

Cambios tecnológicos: algunas notas

**Proyecto “Hacia la Descarbonización Profunda en Argentina”,
en el marco del proyecto global “Trayectorias de Descarbonización Profunda” (DDPP) del
Instituto para el Desarrollo Sostenible y las Relaciones Internacionales (IDDRI) y la Red
de Soluciones de Desarrollo Sostenible (SDSN)**

Documento de Trabajo 08

Luis Rotaeché
Diciembre 2017

Existen predicciones¹ de que estamos próximos a una ola de “progresos” tecnológicos neurálgicos, que iría más allá de una aceleración en los cambios que se perciben desde hace tiempo. Estos adelantos tienen también detractores.

Esta dinámica sin consensos nos plantea un desafío grande para pronosticar los posibles escenarios de la energía y del transporte para un horizonte largo como es el año 2050, es decir, dentro de más de treinta años.

En una reciente licitación de energía fotovoltaica (FV) en Arabia Saudita se ha presentado una oferta por un valor de US\$ 17/MWh, que deberá aún confirmarse si ello es comparable con licitaciones en otros países². Si se confirmara el valor de estos precios, la descarbonización profunda se estaría acelerando.

Otro signo de la eventual inmediatez de tal cambio proviene de la declaración de uno de los principales promotores de los hidrocarburos, el Presidente de Shell, la compañía petrolera más grande de Europa, quien afirmó que su próximo auto será eléctrico.

¹ Yuval Noah Harari: “Homo Deus”. 2016 y Tony Seba: “Clean Disruption of Energy & Transportation”

² Los valores mundiales de la FV están actualmente entre US\$ 30 y 50/MWh. Un corresponsal de Bloomberg puso en tela de juicio la oferta en Arabia Saudita como valor de referencia de los costos actuales de la energía fotovoltaica, si bien el consorcio que hizo la oferta incluye a la empresa francesa EDF, además de Masdar. Información de Saudi Arabia’s Renewable Energy Project Development Office (Repdo). <https://www.thenational.ae/business/energy/world-s-cheapest-prices-submitted-for-saudi-arabia-s-first-solar-project-1.663842>

El recurso eólico y solar

Nuestro país tiene un recurso excepcional de las energías renovables no convencionales (ERNC) más usadas y competitivas por el momento -eólica, solar, bioenergía y otras-, que nos asegura un desarrollo sin restricciones de las mismas.

Escenarios

Dado que será difícil estimar la evolución de la matriz energética, como se ha señalado, se sugiere trabajar en base de tres escenarios posibles según los cambios que se puedan producir en las principales variables:

- i) Avances muy rápidos;
- ii) Avances regulares o medios;
- iii) Avances lentos.

Subsectores a incluir en el análisis tecnológico

El análisis tecnológico se concentrará básicamente en la generación eléctrica, el transporte terrestre que se electrificaría, el transporte que se electrificaría más lentamente, como podría ser el marítimo y el aéreo, y la bioenergía para el transporte.

Se analizarán específicamente el biodiesel, la biomasa, el etanol y el biogás de residuos agrícolas, industriales, urbanos y de relleno sanitario, además de la geotermia y de las energías del mar.

Por otra parte, se analizará también la energía con que se abastecen las necesidades de calor/frío y uso industrial, especialmente de aquellas industrias muy intensivas en energía (aluminio, acero, petroquímicas, cemento, etc.)

Evolución, transición o gradualismo vs. disrupción o ruptura

Los cambios previstos en cada tecnología o en el conjunto de las mismas, en el modelo de negocio y en la escala de producción permitirá avanzar en la descarbonización de los distintos sectores y subsectores económicos en una forma suave o bien brusca.

La primera forma permitiría la adaptación de los actores económicos a los cambios. Poco a poco se irían deshaciendo de sus activos tecnológicamente obsoletos, reemplazándolos por equipos nuevos.

En la segunda forma, “disrupción”, intempestivamente esos activos no tienen mayor utilidad, con lo que pierden su valor, incluyendo el de las empresas que los utilizaban si no previeron con mucha anticipación tales cambios.

Un ejemplo del primer caso sería el reemplazo de un hidrocarburo por otro para producir electricidad.

El segundo caso tendría como muestra lo que sucedió con la fotografía, que pasó del negativo en celuloide y su impresión en papel a un sistema digital que inutilizó los equipos que se usaban para la foto, donde la empresa Kodak que tenía cuasi un monopolio prácticamente desaparece.

Se plantea entonces una disyuntiva para la energía entre “transición” y “disrupción” en un futuro próximo y, mucho más allá, para el año 2050, entre las energías renovables y las no renovables y entre el transporte convencional, con motor de combustión interna, y el transporte electrificado. Para esta dicotomía no hay mayor consenso entre los analistas pues todo depende, a su vez, de cambios en varias tecnologías -que se mencionan en el punto siguiente- además de otras variables importantes como son el ahorro de energía, la performance y el precio de las baterías, la escala de producción y el costo de las ERNC, el costo de las líneas de transmisión y de subtransmisión y su supervivencia o no frente a la energía distribuida (domiciliaria, pequeñas o medianas redes eléctricas locales conectadas o no al sistema central), la eventual aparición de una energía nuclear para generar electricidad con menor escala de producción y más segura, como aparentemente permitiría la tecnología en base al “torio”, etc., y podría también depender, en mucha menor medida, del precio de los combustibles fósiles.

Tecnologías

Los cambios tecnológicos neurálgicos señalados serían posibles, entre otras cosas, por las mejoras en los software, un aumento inmenso de la capacidad y velocidad de las computadoras, los sensores que entre otros mil usos admitirían el desarrollo de vehículos autónomos y un control muy riguroso del consumo de energía, el “data mining” que ayudaría a acumular e interpretar mucho más información, la inteligencia artificial que haría posible que las computadoras aprendan por sí mismas, la robótica, la ciencia de los materiales, las mejoras en las comunicaciones, nanotecnología, etc.

Estos cambios tecnológicos se podrían potenciar fuertemente por la distribución de sus costos de innovación en muchos consumidores, por la propia maduración de estas tecnologías, por la sinergia entre las mismas y por el aumento del mercado eléctrico y el de las baterías debido a la electrificación del transporte y a un gran aumento en la participación de las energías renovables en la matriz que justificaría inventar todo lo que sea necesario para su funcionamiento, en forma similar a lo que sucedió con el advenimiento de los teléfonos celulares.

A esto se sumaría una baja muy fuerte en el costo de la energía, sobre todo eléctrica, que por la caída en los precios de las energías renovables existen pronósticos de que la energía en general sería más o mucho más barata que los valores actuales.

Cabe recordar que si bien la computadora moderna tiene una historia de unos 80 años, las primeras ideas de formar una red como internet datan de hace unos 60 años; el teléfono celular, de hace unos 70 años y el transistor fue creado en 1948. Estas tecnologías una vez que alcanzaron carácter comercial se impusieron en muy pocos años.

Percepción Social y Políticas Públicas

Un agente de cambio muy importante de la descarbonización podría surgir de la sucesión mayor de catástrofes climáticas en nuestro planeta, de la percepción que pueda existir del cambio climático entre la población y sus dirigentes, por la polución que existe sobre todo en las ciudades y algunas especialmente afectadas como pueden ser Shanghái, Beijing, Bombay, Delhi, México, Tokio, Santiago de Chile, zonas de explotaciones carboníferas, petroquímicas, industriales, etc., incluyendo países como China e India que tendrían gran interés en adaptar energías limpias e incluso podrían percibirlo como un sector de especialización propia.

¿Cuánto le cuesta la polución a la ciudad de Shanghái? ¿Cuánto está dispuesta a pagar por el uso de energía limpia en su espacio?

La percepción de la realidad de muchos países y ciudades podría así empujar acuerdos de mitigación del cambio climático mucho más profundos y sólidos que los actuales.

Estos cambios permitirían por ejemplo imponer instrumentos de precio al carbono como los impuestos al carbono (*carbon tax*), esquema de comercio de emisiones (sistemas *cap and trade*) u otros sistemas para desalentar o incluso prohibir la generación de gases de efecto invernadero u otros agentes de polución.

Argumentos contrarios a la rápida descarbonización profunda

Parece conveniente analizar las razones que se aducen para presagiar una lenta descarbonización de la matriz energética. Entre otros argumentos al respecto se pueden destacar:

- La intermitencia de algunas ERNC haría imposible integrar una matriz solo con estas nuevas energías, lo que implica que todavía se debería invertir en energía fósil y nuclear;
- Aún si se electrificara el transporte, la electricidad que lo alimenta se produciría con combustibles fósiles;

- La participación de las ERNC en la matriz mundial es hoy bajísima y para que sea de un 65% en el año 2050, según un estudio de IAE-IRENA³, se deberá aumentar el porcentaje de participación a un ritmo de 1,2%/año, con lo cual este crecimiento sería siete veces más alto que el actual;
- El costo marginal cero de las ERNC está creando muchos problemas en los sistemas energéticos europeos que dificultan aumentar la participación de estas nuevas energías;
- La mayoría de los expertos no parece prever una “disrupción”;
- La experiencia indicaría que un plazo normal para cambios tecnológicos tan fuertes requiere de unos 50 años;
- Una transición posible sería el remplazo del petróleo y sobre todo del carbón por gas natural.

Evolución del costo y de la performance de las variables que parecen más relevantes en la velocidad del cambio

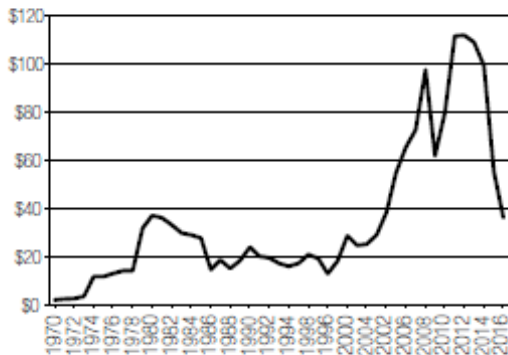
- Costo de la inversión en Investigación y Desarrollo (I&D): Hoy cualquier cambio tecnológico tiene como potenciales compradores una parte importante de la población mundial, debido a un amento muy importante de la población que ha pasado de ser habitantes marginales del mundo a participar como clase media, sobre todo en Asia y en particular en China. Esto hace que el costo de innovación se distribuya en muchísimos más consumidores y por lo tanto la I&D es mucho más barata, contrariamente por ejemplo a lo que sucedió con el advenimiento del automóvil, que al principio solo se vendía en una minoría de habitantes (y de todas maneras su advenimiento fue bastante “disruptivo”). Podría decirse, sin dato alguno y a modo de ejemplo, que el automóvil habría tenido como compradores unos cientos de millones de personas. En cambio hoy cualquier innovación tendría una demanda de miles de millones de consumidores.
- Costo de la transmisión y subtransmisión (T-ST): Será preciso estimar el costo actual, y su potencial evolución, de la T-ST y así su participación en el costo de los grandes sistemas eléctricos centralizados. Su supervivencia parece depender mucho de su costo, de las economías de escala de las distintas fuentes de generación eléctrica, de los avances tecnológicos, de los costos y performance de los distintos sistemas de la energía distribuida, en particular del “microgrid”, del “smartgrid” y otros. El concepto de “gridparity”, de moda, compara el costo de la T-ST, incluyendo las pérdidas,

³ Perspectives for the energy transition. Investment Needs for a Low-Carbon Energy System. OECD/IEA and IRENA 2017

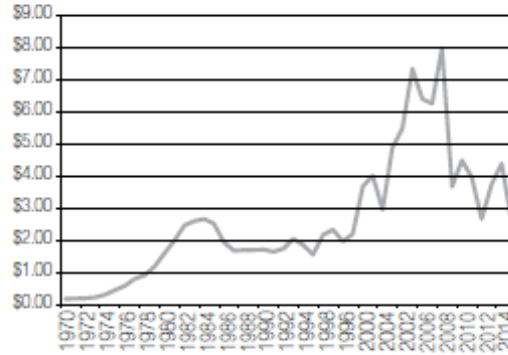
respecto a la provisión de electricidad mediante FT que según el Deutsche Bank ya se habría alcanzado en 47 estados de EE.UU. en el año 2016. Donde se logra este “gridparity”, la provisión de electricidad a través de la red central es más cara ya que a su costo hay que agregar el de la generación que la alimenta.

- Costo de los Sistemas Eléctricos Distribuidos, incluyendo los domiciliarios: Dentro de los sistemas distribuidos sobresale hoy en día el denominado en la bibliografía de USA como “microgrid” (pequeña red eléctrica), cuya definición no es del todo unívoca pero que mayoritariamente se supone como una red eléctrica pequeña, conectada a la red central de quien se aísla cuando lo cree necesario. Se podría comparar con el clásico grupo electrógeno que muchos usuarios lo tienen o lo tenían como backup pero que ahora se ha sofisticado con una estructura más compleja, con equipos de generación, despacho y control general, distribución, acumulación, back up de rápida reacción y otros medios que aseguren la continuidad de la provisión de energía aún cuando ocurran desperfectos en la red principal, de forma de mantener las necesidades y la calidad del suministro, tensión y ciclos, y compra y venta de energía según la conveniencia del sistema distribuido. Estos sistemas están teniendo gran desarrollo en EE.UU. y en el Sudeste asiático para asegurar a los usuarios principalmente *resilience* (capacidad de recuperar rápido el servicio de cualquier dificultad, *liability* (seguridad, responsabilidad a asumir riesgos y costos eventuales) y costos, además de otras eventuales ventajas que serían menos obvias para la percepción de cada usuario, como es la diversificación del riesgo en el suministro de la electricidad en el país y/o en la región y menos pérdidas del sistema. En algunas áreas de EE.UU. se han producido apagones importantes que habrían representado altos costos y que hoy tratan de corregir con el “microgrid”. Parece que muchas de las ventajas señaladas podrían ser aprovechadas en nuestro país.
- Costo de las energías no renovables (mineras o extractivas), incluyendo la energía nuclear: El gráfico siguiente muestra el aumento de precio que han tenido las diferentes formas de energías mineras en los últimos casi 50 años. Son precios de mercado y que, por lo tanto, no incluyen los costos para el medio ambiente, de guerra y estratégicos, subvenciones, etc.

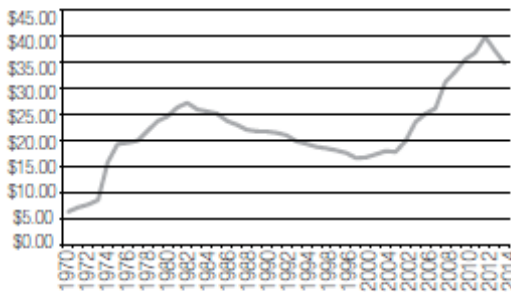
Since 1970 Prices for conventional resource-based energy sources are up 6X - 16X ³



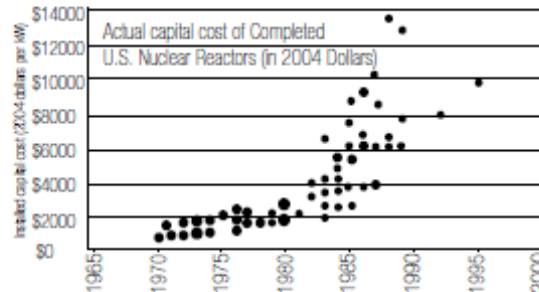
Oil



Nat Gas



Coal



Nuclear

Copyright © 2016 Tony Sebá

Source: DOE, Clean Disruption