

William Brian ARTHUR

The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves

Nueva York, Free Press, 2009, 237 pp.

Homo Sapiens, historia de una especie particularmente inventiva...

Si miramos la historia de los seres humanos desde que empezaron a utilizar utensilios hasta nuestros días, no podemos dejar de sorprendernos por el deslumbrante avance tecnológico de la etapa contemporánea. Sin viajar demasiado lejos en el tiempo, se podría afirmar que en los últimos cincuenta años se han conseguido más avances que en toda la historia de la humanidad. Hoy en día vivimos más, comemos más y sobre todo consumimos más. Supongamos que un extraterrestre se ha puesto a observar el planeta tierra desde el alto de su platillo volante hace 2000 años. No conociendo el entorno terrestre hubiera concluido que de repente, desde hace un par de siglos, algo ha cambiado en la vida de los seres humanos y que este cambio ha sido sospechosamente rápido.

¿De verdad es así? ¿Qué ha pasado en los últimos dos siglos y sobre todo en los últimos 50 años para desencadenar un proceso tan revolucionario? En un libro publicado hace ya algunos años [Freeman, C. y Soete, L.: *The economics of industrial innovation*, Londres, Pinter, 1997] Freeman y Soete analizan las características de las revoluciones tecnológicas que se llevaron a cabo en el período contemporáneo. El punto de partida es la revolución industrial, considerada la primera de una serie de *olas tecnológicas*. Cada nueva ola es más rápida que la anterior y proporciona alcances tecnológicos más importantes. Sin embargo, esta visión no es suficiente para explicar el cambio repentino que ha permitido a una parte consistente de la población mundial salir de la endémica pobreza en solo 50 años.

Para explicar este fenómeno se puede elegir entre dos supuestos teóricos. El primero consiste en considerar la tecnología como un elemento exógeno a la sociedad, como un *maná* que baja desde el cielo y que da impulso al crecimiento. En este caso bastaría concentrarse en buscar la tecnología clave que ha desencadenado todo este complejo proceso y olvidarse de su origen. En este enfoque la tecnología clave podría ser el fruto de una sola o de pocas mentes maravillosas y el resultado de un sistema "sin memoria". Es decir, el proceso de generación de tecnología es independiente del entorno y de su historia previa. Sin embargo, por mucho que se busque en la historia de la tecnología es imposible encontrar las huellas de este *maná* caído del cielo. Hasta los casos de invenciones debidas al azar han sido el producto de mentes preparadas y observadoras que ya tenían un nivel de conocimiento embebido que le permitía ver más allá de la obviedad. Está claro que el enfoque exógeno no explica la naturaleza profunda del proceso de cambio tecnológico porque en realidad la tecnología es un fenómeno endógeno en su entorno. Este entorno es la sociedad y el ambiente en que los seres humanos viven y se relacionan.

El asombro ante el cambio repentino se disipa simplemente aceptando que no

hubo cambio alguno en la actitud de explorar y de innovar de los seres humanos. El proceso de avance tecnológico ha sido siempre continuo y constante y los impulsos cíclicos revolucionarios se pueden explicar investigando la naturaleza íntima de la tecnología. En el libro reciente de W. Brian Arthur —*The Nature of Technology...*—, objeto principal de esta reseña, el autor desarrolla la idea de que la tecnología evoluciona a través de un mecanismo combinatorio no tan distinto a la evolución biológica de los seres vivos. Cada tecnología se basa en un *phenomena* físico donde reside su principio de funcionamiento, y se puede combinar con otras tecnologías preexistentes para generar nuevos *clusters*. El mecanismo de combinación genera nuevas combinaciones con una función exponencial. Es decir, cuantas más tecnologías hay más crecen las combinaciones posibles. Este proceso está caracterizado por periodos de estancamiento y periodos de explosión, debido al hecho que no todas las permutaciones pueden generar tecnologías útiles. Cuando una combinación tiene particular éxito puede acelerar el proceso de cambio técnico, de tal manera que desencadena un círculo virtuoso de nuevas aportaciones útiles. Sin embargo, para que eso se cumpla hay que acumular una masa crítica de tecnologías clave. Por ejemplo, la pila eléctrica se conocía desde la antigüedad, sin embargo tuvieron que acumularse miles de conocimientos tecnológicos para desarrollar un sistema capaz de utilizar la energía química acumulada en una batería. Solamente después de más de 2000 años desde el descubrimiento del *phenomena* relativo somos capaces de utilizar un *Ipod* alimentado con una pila eléctrica.

Se podría argumentar que, a pesar de tal razonamiento, si se analiza la historia de la humanidad se pueden destacar periodos de crisis profunda como la Edad Media en Europa. Sin embargo, también estos periodos, considerados épocas negras, han sido caracterizados por avances tecnológicos constantes e importantes. Además, la tecnología no es sólo producción de herramientas y procesos, sino un concepto más amplio que involucra la organización social e institucional de los seres humanos. En este sentido, la Edad Media fue un periodo importante de transición para desarrollar modelos organizativos fundamentales para aumentar dicha masa crítica. Sería suficiente pensar en el nacimiento de las universidades, de los comunes en el norte de Italia y de los primeros bancos.

Cada vez que la sociedad logra combinar con éxito tecnologías de cualquier tipo se producen avances significativos. Cuanto más grande es el stock de conocimientos tecnológicos acumulado más fuerte será el impacto de las combinaciones sobre la sociedad. La impresión de que el género humano se ha vuelto de repente más emprendedor e inteligente a partir del siglo XVIII y ha empezado a construir maquinas y ferrocarriles es ilusoria. Además, considerar la tecnología como un fenómeno endógeno requiere un cambio de enfoque nada banal en el pensamiento de los economistas neo-clásicos que analizaron el fenómeno de la revolución industrial. En este paradigma no sorprende el hecho de que los chinos y los japoneses, si bien conocían la tecnología para fabricar acero de excelente calidad, no desarrollaran el ferrocarril o la maquina a vapor, ya que no poseían la masa crítica que se necesita para combinar los ingredientes necesarios para implementar dichas tecnologías.

Si por un lado me parece evidente que no se puede hablar de saltos hacia adelante de la capacidades cognitivas del ser humano, por el otro hay que admitir que en el transcurso de la historia ha habido entornos más o menos favorables al mecanismo evolutivo de la tecnología. Estos entornos han sido creados por distintos factores, que incluyen, entre otros, la cultura de las poblaciones, elementos geográficos que permitían, en mayor o menor medida, el intercambio de conocimientos o el acceso a determinados recursos. En algunos momentos de la historia se han creado entornos favorables a la producción de conocimiento que han acelerado el proceso de evolución de la tecnología. A este fenómeno se le podría llamar efecto de *resonancia creativa*. En un determinado momento y en una determinada área geográfica, los seres humanos han interactuado de manera más fructífera gracias a particulares condiciones socio-ambientales. Este fenómeno, por ejemplo, en la cultura occidental ha ido mudando desde el mundo helenístico al mundo latino en la Edad Antigua, ha pasado al mundo árabe durante parte de la Edad Media, ha vuelto a Europa desencadenando la revolución científica *galileiana*, para llegar finalmente a impulsar las olas de revoluciones tecnológicas que describen Freeman y Soete.

En la actualidad la tecnología de la información ha vuelto menos influyente el factor geográfico en la generación de sacas de resonancia creativa. Por supuesto, siguen existiendo zonas más creativas que otras, sin embargo el proceso creativo y combinatorio que garantiza la evolución de la tecnología es siempre más descentralizado. Esto demuestra cómo la tecnología no solamente transforma la sociedad y el mundo sino que también se transforma a sí misma.

El motor de este mecanismo sigue siendo la mente humana que, esa sí, asombrosamente es biológicamente idéntica a la de las personas que construyeron las pirámides. Sorprendentemente el *homo sapiens* parece tener una tendencia constante a transformar y cambiar su entorno, eso se revela a través de un complejo sistema de códigos que involucra un conocimiento, en gran parte tácito, que llamamos la tecnología.

En apretada síntesis, podríamos decir que este libro de Brian Arthur nos presenta un interesante modelo de cambio tecnológico que se asienta en la idea de combinación de tecnologías existentes que van integrando nuevas componentes para evolucionar hacia una mayor complejidad. Asimismo, este modelo se acompaña en la obra de evidencia empírica sobre la evolución de los sistemas tecnológicos. Todo ello con el objetivo de encontrar y/o mejorar las respuestas sobre el origen y la evolución de la tecnología y sobre su estructura, cuestiones que preocupan al autor y acerca de las cuales viene trabajando desde hace ya varios años, aunque tal vez sea más conocido por sus trabajos sobre los rendimientos crecientes o la teoría de la complejidad, asuntos con los que indudablemente se relaciona la tecnología.

Mario Pansera

Universidad Politécnica de Madrid