

Álvaro Carvajal Villaplana

Progreso tecnológico sí; pero de otra manera

Abstract. *The paper defends the undeniable thesis of technological progress but not the idea of an optimistic absolute progress, but limited and in context. Technological progress is conceived on two levels: (a) technical and (b) valuetive. The first responds to internal rationality of technology, in this respect it is obvious that the technology (all time) improves and its advances. The second includes two aspects: the effects of technology in the environment and its contribution to social progress. On this second level, it is more difficult to determine the sense of direction of technological progress, since the technological progress is evaluative. The fundamental idea resides in that technological progress, in itself, doesn't lead to social or human progress necessarily, because the last not only depends on the technological variable, it intervenes another series of factors. This way, technological progress is a involves condition but not enough for social progress.*

Key words: *progress, technological progress, technology of philosophy, technology, technological change.*

Resumen. *El trabajo sustenta la tesis del innegable progreso de la tecnología, pero no de un progreso optimista absoluto sino limitado o en contexto. El progreso tecnológico se concibe en dos niveles: (a) uno técnico y (b) otro valorativo. El primero responde a la racionalidad interna de la tecnología, y al respecto es obvio que la tecnología cada vez mejora y avanza. El segundo tiene que ver con dos aspectos: los efectos de la tecnología en su entorno y su contribución al*

progreso social. En este segundo nivel es más difícil determinar en qué sentido progresa la tecnología, ya que el progreso tecnológico es valorativo. La idea fundamental reside en que el progreso tecnológico, en sí mismo, no conduce necesariamente al progreso social o humano, ya que este último no depende únicamente de la variable tecnológica sino que interviene otra serie de factores. Así, la tecnológica es condición necesaria pero no suficiente para el progreso social.

Palabras clave: *progreso, progreso tecnológico, filosofía de la tecnología, tecnología, cambio tecnológico*

1. Introducción

Una primera observación al respecto del tema en escrutinio es la cuestión de si puede hablarse de progreso tecnológico o no. En el caso de una respuesta afirmativa, habría que preguntarse por el sentido que adquiere dicho progreso. Estos asuntos pasan –inicialmente– por aclarar y distinguir las nociones de *progreso* y *cambio tecnológico*. Ambos términos, sobra decirlo, tienen que ver con el desarrollo histórico de la tecnología, y los fenómenos a los que refieren pueden verse como dos procesos en los que se manifiesta dicho desenvolvimiento. Estos conceptos a menudo suelen aparecer como sinónimos; empero, aquí se sostiene que son significativamente disímiles el uno del otro. Para esto se determinan las características que los distinguen y se establecen las relaciones que se dan entre ellos. La distinción es relevante, ya que la noción de *progreso tecnológico* es especialmente problemática

por ser valorativa, lo que conlleva a valoraciones inadecuadas de lo que significa *progreso tecnológico*, en contraste, la idea de *cambio* resulta más descriptiva y por ende menos problemática. Por tal razón, elucidar en qué sentido la tecnología progresa es indispensable para determinar la orientación del cambio tecnológico.

Otra observación obvia acerca de la distinción de los fenómenos de progreso y cambio tecnológico reside en que, en general, los procesos de cambio no son un fenómeno atribuible sólo a la tecnología; también sucede en otros ámbitos sociales y culturales como el desarrollo, la economía y la ciencia. Pero en la tecnología el cambio adquiere connotaciones de valor específicas, de tal manera que es un tópico afirmar que la tecnología está necesariamente ligada al cambio y al progreso. La tecnología valora más el cambio, en contraste, por ejemplo, con la cultura, que valora más la permanencia¹. En la cultura habría cambio y progreso, aunque son procesos más lentos, a diferencia de la tecnología, en la que dichos cambios son cada vez más acelerados. Desde esta perspectiva, tal parece, que tecnología y cultura se contraponen con respecto al patrón de cambio. Aunque, entre tecnología y cultura existe un doble flujo de la dirección de la influencia causal en donde a veces tecnología y cultura se contraponen y en otras cooperan.

En este trabajo se sustenta la tesis del innegable progreso de la tecnología, sin embargo, esta idea del progreso no se presenta en el sentido de un optimismo absoluto de acumulación continua de bienes sino que el tipo de progreso tecnológico que aquí se sume es limitado o en contexto. El progreso tecnológico se concibe en dos niveles: (a) uno *técnico* y (b) otro *valorativo*. El primero responde a la racionalidad interna de la tecnología, y al respecto es obvio que la tecnología cada vez mejora y avanza, los aparatos cada vez se perfeccionan y superan los problemas y defectos de sistemas técnicos anteriores. Además, puede determinarse etapas de ese avance de los sistemas técnicos a los que no es posible —en este momento— retroceder de manera radical. El segundo nivel tiene que ver con dos aspectos: los efectos de la tecnología en su entorno y su contribución al progreso social. En este segundo nivel es más difícil determinar en qué sentido progresa

la tecnología, ya que como se ha mencionado, en este nivel el progreso tecnológico es valorativo. La idea fundamental reside en que el progreso tecnológico, en sí mismo, no conduce necesariamente al progreso social o humano, ya que este último no depende únicamente de la variable tecnológica sino que intervienen otra serie de condiciones. Así, la tecnológica es condición necesaria pero no suficiente para el progreso social. Existe una estrecha relación entre el progreso tecnológico y el progreso social, pero el flujo de causalidad en el que sustenta no es robusto por la razón apuntada. Un aspecto que no se aborda en este trabajo es si puede haber progreso social sin progreso tecnológico, al respecto, desde una mirada intuitiva —tal parece— que el progreso social requiere al menos una base tecnológica mínima.

La indagación sobre la manera en qué progresa la tecnología se aborda a partir de la ya mencionada distinción entre progreso y cambio tecnológico, luego se escrutan los enfoques pesimistas y optimistas del progreso tecnológico. En seguida se explora algunas características que contribuyen a determinar un punto medio a los perspectivas pesimistas y optimistas, ésta sería una propuesta moderada. En esta línea se continúa analizando los aspectos del control y riesgo tecnológico y la dirección lineal o multilínea del progreso tecnológico. Para terminar con una modificación de la noción de *progreso tecnológico*.

2. Diferencia entre progreso y cambio tecnológico

Una primera diferencia entre las nociones de *progreso* y *cambio* tecnológico consiste en que el progreso tecnológico indica más una meta de llegada, algo por alcanzar; mientras que el cambio refiere al constante movimiento de transformación tecnológica, siendo un punto de partida para llegar a la meta. En la actualidad, dichas nociones se vinculan a un enfoque evolucionista del desarrollo tecnológico —aunque no de manera exclusiva—, especialmente la noción de *cambio*; mientras que el concepto de *progreso* tiene raíces antiguas y se la vincula más con las permutas

radicales que suceden en los ámbitos social, económico e histórico.

Ambos fenómenos tienen en común el ser procesos de cambio y, a pesar de tal semejanza, no cabe duda que se trata de fenómenos distintos. El progreso es un cambio significativo en relación con los simples o pequeños permutas tecnológicos. El progreso indica una transformación profunda que altera de manera radical la tecnología y la historia de las sociedades. En contraste, los cambios menores no parecen tener tal profundidad, ya que muchos de ellos son simples o rutinarios sin llegar a implicar una alteración del momento histórico. En este sentido, la noción de *progreso* es más amplia que la de *cambio*, en razón de que este último puede limitarse a modificaciones en un momento dado o a la sustitución de una cosa por otra; mientras que el concepto de *progreso* comprende una serie de cambios tecnológicos menores, así como de cambios radicales. En consecuencia, si bien, el progreso comprende los cambios tecnológicos, no todo cambio implica un progreso. Los cambios tecnológicos se conciben como negativos o positivos; en cambio, el enfoque tradicional ve la noción de *progreso* sólo de manera positiva. Empero, esta visión del progreso ha sido muy criticada, y para efectos de tener una mejor comprensión del cambio tecnológico ha de modificarse, ya que el progreso en tecnología no todo el tiempo conduce a lo mejor. Otro aspecto diferenciador reside en que el progreso parece ser irreversible, mientras que el cambio es reversible. Esta idea es importante pues varias historias de la tecnología muestran que en las diferentes civilizaciones que han existido en el Tierra no se percibe una involución tecnológica (Dumas, 1981, 9), como si se plantea en la literatura y en las ideologías anti-tecnología. Es importante destacar la diferencia entre la idea de involución tecnológica y los efectos negativos del progreso tecnológico.

Los cambios tecnológicos son más fácilmente expresables en datos que el progreso tecnológico; es decir, los cambios al ser observables de manera más inmediata y contundente pueden ser medidos por indicadores; mientras que el progreso al ser una noción más valorativa que descriptiva su medición es más subjetiva. En este sentido, puede afirmarse que el cambio tecnológico tiene una

cualidad cuantificable, mientras que al progreso se le percibe cualitativamente. El hecho de que a los cambios tecnológicos, así como algunos de sus consecuencias, se les perciba de manera inminente es indicativo de que el cambio está sujeto a la variable temporal de corto plazo; aunque, los efectos de algunas invenciones tecnológicas sólo se aprecian al mediano o largo plazo. El progreso es menos perceptible de manera inmediata, puesto que es un proceso a largo plazo, al implicar la modificación de una época y una sociedad determinada. Esto también marca la diferencia entre los aspectos cuantitativos y cualitativos que diferencia ambos fenómenos. Por eso, a veces es más sencillo afirmar que la tecnología cambia más que progresa. De hecho, en la sociedad actual se ha llegado a ligar la noción de *progreso* con la de *cambio*, lo cual vacía de contenido el concepto de *progreso*. Empero, el progreso tecnológico sigue una línea o líneas o trayectorias históricas y evolutivas, mientras que el cambio tecnológico es más limitado, pues éstos, por lo general, se inscriben en tales trayectorias evolutivas.

Otra diferencia entre cambio y progreso, es la que aporta Rosalind Williams. Para ella el progreso se mide en relación con las metas definidas desde el punto de vista humano, el cambio y la innovación se miden por su éxito en el mercado. Esta diferencia corresponde más a las sociedades capitalistas contemporáneas, no así a las sociedades preindustriales en donde los cambios son producto de otras causas, aunque no cabe duda que siempre ha habido un vínculo entre cambio tecnológico y economía. Empero, esta diferencia sirve para plantear el problema de fondo sobre el progreso tecnológico. Williams distingue dos vertientes del progreso tecnológico, por una parte, el que depende de su lógica interna y, dentro del sistema capitalista, de las reglas del mercado. Por otro lado, el progreso tecnológico está sujeto a los propósitos humanos. No obstante, el progreso tecnológico —para ella— parece seguir más a la lógica interna que a los propósitos humanos y, a pesar de que ella critica el determinismo tecnológico, en el fondo parece asumirlo. También, es importante aclarar que dicha autora relaciona el simple cambio con el progreso, al afirmar que las innovaciones tecnológicas se asemejan a la idea progreso. A

pesar de eso, su línea de argumentación apunta a una cuestión fundamental: "...la innovación no se convierte necesariamente en el progreso humano, al igual que la evolución biológica no significa el progreso de la especie..." (2002, 30)².

La reflexión de Williams sirve para plantear el problema de la utilidad y la función de la noción de *progreso*. En un primer plano resaltan dos posiciones: (a) un enfoque sumamente optimista, correspondiente a la perspectiva tradicional que afirma que la tecnología y la sociedad siempre progresan hacia lo mejor, y (b) un enfoque pesimista, que rechaza de plano la noción de *progreso*. Para ciertas tendencias de pensamiento no puede hablarse de la existencia de un progreso hacia lo mejor, sino que realmente se trata de un progreso hacia lo peor (aunque la expresión "un progreso hacia lo peor" resulta ser un sin sentido). Ambas posiciones son fruto de un determinismo exacerbado. Una tercera vía (c), la que aquí se asume, busca un punto medio entre las dos anteriores. Según esta posición sí habría progreso, pero limitado o contextualizado. Aquí, se considera que (a) y (b) se equivocan en sus apreciaciones acerca del progreso tecnológico. Por razones de argumentación, primero se expone la visión pesimista, luego se procede a analizar la optimista y, por último, se intenta una modificación de la noción de *progreso*, según la tercera vía. Para llegar a esto último, se requiere hacer una crítica de los enfoques (a) y (b).

3. El enfoque pesimista del progreso tecnológico

Un curioso caso contemporáneo de oposición radical a la noción de *progreso* y que resume una serie de críticas dirigidas al enfoque optimista del progreso tecnológico es el asumido por Agustín López Tobajas, coordinador del Círculo de Estudios Espirituales Comparados (España), quien en su libro *Manifiesto contra el progreso* (2005) expone que la noción de *progreso*, en términos absolutos, es un ocultamiento de los problemas de fondo. Para él se trata de una "...hipóstasis demiúrgica, absoluta, supuestamente autoevidente en su razón de ser, el Progreso

esconde su verdadero carácter excluyendo toda pregunta sobre su naturaleza. Nadie considera necesario precisar —porque nadie sabe— en qué se progresa realmente...la idea de Progreso [es] refractaria a todo proceso de inteligibilidad, es, junto con sus secuelas de ignorancia, decadencia y destrucción, lo único que en verdad progresa..." (17). Argumento, muy similar al de Rousseau en su libro *Discursos sobre las ciencias y las artes*, en donde las ciencias y las artes han deprimido la moral. El progreso es pues tan sólo una ilusión, y el progreso tecnológico un prejuicio: "... el hombre moderno, identificado con la creencia en la necesidad de un progreso técnico indefinido, parece incapaz de contemplar esta idea como lo que realmente es: un prejuicio jamás compartido por ninguna otra cultura, fraguado en la ansiedad generada por su vacío existencial y alimentado por su incapacidad para diferenciar entre medios y fines..." (37). Para él, muchas tecnologías antiguas son mejores que las nuevas, por ejemplo, el telar manual frente a las máquinas hiladoras. Es más, para este autor, el desarrollo, entendido en el contexto del progreso "...mata; empobrece materialmente hasta la más mísera indigencia a una mitad de la humanidad, y mata espiritualmente de mentecatez a la mitad a la que no mata físicamente de hambre..." (52).

Según este enfoque muchos avances, en los ámbitos humano y tecnológico de las sociedades occidentales actuales son insignificantes en comparación con los males que tales avances conllevarían. En términos globales, la suma de males es mayor que la de bienes. Los progresos en desarrollo humano —muchos de ellos producto de la tecnología— se vuelven nimios frente a los niveles de destrucción del ambiente. Por ejemplo, habría que plantearse si la longevidad o los bajos niveles de mortalidad actual son realmente un síntoma de progreso; si lo importante es realmente tener una vida más prolongada o por lo contrario una vida corta pero plena de espiritualidad. Según la posición teórica de López, el progreso es tan sólo una cuestión de cantidad mas no de cualidad, antes se vivía menos, pero se disfrutaba más de la vida, había un mayor desarrollo de la espiritualidad que de lo material. Esta idea habría que relativizarla y preguntarse en cuáles culturas se vivía menos y en cuáles se disfrutaban más de la vida y,

si en estas culturas todos sus miembros tenían el mismo nivel de disfrute; por ejemplo, qué sucedía en el caso de las mujeres. También, habría que preguntarse si los esclavos de diferentes culturas también gozaban de la vida. Además, queda por saber a qué época se refiere. A lo mejor, este idilio por el pasado se refiere a algunos pocos grupos humanos como los Yanomami en la selva del Amazonas. Lo que aquí se sostiene es que dicho argumento tiende a absolutizar lo que se cree es una verdad irrefutable. El problema de este tipo de argumentación es que ataca la manera absoluta la defensa que se hace del progreso optimista, pero asume la misma estrategia que éstos. Esto no quiere decir, que A. López no tenga una parte de razón, especialmente si se considera que la complejidad de las sociedades actuales, el nivel de sobrepoblación y explotación del planeta están rompiendo el sistema de equilibrio ambiental.

La añoranza por las sociedades pasadas como mejores a las actuales es edénica, ya que la *armonía con la madre naturaleza* se daba en otras condiciones y con otras estructuras sociales menos complejas que las actuales. El mantenimiento del equilibrio del planeta en épocas pasadas fue posible por una diferencia en la escala del desarrollo de las culturas, condiciones que ya no existen. Este idilio por el pasado, parece negar que no todas las sociedades anteriores a la industrialización fueron armoniosas con la naturaleza: muchas sociedades deterioraron su entorno, otras sobrevivían a tal destrucción desplazándose a otros sitios en razón de que el planeta Tierra se encontraba poco poblado; lo que ya no es posible hacer en la actualidad. Este desplazamiento territorial que, en principio, favorece la preservación del entorno natural puede ser atribuido a razones espirituales o a la sabiduría o al conocimiento de un pueblo sobre su entorno, pero no puede negarse que hay una condicionalidad material que está en la base. Se tiene así que en tiempos anteriores a la industrialización el deterioro ambiental era local a diferencia del deterioro actual que es global. Los problemas son ahora de gran escala en la destrucción de la naturaleza. Esto no niega que la situación actual sea angustiante y peligrosa y que se no deba hacer algo para solucionar la crisis en que se encuentra la humanidad. Tampoco se niega que muchas culturas del pasado y del

presente tengan una relación armoniosa con la naturaleza. Lo único que aquí se quiere subrayar es que en el pasado no todo fue armonioso.

Entre los autores postmodernos y antidesarrollo existe la visión romántica de proponer una vuelta atrás, retornar a una etapa anterior de la historia de la humanidad. Por ejemplo, se trataría de tornar a la época medieval o por lo menos se mantiene una añoranza por ese período. Empero, dicha solución no parece ser viable en las condiciones actuales de sobrepoblación. Un ejemplo interesante de esta añoranza por la desaparición de un pasado que siempre fue mejor es el de George Monbiot (citado por J. Bhagwati, 2004, 176), quien aboga por la regresión, en Gran Bretaña, a una "...economía rural moderna, basada en la comida orgánica y en los mercados locales, que pase de los supermercados y reniegue de ellos..." (*Loc. Cit*) ¿Pero es esto posible en las condiciones actuales de Gran Bretaña?

Obviamente, tampoco puede conservarse la biodiversidad y la biosfera con el sistema de producción y consumo, la superpoblación y las trayectorias tecnológicas actuales. Se requiere un cambio de rumbo, se necesitan tecnologías más amigables y menos destructivas del ambiente. Este cambio no implica que no se continuará explotando la naturaleza como aspiran los ambientalistas profundos, la degradación ambiental siempre será un problema, lo que se necesita es mantener un control y una reducción del crecimiento del flujo de materia y energía; se trata de encontrar un punto de equilibrio en el que la explotación de la naturaleza no ponga en peligro el funcionamiento de la biosfera. Y este descenso no sólo ha de pedirse a los países en desarrollo sino también a los países desarrollados, pero el problema es cómo convencer a los países desarrollados que deben disminuir su nivel de consumo y a los países en desarrollo no parece justo solicitarles que sacrifiquen su desarrollo ¿Quién tiene que hacer el sacrificio?

En relación con el tema del desarrollo, obviamente, se requieren otros tipos de desarrollo, se necesita un desarrollo "limpio"; sin embargo, todo desarrollo requiere algún nivel de crecimiento económico y de consumo. Por otra parte, la afirmación de que el desarrollo sume a la mayor parte de la población del planeta a la muerte y la

pobreza, es también, una verdad a medias. Buena parte del problema del hambre y la pobreza se deben al crecimiento acelerado de la población en el Tercer Mundo y un bajo crecimiento económico que no alcanza para alimentar a tanta gente. También, es consecuencia del progreso tecnológico en materia de medicamentos que contribuyen a salvar vidas por medio de las ayudas del mundo industrializado, pero sin resolver los asuntos de sostenibilidad económica de dicha población. Con esto no se quiere negar los problemas internos de injusticia distributiva o la explotación económica a la que son sometidos muchos pueblos o la injusticia distributiva del sistema económico global. Este asunto el autor del trabajo los estudió en otra parte, por lo que aquí no se repetirán los argumentos contra este enfoque.

4. El enfoque optimista del progreso tecnológico

En contraste, la visión optimista sostiene que el progreso humano tiene como sustento el progreso tecnológico, y que este progreso siempre es hacia lo mejor, de manera lineal y continua. El desarrollo de la tecnología no tiene límites, salvo las leyes de la física y la biología. Este avance de la tecnología está bajo absoluto control y en función de las metas humanas. Este enfoque es problemático puesto que sólo mira una parte del asunto, y niega aquella otra que resalta la visión negativa de progreso. Para hacer la crítica a este enfoque antes se necesita realizar algunas consideraciones en torno la idea de progreso.

En general, la noción de *progreso* es más problemática que la de *cambio*. Este último parece ser más descriptivo que el primero, ya que la noción de *progreso* es netamente valorativa. Al ser valorativa se tiene que lo que para unos es progreso para otros no lo es. Esta condición del término es reconocida incluso por defensores de la noción *progreso radical* como Gordon Childe. Para él "...no es científico preguntar si existe el progreso humano, simplemente porque no hay dos personas que lleguen necesariamente a la misma respuesta; ya que sería muy difícil eliminar la ecuación personal..." (1932, 12). Por eso en

su libro *Los orígenes de las civilizaciones*, Childe intenta una modificación de la noción de *progreso*, que no se fije en la parte valorativa sino en la descriptiva, es decir, como aquello que realmente sucedió en la historia de la humanidad. Siguiendo esta distinción, el autor de este trabajo afirma que la noción de *progreso* tiene una dimensión valorativa y otra descriptiva.

La anterior distinción es aplicable al caso de la tecnología. Si se considera la dimensión valorativa, no todas las personas estarían de acuerdo en que la tecnología avanza hacia lo mejor. Pero si se la mira desde la dimensión descriptiva resulta obvio que la tecnología progresa. Este sentido de progreso tecnológico corresponde a la idea de la racionalidad interna de la tecnología. El desacuerdo entre lo valorativo y lo descriptivo se sustenta en la compleja y paradójica práctica tecnológica, ya que ésta tiene tanto efectos negativos como positivos. La primera dimensión es predominante en el enfoque tradicional de progreso tecnológico; en cambio, la segunda vertiente es menos conocida, pero no menos problemática que la primera. El énfasis dado al aspecto descriptivo es el resultado de un replanteamiento de la noción de *progreso tecnológico* como un avance siempre hacia lo mejor, a partir de las primeras críticas hechas a dicha noción. Una de las primeras respuestas, como se ha anotado, es la de Childe, para quien la idea de progreso en tecnología refiere a medidas objetivas del avance de la tecnología (por ejemplo, velocidad, eficiencia, aumento de complejidad, etc.). Aunque, según Basalla las medidas objetivas no dan cuenta de manera absoluta del progreso tecnológico (1988, 257-258), ya que dichas medidas pueden relativizarse si se comparan diferentes estilos de vida, si se valora más la lentitud que el cambio veloz, esto depende de la escala de valores, y las escalas de valores son relativas.

5. En qué sentido progresa la tecnología

El determinar si la tecnología progresa o no es complejo. Esta circunstancia hace que dicha noción requiera de un manejo cauteloso. Desde el ámbito descriptivo no puede negarse que la tecnología ha

avanzado a través de la historia. Empero, desde el punto de vista valorativo saber si la tecnología progresa es un asunto más difícil de definir, en razón de la mencionada ambigüedad de la tecnología. Para intentar aclarar en qué sentido progresa la tecnología primero se examina el componente descriptivo y luego el valorativo.

Es obvio que el desarrollo de los sistemas técnicos —a través de la historia— se suceden de unos sistemas simples a otros más complejos. El progreso aquí consiste en una constatación de la transición de un momento antecedente a nuevas situaciones que implican la superación del anterior. En este sentido, la historia de la tecnología, por lo general, refiere a una superación de etapas. Lo característico del progreso tecnológico es que una vez superado un momento anterior, es difícil regresar a él; por ejemplo, retornar a la época medieval en la que no existían las vacunas, los antibióticos o la aspirina es impensable, es claro que poca gente estaría dispuesta a tal sacrificio. Desde una perspectiva puramente mecánica, unos aparatos engendrarán otros aparatos y procesos que engendrarán otros aparatos y procesos. En este sentido puede decirse que los aparatos mejoran o avanzan, de tal manera que puede determinarse la existencia de una continuidad del desarrollo de la tecnología, pues los diferentes aparatos siempre tendrán algún antecedente, salvo excepciones. Esto no implica que las tecnologías tradicionales no sobrevivan en medio de las modernas, ni que puedan ser recuperadas tecnologías tradicionales o viejas. Lo que se requiere es una mejor comprensión de las tecnologías tradiciones y su función, y no relegarlas a simples artesanías o técnicas. En este sentido la noción de *progreso* resulta útil para identificar esos avances.

En el ámbito valorativo no es tan fácil decir que la tecnología progresa; pero esto no es óbice para establecer unos criterios que ayuden a clarificar en qué sentido se da el progreso tecnológico en dicho ámbito. Esta labor requiere una revisión de la dimensión valorativa. Al respecto, es importante recordar el deslinde que hace Basalla entre el avance tecnológico y el progreso económico y social (1988, 261). Según él, el problema fundamental reside en identificar el progreso tecnológico con el progreso económico y social³.

En opinión de Basalla el progreso tecnológico es tan sólo un factor y no el único, que contribuye al progreso económico y social. Si bien, las tecnologías actuales tienden cada vez más a establecer una estrecha relación con el progreso económico; existe una serie de factores económicos, políticos y culturales que influyen en la orientación o en el tipo de tecnología que se inventa. Por otra parte, si bien la tecnología contribuye al progreso económico, no todo progreso económico conlleva necesariamente a un progreso de la humanidad en su conjunto, pues también existe una serie de intereses de diversa índole que hacen que el progreso no sea siempre hacia lo mejor.

El progreso tecnológico no conduce necesariamente al progreso humano, ya que este último no está condicionado exclusivamente por el progreso tecnológico, en vista de la razón antes apuntada de la existencia de diversos factores que contribuyen al avance de la humanidad. En consecuencia, la tesis optimista que considera que la noción de *progreso tecnológico* comprende el *progreso humano* es correcta tan sólo si se la considera de manera general, es decir, en tanto que la tecnología al ser una producción humana, su fin último debiera ser contribuir al bienestar de la humanidad; pero dicha correlación no es robusta. Además, el enfoque optimista supone que la tecnología no tiene efectos secundarios o al menos no considera sus efectos dañinos sobre la naturaleza.

La crítica hecha a la noción de *progreso tecnológico* en razón de que la tecnología contemporánea se encuentra al servicio de la dominación y la destrucción no es exacta. En la historia de la humanidad siempre han existido tecnologías y procedimientos de exterminio y dominación de las poblaciones humanas, por lo cual, dicha capacidad destructiva no puede simplemente atribuírsele de manera exclusiva a las tecnologías actuales. Este hecho hace que no pueda afirmarse en términos absolutos que las tecnologías anteriores a la industrialización sean mejores que las actuales. Lo que sí puede argumentarse es que las tecnologías actuales, por su magnitud y alcance, tienen una mayor capacidad de destrucción, según sea la situación, que las antiguas. En contraste, en muchos casos, las nuevas tecnologías pueden ser instrumentos de liberación, por ejemplo, Internet.

En este sentido no existe un pasado que sea idílico; es decir, libre de destrucción, muerte y dominación. Este último argumento no justifica la situación actual en la que se encuentra las tecnologías; tampoco niega la necesidad del cambio de las tecnologías perversas por otras apropiadas y liberadoras.

La noción de *progreso tecnológico*, desde el ámbito valorativo, no puede evadir la crítica del deterioro ambiental que provoca. En la actualidad las tecnologías rompen con el equilibrio y la armonía entre los seres humanos y la biosfera. Sin embargo, la destrucción ambiental, la eliminación de la biodiversidad, el recalentamiento de la Tierra, no son fenómenos exclusivos de la tecnología. Dicho equilibrio se ha desestabilizado por fenómenos naturales, la gran diferencia reside en que son los seres humanos los que ahora producen la extinción de especies y el deterioro de la biosfera. Las tecnologías introducen al ambiente natural elementos que el proceso evolutivo ha descartado. Estos materiales y sustancias artificiales no son fácilmente retornables ni degradables por la naturaleza; su reincorporación al ciclo natural tarda miles de años o la naturaleza no está en capacidad de reprocesar el exceso de materiales y sustancias expulsados al ambiente. Este es el caso de los gases que producen el efecto de invernadero. El hecho de que las tecnologías actuales tengan un mayor nivel de contaminación tampoco quiere decir que todas las tecnologías anteriores —y que ciertas culturas— fuesen mejores que las occidentales y, que no fueran depredadoras del ambiente natural. Esto último, tampoco autoriza a afirmar de manera contundente que toda cultura y tecnología anteriores a la industrialización fuesen amigables con la naturaleza o que algunas tecnologías no occidentales son mejores que las nuevas. Por ejemplo, la cultura maya tiene un período pacifista y en el que viven en armonía con su entorno. Había además una coordinación entre los ostentadores del conocimiento y los agricultores; en un segundo período los mayas se volvieron imperialistas, degradaron su entorno, y el conocimiento de los sacerdotes se desligó de los agricultores. También, es conocido el caso de Mesopotamia y los comentarios de Aristóteles sobre deforestación, entre otros. Un filme que muestra estas contradicciones de las

culturas no occidentales es *La selva esmeralda*⁴. Como ya se anotó, la diferencia reside en que el deterioro ambiental era local y en pequeña escala, lo cual no provocaba de desestabilización de la biosfera.

En la misma línea de la argumentación anterior se tiene el caso de muchas sociedades o países actuales con poblaciones numerosas y estilos de vida tradicionales en donde algunas tecnologías o técnicas tradicionales pueden resultar perjudiciales para la naturaleza, por ejemplo, la tala y quema de terrenos y bosques, el cocinar con leña, la crianza de ganado vacuno, sea para el engorde o lechero que se practica con nuevas o viejas tecnologías o la tradición india de mantener la veneración a las vacas sagradas, son costumbres y prácticas técnicas o tecnológicas cuyo uso a gran escala no son respetuosos con el ambiente. También, se ha argumentado el éxito de la práctica de esa producción agrícola tradicional india, pero lo que no se dice es que dicha producción se realiza a expensas de la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos. Agréguese que en condiciones de pobreza, marginalidad económica y sobrepoblación estas técnicas tradicionales empeoran el desequilibrio con la naturaleza. Por tanto, tampoco puede afirmarse en términos absolutos que todas las tecnologías tradicionales y no occidentales son mejores que las occidentales; tal afirmación es romántica. Es probable que lo que se requiera sea un desarrollo de tecnologías de gran escala limpias, con tecnologías intermedias también limpias; hacer una recuperación de tecnologías tradicionales no perjudiciales para el ambiente combinada con el conocimiento de la ciencia contemporánea. Se deben trazar puentes entre las tecnologías tradicionales y las modernas. Especialmente, en países en vías de desarrollo, se requiere de tecnologías apropiadas (véase R. Ramírez, 1992). Paralelamente, Maggie Black propone que han de establecerse puentes entre las economías locales y las de gran escala (2003, 87), para lograr un desarrollo no destructivo en los países en desarrollo. Este tipo de propuestas sí podrían contribuir a cambiar el rumbo del desarrollo.

En definitiva, quedarse con el componente puramente descriptivo del progreso no considera la factibilidad económica, las escogencias sociales y el papel la expansión militar en la tecnología. La

tecnología no puede desligarse por completo de los sistemas sociales, pues su autonomía sólo es relativa. La aproximación restringida de lo descriptivo ayuda a aclarar desde el punto de vista técnico cómo avanzan las tecnologías; empero, la segunda perspectiva es importante para saber cómo ese avance repercute en el progreso general de la humanidad. La noción de *progreso tecnológico* ha de considerar los efectos de la tecnología sobre la naturaleza. La tecnología progresa, en muchas ocasiones mejora las condiciones de vida de los seres humanos; en otras contribuye al deterioro ambiental. En conclusión, el progreso tecnológico tampoco es absoluto sino limitado. Además, para determinar el progreso tecnológico es indispensable que los estudios sean más analíticos e identificar las áreas o ramas tecnológicas en las que avanza hacia lo mejor o hacia lo peor. Ante los problemas de crisis ambiental actual y la pobreza la tecnología puede salvarnos, pero también puede matarnos; se requiere, por tanto, de un progreso tecnológico que no ponga en peligro las generaciones actuales y las venideras. Esto requiere de un mayor control social sobre las tecnologías.

Desde el punto de vista valorativo, y como se ha comentado, la tecnología no es la única culpable de todos los males que se le achacan, sino que tan sólo es una parte de un conjunto de factores que contribuyen a que el progreso humano no se oriente hacia lo mejor, si se considera, por ejemplo, los niveles actuales de deterioro de la naturaleza. Estos factores no se encuentran al mismo nivel de jerarquía, es posible que algunos de ellos sean más importantes que el factor tecnológico. Para aclarar este punto aquí se recurre a la ecuación elaborada por Paul Ehrlich y Anne Ehrlich (1993, 237 y 241). Esta ecuación asevera que el impacto sobre el ambiente (I) sería igual al producto del tamaño de la población (P) por el consumo medio por individuo (C) y por el coste tecnológico (T)⁵, entendido como los recursos utilizados y los residuos originados para producir cada unidad de consumo con una tecnología⁶:

$$I = P * C * T$$

Lo ideal es que I sea constante, es decir, sostenible para la biosfera; todos los demás factores pueden cambiar o reducirse. El gran desastre es

tener un aumento constante de la población, por consiguiente un incremento del consumo con unas tecnologías contaminantes. Otra propuesta se conforma tan sólo con el progreso de las tecnologías limpias; la tesis del milagro tecnológico como salvación no funciona, pues si la población crece y el consumo también de nada valen las tecnologías limpias. Algunos autores se fijan sólo en la disminución del consumo, para vivir mejor se requiere consumir mejor, lo cual implica un cambio en el sistema económico. Por ejemplo, este sería el caso de pedir a los países desarrollados que dejen de ser tan ricos y mantengan un bajo crecimiento poblacional, pero esta tampoco es la solución, pues los países en desarrollo tienen menor consumo *per cápita* pero un mayor incremento de la población, entre mayor población es posible una mayor degradación ambiental y pobreza. Una solución viable, es la que defiende Sartori y Mazzoleni (2003), la disminución de la población mundial, por medio del control de la natalidad y por vía democrática y educativa. Esto no descarta el progreso en las tecnologías apropiadas y el mejoramiento de la calidad del consumo, ambas medidas se complementan.

A la pregunta quién debe sacrificarse, la respuesta sería todos. Los países desarrollados deberían fomentar el ahorro, la austeridad y las empresas reducir las ganancias. Los países en desarrollo deberían aspirar a un desarrollo moderado para el buen vivir. Pero los países en desarrollo moderado requieren del apoyo y auténtica cooperación internacional para lograr dicho desarrollo sin el deterioro del ambiente, en este sentido existen muchas propuestas viables. En lo inmediato se requiere invertir en investigación de tecnologías de energía limpias, fomentar la conservación de los *puntos calientes* de la biodiversidad, detener los procesos de deterioro de la capa de ozono y el efecto de invernadero. Progreso sí, pero de otra manera.

7. El control y riesgo de la tecnología

La crítica del deterioro ambiental que produce el progreso tecnológico conduce a un tema tangencial, pero igualmente importante:

el control de las consecuencias de la tecnología. El enfoque tradicional del progreso tecnológico, como se anotó, supone que el avance en la tecnología está en relación esencial con la prosperidad de la humanidad, aunque no necesariamente existe una relación de causalidad necesaria entre ambos. Este argumento, va más allá, pues según Basalla, en el enfoque tradicional el desarrollo progresivo de la tecnología supone que dicho avance está bajo absoluto control humano (1988, 254) y en función de las metas humanas. Además, este progreso se expresa en un dominio cada vez mayor de la naturaleza. Si bien, el ser humano ejerce cierto control sobre la tecnología, no necesariamente dicho dominio es absoluto, pues existen efectos producto de la tecnología que no son previsibles. No es posible conocer certeramente todos los efectos de la tecnología en el corto plazo, muchos de tales efectos dañinos tan sólo se manifiestan al mediano o largo plazo. El conocimiento que se tiene sobre la tecnología es limitado por los mecanismos naturales. Además, cuando un sistema técnico se introduce en un ambiente determinado, el artefacto interactúa con el ambiente, creando una cadena de causalidad que no es proyectable, esto es particularmente cierto para las tecnologías de la vida. Este control es posible tenerlo sobre aquellas tecnologías simples o menos avanzadas o tradicionales, pero no sobre las tecnologías más avanzadas. El impacto de las tecnologías simples es menor que el de las tecnologías más complejas, y sobre estas últimas es difícil tener un control total. Y, en este sentido, tampoco existe un dominio completo sobre lo natural, pues la interacción de los sistemas tecnológicos con la naturaleza produce unos efectos no deseados, que no están bajo la supervisión. La interacción entre los objetos tecnológicos y el ambiente produce relaciones nuevas y complejas que sobrepasan el control humano. Hay un dominio y un control sobre lo natural, pero es limitado.

8. Linealidad o multilinearidad del progreso tecnológico

Para contribuir a despejar las dudas en torno a la noción de *progreso tecnológico* es

necesario, en este momento, referirse a una idea que el enfoque tradicional enfatiza y que sirve de base para la crítica a la noción de *progreso tecnológico*. Dicho enfoque supone que tanto el progreso humano como el tecnológico siguen una sola línea indefinida de acumulación de resultados positivos del pasado. Sin embargo, esta idea tiene que relativizarse, puesto que a veces un avance en tecnología no conlleva un avance en lo social, y el avance no todo el tiempo es acumulativo de bienes. Para respaldar esta última idea aquí se recurre a Mumford. Para dicho autor, el progreso tecnológico ha de ser evaluado en un contexto y en un tiempo determinado, el progreso sólo puede darse si se toma algún punto de referencia antecedente de desarrollo humano para señalar en un tiempo determinado si ha habido verdadero avance. Para él, desde el punto de vista histórico, no puede negarse el hecho de la acumulación, es decir, la tendencia a aumentar o conservar aquellas partes de la herencia social que se prestan a su transmisión a través del tiempo. Ninguna sociedad escapa al hecho del cambio ni puede eludir el deber de la acumulación selectiva. Pero, el cambio y la acumulación actúan en dos direcciones: tanto para el mejoramiento como para la destrucción; las energías pueden desperdiciarse, las instituciones pueden decaer, y las sociedades pueden acumular desgracias y cargas lo mismo que bienes y beneficios; así "...suponer que un punto ulterior de desarrollo llevará a un tipo más elevado de sociedad es simplemente confundir la cualidad neutra de la complejidad o la madurez con el mejoramiento. Suponer que un punto ulterior en el tiempo aporta *necesariamente* una mayor acumulación de valores, es olvidar los repetidos hechos de la barbarie y la degradación..." (Mumford, 1934, 207).

En realidad, no existe una sola línea de desarrollo de la tecnología orientada hacia un fin determinado, sino múltiples direcciones de desarrollo de la tecnología. Si hubiese una sola línea de evolución de la tecnología entonces no habría posibilidad de cambio de las tecnologías actuales altamente destructivas del ambiente y tampoco sería posible el diseño de tecnologías alternativas y respetuosas del ambiente.

9. Noción modificada de progreso tecnológico

Un concepto modificado de progreso tecnológico ha de comprender lo siguientes aspectos: (a) el progreso tecnológico no es absoluto sino relativo a contextos y trayectorias tecnológicas, es decir, se circunscribe a unas coordinadas espacio-temporales de orden social y cultural, así como a un contexto tecnológico determinado; (b) el progreso se mide a partir de unas metas estrictas y precisas que permitan determinar el avance de la tecnología (Williams; Mumford; Basalla); (c) al igual que en la evolución no existe un punto de llegada, y nada define que el progreso sea hacia lo mejor, no hay un punto de convergencia adonde confluyen las tecnologías, sino que existen muchas vías de progreso. Por tanto, no hay un progreso predeterminado; (d) al no haber un progreso preconcebido, también es incorrecto suponer una completa predicción del desarrollo de la tecnología, por la misma idea de que el progreso tecnológico es limitado y según el punto b, el perfeccionamiento de la tecnología ha de ser establecida en puntos concretos de su desarrollo histórico. Lo que existe es una acumulación de conocimientos científicos y tecnológicos que favorece el desarrollo y avance de las siguientes tecnologías o nuevos inventos; pero esta acumulación no sigue una estricta linealidad, consecuentemente, tampoco existe una linealidad de acumulación de resultados positivos, ya que pueden darse errores y riesgos; (e) en este sentido el progreso de la tecnología no supone un absoluto control del desarrollo de la tecnología, aunque la tendencia ha de ser a disminuir los riesgos; (f) además, el progreso tecnológico es parcial, depende del área o la rama de la tecnología, no puede hacerse una valoración global del progreso tecnológico, son muchas las variables que influyen en el desarrollo de la tecnología; (g) si bien no hay un punto de llegada, sí pueden establecerse unos criterios para considerar si hay progreso hacia algo mejor, por ejemplo, que beneficie a la salud de las personas, que no sean destructivas de la naturaleza, que no sean tecnologías de la dominación y la destrucción, que no perjudiquen a las generaciones futuras, entre otros; y (h) por tanto, es conveniente en la noción de *progreso*

tecnológico distinguir entre los componentes valorativos y descriptivos o técnicos para hacer una mejor valoración del sentido del avance de la tecnología.

10. Conclusiones

En definitiva evaluar si la tecnología progresa o no en el ámbito de lo social es complejo pues intervienen una serie de aspectos, por lo que su determinación depende de un contexto determinado, de unos limitantes espacio-temporales y de la rama o las trayectorias tecnológicas, entre otros. En todo caso, esta evaluación ha de incluir tres niveles. (a) el diseño o la estructura interna de la tecnología, es decir, si la proyectividad de la tecnología asegura que ésta no será dañina al ambiente y si no se orienta a la dominación social. (b) los usos, si bien la tecnología puede tener un buen diseño, no cabe descartar que los usos de la tecnología podrían ser perjudiciales, una tecnología como internet podría servir tanto para la opresión como para liberación, un fármaco que cure ciertas enfermedades podría ser poco accesible a la población que lo necesita, un cuchillo puede servir para cocina o para matar. También, (c) ha de considerarse las consecuencias, aquellos efectos de la tecnología que no se encuentran bajo un estricto control humano, son efectos que no completamente predecibles.

Por otra parte, del trabajo se desprende que si bien, en general, el progreso tecnológico contribuye al social, para que dicho aporte sea efectivo tiene que darse en conjunción con una serie de factores económicos, administrativos, políticos y culturales. Este flujo de causalidad positivo tiene que verse como una convergencia de acciones y procesos en un contexto de justicia económica y social; por tanto, es un asunto vinculado a las políticas públicas y sociales de los gobiernos. Además, hay aspectos más generales que han de considerarse para que los efectos benéficos de la tecnología se reflejen en el mejoramiento social y urbano, estos factores son los que están en relación con la ecuación de Paul y Anne Ehrlich. El enfoque básico de esta fórmula tiene a reforzar la idea de que se debe lograr la convergencia de factores para robustez la relación entre progreso tecnológico y progreso social o humano.

Notas

1. El enfoque tradicional de progreso tecnológico corresponde a un movimiento en el tiempo, en donde la mejora equivale a lo nuevo, a la moda, de tal manera que la novedad se convierte un valor en la tecnología contemporánea; en donde la innovación tecnológica termina siendo identificada con el progreso.
2. Se supone que la autora se refiere a la idea que todo cambio evolutivo favorece de manera lineal el mejoramiento de la especie, muchos cambios evolutivos en una especie pueden poner en peligro a la misma o no conducen a lo mejor. En este sentido, puede ser que ella establezca la analogía entre innovación y el progreso humano, pues no todo cambio innovativo conduce al progreso general de la humanidad hacia lo mejor.
3. Mumford considera que en la concepción tradicional de progreso "... la vida se juzgaba por la extensión con que servía al progreso, el progreso no se juzgaba por la extensión con que servía a la vida..." (1971, 207). Por otra parte, también resalta el ligamen que se establece entre progreso y economía: "... en el fondo era poco más que una racionalización elaborada de las condiciones económicas dominantes. Pues el progreso sólo era posible mediante la producción incrementada, la producción aumentaba de volumen sólo gracias a mayores ventas, éstas a su vez eran un incentivo para perfeccionamientos mecánicos y hacían invenciones que servían a nuevos deseos y hacían consciente al pueblo de nuevas necesidades. De esta manera la lucha por el mercado se convirtió en el motivo dominante de una exigencia progresiva..." (208). La lucha por el mercado era la lucha por la existencia.
4. En esta película una compañía en Brasil explota el Amazonas, amenazando el *hábitat* de una tribu pacifista y que vive en armonía con la naturaleza, esta tribu no logra adaptarse a los cambios de la cultura occidental. En cambio otra tribu más agresiva y depredadora, fácilmente asume las nuevas posibilidades que le ofrece la cultura occidental.
5. Meadows, Donella, Meadows, Dennis; Randers, Jørgen; *Más allá de los límites del crecimiento*, (1991), utilizan un modelo informático en el que a partir de la introducción de diferentes variables proyectan escenarios posibles del deterioro ambiental del planeta si no se contemplan los límites al crecimiento económico. En cada escenario posible se incorporan mejoras tecnológicas,

- sin embargo, a pesar de introducir tecnologías más eficientes y mayor elasticidad económicas, si esos son los únicos cambios que se dan, el modelo siempre generará escenarios de colapso ambiental (1991, 200). Para ellos, la combinación de tecnología y mercado actuales son los que contribuyen en realidad al colapso ambiental (201). Esto parece indicar que no basta cambiar la tecnología para parar el nivel de deterioro, se requieren otras variables y sobre todo una modificación de la relación mercado-tecnología.
6. Ambos autores proponen la necesidad de esbozar medidas necesarias para limitar la riqueza o al menos aquellos aspectos de la riqueza ligados al consumo para reducir los impactos medio ambientales de las tecnologías que suministran artículos de consumo. En este esquema de prioridades, lo primordial es la conservación de la energía (1993, 237). Se ha de revitalizar el movimiento hacia una regulación de los problemas del globo (241).

Bibliografía

- Ayarzagüeña, Mariano; Moratalla, Domingo; Herranz, Yolanda; Rodríguez, Agustín. (1996) *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Noesis.
- Basalla, George. (1988/1991) *La evolución de la tecnología*. México: Editorial Crítica.
- Bhagwati, Jagdish. (2004/2005) *En defensa de la globalización. El rostro humano de un mundo global*. Barcelona: Debate.
- Broncano, Fernando. (2000) *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*. Barcelona: Paidós.
- Childe, Gordon. (1973/1984) *La evolución social*. Madrid: Alianza.
- _____. (1932/1992) *Los orígenes de la civilización*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Daumas, Maurice; (1981/1983). *Las grandes etapas del progreso técnico*, México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Daly, Hernán. (2003) Versión electrónica-Internet: www.euned.net/2Fcurrsecon/2Ftexto%FDaly-criterios.htm, visita: 08 de diciembre de 2003.
- _____. (1992) "Crecimiento sostenible: un teorema de la imposibilidad". *Documentación Social. Revista de Estudios Sociales y de Sociología Aplicada*. Nº 89, octubre-diciembre.
- Ehrlich, Paul; Ehrlich, Anne. (1968/1993) *La explosión demográfica. El principal problema ecológico*. Barcelona: Salvat.

- Ehrlich, Paul; Ehrlich, Anne; Joldren, John. (1970/1977) *Ecoscience, Population; Resources, Environment*. W. H. Freeman and Company.
- Gómez Rodríguez, Amparo. (1998) "Racionalidad, riesgo e incertidumbre en el desarrollo tecnológico". En: López Cerezo, José Antonio; Luján, José Luis; García Palacios, Eduardo (Editores), *Filosofía de la tecnología*, Madrid: Organización de Estados Americanos/Teorema.
- González García, Marta; López Cerezo, José; Luján, José Luis. (1997) *Ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Jacques, Nicolas (ed.); 1976. *Tecnología apropiada: problemas y promesas*. París: Organización Panamericana de Salud/Centro de Estudios del Desarrollo/OEA.
- Ladrière, Jean. (1977) *El reto de la racionalidad. La ciencia y la tecnología frente a las culturas*. Salamanca: Sígueme/UNESCO.
- López Tobajas, Agustín. (2006) *Manifiesto contra el progreso*,
 Meadows, Donella, Meadows, Dennis; Randers, Jørgen. (1991/1994) *Más allá de los límites del crecimiento* (3ª ed.). Madrid: El País/Aguilar.
- Moya, Eugenio. (1998) *Crítica de la razón tecnocientífica*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Mumford, Lewis. (1971/1994) *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza.
- Ramírez, Édgar Roy. (1992) "Criterios para una tecnología apropiada". *Tecnología en Marcha*, 11 (4): 102-107.
- _____. (1990) "Tecnología desde un punto de vista ético". *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*, XXVIII (67-68): 17-20.
- _____. (1989) "El 'argumento' tecnológico, la tecnología perniciosa y la ética". *Tecnología en Marcha*, 9 (3): 3-7.
- Sartori; Giovanni; Mazzoleni, Gianni. (2003) *La Tierra explota. Superpoblación y desarrollo*, Madrid: Taurus.
- Williams, Rosalind. (2002) *Cultura y cambio tecnológico: el MIT*. Madrid: Alianza, 2004.