

## 16 DESARROLLO SOSTENIBLE Y TECNOLOGÍA

Tradicionalmente se ha entendido la tecnología como la “acción deliberada del ser humano sobre la naturaleza tendente a modificarla al servicio de sus necesidades”.

A través de la tecnología el ser humano construye una nueva naturaleza sobre la naturaleza primigenia, una “sobre naturaleza”.

De hecho el primer vestigio de la existencia del ser humano en un lugar concreto es la presencia de naturaleza modificada como puede ser el caso de una piedra trabajada para ser convertida en un hacha.

Por medio de la tecnología el ser humano no se adapta a la naturaleza, muchas veces cambiante, sino que la modifica, unas veces para sobrevivir a sus amenazas y otras para progresar e imponer su dominio sobre la misma. En este contexto la diferencia entre el ser humano y los animales llamados irracionales es notoria: una vaca sobrevive pastando en un prado verde pero si una sequía lo seca la vaca muere con él; por el contrario el ser humano es capaz de cambiar de cultivo, organizar un regadío, etc., venciendo así las limitaciones de la naturaleza.

La acción tecnológica consiste en el procesamiento de los materiales, la energía y la información para obtener nuevos productos e, inevitablemente, desechos.

Los procesamientos o procedimientos para modificar la naturaleza pueden ser manuales, manuales asistidos por herramientas, automatizados, controlados automáticamente o controlados cibernéticamente.

Históricamente primero se procesaron los materiales naturales, por ejemplo colocando piedras una sobre otra, de forma manual utilizando para ello la energía humana hasta construir las paredes de una casa y también se procesó la energía quemando madera para encender fuego y en ambos casos utilizando conocimientos muy básicos. Cuando el caudal de conocimientos fue más amplio y los recursos energéticos disponibles mayores los procesamientos de materiales y de energía se ampliaron culminando en la primera y segunda revolución industrial que ha puesto a disposición de gran número de habitantes del planeta multitud de bienes y servicios. El siguiente paso de la evolución tecnológica es el procesamiento de la propia información tales como programas informáticos, bases de datos, redes de información y comunicación globales como internet y sus múltiples aplicaciones, que a su vez ha catapultado el procesamiento de los materiales y la energía por la vía de la automatización y la robotización. Finalmente el último paso en la evolución de la tecnología es el procesamiento de los materiales a escala atómica y molecular, las nanotecnologías tanto inorgánicas como orgánicas, así como el procesamiento de los seres vivos, la manipulación genética de los mismos.

En todo este proceso evolutivo de la tecnología conviene hacer varias apreciaciones:

En primer lugar los cambios, los avances se alcanzan más por agregación que por sustitución. El automóvil moderno es el resultado de la evolución del primitivo, no su sustituto.

En segundo lugar la obsolescencia de los productos de la tecnología, impulsora de su desarrollo, es muchas veces más un fenómeno social que tecnológico. La evolución de los ordenadores o de los teléfonos móviles son ejemplos paradigmáticos: las personas se desprenden de un modelo y adquieren otro sin ninguna necesidad real para hacerlo.

En tercer lugar el sostenimiento de una tecnología particular obliga en muchos casos a la fabricación de productos totalmente innecesarios con el único fin de mantenerse viva, no cerrar una fábrica, no crear desempleo local, etc., o también producir productos de vida limitada que necesite por tanto su continua reposición, la denominada obsolescencia programada.

En cuarto lugar ninguno de los tres pilares de la tecnología tiene valor por sí mismo, aislado del resto. Las materias primas, incluyendo las energéticas, solo alcanzan valor cuando son transformadas; el conocimiento tampoco vale de nada si no hay donde aplicarlo, etc. A título de ejemplo el coltan, material imprescindible para fabricar ciertos componentes electrónicos no tiene ningún valor como tal, sino solo después de una amplísima cadena de transformaciones apoyadas en un amplio consumo energético y basadas en un aún más amplio número de conocimientos puestos en juego. Las sucesivas transformaciones van añadiendo valor al material inicial alcanzándose así su valor de producción – que no de mercado.

En quinto lugar de los tres pilares de la tecnología, los materiales, la energía y la información la energía es el más decisivo. En efecto con energía los materiales pueden ser elaborados y en gran parte reutilizados incluyendo los propios materiales energéticos, el agua potable puede obtenerse a partir del agua del mar desalada o bombeada desde largas distancias, la productividad agrícola puede mejorarse y los alimentos pueden ser producidos y distribuidos, el ser humano puede habitar en lugares inhóspitos, la fabricación masiva de productos puede ser posible, las personas pueden desplazarse grandes distancias, la información puede ser transportada, etc.

En la actualidad parece haber un acuerdo unánime en que la tecnología derivada de la primera y segunda revolución industrial, basadas en el uso masivo de combustibles fósiles como el carbón primero y el petróleo y el gas natural después, sin excluir el uranio, ha conducido a un mundo insostenible que se está acercando a ciertos límites que no pueden ser rebasados como lo muestra el agotamiento de recursos, el cambio climático, etc.

Donde no existe acuerdo es sobre los impactos de las nuevas tecnologías que presentan un salto cualitativo respecto de todas las etapas anteriores hasta el punto que no debería llamarse una nueva revolución industrial sino una nueva “era tecnológica” caracterizada por elevadas promesas pero también por muy serias amenazas:

La automatización y robotización de la producción supone varias consecuencias, unas positivas y otras negativas, al menos en el periodo de transición: Entre las primeras se encuentra la generación de productos en forma masiva y a costes decrecientes con lo cual su uso se extiende a amplias capas de la población y lo mismo ocurre con múltiples servicios. Entre las segundas puede destacarse: el desempleo masivo e irrecuperable pues no se trata de fabricar productos con otras máquinas mas eficientes, que requerirán otro tipo de trabajadores sino de fabricar productos, u ofrecer servicios, sin ninguna intervención humana de manera que los desplazados no tienen alternativa. La ruptura del mecanismo tradicional de distribución de la riqueza cual ha sido el bucle trabajo – producción – consumo, por lo que el problema ya no es la generación de bienes y servicios, de lo que se encargan las máquinas de forma cada vez más autónoma, sino de cómo la ciudadanía accede a los mismos que ya no puede ser vía trabajo remunerado. En esta nueva situación los problemas de la producción desaparecen y se trasladan ahora al ámbito político: la quiebra de todo el sistema económico y social actual hasta el punto que la clase obrera, los partidos políticos basados en la lucha de clases, etc., están dejando de tener sentido; el aumento del desempleo y además de forma inexorable pues a diferencia de la segunda revolución industrial que a medida que se expandía exigía más y más recursos humanos con una no muy elevada cualificación, la actual revolución industrial unida a la inteligencia artificial no va a demandar más recursos humanos sino menos, aun cuando más cualificados, lo cual reduce las posibilidades de cambio para muchos trabajadores desempleados.

La digitalización masiva de la información y la prácticamente instantánea transmisión de la misma (5G), el manejo masivo de datos (big data), la sensorización de gran parte de los productos o Internet de las Cosas (IoT), la sensorización de las personas vía teléfono móvil o mediante chips y sensores personales, etc., supone cambios trascendentales, unos positivos y otros negativos: Dentro de los primeros son de destacar un acceso al conocimiento y la comunicación global e instantánea, la facilidad para desprenderse de acciones rutinarias y no productivas basadas en el control a distancia de las mismas, las posibilidades de desplazamientos con vehículos sin conductor, el control del estado de salud personal, la posibilidad de desprenderse del dinero físico hasta en las transacciones más pequeñas, etc. Dentro de las negativas cabe resaltar la enorme vulnerabilidad que esta situación puede causar en las sociedades más digitalizadas en la medida cualquier fallo en las mismas, por razones naturales o provocadas, puede causar un auténtico colapso económico y social de consecuencias aterradoras por su amplitud y por su instantaneidad. Y tanto más graves cuanto más tiempo pase y más se encuentren las personas y comunidades dependientes de estas tecnologías, incluyendo la imposibilidad de recuperar la vida en un entorno analógico como sería el caso no poder comprar comida en un supermercado porque ningunos de sus pocos trabajadores saben realizar unas cuentas complejas. Una segunda consecuencia negativa es el impacto negativo sobre conductas de las personas y sociedades y la vulnerabilidad de las mismas ante las corporaciones, públicas o privadas, que las controlan, cuestiones sobre las que profundizaremos en otro capítulo.

La realidad virtual también supone cambios trascendentales, unos positivos y otros negativos: Entre los primeros se encuentran dos aplicaciones de interés para todas las personas: la mejora de su formación en todos los campos y especialmente en aquellos en que pueda usarse la “realidad aumentada” y el mejor disfrute del tiempo especialmente cuando se acompaña de la “mejora de sensaciones”. Entre los segundos destacan la creación de pseudorealidades, de “realidades virtuales” que por ejemplo permiten presentar y contemplar escenas en televisión que nunca existieron en la realidad, o la creación de “personalidades virtuales”, de “avatares”, que sean indistinguibles de las reales o lo que puede ser peor, la desconexión entre la espiritualidad de las personas que viven en un mundo virtual y sus realidades y exigencias fisiológicas, que las hace más vulnerables e incapaces de reaccionar por si misma ante cualquier eventualidad al depender de tecnologías sobre las que cada vez tienen menos posibilidades de controlar e incluso de desconectarse. En definitiva una tecnología que borra los límites entre el mundo humano, eminentemente físico, analógico, real y el mundo tecnológico, digital y por tanto artificial.

La inteligencia artificial (IA) puede suponer uno de los cambios más radicales sobre la especie humana desde que esta habita en el planeta. Como aspecto positivo se encuentra la potenciación de las capacidades intelectuales humanas siempre que la IA se ponga a su servicio. Como aspecto negativo se encuentra la posible sustitución de las capacidades humanas por las de las máquinas, la supeditación de sus conductas a las mismas, y en último extremo a la supeditación de las personas a aquellas otras que controlen tales máquinas. Y eso en el supuesto de que tales máquinas estas nunca puedan actuar por su cuenta.

El procesamiento de los materiales a escala atómica constituye otro de los grandes cambios introducidos por la actual tecnología. Con ello se están consiguiendo nuevas estructuras moleculares, nuevos materiales que no existían como tales en la naturaleza, nuevas máquinas especialmente las denominadas nano máquinas y nano robots capaces de actuar en el interior de organismos vivos, materiales resistentes a ataques químicos, materiales de alta resistencia, superconductores, etc. En realidad la manipulación de la naturaleza a escala atómica está barriendo las diferencias entre la materia orgánica y la inorgánica, entre la materia inerte y la vida.

La manipulación genética de los seres vivos es quizás, de todos los cambios tecnológicos considerados anteriormente, el de mayor repercusión sobre el propio ser humano y sobre la civilización en que se mueve. En efecto, no se trata solo de conseguir plantas genéticamente modificadas y resistentes frente a plagas, o de animales con propiedades y comportamientos especiales, etc., sino que se está en la posibilidad de modificar a los propios seres humanos con todo lo que ello supone. Una versión de la Ventana de Overton, en donde primero se comienza por pequeños cambios para impedir la transmisión de enfermedades hereditarias o para corregir ciertos defectos, a la que siga la generación de seres humanos “a petición”, para acabar con seres humanos a “imposición”, es decir, sin atributos humanos como es el de la libertad y el libre albedrío y a merced de la “fabricantes de pseudo humanos”. Las repercusiones de esta situación son

inmensas aun cuando por el momento estén siendo soslayadas, incluyendo el propio cuestionamiento de la teoría de la evolución natural de las especies, incluyendo la humana.

Desde un punto de vista más general el cambio tecnológico en el que la comunidad mundial se está adentrando presenta otra serie de características que también es preciso destacar:

La primera es que la disponibilidad de materiales será menos relevante en la medida que muchos serán reutilizados y lo mismo ocurrirá con las energías fósiles pues cada vez más se utilizarán las renovables así como un consumo energético decreciente.

La segunda es la imposibilidad, e incluso la no necesidad, de mantener la fabricación tradicional de muchos productos innecesarios con el objetivo de mantener empleos obsoletos. Las TIC y la robotización de la fabricación va a eliminar la fabricación masiva de productos en gran parte innecesarios, con caducidad programada e incluso los de usar y tirar, sin merma de la garantía de disponibilidad de bienes y servicios para todos. Ello va a requerir el establecimiento de nuevos mecanismos para que todos puedan acceder a la cobertura de sus necesidades básicas con independencia de tales trabajos productivos convencionales, cuestión que se verá en otro apartado de este documento.

La tercera es que la fabricación aditiva mediante impresoras 3D y el empleo de materiales reciclables va a suponer una auténtica revolución en múltiples aspectos entre los que puede destacarse: vuelta a las antiguas labores artesanales, a una nueva artesanía, a una “artesanía tecnológica” que permite activar las capacidades creativas al tiempo de generar productos a medida; freno a las grandes concentraciones empresariales, incluyendo los monopolios, sustituidas por múltiples pequeñas industrias muy próximas a las necesidades de cada territorio donde se implanten; máximo respeto con el medioambiente al evitar la producción innecesaria, permitir el reciclaje de materias primas, alargar la durabilidad mediante un mantenimiento más factible, etc.

La cuarta es que la disminución del tiempo necesario para producir bienes encaminados a la subsistencia por las personas genera tiempo libre lo que a su vez derivará en un incremento del consumo de bienes y servicios inmateriales, propio de los seres humanos y además sin ningún límite en la medida que ni agota ni impacta sobre el ecosistema: el cuidado de las personas, la formación continua, el cultivo de las artes, de las letras y de todas las actividades que requieren creatividad, el ocio y el deporte, etc. Ello sugiere la llegada de un nuevo humanismo, de una nueva “era humanista”. Y todo ello va a requerir un nuevo enfoque de la educación y de las expectativas de vida muy diferente al necesario en la anterior revolución industrial.

La quinta es una necesaria reconexión de las personas con el medio natural, con el ecosistema, no solo para impedir una vida dentro de una burbuja tecnológica, sino para ser conscientes de la dependencia del mismo y de la necesidad de

preservarlo. A pequeña escala se trata de superar los actuales intentos de crear un “huerto en la azotea” posibilitando una nueva simbiosis entre las ciudades y el campo pero utilizando una tecnología blindada frente al cambio climático mediante cultivos tecnificados y sostenibles. A gran escala supone la recuperación de los grandes espacios naturales hoy degradados.

De lo que se trata, en el fondo, es transitar de una tecnología “inapropiada” a otra “tecnología apropiada” acomodada a las nuevas circunstancias y encaminadas a conseguir un desarrollo sostenible. Esta tecnología apropiada y su relación con el desarrollo sostenible presenta una amplia gama de matices que conviene considerar para su consecución:

El primero se refiere a la “equidad tecnológica”, entendida como la racionalización de sus objetivos, la utilización y los fines de la misma. No vale cualquier tecnología sino la que conduce a una sociedad global justa, equitativa y sostenible. Una tecnología encaminada a eliminar los despilfarros de agua en una zona enriquecida es tan equitativa como otra que conduzca a dotar de agua potable a una zona desabastecida y empobrecida. En este contexto tampoco es aceptable una tecnología al servicio del capital, de los negocios y que prescindiera del servicio a las personas como es el caso de productos de caducidad programada con la única finalidad de mantener o incrementar los beneficios.

El segundo se refiere a que la tecnología no tiene ningún valor por sí misma sino por los resultados que con ella se consiguen. Y tales resultados han de conducir a un desarrollo más sostenible. En caso de dudas sobre los mismos el principio de precaución debería imponerse siempre.

El tercero se refiere a que las tecnologías son “elegibles” y su elección es previa a la acción. La elección de una tecnología obedece a un modelo de sociedad imaginado, no existente. Ello implica expectativas previas, suposiciones, intereses, juicios de valor, que han de ser tenidos en cuenta.

En cuarto lugar, y como consecuencia de los puntos anteriores, la acción tecnológica debe ser conocida, meditada y aprobada por la sociedad donde se implante. La tecnología debe definir sus medios pero no sus fines. Probablemente, y dadas las profundas implicaciones globales de cualquier tecnología, la aprobación de las mismas debería tener un alcance universal.

En quinto lugar ninguna tecnología es apropiada, sostenible, si no puede ser asumida por la comunidad que la recibe o desarrolla, si no puede ser “empoderada” por esta y mucho menos si le perjudica. Una tecnología generada en un país desarrollado se convierte en inapropiada al transferirla a un país que no puede absorberla pues puede convertirse en un nuevo tipo de colonialismo, la creación de una colonia tecnológica, como puede ser el caso de una central nuclear para producir energía eléctrica instalada en un país de bajo desarrollo. Al mismo tiempo la generación de una nueva tecnología en un país desarrollado y que genera una infelicidad generalizada en el mismo, como por ejemplo un desempleo masivo, no puede considerarse apropiada. Este aspecto, sin embargo, debe ser matizado en el sentido que muchas “nuevas tecnologías” pueden ser

asumidas si previamente ha existido un proceso adecuado de formación, e información, de la población de destino.

En sexto lugar ha de considerarse que la tecnología puede convertirse en un “instrumento de poder”, de control o de marginación y es bien conocido que cada poder genera la tecnología que lo soporta. Ello supone que una tecnología sin valores éticos y morales puede convertirse en un serio problema y no sería apropiada.

En séptimo lugar la tecnología apropiada debe ser aplicada a escala planetaria, es decir, afectando tanto a los países no desarrollados como a los que ya lo están. Esto supone diferencias sustanciales entre las tecnologías a implementar en uno u otro caso.

En octavo lugar, y como continuación de lo señalado en el punto anterior, no puede considerarse aceptable la traslación a países en desarrollo de las tecnologías obsoletas implantadas en los países desarrollados, ni tampoco que la tecnología apropiada para países en desarrollo sean tecnologías primitivas, rudimentarias, que impidan o retrasen la salida del tal nivel de subdesarrollo.

En noveno lugar para que la tecnología apropiada pueda introducirse en el “mercado” los costes de las tecnologías convencionales, y las de estas nuevas, han de incluir los costes totales, es decir, también los externos, así como la evaluación de los beneficios que para el conjunto de la humanidad van a suponer. Paradójicamente, la transición hacia una sociedad más sostenible puede suponer mayores costes para los actualmente países ricos que para los pobres.

En décimo lugar la tecnología apropiada debe asumir el concepto de “retroceso tecnológico” frente al tradicional de “avance tecnológico”, obviamente entendiendo por retroceso la eliminación de productos tecnológicos obsoletos desde el punto de vista de la sostenibilidad y que hasta hace poco tiempo se consideraban un “avance”. Por ejemplo automóviles de gran potencia, con altos consumos de combustibles fósiles, con alto poder de contaminación, etc., utilizados en ciudades donde son totalmente innecesarios.

En décimo primer lugar el tránsito de una tecnología inapropiada hacia otra tecnología apropiada debe ser controlado, dirigido y ejecutado en un marco amplio dado que la tecnología informa y conforma todas las actividades humanas, es decir, exige una previa consideración de la necesidad y preparación para los tránsitos en otros muchos campos como los educativos, económicos, sociales, etc.

En cualquier caso debe quedar claro que sin tecnología el ser humano no existe como tal y que una nueva tecnología, una tecnología apropiada, es clave para alcanzar un desarrollo sostenible. Y esta nueva tecnología debe ser desarrollada y ejecutada en el marco de una nueva ética, la ética de la sostenibilidad, la cual se concreta en unos planes de desarrollo sostenibles holísticos e integrales que contemplen todas las necesidades asociadas a los seres humanos y al ecosistema. Es importante resaltar que estas nuevas tecnologías enfocadas hacia un desarrollo sostenible van a suponer un

cambio radical en todos los comportamientos humanos y especialmente en la potenciación de todas aquellas virtudes y comportamientos que nos hacen más humanos. En las antiguas civilizaciones griega y romana los esclavos liberaban a los hombres y mujeres libres de los trabajos cotidianos, rutinarios, peligrosos, puestos al servicio de la supervivencia material, permitiéndoles la dedicación de su tiempo a la cultura, el ocio, las artes, la política, etc., a todas aquellas actividades únicas de los seres humanos. Pues bien los robots son los esclavos de la actualidad y del futuro y ello debe permitir un nuevo renacer de las actividades inmateriales, espirituales, las que permiten un crecimiento más humano. Las nuevas tecnologías, adecuadamente utilizadas, puede conducir a una sociedad post tecnológica, al renacimiento de un nuevo humanismo. Pero ello exige un cambio radical en la formación de las personas, desde la escuela en todos sus estadios y no desde internet.