

RESEÑAS

Hoy Carlos Amador nos entrega una reseña del libro (con título traducido al español) La creación del siglo veinte: Las innovaciones técnicas de 1867-1914 y su impacto en la actualidad. Tenemos además otras dos reseñas elaboradas por Ángel Vázquez y María Antonia Manassero, autores de Los intereses curriculares en ciencia y tecnología de los estudiantes de secundaria y de La Relevancia de la Educación Científica.

Problemático y febril

Reseña de Carlos Amador Bedolla

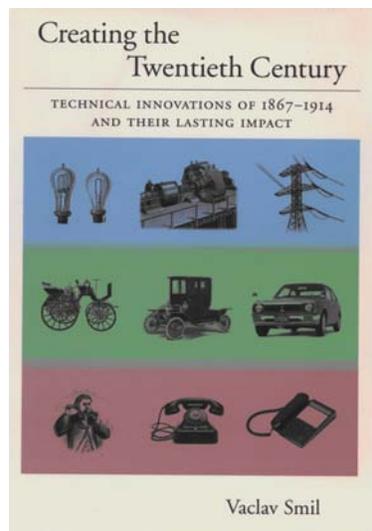
Smil, Vaclav. *Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867-1914 and Their Lasting Impact*. Oxford University Press (2005).

De nuevo con el tema *Hoy las ciencias adelantan que es una barbaridad*. En los inicios del siglo XXI nos hemos acostumbrado a que la técnica en la que fuimos entrenados sea inconmensurable con la técnica en la que son entrenados los profesionales que nos reemplazarán cuando nos jubilemos. O lo podemos ver así: durante la abrumadora mayoría de la historia de la humanidad el entorno vital de un individuo—sus quehaceres diarios, sus herramientas, sus costumbres, sus relaciones sociales, sus etapas de vida, en fin, su entorno vital—era el mismo que el de su madre, su abuelo, su hija y su nieto; en cambio, en los últimos 100 años, el entorno vital de un padre es casi inconmensurable con el de su hija. O, enfatizando, como dice Smil:

La enormidad del brinco posterior a 1860 es tal que la gente que vivía en 1913 estaba más apartada del mundo de sus bisabuelos que vivían en 1813 de lo que éstos últimos estaban, a su vez, de sus ancestros que vivieron en 1513. (p. 304)

En esta progresión, acostumbramos señalar dos momentos: la Revolución Industrial y el vertiginoso siglo XX. En este libro, Smil argumenta apasionada y convincentemente que es aún más importante destacar la Era de la Sinergia—los 30 años previos a la Primera

Guerra Mundial— durante la cual dos generaciones cambiaron el mundo y son responsables del ímpetu que, a principios del siglo XXI, todavía nos arrastra. Para ilustrar su caso escoge cuatro áreas de desarrollo establecidas en ese periodo de manera tan firme que no han cambiado esencialmente—aunque se han perfeccionado, sin duda—



desde entonces: la electrificación de la vida, los motores de combustión interna, los procesos químicos que permitieron la fijación de nitrógeno y la creación de nuevos materiales—aluminio y acero—, y los descubrimientos de la comunicación: grabación, reproducción y difusión. Las bases de todos estos procesos están sentadas en los 30 años que atiende este libro y, como siempre que se encuentra uno con una explicación acertada, la pregunta que surge es: ¿por qué no habíamos visto esta obviedad? Los efectos de esa época de creación y desarrollo, sin precedente—y sin repetición— en la historia de la

humanidad, se pueden ver de varias maneras. Una particularmente interesante es que, según Smil,

[S]ólo dos de las diez transnacionales más grandes de la actualidad (ordenadas por sus utilidades del año 2000) no se crearon antes de 1914: Walmart Store (no. 2) y Toyota Motor Corporation (no. 10). El primer lugar, Exxon-Mobil, viene del conglomerado Standard Oil de John D. Rockefeller, que se creó en 1882 y fue disuelto por el Congreso Norteamericano en 1911. Los orígenes de las compañías número tres, cuatro y cinco, todas ellas fabricantes de automotores (GM, Ford y Daimler-Chrysler), ya fueron descritos. Royal Dutch/Shell (no. 6) proviene de la fusión, en 1907, de dos compañías jóvenes (Shell 1892, Royal Dutch 1903), mientras que BP (no. 7) fue creada en 1901 por William Knox D'Arcy para explorar la concesión petrolera de Persia. GE, cuyos orígenes se remontan a la primera compañía eléctrica de Edison de 1878, ocupó el octavo lugar en 2000, y Mitsubishi, originalmente creada como Tsukomo Shokai por Yataro Iwasaki en 1870, el noveno. (p. 301)



Vaclav Smil es el conferencista de la última sesión del semestre de la serie *El futuro de la energía*, organizada por el Centro del Ambiente de la Universidad de Harvard y financiada por Bank of America. El profesor Smil nació en Praga y llegó a Estados Unidos en 1969—iasocie históricamente, López!—. Casi cuarenta años después, se presenta

como profesor de la Universidad de Manitoba —asocie geográficamente, López!— con unos 25 libros escritos. Su conferencia está programada para las cinco de la tarde. Como a las once de la mañana nos hablan para decirnos que hay un “lunch” con él en el centro del ambiente y que por favor vayamos. Llegamos a las doce en punto para encontrarnos a un señor con inconfundible aire de profesor que come su “lunch” en silencio. Un total de quince personas se sirven de un buffet y se van sentando alrededor de una mesa gigante, mientras reanudan o inician conversaciones con sus vecinos. El profesor sigue comiendo en silencio. Unos diez minutos después, cuando nos empezamos a preguntar si sólo íbamos a comer juntos y ya, uno de los mini-Schrag —uno de los acólitos de Dan Schrag, el director del Centro— nos presenta a Smil y organiza, como siempre, una ronda en la que cada uno de nosotros se presenta. Cuando acaban las presentaciones, se le prenden unos foquitos en los ojos a Smil —justo a un lado de un letrero que no alcanzo a ver pero que juro que está ahí y que dice *on*— y empieza a hablar.

Salimos hora y media después cuando nos convencemos de que la cuenta de palabras conservará la proporción 1000:1 favor Smil contra los otros quince seres humanos del cuarto —y en Harvard se considera que un merolico es parco— indefinidamente mientras haya auditorio. Pero todo lo que dice es interesante. Su estilo es práctico y confrontativo. Duro y a la cabeza. Y los mini-Schrag no son personas que se dejen intimidar —no me había tocado ver la arrogancia harvardiana tan al desnudo, pero algunos de estos mini-Schrag juntan la arrogancia del dinero con la de la inteligencia, con la de la juventud—y esa resistencia hace que Smil meta segunda. Abrió con algo así como que ya estaba harto de tantas conferencias, estudios, comisiones, protocolos, institutos de investigación y

papers. Que de todo eso no sale nada porque no hay manera de que salga nada. Que mientras la gente no vea día con día los efectos de la escasez de petróleo o del calentamiento global, nadie va a hacer nada. Le contestan que cada vez es más eficiente el uso de energía. Que el foco que hace veinte años necesitaba 100 watts ahora funciona con quince. Contraataca diciendo que en efecto, ahora hay diez focos de esos donde hace veinte años había uno. Y se sabe los números de memoria y hace rabiar a los harvardianos porque ellos no se los saben —o sabían, porque para la hora en que escribo esto ya tuvieron tiempo de estudiar—. “¿Quiéren impresionar a la gente en su próxima reunión? Apréndanse estos números. ¿Cuánta energía se gasta por persona en África?: 5 Gigajoules al año. En India 10 GJ/año. En China 40. El promedio mundial —lo que gasta el humano promedio, inexistente, porque cualquier persona o gasta mucho menos o gasta mucho más— es de 65 GJ/año, el de Europa, 140; el de Estados Unidos, 360.” (Y antes de hablar mal de los gringos, piensen que quienquiera que esté leyendo esto está más cerca de gastar 140 que 10. Ahora ya, hablen mal de los gringos.) Le preguntan que cuál es la mejor alternativa tecnológica que tenemos para enfrentar el problema energético. Ninguna, dice. La tecnología aparece muy lentamente, se tarda mucho en extenderse y mucho más en desaparecer. No hay manera, dice, de que cambiemos nuestras fuentes de energía en la escala que hace falta en el poco tiempo que tenemos para hacerlo. No hay manera de que, aun cuando hoy empezáramos a poner turbinas eólicas en todo el mundo, tuviéramos listas las líneas de transmisión de energía que hacen falta para llevar la electricidad a donde está la gente actualmente. Entre otras razones porque no hay manera de que la gente —los dueños de las granjas, casas, terrenos, ranchos— por donde tendrían que pasar esas lí-

neas lo permita. (¿Se acuerdan del síndrome NIMBY? *Not in my back yard*. ¿O del NOPE? *Not on planet Earth*.) Y establecer la infraestructura de esa nueva tecnología toma mucho tiempo, que no tenemos. Más adelante —ya en la tarde, ya en la conferencia, ya peleando con el propio Schrag— elabora más teóricamente y dice: *cada civilización es sólo la expresión de una forma de consumo de energía*. La nuestra es la que es. Hasta dónde sea...



No se trata de contarles con detalle el libro de Smil. Así que tenemos que escoger el tema más cercano a nuestro corazón. Smil destaca cuatro productos de la química, entendida como la manipulación y síntesis de sustancias, que fueron desarrolladas en esos treinta años y que ayudaron a configurar el presente: el acero, el aluminio, los explosivos y el amoniaco.

Desde luego, el acero tiene una historia antigua e ilustre:

antitéticamente contenida en las elegantes formas y la destructiva potencia de las espadas de alta calidad cuidadosamente producidas en lugares de la antigüedad tan remotos como Damasco y Kyoto. Pero no fue sino hasta que llegaron esas dos generaciones anteriores a la Primera Guerra Mundial que el acero se volvió barato, su producción realmente masiva y su uso omnipresente. A diferencia de la electricidad, en donde invenciones técnicas fundamentales crearon una industria entera de la nada, la factura del acero era un negocio bien establecido antes de 1860 —pero un negocio dominado por las habilidades artesanales y, por tanto, inadecuado para la producción a gran escala y bajo precio que habría de convertirse en algo característico del final del siglo XIX (p. 155).

En la Era de la Sinergia se llevaron a cabo las optimizaciones clave del proceso que permitió su masificación:

[U]n paso más era necesario para universalizar el proceso: retirar el fósforo del arrabio [así se llama el resultado de la primera etapa de fabricación de acero, N. del R.] y así poder usar los abundantes minerales que contienen ese elemento. [...] La idea fundamental no era nueva: había que emplear una sustancia básica que reaccionara con los óxidos ácidos de fósforo presentes en el hierro líquido y retirar el sobrenadante.

La puesta en marcha de la idea tuvo que superar un gran número de problemas, que incluyen la preparación de recubrimientos básicos resistentes y el método para eliminar grandes volúmenes de sobrenadante. [...] luego de algunos años de experimentación [se] produjeron recubrimientos duros, densos y durables hechos con piedra caliza contaminada y sellada con una mezcla de alquitrán y caliza calcinada. Como el recubrimiento básico no es suficiente para neutralizar los compuestos de fósforo, [se] agregó cal al mineral original. (p. 160)

La abundante oferta de acero resultado de la invención de este proceso permitió, entre otras cosas, la construcción de rascacielos cada vez más numerosos y más altos.

El segundo material característico de la época es el aluminio: resistente, ligero, abundante —es el tercer elemento en abundancia en la corteza terrestre, sólo debajo del oxígeno y el silicio—, maleable y magnífico conductor eléctrico. El único problema para usarlo es que forma compuestos muy estables con oxígeno —óxidos, hidróxidos, fluoruros, sulfatos y silicatos— y nunca se encuentra en forma elemental. Descu-

bierto apenas en 1808, hasta 1880 era una rareza —al hijo de Napoleón III le regalaron una sonaja de aluminio.

La invención del proceso que permite producir aluminio en cantidades industriales es una historia ejemplar de la simultaneidad de un descubrimiento científico

En 1886 Charles Martin Hall y Paul Louis Toussaint Héroult eran dos jóvenes químicos de la misma edad (ambos nacieron en 1863 y ambos murieron en 1914), que trabajaban sin relación entre sí en dos continentes (el primero en un pequeño pueblo de Ohio, el segundo en las afueras de París) y que encontraron soluciones prácticamente idénticas al problema [de reducir electroquímicamente el mineral] durante el invierno-primavera de 1886. Apenas dos años después, sus descubrimientos habían sido convertidos en empresas comerciales que producían aluminio electrolíticamente. (p. 175)

Químicamente hablando, la clave del asunto consiste en volver conductor al óxido de aluminio, lo que se logra, a la fecha, disolviendo en criolita el doble fluoruro de sodio y aluminio (Na_3AlF_6). Sus patentes se registraron en Francia y Estados Unidos con diferencia de menos de tres meses. El mismo proceso se usa en la actualidad, con importantes mejoras en la eficiencia de la reacción que la han colocado cerca del límite termodinámico. No obstante, su producción requiere ingentes cantidades de energía —un orden de magnitud mayor que la producción de acero—. La abundancia de energía barata en los últimos ciento cincuenta años, y las perspectivas inciertas acerca de la continuidad de ésta, nos obligan a especular acerca del futuro del proceso.

Como se sabe, Alfred Nobel inventó la dinamita en 1863,

[hecha] del altamente poroso Kie-

selguhr, un mineral disponible en grandes cantidades a lo largo de la rivera del Elba y el Alster cerca de Hamburgo, a donde Nobel emigró proveniente de Suecia en 1865. El mineral es tierra de rocas sedimentarias —diatomita— formada por conchas de silicatos de diatomeas microscópicas unicelulares, protistas acuáticos que se encuentran en aguas dulces y de mar [...] La diatomita —que se usa también como aislante, como abrasivo en pulidores metálicos, como ingrediente en dentífricos [...] y como excipiente en papeles, pinturas y detergentes— puede absorber tres veces su masa de nitroglicerina. (p. 184)

Las posibilidades abiertas por la invención de este explosivo —de nuevo, abundante y barato— han sido explotadas —en los dos sentidos de la palabra— en tal escala durante los últimos ciento cincuenta años como para marcar la superficie terrestre y permitir que la huella de la humanidad se perciba desde el espacio exterior.

Finalmente, el invento químico de la Era de la Sinergia que más consecuencias ha tenido en la creación del presente es el proceso de Haber-Bosch, la síntesis de amoníaco a partir de sus elementos. Como lo enunció William Crookes en 1899,

La fijación de nitrógeno es vital para el progreso de la humanidad civilizada. Otros descubrimientos nos proporcionan placeres intelectuales, lujos o comodidades; sirven para hacer más fácil la vida, para acelerar la adquisición de riquezas, o para ahorrar tiempo, esfuerzos y preocupaciones. La fijación de nitrógeno es un reto para poder alcanzar el futuro no muy lejano. (p. 188)

En 1909, Haber inventó la síntesis de amoníaco combinando tres de los recursos más útiles de la química moder-

na: alta temperatura, alta presión y el empleo de catalizadores. La industrialización del proceso tomó menos de dos años.

Aproximadamente la mitad del nitrógeno contenido en los productos agrícolas proviene de fertilizantes sintéticos,

A diferencia de la importancia de la electricidad o la de las máquinas de combustión interna en la sociedad moderna que es evidente, ni siquiera personas razonablemente bien educadas aprecian el papel esencial jugado por los fertilizantes nitrogenados, y la mayoría de los científicos desconocen el grado en que la civilización global depende de la síntesis de amoníaco de Haber-Bosch. La producción global de amoníaco casi se duplicó durante la década de los cincuenta, se cuadruplicó para 1975, y luego de un breve periodo de estancamiento a finales de los ochenta, alcanzó 130 millones de toneladas al año al final del siglo veinte. A finales de los noventa, la producción global de amoníaco y ácido sulfúrico era casi idéntica, pero debido a la masa molar menor del amoníaco (17 *vs.* 98 para H_2SO_4), el gas es la sustancia química más abundantemente sintetizada en términos de moles. [...]

Si bien no es difícil construir escenarios plausibles de un mundo que eventualmente funcione sin dos de las principales características de la civilización moderna —máquinas de combustión interna y electricidad generada por la combustión de combustibles fósiles—, no hay sustituto posible para las proteínas en la alimentación cuya producción requiere el suministro adecuado de nitrógeno. En los años setenta, se pensó que sería posible trasladar las capacidades de fijación de nitrógeno de las leguminosas al trigo y el arroz, pero —como ocurre tam-

bién con la fusión nuclear y los autos eléctricos— este objetivo no se ha alcanzado y nuestra dependencia en la síntesis de Haber-Bosch del amoníaco probablemente se extenderá más allá del siglo XXI; duradero legado de uno de los avances técnicos más importantes y menos apreciados de la Era de la Sinergia. (pp. 194-197)

A lo largo del relato de Smil, hay todo tipo de historias: la de la idea que nunca pareció buena y acabó imponiéndose por buena o por otros factores; o la de la magnífica idea que nació para desgraciada y nunca vio su momento. La bicicleta es otra de las invenciones de la Era de la Sinergia. Los mismos mecánicos que la inventaron contribuyeron a inventar a su principal enemigo, el automóvil. Así, la época de la bicicleta fue desplazada, antes de nacer, por la era del coche. Pero no sabemos lo que nos depare el destino. Bien puede ser, después de todo, que las proteínas nos duren más que el petróleo. ■