

Tecnología y Sociedad

BREVE SÍNTESIS DE APROXIMACIONES SOCIOLÓGICAS DE LA TECNOLOGÍA: DEL DETERMINISMO TECNOLÓGICO AL ENTRAMADO SOCIOTÉCNICO

La producción de artefactos, máquinas y sistemas es, al mismo tiempo, un proceso de construcción social: la tecnología se produce socialmente y la sociedad se construye tecnológicamente. Es cada vez más evidente que la acumulación económica, el ejercicio del poder, la generación de una cultura, no pueden ser explicados si no se tiene en cuenta la matriz tecnológica en la cual estos fenómenos se desarrollan.

Las relaciones ciencia-tecnología-sociedad constituyen un objeto relativamente poco tratado, tanto por las ciencias sociales como por las ingenierías o las ciencias exactas.

Esto no es sólo válido para las sociedades industrializadas, sino que es posible identificar relaciones análogas en diferentes formaciones histórico-sociales. Si bien durante el siglo XVIII se registran algunos trabajos que vinculan a la tecnología al rendimiento agropecuario, las primeras reflexiones más sistemáticas sobre la tecnología corresponden al siglo XIX. Son estudios hechos por ingenieros que se abocan a los desarrollos tecnológicos que funcionaron y se difundieron.

Es Johann Beckmann (1739-1811), de la Universidad de Gotinga (Alemania), quien comienza a usar esta palabra.

<i>Tecnología, designa para Beckmann, a la disciplina que estudia las transformaciones de la materia prima y los procedimientos de realización de la manufactura.</i>

En su tratado *Diseño de Tecnología General* (1806), propone una función muy novedosa de la tecnología, la cual es: la posibilidad del perfeccionamiento técnico de los oficios a través de la realización de un inventario y comparación de los procedimientos utilizados, lo que posibilita que puedan ser transferidos de un oficio a otro.

La definición de tecnología, así como la de técnica, dista mucho de ser unívoca. Es decir, no tiene una significación precisa. El uso de la palabra está muy difundido, y se la emplea para designar tanto al conocimiento tecnológico como al producto obtenido a través de ese conocimiento tecnológico.

Uno de los primeros historiadores que explicitaron preocupaciones sociotécnicas fue Marx, que resalta el papel de la tecnología al considerar que el valor de un producto está directamente relacionado con el tiempo socialmente necesario para su producción. De esa manera pone en primer plano la productividad del trabajo humano, cuyo aumento es la consecuencia inmediata de las innovaciones tecnológicas en la producción.

A mediados del siglo XX se considera una dinámica de la evolución tecnológica con una perspectiva lineal: existe una relación causal lineal entre la tecnología y lo social. Es decir que un cambio tecnológico determina los cambios sociales. Se trata de un DETERMINISMO TECNOLÓGICO. Según esta postura que concentró la visión más corriente de la tecnología, la misma es

Autónoma: no está determinada, sino que determina

Autopoiética: se genera a sí misma

Lineal: de un modelo de artefacto se pasa a otro modelo

Neutral: no es ni buena ni mala en sí misma

Universal: independiente del contexto

Naturalizada: se equiparan los artefactos a los seres vivos

Evolucionaria: se la asocia a una noción de progreso

Después de la Segunda Guerra Mundial (una guerra de mayor complejidad tecnológica) y sobre todo a partir de la década de 1960, las Ciencias Sociales comienzan a participar del debate y se plantea una nueva manera de entender las relaciones entre tecnología y sociedad: las motivaciones sociales se hacen presentes y se propone que el cambio social motiva el cambio tecnológico. Es decir, se pasa de un determinismo tecnológico a un DETERMINISMO SOCIAL.

En los últimos treinta años, a partir de los avances de la Sociología del Conocimiento Científico, comenzaron a aparecer abordajes que tratan de comprender la complejidad y el dinamismo del proceso sociotécnico, evitando caer en determinismos tanto tecnológicos, como sociales. Dentro de este grupo se encuentran las teorías sobre el cambio tecnológico de Thomas Hughes, Wiebe Bijker y Trevor Pinch. Tanto el concepto de *technological frame* propuesto por el constructivismo social de Bijker y Pinch como el de sistema tecnológico de Hughes construyen una visión del desarrollo tecnológico en el que se integran artefactos y actores de forma no lineal (Thomas, 2000).

Ambos abordajes muestran el CARÁCTER SOCIAL DE LA TECNOLOGÍA y el CARÁCTER TECNOLÓGICO DE LA SOCIEDAD ("tejido sin costuras"), siendo contruidos a partir de estudios de casos. Por un lado, los sistemas tecnológicos de Hughes constituyen ENTRAMADOS SOCIOTÉCNICOS que incluyen a los artefactos y a los constructores de sistemas. Para el constructivismo social, en vez de los constructores de sistemas, serán las diferentes interpretaciones de los Grupos Sociales Relevantes las que irán definiendo tanto la forma en que se piensan los artefactos, como el modo en que son diseñados. Por ello, habrá que "deconstruir" los artefactos para identificar dichas interpretaciones, rompiendo así con la imagen de "unicidad". El carácter multidireccional del desarrollo tecnológico se evidencia en la flexibilidad interpretativa y en la consideración de las variantes que "fracasaron" (Pinch y Bijker, 1987).

Por lo tanto, no se trata de una relación tecnología- sociedad considerándolas como elementos separados; más bien, nuestras sociedades son tecnológicas tanto como nuestras tecnologías son sociales: somos seres sociotécnicos (Hernán Thomas, Alfonso Buch, 2008). La tecnología es la materialización de la cultura (Buch, 1999), y por lo tanto es constitutiva de la sociedad.

Estas perspectivas abrieron un campo interesante para repensar el proceso tecnológico y comprenderlo en toda su complejidad, evitando formas esquemáticas que condicionan la percepción de "lo dinámico" y "lo complejo".

UNA VISIÓN SISTÉMICA DE LA TECNOLOGÍA: EL OBJETO TECNOLÓGICO SEGÚN TOMÁS BUCH

Los seres humanos tienen la capacidad de crear artefactos y de modificar su entorno. De allí que la artificialidad y la conciencia que los diferencia de otras especies, tuvieron un origen divino en casi todos los mitos de los Orígenes y era privativo de los dioses. *Es por ello que el origen de lo artificial representa un misterio y un desafío* (Buch, 1999).

La tecnología, por lo tanto es esencialmente humana ya que involucra tanto la acción como la reflexión: se podría decir que la Tecnología y la Ética nacen juntas en el momento en que el ser humano es capaz de prever el resultado de sus acciones. Al reflexionar sobre el hacer, puede buscar otras soluciones a los problemas planteados y encarar problemas nuevos, es decir hacer una cosa distinta a lo que siempre se hizo. En la misma palabra está expresada la relación:

Tecnología: reflexión o estudio de la técnica

El vocablo tecnología tiene origen griego: *tecné* designaba tanto técnica como arte. El arte en tanto que no está dado por la naturaleza, es lo *creado* por el hombre. Eso nos remite nuevamente a lo artificial, cuya raíz latina *ars* también remite al arte como creación. Sin embargo la artificialidad no solo es creación, sino también resignificación. El hombre crea un objeto o resignifica un objeto natural. Esta resignificación es esencial cuando Buch define el objeto tecnológico:

La conjunción de un humano, un objeto y una representación mental de un propósito, transforma el objeto: detrás hay una idea de lo que el humano quiere hacer. Y transforma la acción: el acto de emplear un objeto se convierte en Acción Tecnológica.

Por lo tanto, las acciones tecnológicas actúan siempre sobre un objeto, para usarlo, para modificarlo, y aún para destruirlo. Buch utiliza la palabra objeto como generalización de "cosa". Sin embargo, considera dentro de esta categoría a entes abstractos como la información o las organizaciones.

Entonces, el mundo de lo tecnológico se puede ordenar según dos ejes: el de los **objetos tecnológicos** y el de las **acciones tecnológicas**. Empecemos por el primer eje.

Criterios de clasificación del Objeto Tecnológico (OT)

Buch considera que clasificar los objetos tecnológicos por su uso instrumental no es eficiente ya que pueden existir tantas clasificaciones como razones que las justifiquen. Es por eso que introduce criterios de clasificación que aportan a una estructuración significativa.

El principal criterio de clasificación es el **dominio de existencia**.

Los OT pueden dividirse en dos grandes grupos: **concretos y abstractos**. Por ejemplo, las herramientas son objetos físicos que ocupan un lugar en el espacio. Otros, en cambio, como la información, es abstracto, ya que no se la debe confundir con su soporte físico, cualquiera sea este, un libro, un papiro o el cerebro mismo.

Este tipo de clasificación al mismo tiempo que discrimina, incluye a todos los objetos. Sin embargo, debe entenderse estos dominios como "rangos" que van desde lo más concreto a los más abstracto. Por lo tanto los OT tendrán un componente de cada dominio. Lo que define si pertenecen a uno o a otro es la preeminencia de alguno de ellos. Por ejemplo, un altar es un OT concreto que cumple con una función simbólica.

El segundo criterio de clasificación es el **grado de artificialidad**.

Si bien todos los OT son artificiales, ya que son creados o resignificados por los seres humanos, no todos tienen la misma artificialidad.

Se plantean entonces dos parámetros que pueden relacionarse entre sí. El grado de artificialidad dependerá:

- a) Según el material con que esté construido
- b) Según la complejidad del conocimiento tecnológico y científico utilizado en su elaboración.

De esta manera, una mesa de madera será menos artificial que una mesa de plástico la que será menos artificial que un celular.

Las acciones tecnológicas

El segundo eje de lo tecnológico es el de las acciones tecnológicas. Para Buch "una acción tecnológica es un acto humano intencionalmente orientado a la creación, transformación, transporte, almacenamiento o destrucción de objetos tecnológicos de cualquier índole". Lo más importante en esta definición es la relación *enantiopoiética* entre los dos ejes (objetos y acciones), variando solo el punto de vista que se elija para analizar este fenómeno complejo.

Generalmente las acciones forman parte de un proceso secuencial, pero no necesariamente lineal. Los procesos pueden ser productivos, constructivos y administrativos.

Todo OT recorre un proceso durante el cual toma contacto con diferentes actores que realizan varias funciones: diseño, fabricación, distribución, uso y desecho, entre otras. A este proceso Buch lo denomina **autoproceso de un OT**. En cada uno de los momentos de este proceso, hay personas que tienen actitudes y miradas diferentes sobre este objeto que se manifestará en todos aspectos del producto mismo.

Veamos algunos casos que propone Buch

Los seres vivos

En principio los seres vivos por el hecho de "nacer" no deberían incluirse como OT. Sin embargo, si tenemos en cuenta que lo tecnológico es todo aquello creado o resignificado por el hombre, debemos considerar que muchas especies de vegetales y animales están incorporados a los procesos productivos de forma esencial.

Fueron transformados y convertidos por el hombre en "productos" con fines determinados.

La revolución neolítica consistió en la resignificación de animales y plantas. De esa forma pasaron a ser OT a través de la domesticación, la cría y el cultivo.

También debemos incluir como ejemplo la experimentación con seres vivos con fines de investigación. En cierta forma los seres humanos han "usado" a las demás especies con variados objetivos y eso nos lleva a considerarlos desde esta perspectiva como OT.

Finalmente, cabe preguntarse, como lo hace el mismo Buch, si también el hombre es resignificado por el hombre convirtiéndolo en OT. En una forma de trabajo como la esclavitud podría verse la instrumentalidad del ser humano, cuando este es cosificado y tratado con un bien material en todo su sentido. Sin embargo, la pregunta debiera ser diferente. Lo que distingue a un esclavo de un animal de tiro es su conciencia, es decir que el ser humano no se considera a si mismo como objeto y por ello es consciente de su situación.

Las redes

Las redes son estructuras constituidas por elementos conectados entre si con funciones determinadas. Las conexiones son los nodos. En un sentido amplio una sociedad puede ser considerada como una red en donde los nodos son los individuos. Son OT porque son creaciones deliberadas con diversas funciones y su dominio de existencia puede ser tanto abstracto como concreto ya que pueden ser materiales como una red de transporte ferroviario, no materiales como internet, o mixta cuando combinan el transporte de personas, objetos e información.

Pero todas ellas transportan flujos de materia, energía e información en varios sentidos. Además de transportar, almacenan como las bases de datos que se encuentran en internet.

Como una red es esencialmente descentralizada debe haber un acuerdo sobre el funcionamiento para que la circulación se desarrolle con la menor cantidad de impedimentos, es decir, una estandarización de los distintos componentes de la red. Por ejemplo, la trocha de un ferrocarril debe ser la misma si se quiere que funcione una red ferroviaria o la tensión en la línea eléctrica.

Las organizaciones

Las organizaciones son creaciones complejas, deliberadas, fundadas con objetivos explícitos o implícitos en la que los seres humanos se agrupan con una finalidad común.

Sin embargo, si bien son creadas por el hombre, tienen algunas características de los seres vivos: no son totalmente predecibles y pueden evolucionar. Además, siguiendo a Buch, se pueden autogenerar y autoperpetuarse.

El dominio de existencia de las organizaciones es abstracto, son producto de la mente humana. Nacieron con el individuo y por ello están en el límite entre

lo artificial y lo natural. El ser humano y su sociedad tienen una relación enantiopoiética y coevolutiva: hay una creciente complejidad en las organizaciones y al mismo tiempo, el desarrollo individual fue más lento que el de las organizaciones humanas.

Una característica significativa de estos OT es que más allá de la finalidad con que fue creada, el principal objetivo de toda organización es su supervivencia. Esto es lógico dado que para cumplir cualquier finalidad primero tiene que existir. No obstante, si se confunden objetivos, la organización puede pasar de ser un medio para un fin, a un fin en sí mismo, que conduce a una burocratización de ella misma.

La información

La información es el insumo imprescindible de todas las actividades. Tanto los procesos biológicos como las acciones humanas requieren información para concretarse. Esto ha sido siempre así, sin embargo nuestra época es presentada como "la era de la información", aunque todas las demás lo fueran sin pregonarlo. Eso se debe al importante cambio de los soportes materiales de la información. En realidad la historia de la información transita en gran parte en la evolución de los soportes físicos y sus sistemas operativos. El desarrollo de las computadoras y la aparición de la informática pusieron de manifiesto la relevancia de la información.

En sí misma es OT cuyo dominio de existencia es abstracto ya que se encuentra dentro del ámbito de lo simbólico. Si bien necesita de un soporte material (el papel, un software, el cerebro humano, etc.) para concretarse y de energía para su transmisión, la información no es consustancial con ninguno de los dos.

Es necesario distinguir entre datos, información y conocimiento, ya que frecuentemente se los confunde. El **dato** es el elemento informativo más crudo, "es una representación simbólica de una parcela de la realidad" (Buch, 1999). Los datos solos no sirven, sino se los estructura o relacionan junto a otros. Ejemplos de datos son cifras, fragmentos, comentarios sueltos.

Para ser de alguna utilidad, los datos deben relacionarse y así se transforman en **información**. Esta es entonces datos estructurados con determinados objetivos. La información como el dato es un producto, algo que se produce, se comercializa, de la misma forma que con otros OT. El desarrollo de la informática ha impactado de manera significativa tanto en el campo de los datos, como en el de la información, generando una sensación de disponibilidad y de accesibilidad a una cantidad de información ilimitada.

Más allá de la información está el **conocimiento**. Es la comprensión de la estructuración de los datos y solo se da en el cerebro humano. Esta comprensión es una condición previa a la creación del conocimiento. Mientras que la información solo necesita memoria accesible, el conocimiento implica la inteligencia.

Desde hace tiempo se trabaja en lograr la simulación de la inteligencia humana en el campo de la inteligencia artificial. Alguno de sus avances tienen que ver con la creación de los *sistemas expertos* que se utilizan en la medicina, la exploración petrolera o el manejo del tráfico aéreo en los aeropuertos. Pero aun siendo sistemas sofisticados, siguen basándose en una estructuración compleja de datos.

La energía

La energía es un OT ya que como otros, se fabrica, distribuye y almacena. Pero se distingue de los demás por que es un insumo básico y esencial para cualquier proceso tecnológico o vital y puede existir en varias formas que se pueden convertir unas con otras según las leyes de la termodinámica.

A través de la historia el hombre a utilizado distintas formas de energía. La muscular (la humana y la animal) posiblemente una de las primeras formas de aprovechar y generar fuerza motriz. Un capítulo especial merece la utilización de la energía calórica del fuego. Fue tan significativo su dominio que esta presente en casi toda la mitología antigua, como el caso de Prometeo. Sin embargo, su relación con la energía mecánica recién se produjo a fines del siglo XVIII con la maquina a vapor, para cuyo desarrollo fue muy importante el conocimiento del vacío. Algunos años después aparecieron nuevas fuentes como el petróleo que fue utilizada al principio como fuente de luz y calor y mas tarde impulsaria la creación de los motpres de combustión interna.

También la energía eléctrica, el mas importante transmisor de enregia en la actualidad creció durante la ultima parte del siglo XIX y comienzos del XX. Y a mediados de este siglo también se desarrollo la energía nuclear como fuente de energía térmica (especialmente usada para producir energía eléctrica).

La energía hidráulica, una de las mas antiguas también hoy es una de las principales fuentes de energía eléctrica. Completan el panorama la energía eólica y la solar, que si bien son conocidas desde tiempos remotos, se están desarrollando en el presente como alternativas a las fuentes clásicas.

Actualmente la producción y el consumo de energía de una sociedad es un indicador de su desarrollo económico. Especialmente desde la Revolución Industrial, la búsqueda y la implementación de nuevas fuentes y nuevos transmisores de energía, constituye uno de los problemas esenciales del desarrollo tecnológico.

BIBLIOGRAFIA

Buch, Tomás. *Sistemas Tecnológicos. Contribuciones a una teoría general de la artificialidad*. Ed, Aique. Buenos Aires, 1999.

Thomas, Hernán/ Buch, Alfonso (coord.). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*. Universidad Nacional de Quilmes. Bernal, 2008.