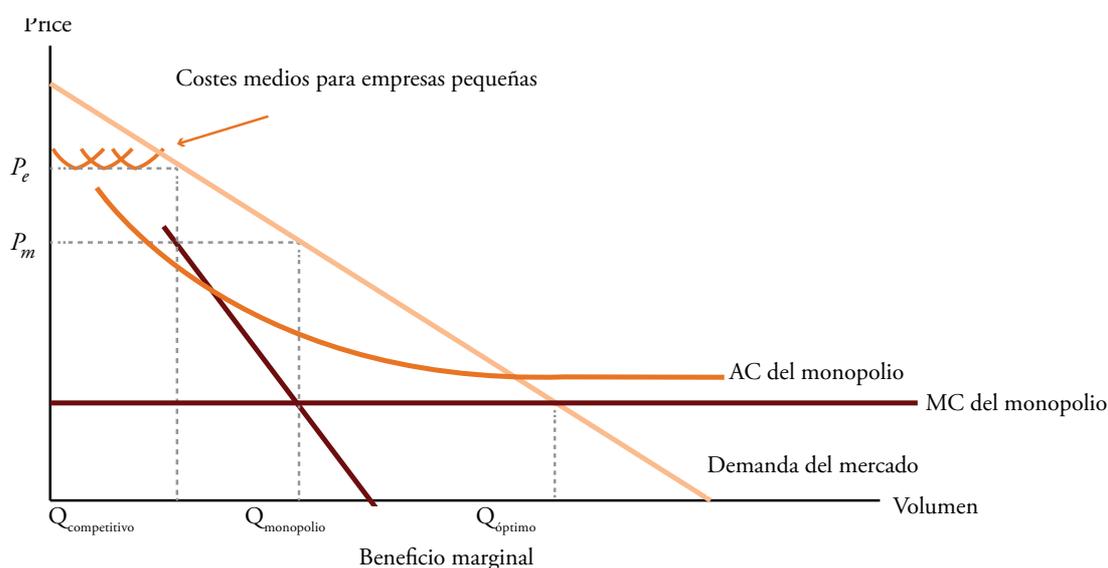
Los procedimientos regulatorios tradicionales se centran en garantizar que tanto los reguladores como los regulados suministren un servicio definido, genérico y de gran calidad al menor precio posible. En la medida en la que el sector permanezca estable desde el punto de vista económico y tecnológico y el crecimiento se dé únicamente aumentando los productos y servicios, el modelo regulatorio no tendría por qué variar tampoco.

La utilización de este modelo estático en el que se asume la totalidad de la información suscita la cuestión, relativa a la teoría regulatoria, de cómo maximizar el excedente total en base a la tecnología, la función de coste y las preferencias del consumidor. Dicha cuestión es inherentemente estática. En comparación con el referente de eficiencia en el que las empresas compiten reduciendo precios hasta un coste marginal, la estructura del sector/empresa/coste de un monopolio natural no puede sostener un resultado competitivo en el que el precio iguala el coste marginal debido a los altos costes fijos. En otras palabras, si tuviesen competencia,

las compañías eléctricas se verían obligadas a desarrollar, cada una por su cuenta, sus propias redes en paralelo, lo que redundaría en un aumento del precio para los clientes. Garantizar que un monopolio natural se mantiene como monopolio, protegiendo así a la empresa de las presiones de la competencia, produce mejores resultados a largo plazo. El nivel de producción que implicaría beneficios en un entorno con unos costes fijos muy altos y barreras de entrada bajas se da cuando el precio iguala el coste medio (en el que los beneficios económicos resultan “normales”), pero este punto no supone un equilibrio estable. La explicación en este caso es que con unas barreras de entrada bajas, la empresa obtiene su poder en el mercado mediante la consolidación conforme sus competidores salen; entonces puede aplicar un precio elevado, lo que atraería más entradas, creando de nuevo una competencia que reduciría el precio por debajo del precio medio, lo que provocaría la salida de las empresas menos eficientes, lo que, a su vez, permitiría a la compañía consolidada volver a subir los precios. El punto en el que el precio iguala el coste medio arroja el excedente total más alto posible, dada la naturaleza de la función de coste y, por tanto, el modelo del monopolio natural sugiere que los reguladores deben garantizar dicho punto mediante la normativa que promulguen. El gráfico 4 representa este modelo estático gráficamente.

Gráfico 4

El modelo estático del monopolio natural



Fuente: Cowen y Tabarrok (2011).

Este modelo estático es la justificación de la regulación de precios y volúmenes en este mercado para garantizar que el volumen al que el precio iguala el coste medio alcanza un resultado estable cuando, en ausencia de dicha regulación, no sería estable. En base a dichas hipótesis, los reguladores y el sector han convergido en el diseño del modelo regulatorio actual, que en los Estados Unidos toma la forma de una regulación basada en la tasa de retorno para asegurar unos beneficios eléctricos a niveles “normales”, derivando de ahí los precios al por menor y erigiendo unas barreras de entrada que expulsan la competencia a la vez que obligan a la empresa a dar servicio a todos los clientes en un área geográfica de un territorio específico.

Sin embargo, muchas de las hipótesis de este modelo regulatorio se están quedando desfasadas en nuestra sociedad actual. La hipótesis de una única tecnología de producción con una curva de coste medio descendente a largo plazo dejó de ser aplicable hace mucho tiempo, tal como han demostrado las innovaciones relativas a la turbina de gas de ciclo combinado (CCGT) a menor escala de la década de los ochenta y la consiguiente desagregación de la generación de la empresa integrada verticalmente, así como la liberalización de los mercados mayoristas energéticos en estados reestructurados de los EE.UU. Dicha hipótesis resulta cada vez más problemática en vista de los últimos avances en tecnologías de generación a menor escala, incluyendo el gas natural, las renovables e incluso en los reactores nucleares modulares.

El conjunto actual de avances digitales y de distribución de energía anula otra de las hipótesis: la de un mercado fijo para un producto bien definido vendido a un precio en base al volumen. En la era electromecánica, el producto consistía en un servicio conjunto de red eléctrica y materia prima energética que se vendía a los consumidores como un producto uniforme y fiable por el que pagaban un precio medio fijo. La regulación reforzó esta definición uniforme del producto y estableció unas mediciones de calidad en virtud de las cuales los reguladores podían evaluar el rendimiento de la compañía eléctrica. Las innovaciones basadas en recursos energéticos digitales y distribuidos (DER) han provocado que la hipótesis anterior resulte excesivamente simplista. Los contadores digitales y las tecnologías transactivas de uso final han promovido una política dinámica de precios según horarios más atractiva para los clientes, sobre todo si pueden

automatizar sus respuestas ante dichas variaciones en los precios. La tecnología digital permite que los productos de “energía verde” evolucionen a contratos que permiten a los consumidores personalizar su gasto en energía verde o gris en base a sus presupuestos, permitiendo así (o no) a más consumidores adquirir energía de acuerdo a sus preferencias medioambientales y presupuestos.

Además, adoptar un precio plano por volumen de electricidad aumenta la eficiencia de la red en su conjunto. Actualmente, sin unos avisos de precios que acoten la demanda, los sistemas eléctricos se deben construir con la suficiente capacidad para asumir un consumo de energía puntual pero notablemente más alto durante días y horas puntas, como las tardes de verano más calurosas. Los generadores de picos máximos no solo se usan poco sino que son los recursos más caros y a menudo los más contaminantes de la red. Incluso a menor escala dentro de la estructura regulatoria actual, los programas de gestión bajo demanda, en los que los aires acondicionados y termostatos de los clientes se programan para responder a los altos precios, han demostrado unos ahorros notables de coste, electricidad y medioambiente durante horas punta.

Otra de las hipótesis principales del modelo estático es la vinculada a la información. El modelo estático da por hecho que los reguladores tienen acceso a toda la información necesaria para alcanzar el punto en el que el precio iguala el coste medio⁴. De hecho, ni los reguladores ni el resto de actores del mercado cuentan con acceso a la información que conforma las decisiones individuales que se toman sobre la producción o el consumo. En mercados dinámicos con una información privada difusa, ni los emprendedores ni los reguladores saben *a priori* qué bienes y servicios tendrán éxito entre los consumidores y a qué precios. De la misma forma, las preferencias de los consumidores ni son fijas ni se conocen de antemano, ni siquiera las conocen ellos mismos. Los consumidores adaptan sus preferencias a lo largo del proceso de evaluación de las opciones disponibles en el mercado y de análisis del valor relativo de dichos productos a lo largo del tiempo. Incluso el conjunto de opciones disponibles para los consumidores cambia a lo

⁴ Una de las áreas más fértiles de la teoría regulatoria de los últimos 30 años ha sido la aplicación de modelos de información asimétrica con respecto al problema de los reguladores (por ejemplo, Laffont y Tirole, 1993). Esta obra se centra en la información que el regulador puede adquirir a cierto coste; no aborda cuestiones epistémicas relativa a la información difusa y privada objeto del presente artículo y cuya agregación resulta complicada de por sí debido a la ausencia de un sistema de precios.

largo del tiempo debido a la actividad de las empresas. Es únicamente durante el proceso de evaluación de productos y costes de oportunidad con respecto al consumo eléctrico cuando los consumidores individuales se dan cuenta de los costes de oportunidad. Sin embargo, dicha información solo está disponible para los técnicos o reguladores a través de una actividad de mercado transaccional en la que la demanda de bienes concretos se coordina a través de precios de mercado.

En concreto, la regulación ahoga el aprendizaje social que se da a través de la experimentación de los procesos de mercado, puesto que la regulación presupone *a priori* una demanda y unos precios y no a través de los procesos de aprendizaje y la experiencia de los consumidores y productores. El aprendizaje en procesos de mercado resulta crucial para permitir la coordinación económica y social puesto que el conocimiento es difuso entre los agentes individuales de la sociedad (Hayek, 1945; 1974). La regulación eléctrica actual encarna la antítesis de este concepto.

Los modelos regulatorios toman como premisa la incapacidad de recuperar los costes en caso de cambios tecnológicos y económicos generalizados (la destrucción creativa schumpeteriana). El dinamismo tecnológico y económico caracteriza el entorno del mercado a principios del siglo XXI. Tal como Joseph Schumpeter explicó (1934, 1942), el valor surge a través de la desintegración de las definiciones del producto y servicio y los límites del mercado. La regulación económica tradicional está diseñada para constreñir dicha evolución e innovación generadora de valor.

La teoría del emprendimiento sugiere una teoría de la compensación más dinámica. El análisis pionero de Joseph Schumpeter (1934) examinó la forma en la que una innovación disruptiva genera crecimiento económico a través de individuos que crean “nuevas combinaciones” de materiales y fuerzas que conducen al cambio lejos del equilibrio económico (1934: 65). Los individuos descubren estas “combinaciones” por medio de la experimentación. Los productores actuales difieren de estos investigadores en lo que respecta a su tendencia a iniciar cambios generadores de crecimiento por medio de participantes únicamente en mercados existentes, produciendo solamente bienes y servicios existentes y utilizando técnicas existentes a precios marginalmente más bajos.

Schumpeter enumera cinco mecanismos para la creación de cambios dinámicos en el mercado: 1) introducir un nuevo bien o servicio o añadir nuevas características a uno existente, 2) introducir una nueva tecnología o método de producción, 3) abrir nuevos mercados, 4) capturar nuevas fuentes de materias primas o 5) nuevos métodos de organización industrial. (1934: 75). La competencia en sociedades de libre empresa consiste en un proceso de destrucción creativa en la que las nuevas combinaciones e ideas provocan que las anteriores se queden obsoletas (1942: 84). La competencia dinámica suele tomar la forma de diferenciación de productos y agrupación para ganar cuota de mercado. La rivalidad se da entre productos diferenciados; agentes de la innovación y emprendedores cambian las definiciones y límites del mercado creando nuevos productos y servicios así como conjuntos de productos y servicios. El descubrimiento dinámico de nuevas propuestas de valor se debe dar necesariamente en un proceso de experimentación en el que interactúen los distintos productores, como lo hacen las combinaciones actuales con las anteriores, para cumplir con el criterio de la creación de valor del consumidor.

El agente de innovación disruptivo de Schumpeter encuentra su complemento perfecto en la actividad del emprendimiento, alerta y concienciación de Israel Kirzner (1978, 2009). El “empresario como agente del equilibrio” (2009: 147) emplea la alerta diferencial para aprovecharse, al menos de una forma especulativa, de una oportunidad existente para crear valor. La alerta diferencial consiste en ser consciente de una oportunidad de negocio que de otra forma pasaría desapercibida. Dicho empresario no sería el “creador disruptivo” de Schumpeter sino que se embarcaría en un proceso de prueba y error, actuando como coordinador mediante la adaptación a condiciones subyacentes cambiantes. La comercialización de nuevos productos y servicios, así como de nuevos paquetes de conjuntos y servicios, es un ejemplo de “equilibrio a través del emprendimiento”, tal y como Kirzner lo entendía.

Estas ideas de emprendimiento y experimentación son importantes para los organismos reguladores y el cambio institucional de la energía eléctrica puesto que una coordinación descentralizada a través de procesos de mercado ofrece una coordinación prospectiva del comportamiento de la que las autoridades centrales no disponen, incluyendo a los reguladores, independientemente de su experien-

cia. Los mercados ofrecen a los agentes de todo tipo oportunidades e incentivos para que realicen descubrimientos rentables a través de la investigación. Algo que, en su configuración actual, no ofrece la regulación.

La revolución industrial de las últimas tres décadas proporciona información a los reguladores a la hora de diseñar instituciones regulatorias que promuevan el bienestar del consumidor a través de la competencia. Décadas de dinamismo tecnológico y de valor generado por el mismo demuestran que los medios mediante los que la competencia genera valor se corresponden con la destrucción creativa schumpeteriana. Los nuevos productos y servicios que los consumidores valoran provocan que los ya existentes se queden obsoletos. La destrucción creativa conduce al crecimiento económico y a una calidad de vida más alta y a un sistema social, tecnológico y económico notablemente distinto al que existía hace treinta años, algo que nadie habría previsto hace tres décadas. Los cajeros automáticos, dispositivos móviles y el comercio online constituyen algunos ejemplos de cómo la destrucción creativa ha transformado nuestra vida diaria. Estas oportunidades de descubrimiento empresarial por parte tanto de los productores como de los consumidores han provocado cambios e innovaciones que han traído consigo la creación de valor y una mejora de la calidad de vida.

La crítica al modelo del monopolio natural estático y las características de nuestro entorno tecnológico actual sugieren que una teoría de la competencia más dinámica prepararía a las instituciones regulatorias para afrontar la industria eléctrica del siglo XXI. En concreto, en los últimos 50 años, con el advenimiento de la tecnología digital, el crecimiento de la actividad económica debido al desplazamiento de las operaciones de las empresas a los mercados, la globalización y los cambios fundamentales demográficos y del mercado de trabajo, el entorno en el que opera el sector eléctrico es extremadamente dinámico y fluido.

La regulación económica tradicional resulta incompatible con el dinamismo económico, el cambio tecnológico, la innovación y, en última instancia, con el bienestar generalizado del consumidor puesto que la normativa económica tradicional ahoga la investigación del productor y del consumidor. Los procesos de mercado resultan útiles puesto que proporcionan a los consumidores y a los productores la capacidad de experimentar.

Por estos motivos, tomaré como referencia teórica la medida en la que los reguladores favorecen la experimentación. El término experimentación hace referencia a aquellas acciones que se llevan a cabo para descubrir algo desconocido y supone la característica principal de la forma en la que los procesos de mercado generan valor en un sentido más dinámico que estático (Kiesling, 2014). El desarrollo de nuevos productos y servicios por parte de los empresarios y su lanzamiento al mercado son acciones de experimentación. Cuando un consumidor entra en una tienda, explora los dispositivos de comunicación disponibles y las características que tienen, así como sus precios, está embarcándose en una acción de experimentación. Cuando un número suficiente de consumidores escogen un producto en concreto y obtienen un excedente del consumidor de dicha elección, el productor se beneficia; cuando los consumidores no eligen un determinado producto o no obtienen excedente alguno, el productor incurrirá en pérdidas y cualquier corrección de errores implicará cambios en el proceso de producción y el precio, cambios en el producto o salir del mercado. La interacción de la experimentación del productor y el consumidor a través de procesos de mercado a lo largo del tiempo provoca innovación comercial. Ejemplo de esto serían los factores compuestos que condujeron a la Revolución Industrial (Mokyr, 2010). El proceso garantiza asimismo que los productores que obtienen malos resultados tengan que abandonar el mercado.

La experimentación se encuentra entre los principales impulsores de la creación de valor en una teoría empresarial que enfatiza los procesos de los mercados de competencia: la capacidad de los productores de aportar nuevas ideas al mercado, de combinar y agrupar productos y servicios nuevos o existentes de maneras novedosas y la capacidad de los consumidores de descubrir estas nuevas propuestas de valor y decidir el valor que les conceden. No obstante, a pesar de unas ventajas tan obvias, estos conceptos aún no se han integrado en el sector eléctrico.

Rogers (1962) identifica la experimentación como uno de los factores que más influyen en la difusión de la innovación. Greenstein (2008, 2012) sostiene que las experimentaciones económicas jugaron un papel muy importante en la creación de valor en aquellos mercados que accedían a Internet. Sus análisis sugieren que si bien la experimentación económica es un factor impulsor de la creación de valor, el espectro regulatorio federal anterior a 1990 erigió una barrera regu-

latoria a dicha experimentación. Los paralelismos tecnológicos, empresariales y regulatorios entre el sector eléctrico e Internet resultan obvios. Así como la falta de regulación de Internet y las telecomunicaciones condujo a una explosión de innovaciones en los márgenes de la red, en el sector eléctrico se puede dar el mismo proceso en los márgenes de la distribución.

Cada vez más, conforme (1) las tecnologías de red inteligentes (según se definen en la introducción) proliferan en la red de distribución, (2) las fuentes de energía distribuidas se abaratan y aumenta su eficiencia energética, y (3) el “Internet de las cosas”, como los electrodomésticos inteligentes, desarrollan el “hogar conectado”, la regulación basada en las licencias limita el nivel de innovación que se puede dar en los márgenes de la red de distribución. El valor económico y medioambiental potencial de la innovación en energía residencial favorecida digitalmente aumentará el coste de oportunidad de la regulación basada en las licencias, puesto que el valor de lo que podría darse y que los reguladores no están permitiendo descubrir será mayor que en la perspectiva tradicional de este mercado basada en la “electricidad como materia prima”.

Si entorpece la innovación, entonces dicha regulación no está favoreciendo necesariamente a los consumidores. De hecho, favoreciendo el *statu quo*, la regulación perjudica a los consumidores. Incluso en el supuesto de que la regulación en un primer momento se pensase para favorecer los intereses de los consumidores (y lo consiguiera) los procedimientos legales y administrativos que implica promueven que se mantenga un *statu quo* tecnológico y regulatorio. La teoría de la elección y la observación histórica de los sectores regulados demuestran que la regulación se ha convertido en protectora del sector. Dicha protección del sector cultiva intereses electorales y estos tienden a impedir la innovación y a mantener las barreras de entrada. La importancia de esta cuestión resulta evidente de los continuos debates sobre la interconexión de las eléctricas y terceros y la experimentación del consumidor en el sector eléctrico. Esta dinámica económica y política entre reguladores y partes reguladas impide la innovación.

INNOVACIÓN, REGULACIÓN Y LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DEL FUTURO

¿Qué consecuencias tendría para los modelos de empresa y la estructura organizativa de las compañías de distribución eléctrica centrarse en la experimentación

y la reducción de las barreras a la innovación? ¿Cómo será la compañía distribuidora del futuro? ¿Qué operaciones se enmarcarían dentro de este entorno? ¿Qué consecuencias tendría para el diseño y normativas del mercado minorista poner el énfasis en la experimentación y la innovación con respecto a la competencia del mercado? Y, por último, ¿qué se necesita de los organismos reguladores y el papel de la regulación en un mundo rico en tecnologías digitales y DER con unas características tan marcadamente descentralizadoras?

Imaginad, por ejemplo, que el propietario de una vivienda particular, ha instalado un dispositivo de generación distribuida, como paneles solares en el tejado. También cuenta con otros dispositivos digitales que permiten al cliente automatizar el uso de los electrodomésticos para modificar el consumo eléctrico en base a la producción del sistema solar reduciendo así el uso general de energía y de energía generada mediante combustibles fósiles suministrados a través del balance neto de la red. Si existiese un mercado minorista abierto y en tiempo real de verdad, el cliente podría vender cualquier exceso de generación de sus paneles solares y obtener unos beneficios con los que compensar la inversión. Las tecnologías digitales posibilitan ese mercado minorista abierto, descentralizado e interconectado en los márgenes de la red de distribución. Además, estas tecnologías de la comunicación favorecen la nueva creación de valor, la reducción del impacto medioambiental y descentralizan la coordinación del sector eléctrico precisamente porque permiten aprovechar mejor la red y que participe un número mayor de participantes de forma transactiva. La regulación existente en algunos estados permite el balance neto y exige que las eléctricas proporcionen programas de eficiencia energética a la vez que mantienen precios minoristas fijos. Estos programas regulatorios no resultan sustitutos administrativos adecuados para un conjunto de propuestas tan rico y diverso que además los facilita y les aporta valor puesto que la tecnología permite que se dé de forma simultánea la personalización de los servicios y la automatización de acciones y decisiones.

La cadena de valor de la electricidad resulta complicada, tanto debido a la física de los flujos de corriente del sistema de corriente alterna con poco almacenamiento energético como a la historia de la regulación de las tarifas minoristas. No obstante, la posibilidad de coordinación descentralizada se acerca cada vez más gracias a la promesa de la tecnología digital. Imaginad un mercado vibrante

en el que empresas minoristas compiten para dar servicio a clientes finales ofreciéndoles menús de contratos; estos contratos incluirían el suministro de diversos productos y servicios dependiendo de las tarifas y su variación en el tiempo (fijas, tiempo de uso, tiempo real), el tipo de fuente de generación (verde, gris, combinada), otros bienes y servicios con los que se presenta el servicio eléctrico (seguridad, control de la salud, entretenimiento) y otras dimensiones de productos de gran valor que ahora mismo no podemos concebir pero seguro que las empresas se esfuerzan en crear mediante nuevos incentivos de mercado.

Los dispositivos inteligentes de uso final hacen que estos productos sean viables y les resulten atractivos a los consumidores puesto que les proporcionan información sobre su consumo, gasto y el impacto medioambiental de dicho consumo, y debido al hecho de que estos dispositivos son transactivos. El valor real de una red de dispositivos transactivos y consumidores minoristas no se limita al beneficio de consumidores y productores en mercados minoristas. Se debe tener en cuenta la agregación de las decisiones (automáticas y manuales) que los clientes programan en sus dispositivos: los precios dinámicos aumentan conforme descienden los costes y cuando la demanda se acerca a la capacidad del sistema; por otra parte, si los consumidores programan sus dispositivos transactivos para responder a las señales de precios, en su conjunto, la demanda caerá precisamente cuando la reducción de la demanda sea más alta. Las señales de precios proporcionan el punto de referencia, el elemento de coordinación de la información al que pueden responder los consumidores (o, más concretamente, sus dispositivos) que, en su conjunto, provocarán la fiabilidad del sistema y reducirán la demanda punta y los costes máximos. En otras palabras, este proceso de coordinación descentralizada conduce al tipo de sistema de niveles que históricamente solo ha sido posible a través de un control físico y centralizado de la red de distribución.

Esta coordinación descentralizada habilitada gracias a la tecnología resulta deseable puesto que conecta los valores y preferencias de cientos de miles de consumidores con las decisiones de producción e inversión de las empresas generadoras mediante un sistema de señales de precios en procesos de mercado que coordina las decisiones de todas las partes implicadas en el consumo de electricidad de los consumidores minoristas. Esta conexión y coordinación conduce a una eficiencia económica y puede inducir a los consumidores a reducir el uso eléctrico lo que

provocaría una reducción en el uso del producto y, a su vez, una reducción del impacto ambiental derivado del consumo eléctrico.

La innovación tecnológica es un recurso evolutivo, un proceso de descubrimientos cuyos resultados resultan muy complicados de anticipar. Por tanto, la experimentación resulta crucial si queremos conocer cuáles de estas innovaciones energéticas digitales relativas a la distribución les resultan atractivas a los consumidores y cuánto valor les aportan. La experimentación a través de mercados coordinada a través de señales de precios permite tanto a los productores como a los consumidores descubrir y crear un valor recíproco.

Este proceso evolutivo es la verdadera razón por la que la competencia dentro de los mercados genera valor: no en vano los procesos de mercado descentralizados son procesos de aprendizaje, descubrimiento y corrección de errores. De dichos procesos surge el orden en los mercados que crea un amplio sistema eficiente y con resultados positivos que serían imposibles si dicho sistema se planificara de manera centralizada.

Aquellos reguladores que persiguen una electricidad más limpia y económica pretenden ejercer su influencia sobre este proceso para alcanzar sus objetivos regulatorios aplicando ayudas específicas para la tecnología y cuotas para las renovables, por ejemplo. Las políticas que estipulan qué tecnologías serán susceptibles de percibir ayudas pueden favorecer su crecimiento, pero existe una oportunidad de coste que se pasa por alto: el resto de tecnologías que se hubiesen podido desarrollar y que habrían resultado más limpias, económicas o más atractivas para los consumidores. Las políticas que imponen obligaciones a la tecnología entorpecen este proceso dinámico de experimentación antes incluso de que comience reemplazando el criterio de los reguladores por el del conjunto de productores y consumidores sujetos a su control. Las políticas prescriptivas sobre la tecnología limitan el canal de la innovación y lo especializan. Esta especialización puede favorecer algunas economías de escala de producción en la tecnología escogida pero a costa de limitar los posibles beneficios de la exploración. Por tanto, podemos evaluar los términos de las diversas políticas solares a nivel estatal que se aplican en un estado como California en base a la medida en la que favorecen la experimentación descentralizada tanto de los productores como de los consumidores, en el contexto del proceso de mercado dinámico ideal descrito anteriormente (Kiesling y Silberg, 2015).

Los objetivos regulatorios como las metas de capacidad para las renovables son un intento de guiar e introducir tecnologías específicas en un mercado eléctrico deformado y sesgado. La medida en la que los mercados eléctricos favorezcan la innovación y la experimentación debería ser un objetivo específico de la futura reforma del mercado eléctrico.

La compañía eléctrica distribuidora del futuro como plataforma tecnológica y de mercado

Un buen fruto de Internet (que explotase este concepto de innovación sin necesidad de licencias), sería un modelo de negocio de empresa de distribución eléctrica que hiciese las veces de plataforma económica y permitiese la innovación en los márgenes de la red. Carliss Baldwin y Jason Woodard definen el término plataforma como “... un conjunto de componentes estables que favorece la variedad y la evolución de un sistema condicionando los vínculos entre el resto de componentes.” (2009: 19) Las empresas eléctricas distribuidoras como plataforma suponen un diseño de mercado de cambio tecnológico que aumenta la complejidad del entorno económico y tecnológico en el que operan las empresas del sector eléctrico con ramificaciones asimismo en las instituciones reguladoras. El modelo de negocio de las distribuidoras eléctricas es consecuencia directa de la regulación; se trata de un monopolio legal sobre la distribución física de un producto invariable y bien definido en un mercado concreto con barreras bien claras. Dicho de otra forma, únicamente las distribuidoras eléctricas cuentan con la licencia legal de transportar y vender energía de una tensión y calidad concretas a clientes residenciales. La reestructuración regulatoria que permite la competencia a nivel minorista ha provocado cambios organizativos en algunas jurisdicciones. Aunque aquí me centro en un diseño de modelo de negocio como plataforma de distribución, los cambios necesarios para facilitar dicho modelo son cambios regulatorios⁵.

5 La Comisión de Servicios Públicos de Nueva York está explorando dichos cambios regulatorios y un viraje hacia Plataformas de Servicios de Distribución (DSP, por sus siglas en inglés) como parte del procedimiento regulatorio para la Reforma de la Perspectiva Energética (Reforming the Energy Vision o REV) (Comisión de Servicios Públicos de Nueva York, 2014). Algunas de sus propuestas de diseño son parecidas a las que se incluyen en el presente. Asimismo, dicho procedimiento será probablemente objeto de debate con respecto a las políticas eléctricas en un futuro cercano.

Una plataforma es un conjunto de elementos tecnológicos que normalmente cuentan con un núcleo común y estable y una periferia variable y heterogénea (Gawer, 2014: 1242). Las plataformas de videojuegos son un ejemplo clásico: la tecnología base (la videoconsola) contiene un conjunto de elementos (normalmente periféricos) que funcionan junto con otros elementos (el *software*) para habilitar el juego. Esos otros elementos incluyen juegos programados para su uso en la plataforma y otros dispositivos como mandos que complementan la tecnología base. Una base de componentes comunes facilita que se desarrollen las economías de gama en la producción en torno a la plataforma, que supone uno de los principales impulsores de innovación con respecto a las plataformas tecnológicas.

En la era digital, la titularidad de la plataforma casi siempre excede el valor de cualquier elemento periférico. Algunos ejemplos de ellos son la iTunes store, el sistema operativo iOS, Facebook, y Uber. Unos emprendedores disruptivos avezados, como los ejecutivos de las eléctricas del siglo XX se beneficiarían de establecer sus innovaciones como plataformas.

Un aspecto importante de las empresas plataforma es que son capaces de conectar a distintos usuarios alejados entre sí a una misma red. Las empresas plataforma son empresas de red aunque no todas las empresas/sectores de red operan o consideran sus modelos de negocio como empresas plataforma. Esta característica cambiará conforme continúe evolucionando la tecnología digital. La empresa de red o plataforma facilita la conexión y el intercambio entre dos o más partes. Esta idea no es propia de la era digital. La historia económica de las redes de canales o ferrocarriles demuestra que el transporte es una plataforma de red industrial no digital prototípica. Todos los sectores de infraestructuras de red cuentan con algunos aspectos en común con los mercados de plataforma o bidireccionales; las redes de ferrocarriles unen a proveedores de transporte y el transporte de pasajeros/mercancías, las redes postales unen a corresponsales, las redes de oleoductos unen a compradores y proveedores de petróleo o gas natural, las redes de tendido eléctrico unen a los generadores con los consumidores. En ese sentido, funcionan como plataformas económicas que generan mercados bidireccionales.

Un análisis económico de las plataformas las caracterizaría como facilitadores e intermediarios de transacciones. Mediante la utilización de tecnologías que redu-

cen los costes operativos, las plataformas económicas crean valor conectando a las partes de forma que obtienen un valor recíproco, típicamente en forma de intercambio. Los proveedores de plataformas crean mercados en la medida en la que conectan a productores y consumidores (Rochet y Tirole, 2003). Siguiendo con el ejemplo de la plataforma de videojuegos, el proveedor de la plataforma crea valor proporcionando una determinada tecnología (la videoconsola y su sistema operativo) que hace las veces de punto de convergencia (Schelling, 1960) en el que interactúan los diseñadores de juegos y los jugadores; dicho intercambio proporciona un beneficio mutuo y la existencia de la plataforma incentiva a los desarrolladores a crear juegos para la plataforma y a los jugadores se les incentiva a su vez a comprarlos. Por tanto, los análisis económicos de las plataformas lo analizan como un mercado bilateral o multilateral en el que la plataforma coordina a los agentes mediante operaciones, señales de precios y normas.

Lo que sí resulta novedoso en la era digital es que mediante la modificación de los costes operativos, la tecnología de la plataforma cambia el límite transaccional de la empresa y, a diferencia de las innovaciones del siglo XIX, reduce el impulso económico de la integración vertical. Una empresa que actúa como plataforma digital, como Google o Uber, no se integra verticalmente ni de forma ascendente ni descendente con respecto a ninguna de las cadenas de valor que facilita la plataforma (aunque algunas de las adquisiciones de Google están modificando en cierta medida esta concepción) mientras que, históricamente, las empresas ferroviarias, eléctricas y de gas comenzaron con una integración vertical. Hoy en día, de hecho, la reducción de la integración vertical supone la maximización de los beneficios de las empresas plataforma, especialmente aquellas como Uber, a la que no se le aplican las normativas de los taxis puesto que, literalmente, no es un servicio de taxi. En el pasado, los propietarios de las redes ferroviarias se integraban verticalmente de forma ascendente con respecto a la propiedad de los trenes y la prestación del transporte; por su parte, las eléctricas se integraban de forma ascendente con respecto a la generación. Asimismo, durante esa misma época, se incentivaba a estas empresas a integrarse verticalmente y a crear monopolios. En un sector de infraestructuras de red, la plataforma es física y las empresas agrupan el servicio de red en su oferta. Sin embargo, no se pensaron ni se consideran plataformas en el sentido que estamos llegando a entender conforme emergen dichas empresas y sectores; sospecho que se debe al beneficio económico y la dependen-

cia del camino histórico de la integración vertical. La era digital provoca que este precedente se quede obsoleto.

En la base, la plataforma monetiza la confianza y la interconexión entre los actores del mercado (conductores y pasajeros, propietarios de viviendas y sus huéspedes y, en poco tiempo, los productores de energía y los consumidores) y permite a los usuarios evitar al actor más consolidado (como los taxis, hoteles o compañías eléctricas) y contratar directamente al nuevo proveedor de servicios (Uber, Airbnb o, en el sector de la energía, Google).

Conforme millones de consumidores adquieren experiencia y aumentan su confianza en Airbnb, Uber y Lyft, se empiezan a preguntar con una insistencia cada vez mayor por qué tienen un sistema eléctrico tan inflexible que no se centra en descentralizar la creación de valor como lo hacen otros negocios de plataforma actuales. ¿Por qué los consumidores no pueden compartir, vender o comprar servicios de energía DER propiedad de otros consumidores o situados en propiedades de otros consumidores como paneles solares o termostatos inteligentes? La respuesta podría radicar en modelos de negocio emergentes que puedan permitir compartir los DER de usuario a usuario. Una plataforma de distribución de energía se ajustaría a dicho modelo.

Tanto Uber como Airbnb cuentan con modelos de negocio que unen distintas partes para su beneficio mutuo. Por su parte, el flujo de ingresos del proveedor de la plataforma proviene de los cargos que se aplican a una o a ambas partes por facilitar la transacción (aunque también se dan otros mecanismos). La base del modelo de negocio de plataforma consiste en utilizar la tecnología digital y sus poderosas fuerzas descentralizadoras para reducir los costes operativos en lugar de evitar un intercambio beneficioso para ambas partes. Los proveedores de servicios de plataformas proporcionan unos intercambios inexistentes hasta ese momento, los facilitan y, en última instancia, los abaratan o aumentan su valor (o alguna combinación de lo anterior).

Las plataformas reducen implícitamente los costes operativos y obtienen beneficios mediante una comisión o tarifa de servicio por transacción. Históricamente, los coches se han infrautilizado, las habitaciones de invitados suelen estar

vacías y la información resultaba inaccesible y descentralizada. Uber, AirBnb, y Google, respectivamente, han aprovechado estas deficiencias y las han convertido en oportunidades de mercado tanto para compradores como para vendedores. La reducción de los costes operativos mediante la centralización, agilización y la formulación de normativa mercantil permite a los propietarios de aquellos bienes que no se aprovechan totalmente (como coches, apartamentos, paneles solares y cualquier elemento que pudiese surgir en el futuro) mejorar la vida de los demás vendiéndoles el uso de dicho activo. Los beneficios fijos para ambas partes resultan obvios; sin embargo, existe también un beneficio dinámico: es más probable, si el resto de condiciones se mantienen, que alguien invierta en dicho activo o en un activo más grande/mejor si se va a poder aumentar su capacidad de utilización. La liberalización catalizó este proceso en el sector aéreo y la tecnología digital lo está catalizando en el sector de los coches y el alojamiento. Esta perspectiva les resulta muy interesante a aquellos interesados en acelerar el crecimiento de los DER y, en concreto, a aquellos interesados en acelerar su crecimiento a través de unos medios que no incluyan ayudas fiscales y regulaciones gubernamentales en materia de energía renovables.

El papel de la plataforma de distribución será multifuncional debido a la naturaleza de infraestructura básica de la distribución eléctrica. Su papel principal continuaría siendo su propuesta de valor básico tradicional: la distribución física de energía al usuario final. Para ello, aplicaría una tarifa de red de la misma forma en la que actualmente se tasan los cargos por redes en mercados reestructurados. La estabilidad física y la seguridad en el suministro en la red de distribución continuarían siendo una necesidad por lo que una empresa de plataforma de red sería la parte adecuada para responsabilizarse de dicha estabilidad (como lo hacen hoy en día las compañías de distribución eléctrica).

Una de las funciones básicas de la plataforma de distribución seguiría siendo la de proporcionar la red de distribución. Dada la tecnología existente y en base a las condiciones iniciales de la red de distribución física, es probable que en un futuro cercano siga habiendo una red de distribución que actúe como espina dorsal y con valor económico. En la medida en la que las tecnologías de escala y gama sigan existiendo en la distribución eléctrica, la red que actúe de espina dorsal continuará teniendo valor.

La empresa de plataforma de distribución es la Entidad de Servicio de Demanda (Load-Serving Entity o LSE, por sus siglas en inglés), que cuenta con la obligación normativa y operativa de suministrar el servicio eléctrico a usuarios finales. Junto con ese papel se incluyen las obligaciones de estabilidad, teniendo en cuenta la definición administrativa de estabilidad, y la función de equilibrio de la red física a tiempo real. La plataforma de distribución se encarga de orquestar las necesidades de la red, es decir, la fiabilidad, la regulación de la tensión y la capacidad. La plataforma de distribución obtiene una tasa de retorno normal e ingresos por el mantenimiento y modernización de la infraestructura a través de cargos de red a clientes minoristas.

La característica definitoria de una empresa de plataforma se basa en su papel de intermediario entre dos o más agentes que obtienen beneficio mutuo mientras que la función económica más común de una empresa de plataforma es la intermediación en las operaciones proporcionando una plataforma de mercado que une a compradores y vendedores potenciales y facilita su encuentro. Se puede establecer un paralelismo con los intercambios de los mercados financieros, como los intercambios de acciones o futuros que facilitan las plataformas de *trading*. Dichas plataformas velan por los intereses tanto de los compradores como de los vendedores, definen los productos y normas estándar en las que producen los intercambios y ofrecen información actualizada e indiscriminada para que los compradores pujen y los vendedores oferten, abriendo o cerrando nuevos mercados conforme crecen y menguan. Además de su función física, las empresas de plataforma de distribución eléctrica actuarían como plataforma de mercado.

Conforme los usuarios finales se vuelven más heterogéneos y se hacen con tecnologías cada vez más diversas, la compañía de distribución crearía valor adicional facilitando la interconexión de aquellos agentes y sus tecnologías a la red de distribución. En ese sentido, la plataforma de distribución apoyaría las plataformas de mercado sobre la red de distribución física. La existencia de estas plataformas de mercado minoristas generaría incentivos y oportunidades para que los empresarios desarrollasen dispositivos que pudiesen operar en dicha plataforma (por ejemplo, vehículos, gestión de energía doméstica) y aplicaciones que conecten a los propietarios de dichos dispositivos con el resto de agentes a través de la plataforma. Para poder cumplir con su papel de facilitador de mercado, la plataforma de distribución aplicaría una tarifa de servicio (la cuestión de si esa plataforma debería aplicar la tarifa por volumen o por operación continua abierta).

Esta definición del papel primario de las plataformas de distribución puede parecer sencilla, pero el alcance de la plataforma de distribución que permitiría cumplir estas funciones implicaría que la propia plataforma de distribución actuase también como participante dentro del mercado. Dicho papel podría tener efectos anticompetencia. Por ejemplo, dada la obligación de la entidad de servicio de demanda, ¿debería realizar la plataforma de distribución operaciones en el mercado energético relativas a la generación de energía de apoyo si los contratos descentralizados no fuesen suficientes? Para mantener el equilibrio del sistema en presencia de distintas fuentes de energía diversas e intermitentes como la eólica y la solar, ¿debería tener y controlar la plataforma de distribución un sistema solar residencial “de apoyo”? En ambos casos, la presencia de compradores y vendedores de gran tamaño y regulados conducirían a una exclusión vertical anticompetencia.

Las redes de distribución siempre han aportado valor económico, pero la naturaleza de ese valor está cambiando conforme lo hace la tecnología. La compañía de distribución eléctrica podría, y debería, evolucionar para crear valor desde esta espina dorsal. En las primeras décadas del sector, la red de distribución ayudó a las compañías eléctricas locales a aumentar el aprovechamiento de su capacidad de generación y a reducir sus costes medios de suministro eléctrico para el alumbrado de residencias por la noche y el transporte y los motores industriales durante el día. La red de distribución posibilitó la generación remota a gran escala, permitiendo que las compañías eléctricas creasen y explotasen economías de escala y gama y redujesen aún más los costes medios. Durante la mayor parte del siglo XX, las ventajas de la generación centralizada y los costes de mantenimientos relativamente bajos de la red de distribución, supusieron que continuara teniendo valor.

Las tecnologías de red inteligentes y de energía distribuida están cambiando esa dinámica de un siglo de antigüedad, así como están cambiando los objetivos regulatorios para adaptarse a las necesidades de calidad ambiental y a los objetivos sociales tradicionales de garantizar unos precios eléctricos universales, reducidos y estables para un servicio estándar. Conforme la generación distribuida a menor escala continúa volviéndose más económica, los beneficios potenciales que surgen de la independencia, estabilidad y resiliencia que supone desconectarse de la red, se están volviendo más rentables.

Facilitando plataformas de mercado con interfaces de uso sencillo, definiciones de producto y estándares de datos de acceso abierto, la empresa de plataforma de red permitiría que los proveedores de servicios de energía minoristas ofreciesen una amplia gama de contratos y productos diferenciados. Aunque las políticas dinámicas según horarios no son comunes todavía, tampoco es un concepto que no se haya probado, y sería más sencillo y tendría una capacidad más alta de generar valor si existiese una plataforma de mercado minorista.

La diferenciación de las fuentes minoristas sería una posibilidad cada vez más cercana; los minoristas podrían ofrecer productos renovables (como hacen muchos de ellos hoy en día) y, por su parte, los consumidores más preocupados por el gasto, podrían establecer umbrales bajo los cuales estarían dispuestos a adquirir energías renovables y, por encima de ellos, podrían o bien adquirir energía generada con combustibles fósiles o configurar sus dispositivos para que, de forma automática, consumiesen menos energía o se apagasen. Esta diferenciación de los productos basada en una combinación de energía “verde y gris” resulta posible cuando existe una plataforma de mercado que reconoce la generación de recursos diferentes como una característica propia del producto, son capaces de codificar esa dimensión en la definición del producto y pueden facilitar los intercambios en base a dicha definición. Asimismo, es importante tener en cuenta que dicho conjunto de productos generaría un cuerpo de conocimiento más preciso con respecto a las preferencias medioambientales de los consumidores de electricidad; los sistemas de precios y mercados ofrecen la oportunidad a los consumidores de realizar elecciones medioambientales en base a sus preferencias, en lugar de seguir un proceso tan politizado y costoso como el actual, en el que los organismos administrativos promulgan normativas para aplicar políticas medioambientales.

Las tecnologías digitales, aplicadas a la distribución eléctrica, tienen dos efectos principales con respecto a las plataformas. El primero de estos efectos consiste en la reducción de los costes operativos que constituían una parte importante del impulso económico de la integración vertical, por una parte; las tecnologías digitales posibilitan la detección, control y medida digital distribuida del flujo de energía y el estado del sistema de una forma que no se concebía o era extremadamente alta antes de la invención del transistor.

Por otra parte, el segundo efecto consiste en la capacidad de las tecnologías digitales de facilitar que la compañía de red gestione un tipo de agentes más diverso y heterogéneo en un mercado bidireccional. Los recursos distribuidos favorecidos digitalmente cada vez son más baratos a escalas menores y algunos de esos tipos de recursos (microrredes, vehículos eléctricos, paneles solares comunitarios) pueden actuar como productores o consumidores, cada uno con sus costes e ingresos asociados y con unas identidades que se modificarían dependiendo de si venden energía excedente o si la compran. Los sensores digitales y los interruptores digitales automáticos posibilitan que se automaticen las normas de interconexión para la integración de la generación distribuida, vehículos eléctricos, microrredes y otros usuarios diversos en la red de distribución de manera que redunden en el beneficio mutuo en un mercado bidireccional. Los antiguos sensores electromecánicos no cuentan con dicha capacidad.

El creciente mercado de la energía solar residencial es un ejemplo del tipo de mercado que puede desarrollarse en los márgenes de dicha plataforma (Kiesling y Silberg, 2015). El mercado solar residencial ha crecido notablemente en la última década mediante una combinación de impulsos regulatorios, de mercado y tecnológicos. Tres cuartos de los sistemas fotovoltaicos eléctricos, comerciales y a escala residencial de los EE.UU. comenzaron a funcionar *online* entre 2011 y la primera parte de 2013 (GTM Research, 2013). El coste instalado de la fotovoltaica distribuida cayó un 44% entre 2009 y 2014, con unas instalaciones solares distribuidas del 31% de todas las instalaciones de energía eléctrica llevadas a cabo en 2013; en ese mismo año, la capacidad total de la energía fotovoltaica residencial solar aumentó un 68% en todo el país. California capitaneó este crecimiento con un aumento del 161% en 2013 (Sherwood, 2014). El mercado solar residencial está demostrando que puede resultar competitivo sin necesidad de integración vertical y que su crecimiento estaría facilitado por su situación en los márgenes de la red de distribución con una interconexión transparente y autónoma y un mercado eléctrico minorista competitivo.

Si las compañías eléctricas temen una “espiral de la muerte”, deberían replantearse cómo generan valor y cuánto valor crean de forma efectiva. Gracias a la evolución de la red inteligente y a los recursos energéticos distribuidos, pero sin limitar el cambio institucional y organizativo, el valor relativo de la distribución

del tendido decrece. Las compañías eléctricas no están creando tanto valor como antaño. ¿Cómo pueden cambiar su creación de valor? Lo pueden cambiar alterando algunos aspectos de su negocio y su papel en el sistema sociotecnológico. Por ejemplo, los propietarios de recursos energéticos distribuidos obtendrían valor de la red de distribución si, permaneciendo conectados, pudiesen aprovechar operaciones como las de apoyo/seguros, vendiendo su exceso de energía o adquiriendo energía de otros cuando el precio del mercado fuese más bajo que los costes. Los flujos de valor potenciales sugieren que la empresa de distribución podría seguir proporcionando valor en un mundo de recursos energéticos distribuidos si la compañía eléctrica adaptase su modelo de negocio a uno que facilitase la interconexión dentro de una plataforma minorista. No obstante, su funcionamiento es un anatema de la compañía integrada verticalmente tradicional.

El modelo de plataforma de distribución y mercado minorista de competencia cuentan con implicaciones medioambientales. Una interconexión transparente y de acceso abierto de los DER reduciría los costes operativos y las barreras de entrada que afrontan los propietarios de los DER. Una plataforma de mercado sobre esa interconexión física, al modo de las plataformas transactivas que las empresas han desarrollado sobre Internet, facilita un intercambio beneficioso para todas las partes y crea oportunidades de venta de energía renovable. La combinación de la interconexión transparente y una plataforma de mercado minorista genera incentivos a la innovación en los márgenes de la red, incluyendo energías, productos y servicios limpios. Sería una cuestión empírica si dicho sistema basado en la descentralización del mercado sería más efectivo que los programas burocráticos y administrativos de eficiencia energética promulgados por los reguladores e implantados por las compañías eléctricas reguladas. No obstante, los sistemas descentralizados tienden a ser más resilientes y adaptables al cambio que los sistemas normativos y burocráticos.

LA REGULACIÓN Y EL MODELO DE PLATAFORMA

Con la tecnología existente, el cumplimiento del papel de distribución básica en un futuro cercano seguirá siendo con bastante probabilidad una función regulada, conservándose así las barreras de entrada legales. Con este papel principal,

el objetivo será una medida de la estabilidad y la calidad del suministro de un servicio estable por parte de la plataforma de distribución. El papel del regulador consistirá en definir, supervisar y evaluar las métricas de rendimiento y evaluar la previsión calculada por la plataforma de distribución con respecto a los costes de infraestructuras relativos al mantenimiento e inversión en activos que permitan llevar a cabo estas funciones de forma satisfactoria. El papel de la plataforma de distribución como plataforma de mercado minorista sugiere unas funciones como coordinador del suministro de información, supervisor del mercado y protector del consumidor mediante obligaciones de información y procedimientos de notificación de fraude.

Facilitar el modelo de negocio de las plataformas de distribución exigiría la evolución del cuerpo regulatorio desde “un servicio eléctrico para todo aquel que lo solicite en el territorio geográfico de la compañía eléctrica, mediante el cual la compañía obtiene una tarifa de retorno normal en base a las tarifas medias” a un modelo “que facilite la interconexión y las transacciones entre los que lo soliciten en el territorio geográfico de la compañía eléctrica, obteniendo la compañía eléctrica una tarifa de retorno normal”.

CONCLUSIÓN

En la medida en la que nuestro objetivo sea conseguir un futuro limpio y próspero, la innovación es un elemento fundamental de la historia de la electricidad. La historia reciente de la tecnología digital indica que es más probable que aquellos entornos que favorecen la innovación sin necesidad de licencias produzcan el tipo de tecnologías, productos y servicios relativos a las nuevas fuentes de energía que valoran los consumidores y de las que los productores se benefician, a la vez que reducen la contaminación y otros costes medioambientales que no se compensan en la actualidad. Sin embargo, la regulación eléctrica tal como está planteada hoy en día se basa en un sistema de licencias y en la teoría estática de la competencia, que pasa por alto los beneficios dinámicos de la investigación y el desarrollo. Si se modificasen las instituciones regulatorias de forma que se priorizasen dichos beneficios dinámicos a la vez que aplican normas claras y transparentes con respecto a la seguridad, fiabilidad, interconexión y acceso al mercado, se mejoraría este sistema social de forma que se promovería un futuro más limpio y próspero.

El cambio tecnológico actúa como principal impulsor a la hora de reducir los costes operativos y posibilitar la coordinación descentralizada del sector eléctrico. Las innovaciones digitales actuales cambian la forma en la que producimos y consumimos electricidad. En concreto, los avances en el campo de la tecnología de la comunicación digital de los últimos 20 años pueden mejorar la eficiencia y proporcionar a los consumidores las herramientas necesarias para reducir su propia demanda eléctrica. Incluyen, por ejemplo, la detección remota de errores así como una amplia gama de funcionalidades inteligentes en las subestaciones que permiten evitar apagones, detectarlos o limitar su duración. Desde la perspectiva del consumidor minorista, estas tecnologías permiten crear un hogar conectado que ofrece de forma sencilla al usuario información y acceso a una gran variedad de servicios energéticos como calefacción y aire acondicionado, iluminación, electrodomésticos, entretenimiento, seguridad, lavado y salud. Esta tecnología transactiva y la variedad de productos y servicios minoristas favorece que los electrodomésticos que se adaptan a las tarifas se ajusten a tiempo real en mercados minoristas ya que el consumidor puede programar sus preferencias con respecto al precio de activación en los ajustes de los electrodomésticos.

El impresionante dinamismo tecnológico de hoy en día y su aplicación a la generación y consumo de energía cuentan con un alto potencial transformador debido en gran medida a las poderosas fuerzas descentralizadoras que las tecnologías digitales desencadenan. Dichas tecnologías son una expresión de la creatividad humana nacida de la experimentación distribuida. De este dinamismo, es muy poco el que se ha originado en el sector eléctrico y poco el que ha influido en la forma en la que las personas se relacionan con la electricidad. Las tecnologías digitales actuales permiten que los consumidores controlen y gestionen su consumo eléctrico a tiempo real de forma que pueden modificar las facturas a final de mes y tramitar los servicios que valoren como elegir diferentes tarifas, fuentes combustibles y automatizar las respuestas de consumo a estas preferencias. La convergencia de servicios en el sector de las telecomunicaciones (teléfono, televisión e Internet) ha proporcionado a los consumidores oportunidades para experimentar y aprender el valor de los servicios combinados.

La combinación de los servicios eléctricos minoristas con el ocio y la seguridad domésticos, por ejemplo, constituyen servicios extremadamente lentos de desa-

rollar y aún no se han comercializado debido a las barreras de entrada legales que limitan a los productores y refuerzan la idea de los consumidores. Todos estos ejemplos de tecnologías, tarifas y combinación de servicios son ejemplos de innovación estancada, de innovación desaprovechada en este sector.

El coste de transacción de la tecnología de red inteligente reduce impactos y, en combinación con las mejoras de previsión de la tecnología de generación distribuida, cuenta con el potencial de permitir el intercambio descentralizado y la fiabilidad de la red a unos límites desconocidos hasta ahora en esta industria. Promover esta red transactiva requeriría cambiar los marcos regulatorios para facilitar la flexibilidad y la adaptación a cambios desconocidos y variables, así como eliminar las barreras de los modelos de negocio alternativos, incluyendo el modelo de la compañía de distribución como plataforma posibilitadora y de coordinación.

Para que la política eléctrica se centre en facilitar los aspectos socialmente favorables, la regulación debería enfatizar normas claras, transparentes y justas con respecto a la operación de la red, reduciendo las barreras de entrada que impiden la experimentación y aprendizaje por parte del productor y el consumidor a la vez que promueven un entorno jurídico y tecnológico en el que los consumidores puedan utilizar la competencia y la tecnología para protegerse.

Facilitando las conexiones de unos usuarios distribuidos cada vez más diversos en la red de distribución, las compañías como plataforma de distribución reducirían los costes operativos y de interconexión tanto para la producción como para el uso de la energía, lo que ofrecería oportunidades e incentivos a la investigación tanto en la producción como en el consumo. La interacción de incentivos y la experimentación conduce a la innovación.

Se trata de un sentido sustantivo y significativo en el que la compañía de red de distribución puede, y debe, operar como plataforma e idear estrategias de plataforma conforme evoluciona el modelo empresarial de las eléctricas. Una plataforma de distribución eléctrica facilitaría el intercambio mediante mercados de servicios energéticos y de energía bidireccionales, aplicando la correspondiente tarifa por ello. A corto plazo, gran parte de dicha interconexión toma la forma de distribu-

ción, transporte y suministro. En la medida en la que los recursos distribuidos proliferan, la empresa de plataforma debe redefinir la forma en la que genera valor y obtiene beneficios facilitando un intercambio positivo en mercados bidireccionales. Si se reducen las barreras a la innovación y disminuyen las barreras de entrada a los recursos energéticos distribuidos, el diseño de la plataforma de distribución alinearía los incentivos económicos y medioambientales generando así un futuro limpio y próspero.

REFERENCIAS

BARCLAY'S CREDIT RESEARCH (2014), *The Solar Vortex: Credit Implications of Electric Grid Defection*.

BERG, S., y J. TSCHIRHART (1989), *Natural Monopoly Regulation: Principles and Practice*, Cambridge: Cambridge University Press.

BROWN, S., y D. SIBLEY (1986), *The Theory of Public Utility Pricing*, Cambridge: Cambridge University Press.

CARLISS, Y. B., y C. J. WOODARD (2009), "The architecture of platforms: a unified view," en A. GAWER, ed., *Platforms, Markets and Innovation*. London: Edward Elgar.

COWEN, T., y A. TABARROK (2011), *Modern Principles: Microeconomics*, New York: Worth.

EDISON ELECTRIC INSTITUTE (2013), *Disruptive Challenges: Financial Implications and Strategic Responses to a Changing Retail Electric Business*.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE (2014), *The Integrated Grid*. Disponible en TKTK.

GAWER, A. (2014), "Bridging different perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework," *Research Policy*, 43: 1239-1249.

HAYEK, F. (1945), “The Use of Knowledge in Society,” *American Economic Review*, 35(4): 519-530.

— (1974), “The Pretence of Knowledge,” conferencia del Premio Nobel,. Disponible en: (http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/1974/hayek-lecture.html), acceso el 5 de junio de 2015.

HIRSH, R. (1999), *Power Loss: The Origins of Deregulation and Restructuring in the American Electric Utility System*, Cambridge, MA: MIT Press.

KIESLING, L. (2008), *Deregulation, Innovation, and Market Liberalization: Electricity Restructuring in a Constantly Evolving Environment*, London: Routledge.

— (2014), “Incumbent Vertical Market Power, Experimentation, and Institutional Design in a Deregulating Electricity Industry,” *Independent Review*, 19(2): 239-264.

— (2015), “Implications of Smart Grid Innovation for Organizational Models in Electricity Distribution,” *Wiley Handbook of Smart Grid Development*, pendiente de publicación.

KIESLING, L., y M. SILBERG (2015), “Regulation, Innovation, and Experimentation: The Case of Residential Rooftop Solar,” *Journal of the Wealth and Well-Being of Nations*, pendiente de publicación.

KIRZNER, I. (1978), *Competition and Entrepreneurship*, Chicago: University of Chicago Press.

— (2009), “The Alert and Creative Entrepreneur: A Clarification,” *Small Business Economics*, 32, no. 2 (febrero): 145-52.

LAFFONT, J.-J., y J. TIROLE (1993), *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, Cambridge, MA: MIT Press.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE (2011), *Internet Matters: The Net’s Sweeping Impact on Jobs, Growth, and Prosperity*.

MOKYR, J. (2010), *The Enlightened Economy: An Economic History of Britain 1700-1850*, New Haven: Yale University Press.

MUNSON, R. (2005), *From Enron to Edison: The Business of Power and What It Means for the Future of Electricity*, Westport, CT: Praeger.

NEW YORK STATE PUBLIC SERVICE COMMISSION (2014), *Reforming the Energy Vision. Staff Report and Proposal. Case 14-M-0101.*

ROCHET, J.-C., y J. TIROLE (2003), "Platform Competition in Two-Sided Markets," *Journal of the European Economic Association*, 1(4): 990-1029.

ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE (2014), *The Economics of Grid Defection: When and Where Distributed Solar Generation Competes with Traditional Utility Service.*

ROGERS, E. (1962), *Diffusion of Innovations*, New York: Free Press.

SCHELLING, T. (1960), *The Strategy of Conflict*, Cambridge, MASS.: Harvard University Press.

SCHUMPETER, J. (1934), *The Theory of Economic Development*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

— (1942), *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York: Harper Collins.

SHUGART II, W. F. (2008), "Public Choice," *The Concise Encyclopedia of Economics*. D. R. HENDERSON, ed. Indianapolis: Liberty Fund. Disponible en: (<http://www.econlib.org/library/Enc/PublicChoice.html>). Acceso el 5 de junio de 2015.