**Una metáfora darwiniana. Objetos, sistemas artificiales y mutaciones tecnológicas en una perspectiva evolutiva**

SILVIA PIZZOCARO

*Doctora en Arquitectura per la Facultat d'Arquitectura del Politècnic de Milà. Membre del grup de recerca «Projecte, producte, ambient» dirigit per Ezio Manzini.*

Más allá de la fundamental e irreductible diferencia entre el carácter finalista de la evolución biológica y el carácter intencional de la actividad humana, entre los procesos aleatorios que regulan las fuerzas naturales y el control directo ejercido sobre la esfera tecnológica, las ideas más generales sobre el isomorfismo entre biología y tecnología han sido objeto de investigación de campos disciplinarios heterogéneos que han desarrollado aspectos específicos de los mismos. De estos estudios, algunos son sólo relativamente conocidos, como es el caso de las contribuciones teóricas al concepto de progreso en los sistemas vivientes y en los sistemas tecnológicos[[1]](#footnote-1).1 En esta dirección, una primera aproximación biotecnológica inauguraba, a mitad de los años treinta, con los estudios del alemán Franz,[[2]](#footnote-2)2 la utilización del estudio comparativo para llegar a una mejor comprensión de la evolución biológica; en ese caso se introdujo el término «progreso biotécnico», con el que se definían las mejoras estructurales y funcionales de los organismos que podían ser definidos a través de su eficiencia.

El significado de *progreso* en los sistemas vivientes y en la tecnología fue poco después objeto de especulación teórica específica, en particular en la Unión Soviética, a partir de los años setenta y desembocó en los estudios sobre las similitudes esenciales relativas a las tendencias comunes hacia la complejidad creciente, el aumento de la autonomía, la progresiva fiabilidad[[3]](#footnote-3).3

En cambio, han gozado de amplia y articulada divulgación los estudios desarrollados en el campo de la biónica, donde la simulación de los procesos vítales ha representado ya no una aproximación de tipo puramente cognitivo, sino un programa operativo que permite traducir los isomorfísmos entre evolución orgánica y tecnología en elementos de diseño de lo artificial.

En la base de estos diferentes ámbitos de investigación, no obstante, se puede distinguir aquella metodología común que consiste en el hecho de considerar un sistema biológico examinado como el prototipo del que derivar un modelo que resulta sucesivamente interpretado en el proyecto o en el estudio de un sistema artificial. El proyecto o la interpretación así derivados no tienen la finalidad de abastecer directamente la fase resolutiva de un posible avance tecnológico. De hecho, una vez individualizado un principio biológico que parece útil, éste abastece tan sólo un esquema orientativo, una especie de andamio para la solución proyectiva o conceptual. Se espera después que los desarrollos sucesivos y los incrementos en una dirección específica producirán un sistema autónomo en relación al sistema biológico originario del cual se había partido. La biología, que es la primera de las ciencias naturales en afrontar el tema del diseño, ofrece en este sentido un aparato que se presenta especialmente rico en instrumentos conceptuales: cambios morfológicos, comportamiento de sistemas dinámicos, transmisión de informaciones, así como los conceptos de completitud, coherencia, correlación, integración. La premisa indispensable descansa, naturalmente, en el conocimiento de aquella parte de la biología de donde hay que extraer el modelo para hacer posible un procedimiento que implique una serie de fases sucesivas: la selección del sistema biológico, que puede ser investigado en virtud de la compatibilidad con su análogo artificial; el proceso de abstracción necesario para definir los límites del sistema investigado; la operación de traducción con la que se produce la re presentación del modelo. De la última de estas fases, por lo tanto, es posible pasar a la interpretación del modelo sobre la base de la construcción de un sistema artificial que se le corresponda y, en fin, a su verificación. El acercamiento analógico puede, además, dar lugar a retroacciones positivas en el sistema tomado como modelo y, por extensión, en el campo disciplinario al que pertenece, que, a su vez, se puede prestar a nuevas interpretaciones.

A los campos de confrontación hasta ahora descritos —biología y tecnología— se ha añadido, al menos, una tercera disciplina que ha obtenido, a partir de la construcción metafórica, desarrollos autónomos y relevantes: la economía. El uso de la expresión «teoría evolutiva» aplicada a los estudios económicos, como alternativa a las teorías ortodoxas, ha sido, a su vez, el signo de que las ciencias naturales pueden constituir la fuente de conceptos clave comunes a campos disciplinarios diversos, perpetuando un acercamiento que tiene un antecedente clásico en la contaminación entre el pensamiento de Malthus y el de Darwin. Contactos fecundos entre biología y tecnología han puesto en marcha elaboraciones que han investido tanto las leyes de la mutación tecnológica como los modos a través de los cuales el devenir tecnológico recae sobre las implicaciones económicas[[4]](#footnote-4).4

En una posición difícilmente situable entre la operatividad de la biónica y la formalización de las teorías económicas «evolutivas», se coloca el campo de aquellos estudios especulativos que, sin gozar de la autonomía de un corpus unitario, pueden ser reconducidos a la denominación de «darwinismo tecnológico»: una denominación que no es con seguridad índice de la organicidad de las contribuciones teóricas que recoge —por otra parte muy heterogéneas—, sino más bien de una aproximación común a releer, sobre la base de la metáfora tomada de la teoría de la evolución y sacando de ella nuevos elementos de conocimiento, la forma en que evolucionan objetos y sistemas artificiales.

El significado y algunas posibles implicaciones de esta aproximación constituyen el objeto de análisis de este trabajo.

**Evolución y tecnología**

En la construcción de toda analogía posible y, por lo tanto, también las que pueda haber entre biología y tecnología, entre evolución de lo vivo y evolución artificial, ya se decía cuan necesario es haber decidido *a priori,* o quizás tan sólo intuido, aquella zona más allá de la lógica y de la experiencia donde parece lícito construir la similitud.

En consecuencia, ¿por qué es posible pensar que el ámbito de la mutación tecnológica puede obtener un incremento de conocimiento de la analogía con un modelo, el de la evolución, que proviene de la biología?

Estas reglas fundamentales de la comparación entre la evolución biológica y el cambio tecnológico ponen en evidencia, en realidad, todos sus aspectos discutibles. Verdadera trampa intelectual, las analogías de este tipo ofrecen, en opinión de Stephen Jay Gould, ejemplos de efectos más nocivos que útiles. El mismo Gould escribe: «La evolución biológica es una mala analogía del cambio cultural»[[5]](#footnote-5),5 y esto por razones que no podrían ser más radicales: el ritmo de la evolución cultural tiene unos tiempos enormemente, incomparablemente más veloces que cualquier cambio biológico; la evolución cultural, en segundo lugar, es lamarckiana, con los resultados de una generación que se transmiten directamente a la siguiente provocando aquella velocidad de cambio desconocida en la naturaleza: la evolución biológica es de hecho indirecta y darwiniana y las características favorables son transmitidas a los descendientes sólo si casualmente se han originado a partir de cambios genéticos. En fin, la evolución biológica es un proceso de constante divergencia mientras que el árbol de la cultura puede seguramente divergir en sus ramificaciones; pero también puede converger, reunificar, recuperar pasados reversibles.

¿Por qué entonces, a pesar de estas irresolubles diferencias que, más que estimular la comparación, disuadirían de hacerla, parece no sólo posible, sino incluso útil recurrir a la analogía?

La motivación fundamental descansa en el reconocimiento de que tanto la evolución cultural, de la que la cultura material forma parte, como la evolución biológica son sistemas de cambio histórico. Las dos son, como sugiere la raíz de la palabra «evolución», formas de un despliegue cuyo orden es posible interpretar o reconstruir.

La comparación con la biología y alguno de sus principios formulados en la teoría darwiniana y en la sucesiva síntesis moderna no sirve, por lo tanto, para explicar el cambio tecnológico. Lo que se pide es, como máximo, si de los dos campos disciplinarios diferenciados, de los dos conjuntos de información, se puede obtener elementos profundos de ellos, comunes a la organización de los dos, de modo que sea posible reconocer los principios de estructura general que están en la base de todos los sistemas que evolucionan históricamente, buscando las posibles regularidades que gobiernan las leyes del cambio, con independencia del sistema considerado.

No hay ninguna semejanza que demostrar, por lo tanto, entre organismos y máquinas, entre sistemas naturales y artificiales. Pero, a la luz de los avances actuales de los estudios epistemológicos sobre la naturaleza general del cambio no sólo de los sistemas biológicos, sino también de los culturales, es plausible creer, como escribe Gould, que, en la base de los sistemas estructuralmente afines que actúan mediante reglas evidentes diversas, hay unos principios generales. La verdadera unidad no reside en aplicaciones erróneas de estas reglas evidentes (como la selección natural) a ámbitos extraños (como el cambio tecnológico), sino en la búsqueda de las reglas más generales de la estructura y del cambio[[6]](#footnote-6).6

**Darwin entre las máquinas**

El antecedente más citado y la referencia obligada para todo estudio orientado hacia la construcción de una analogía entre evolución tecnológica y evolución biológica son siempre algunos de los escritos de Samuel Butler, entusiasta converso al evolucionismo de Darwin que llegó a ser rápidamente uno de sus mayores y más sarcásticos críticos, prefiriendo posiciones más próximas a las teorías de Jean-Baptiste Lamarck. En el largo y tortuoso recorrido que lo vio primero entusiasta y convencido darwinista *y* después áspero opositor y devoto lamarkista, Butler expresó su posición en el debate biológico releyendo la evolución tecnológica en analogía con la evolución natural.

Agrupadas principalmente en la novela *Erewhom[[7]](#footnote-7) 7* de 1872, tales ideas habían sido elaboradas un decenio antes y publicadas en la forma de los ensayos «Darwin a mong the Machines»[[8]](#footnote-8)8 y «Lucubratio Ebria».[[9]](#footnote-9)9 En el primero ya aparecen los elementos más importantes de la metáfora literaria entre la teoría de la evolución de Darwin y la evolución de las máquinas: la introducción de las expresiones «vida mecánica, reino mecánico, mundo mecánico», reconocía y sancionaba la autonomía de un universo que, como los reinos animal y vegetal, podía prestarse a la clasificación según géneros, subgéneros y especies.

El reconocimiento de un específico mundo mecánico a semejanza de la naturaleza inducía a Butler a individualizar un campo de investigación en el que fuera posible descubrir aquellos anillos intermedios que unen entre sí máquinas de diferente especie; donde fuera demostrable que la selección operada por el hombre desarrolla la misma función que la selección natural; y donde el estudio de órganos atrofiados o inútiles pudiese, en consecuencia, ayudar a reconocer la descendencia de tipos ancestrales pasados a una nueva fase de existencia mecánica.10

Los elementos que Butler extraía de la teoría de la evolución para dibujar su comparación metafórica se configuraban esencialmente en la posibilidad de la reconstrucción genealógica de la diversificación en el reino mecánico, en la existencia de un mecanismo selectivo aplicado por el hombre que permita la supervivencia del más adaptado en el sentido darwiniano y, en fin, en el reconocimiento de un concepto de uso y desuso —de matriz lamarckiana— aplicable a la evolución de los órganos artificiales.

A estas analogías se suma la referencia a la comparación en términos morfológicos, individuada en la presunta disminución progresiva de medida que de forma similar habría acompañado a la evolución de ciertos invertebrados y al desarrollo de las máquinas," que superaba la aparente imposibilidad de comparar la capacidad reproductiva de los organismos vivientes.

El tema central elaborado en estos ensayos —el desarrollo de la tecnología— vuelve a aparecer en los capítulos de *Erewhom,* donde la teoría de la evolución es aplicada al campo mecánico con la finalidad última de mostrar el absurdo evidente de tratar las máquinas como organismos y, en consecuencia, los organismos como máquinas; un objetivo que constituía una dependencia implícita del mecanismo que Butler reconocía en la teoría de Darwin.

El punto de partida de la crítica de Butler es la convencional analogía entre máquinas y organismos. En una observación incluso genérica, los dos géneros muestran, de hecho, propiedades comunes evidentes: tanto las máquinas como las plantas y los animales dependen de fuentes externas de energía; todos ellos regulan y controlan sus actividades; si bien sólo los organismos vivientes parecen capaces de reproducirse autónomamente, es cierto, no obstante, que en algunos casos esto sucede solamente sobre la base de la mediación de otros organismos. Si hay que destacar una verdadera diferencia, ésta parece ligada, no a propiedades intrínsecas, sino a la diferente velocidad con que evolucionan los organismos y las máquinas. Estas últimas están, de hecho, sujetas a una evolución muy veloz que puede escapar del control del hombre, favoreciendo —tema apreciado por Butler— la supremacía de las máquinas.

Más allá de la ironía de Butler y de su crítica al evolucionismo, un tema ulterior, elaborado también en *Erewhom,* parece —revisado con la mirada del presente— claramente anticipador: es la idea de la máquina como órgano extracorpóreo, prolongación artificial de las capacidades fisiológicas. Véase, por ejemplo, cómo se desarrolla la analogía entre herramientas y órganos según Butler:

Mirad al hombre que excava con el arado; el antebrazo derecho se ha alargado artificialmente y la mano se ha convertido en una junta. La empuñadura de la azada es como la protuberancia que hay sobre el brazo, el mango es el hueso añadido y la hoja de hierro oblonga es la nueva forma que adopta la mano, forma que permite a quien la soporta remover la tierra de una manera que con su mano originaria sería imposible,

Y agrega: «Una máquina es tan sólo un miembro suplementario; he aquí la naturaleza y la función de las máquinas.»" La máquina aparece, por lo tanto, como un estadio superior de desarrollo del hombre, cuya evolución global —coherentemente con las posiciones asumidas por Butier— acaba por adoptar caracteres marcadamente lamarkianos: las herramientas del hombre, órganos extracorpóreos, se desarrollan al mismo tiempo que los órganos biológicos mediante esfuerzos decididos y no de la casualidad ciega. Uso y desuso pueden, además, intervenir en la definición de órganos residuales o rudimentarios, acerca de los que Butler no dejaba de dar significativos, si bien limitados, ejemplos.

De la lectura de las metáforas de Butler, más allá de su objetivo y del significado en la argumentación específica, emergen con claridad algunos temas que justifican un primer nivel de aceptabilidad de una lectura evolutiva extendida a la cultura material. Esto es así por la visión de la supremacía de las máquinas, o por la idea de un desarrollo de las manufacturas y de las máquinas según una serie de despliegues de orden sucesivo. La intuición del contínuum «hombre-arto-artificial» contribuye a definir una nueva perspectiva, en la que la metáfora clásica del cuerpo como máquina (que a su vez sustituía históricamente la imagen precedente del cuerpo como metáfora del cosmos) paradójicamente pierde su integridad metafórica para ganar una consistencia real. La homologación de cualquier objeto, de cualquier herramienta, a una prótesis, o a aquello que puede sustituir o potenciar al órgano humano, elimina, de hecho, conceptualmente, el significado de la metáfora: cuerpo humano y órganos extracorporales, no contrapuestos, desde el punto de vista funcional acaban por compartir la misma naturaleza.

Las implicaciones y los desarrollos que la modernidad ofrece a esta perspectiva son conocidos: la prótesis es expansiva y sustituye miembros miserables, como testimonia la historia de la medicina; o prolonga y potencia el órgano humano que falta, se orienta a copiar y sustituir códigos y programas, insinuándose así en el proceso de la vida mucho más profundamente.13

**La analogía darwiniana clásica: pruebas y errores**

El modelo sobre el que está más frecuentemente construida la analogía convencional de la evolución de las manufacturas se origina en las tres observaciones fundamentales elaboradas por Darwin en el *Origen de las especies.*

La primera revela cómo todo ser vivo se propaga naturalmente con una progresión tan rápida que, si no intervinieran causas de destrucción, la Tierra quedaría en poco tiempo cubierta por la progenie de una sola pareja; 14 y es sabido cómo de esta observación (y de la sugestión del ensayo de Robert Malthus, 15 en el que se afirmaba que la sociedad humana crece a un ritmo más rápido que los medios de subsistencia disponibles) Darwin extrajo aquel concepto de «lucha por la existencia» destinado a constituir un principio de orden general en su teoría.

La segunda observación importante implica, de hecho, que entre los individuos de las diferentes especies ha de tener lugar una lucha por la supervivencia, ya sea en forma de competición de los individuos jóvenes para conseguir la madurez, ya en forma de una superioridad reproductiva.

La tercera observación esboza, finalmente, el concepto de variación: los individuos presentan características diversas, algunas ventajosas en términos de lucha por la supervivencia, otras no tan favorables; los individuos con ventajas tienen en este sentido más posibilidades de reproducirse y de transmitir hereditariamente los caracteres favorables que poseen, mientras que las modificaciones no ventajosas están destinadas a desaparecer.

La intuición de Darwin más relevante fue, sin embargo, haber transformado las diferencias entre individuos en el ámbito de una especie en diferencias entre especies en el espacio y en el tiempo.16 Considerando que el cambio evolutivo representa el resultado de la variación entre especies y de las sucesivas alteraciones en el tiempo, Darwin fue capaz de describir una mecánica y una cinemática del mecanismo de la transformación de la variación, el principio de la hereditariedad y el principio de la selección natural.17

Estos conceptos clave de la teoría de Darwin encuentran una primera y parcial aplicación en el campo de la cultura material gracias a los estudios sistemáticos de carácter antropológico y arqueológico sobre las modalidades con que las herramientas han sido producidas y desarrolladas en las culturas primitivas. Una aproximación que, a partir de las reconstrucciones esquemáticas de las manufacturas, no carece de elaboraciones e hipótesis muy específicas, como es el concepto de «ortogénesis de las herramientas» formulado por Leroi-Gourhan, quien, «impresionado por la analogía con algunas evoluciones paleontológicas», admitía, de esta manera, como hipótesis un hecho técnico general.18

Siendo universalmente reconocida la variabilidad de los productos de la actividad humana, un ulterior paso en la analogía entre evolución orgánica y evolución tecnológica consiste en la identificación de la hereditariedad con la copia.19 Las herramientas constituyen, de hecho, la copia de modelos precedentes, asegurando la reproducción exacta de los tipos en el interior de unas sociedades, las primitivas, fundamentadas en la estabilidad no sólo social sino también de las formas de producción material. Esta estabilidad puede constituir el equivalente en términos tecnológicos de la estabilidad de la forma que confiere la herencia genética. No obstante, aun en la estabilidad de las secuencias de los objetos primitivos —y análogamente en todo lo que pasa con los organismos vivientes—, es lícito esperar la aparición de una pequeña modificación en las copias y leer variaciones asimilables a las descritas por Darwin: modificaciones mínimas que, en la medida en que sean capaces de otorgar una ventaja, tienden a ser seleccionadas como favorables. Tampoco aquí es necesario que todas las variaciones que surjan de las copias sean ventajosas. Observa de hecho Steadman;

Es posible que las variaciones sean introducidas simplemente de forma accidental, al azar, y que el mecanismo de selección sea el que garantice la difusión de la característica ventajosa *y* la eliminación de la desventajosa.20

Esta primera forma de analogía aplicada a las manufacturas introduce también una lectura específica de la relación entre la manufactura y el tipo, entre la copia y el modelo.

Si el tipo constituye aquello que se transmite efectivamente con la copia, es lícito considerarlo como el conjunto de las instrucciones genéticas transmitidas. La analogía sugeriría a la vez que también por lo que respecta a las manufacturas se puede hablar de un proceso de transmisión de las informaciones inherentes a su funcionamiento y a su producción, informaciones que concurren a definir el «modelo guía» al que el artesano —-siempre se está hablando de las sociedades primitivas— hace referencia.

En este sentido no es la manufactura concreta lo que evoluciona, sino el tipo abstracto al que corresponden las manufacturas específicas. La distinción ofrecida por la biología entre genotipo, como descripción de la especie transmitida por herencia biológica, y fenotipo, que concreta físicamente la información del genotipo, ofrece el modelo de una distinción análoga entre tipo y manufactura concreta, e introduce el tema de la diferencia entre variaciones hereditarias y modificaciones inducidas por el ambiente. Recordemos brevemente cómo en la naturaleza el genotipo, esto es, el conjunto de instrucciones constituidas por los genes, es físicamente realizado por el fenotipo, cuyo proceso de desarrollo es, no obstante, suficientemente flexible para soportar los condicionamientos directos del ambiente. Tales variaciones inducidas no son, sin embargo, transmitidas a los descendientes.

Por lo que respecta a las manufacturas es análogamente observable cómo a pesar de existir un tipo abstracto, una forma *a priori,* es posible cada vez realizar fenotipos diferentes sobre la base, por ejemplo, de los materiales disponibles localmente. Los factores ambientales, para decirlo con Steadman,

actuando sobre la producción o el desarrollo de la manufactura, es factible que tengan como consecuencia ligeros cambios o variaciones en la forma entre un objeto de un tipo determinado y otro. (Si tales variaciones pueden ser «hereditarias» en el caso de la tecnología, es una cuestión bastante más compleja.)21

Superando la duda expresada por Philip Steadman, es en realidad indiscutible que en los productos de la actividad humana —a diferencia de lo que sucede en la naturaleza— las modificaciones y las variaciones inducidas por condiciones ambientales específicas pueden ser directamente heredadas por los productos de las generaciones sucesivas.

De los principios generales de la teoría darwiniana queda por considerar el verdadero núcleo, aquel principio de la selección natural que confluye en el proceso de prueba y error, donde las pruebas (la variabilidad) son aseguradas por la aparición de la variación y los errores (los no adaptados) son eliminados. La aplicación metafórica del concepto ilumina la doble utilidad de ésta como instrumento conceptual; por una parte, desarrolla un rol convencional en la función de elección intencional realizada por el hombre o por el mercado respecto de los productos de su actividad; por otra, abre la perspectiva que Steadman define como analogía ecológica, *22*capaz de leer la progresiva «adaptación» de las manufacturas operando en la escala de las interrelaciones entre forma, función y ambiente.

**Una historia natural de las manufacturas**

En el interior de los enfoques muy diversos en que inicialmente se entrelazan las metáforas de Samuel Butler, las primeras clasificaciones de los estudios antropológicos y las sugerencias de Herbert Spencer, la centralidad de la manufactura como unidad primaria de la evolución de la tecnología permanece inalterada.

Es posible en este sentido reconocer que una parte de las contribuciones en la dirección del *darwinismo tecnológico* converjan inicialmente en una veta —destinada a renovarse en el tiempo— que esboza la evolución de los productos de la actividad humana como reconstrucción genealógica de las familias de las manufacturas, donde éstos tienen la misma importancia que las plantas y los animales en la evolución orgánica.23

La historia natural aparece en este sentido como la fuente de la cual obtener un método o un sistema clasificatorio de géneros, especies y variedades que se presta a ordenar manufacturas a partir de las formas correlativas.

La secuencia de lo simple a lo complejo, de lo homogéneo a lo heterogéneo, es reconocida, en los tiempos contemporáneos, como el principio informador de la escala del progreso material. Las manufacturas más antiguas *y* sus descendientes pueden, de esta manera, ser ordenados en series progresivas y continuas que hacen visible la evolución de la cultura desde los estadios primitivos a las formas más altas de la civilización.

La colección de manufacturas de Pitt-Rivers24 constituye uno de los primeros ejemplos de organización científica de la clasificación de un grupo de manufacturas según un esquema evolutivo.

Inspirado posiblemente en las muestras etnográficas de la Great Exhibition, Pitt-Rivers tuvo la idea originaria de un conjunto de herramientas, instrumentos e invenciones hacia el año 1852, cuando se le encargó la experimentación de nuevos modelos de fusiles para el ejército británico y la preparación de un manual de instrucciones. Mientras examinaba el desarrollo histórico de las armas modernas, Pitt-Rivers concentró su atención en la gradualidad y la lentitud del proceso de perfeccionamiento, concentrado en pequeños progresos en el rendimiento y en modificaciones mínimas en la organización conjunta de los componentes. De aquí la idea de que principios análogos gobernaran el desarrollo de otras manufacturas y, por lo tanto, el interés en la recogida y la clasificación, para suministrar una reconstrucción de sus relaciones y orígenes históricos.

Igual que pasaba con los organismos estudiados por la historia natural, también en relación con las manufacturas se proponía el problema del eslabón perdido y de la dificultad para establecer en qué medida un objeto era idóneo para ser insertado en una secuencia. Entre las más grandes críticas a la teoría de la evolución, la que hacía referencia a las evidentes lagunas de formas intermedias entre las especies existentes constituía desde siempre un punto crítico que el propio Darwin había anticipado analizando en el Origen *de las especies* la imperfección de las documentaciones geológicas.25

En cualquier caso, seguía siendo premisa indispensable que la naturaleza no hace saltos, que el progreso de la evolución es siempre gradual y procede por pequeños perfeccionamientos. Pitt-Rivers consideró que esta misma evolución gradual se verificaba en las manufacturas primitivas y que sólo la desaparición de las formas intermedias, como la extinción de especies animales o vegetales de transición, daba la falsa impresión de objetos «inventados» separada e independientemente.20 De manera análoga, las invenciones modernas se prestaban a ser leídas como el resultado de una evolución por pequeños estadios, rastreable tanto en los estadios intermedios de la actividad de ideación como en las fases de experimentación.

La forma es en todo caso el principio ordenador de las secuencias de Pitt-Rivers, donde los utensilios se muestran en sucesión correlativa organizada sobre la base de imperceptibles o perceptibles desviaciones formales. La imagen que de esto se deriva —al menos en lo que respecta a las manufacturas primitivas— es la de una lenta sucesión, de la formación de secuencias que —sin un diseño preconstituido— sufren el proceso de selección aplicado por el hombre, capaz de realizar manufacturas más idóneas para finalidades específicas, de descartar a las menos adaptadas, de modificar gradualmente las «supervivientes». En la variación progresiva de los objetos y en la posibilidad de reconstituir su historia hay hasta aquí implícita una interpretación del cambio, del todo continuista, destinada con el tiempo a ser objeto de controversias tanto en la biología como en la tecnología.27

Más allá de la entusiasta adhesión a la idea de la evolución de las manufacturas, el trabajo de Pitt-Rivers muestra los límites evidentes de una utilización reductiva de la teoría de referencia, que acaba confinada a la reconstrucción «paleontológica» de algunos tipos de utensilios. A la vez estos estudios cumplen una función positiva, ofreciendo una concepción original destinada a durar: superado el fervor clasificador que habrá en la base de las múltiples taxonomías de los objetos, lo que queda es, finalmente, el reconocimiento de un estatuto de existencia de la manufactura que, a partir de entidades inertes que responden a una necesidad, deviene una fase significativa de una secuencia que se puede recorrer hacia atrás paso a paso, hacia la génesis de la propia manufactura.

Genética del objeto industrial

Casi un siglo después de la clasificación de Pitt-Rivers, lo que puede ser definido como una genética de los productos industriales adquiere forma completa en el trabajo de Yves Deforge, donde la comprensión del objeto industrial pasa por la apropiación de una dimensión evolutiva que se convierte en la condición esencial para la reflexión sobre las técnicas industriales y sobre los productos que de ellas se derivan.28

A diferencia de la mayor parte de las analogías hasta ese momento utilizadas, para Deforge la integración del concepto de evolución se produce a través del desarrollo de verdaderos aunque rudimentarios instrumentos operativos: las nociones de descendencia genética, de ley de evolución, de redes de relaciones del objeto con el sistema del que forma parte.

La descendencia genética del objeto industrial parece constituida por objetos que tienen la misma función de uso y que ponen en práctica el mismo «principio». Para esto se ha introducido una definición específica, tal la de *esencia tecnológica,* que se manifiesta mediante las soluciones y las formas, y que lo sitúan entre la expresión del problema *y* la solución obtenida.2' El principio constitutivo de una línea genética puede, en consecuencia, ser individuado en una patente de invención o —más libremente— en un tipo, si bien el fundamento no deja nunca de ser el fenómeno físico-químico activado por el propio objeto. Por lo que respecta al automóvil, el principio que fundamenta una descendencia podría ser un tipo estable, o bien un componente fundamental como el motor y sus modalidades de funcionamiento, o incluso una característica estructural. Una vez individuado el principio de referencia, la línea genealógica se presenta como el ordenamiento cronológico de objetos que comparten una misma función de uso. Desde el origen de una línea hasta el abandono o la interrupción de la misma, los objetos que forman parte de ella siguen una progresión que va en la dirección de perfeccionamientos sucesivos. Estas mejoras que se introducen en el ámbito de los objetos artificiales son

una especie de formalismo por el cual la adaptación al ambiente, los avances y las regresiones, las convergencias y las divergencias de las líneas no serían sino microevoluciones en el interior de una línea de evolución general.30

Un segundo instrumento conceptual formulado por Deforge, las leyes de la evolución, remire a la existencia de muchas descendencias evolucionadas de objetos industriales, cuyas soluciones constituyen ejemplos de progresiva autonomía y concreción. La introducción de este último término está en directa relación con aquel proceso «de lo abstracto a lo concreto» elaborado por Gilbert Simondon en el análisis de la evolución de los objetos técnicos. En la formulación de Simondon el objeto técnico progresa hacia soluciones en las que las funciones entran en relación recíproca, se complementan, se confunden, se funden las unas con las otras hasta constituir un conjunto de formas *y* funciones orientado hacia la integración total, hacia una clausura progresiva del sistema que constituyen.

Al margen de la progresiva integración, los objetos presentan, además, un aumento de la autonomía de funcionamiento que se traduce en una tendencia a la autorregulación —en estrecha analogía con los organismos vivientes—, entendida ésta como una capacidad de respuesta a las perturbaciones internas y externas, a la mejora de las relaciones físicas entre las partes, hasta una relativa capacidad de autosuficiencia que «naturaliza» al objeto, que puede mostrarse capaz, de producir autónomamente la energía para el funcionamiento o de repararse. La evolución desde la forma primitiva del objeto técnico, la forma abstracta en definitiva, hasta la concreta permite —para decirlo con Simondon— enunciar leyes que, como se ha visto, describen un proceso que va en la dirección de la reducción de las dimensiones, de la autonomía energética.31 Deforge reconduce las mismas leyes evolutivas de la autosuficiencia, de la autorregulación y de la correlación de las partes a un concepto más general de «autoadaptación»,32 en el que coge la imagen de una unidad integrada compuesta tanto por el objeto industrial como por su ambiente.

Un tercer instrumento conceptual introducido por Deforge responde de hecho a la necesidad de reconstruir —en una fase específica de la evolución de un objeto industrial— la red de las relaciones que aquel objeto establece con su entorno, es decir, el ambiente más amplio del que forman parte el sistema de producción, de consumo y de utilización. Un punto de vista y un método propios del estudio de fenómenos que se extienden en largos períodos de tiempo y que ayudan a definir el *milieu associé* del fenómeno considerado,33 que en este caso se configura como el tejido de las relaciones recíprocas que el objeto realiza con cada subsistema del más amplio sistema industrial. Si, de los instrumentos propuestos por Deforge, los dos primeros admiten una visión diacrónica y sincrónica de la evolución de las descendencias de los productos industriales (los que aparecen como el resultado tanto del contexto del que forman parte como de un contínuum genético), es, no obstante, el último el que, con la hipótesis de la reconstrucción del ambiente asociado al objeto, prefigura los desarrollos de una visión sistemática. Y si esta perspectiva global queda —en el estudio de Deforge— en realidad sólo esbozada, comienzan, al menos, a multiplicarse los puntos de vista, de tal manera que los productos y sus genealogías evolucionan en el interior de un sistema de producción: las máquinas, dentro de un sistema de utilización; los objetos, dentro de un sistema de consumo, perfilando así las lecturas parciales y múltiples destinadas, sobre la base de contribuciones teóricas contemporáneas o un poco posteriores, a confluir en una visión unitaria de las aproximaciones sistemáticas.

De la demografía de los objetos a las especies técnicas

En la hipótesis de construcción de una teoría de los objetos con carácter sociológico, Abraham Moles introducía hace algunos decenios el concepto de «demografía de los objetos», en el sentido etimológico de la descripción de poblaciones y de las variaciones relativas. En el interior de una aproximación clasificatoria de los objetos, sobre la base de una analogía voluntariamente forzada, se prefiguran especies y subespecies, tasas de reproducción de los objetos, duración media de vida, tasas de natalidad y de vejez de los productos, hasta llegar a un posible acercamiento entre la idea de manutención de los objetos y de prevención médica34 Las características de la demografía de los productos planteada por Moles, y de los posibles métodos clasificatorios implícitos,35 ya entonces conducían a al menos dos formas de consideraciones útiles para una interpretación sistemática: en primer lugar, la propia introducción de la noción de demografía prefiguraba una apertura ecológica, en el sentido de la disciplina que considera el equilibrio de las especies, de sus relaciones, de las modificaciones de unas respecto de las otras. Desde este punto de vista las poblaciones de objetos parecían un campo ilimitado de análisis al que cabía acercarse con instrumentos interdisciplinarios. En segundo lugar, aquellas mismas poblaciones presentaban —aun para un observador superficial— un problema desconocido para la ecología tradicional: esto es, la aparición continua y acelerada de nuevas especies artificiales, contrapuestas a la relativa fijación de las especies vivientes.

El significado clasificatorio que pretendía dar Moles a las especies artificiales se alinea al lado de al menos otra definición formulada en los mismos años: el concepto de «especie técnica», elaborado en el clásico trabajo de Gilbert Simondon, 36 que utiliza un repertorio terminológico tomado del campo biológico para construir —en la línea de la analogía pero con autonomía disciplinaria completa— los modos a través de los cuales el objeto define su estatuto de existencia.

La especie técnica define en este sentido una primera y sumaria distinción entre los objetos tomando por base su finalidad práctica, distinción que, según Simondon, proporciona una especificidad ilusoria,37 dado que el uso reúne estructuras y funcionamientos muy diferentes.

Si la individualidad del objeto técnico descrito por Simondon, la especificidad en el sentido de pertenencia a una especie, se muestra inestable, esto reafirma con firmeza la idea de que todo objeto técnico se define a través de su génesis.38 La lectura de Simondon tiene el mérito de permitir una liberación del sentido convencional de pertenencia a una especie que preceda a la operación de clasificación. La utilización del que se denomina un método genético tiene, de hecho, el objetivo primario de evitar el uso de un modelo clasificatorio que de no ser así intervendría después de la génesis de los objetos para repartirlos a todos en géneros y especies.

Por el contrario, el objeto técnico es visto en la dimensión dinámica de su evolución: como en una línea filogenética, el objeto contiene en sí estructuras y esquemas que determinan sus desarrollos sucesivos. La evolución prefigurada por el análisis de Simondon se mueve en la dirección de pocos tipos específicos, que son el resultado de un proceso de diferenciación y de organización progresiva. Pero, como toda evolución, también ésta plantea el problema del origen absoluto, que en el examen de Simondon toma la forma del origen de una realidad técnica específica. El inicio absoluto es así reconducido a un acto inventivo. El nacimiento de una descendencia de objetos técnicos viene marcado por un acto sintético de invención que origina una *esencia técnica.'9*Esta esencia es reconocible por su estabilidad en el interior de una línea que evoluciona y por su capacidad para producir estructuras y formas por «saturación progresiva». El objeto técnico primitivo es, de hecho, comparado a un sistema no saturado, cuyos perfeccionamientos sucesivos constituyen las fases hacia la saturación del conjunto: de aquí la imagen del objeto como detentador de una «fecundidad» propia de una «no-saturación» que le permite acceder a la posteridad. Si el objeto parece sufrir cambios *y* alteraciones del exterior, son en realidad las fases de una progresión que da forma a una familia que tiene como progenitor al objeto técnico primitivo. Una evolución que parece de esta manera definible como «evolución técnica natural».40

Reino técnico y tecnoevolución

Gilbert Hottois, en cambio, ha introducido la especificidad de la técnica como «reino»,41 observando la tendencia intrínseca de ésta a constituirse en un ámbito autárquico, aislado y contemporáneamente orientado hacia la proliferación y la asimilación de lo que la envuelve. Si es verdad que la técnica tiende a sustituirse en algunas partes del ecosistema natural en el que se inserta, si la universalidad del ambiente técnico está en situación de producir la imagen de otra naturaleza, 42 parece difícil definir su ámbito como un reino, a imagen del reino animal y del vegetal.

El uso del término «reino» no sirve aquí para definir unos límites, sino para evocar una imagen de homogeneidad orgánica, de especificidad, de dinamismo de crecimiento, de autonomía y de diferencia, donde la técnica es reconocible. La autonomía del reino técnico no es sinónimo de ausencia de intercambios con los otros reinos, sino al contrario: la confrontación de bioevolución con *tecnoevolución43* puede revelarse esclarecedora.

En un primer nivel, la analogía entre las dos formas de evolución parece fundamentada en rasgos intuitivos comunes: la continuidad morfológica que integra las novedades y perpetúa las formas antiguas (la evolución de una especie correspondería en este sentido a la aparición de una manufactura); la ocupación de los nichos ecológicos según una acepción sistemática que es aplicable tanto a la vida como a la técnica (si por una parte es posible asistir a la supervivencia de una especie viviente en el microhábitat apropiado, por la otra una especie técnica sólo es concebible en el interior de infraestructuras que aseguran sus procesos reproductivos, su conservación y alimentación); un principio general de la lucha por la supervivencia (en el cual el más adaptado se impone igualmente en el mundo biológico y en el de la tecnología); la tendencia a la morfofilia, es decir, a la extraordinaria abundancia de formas, de variaciones intraespecíficas, no siempre justificadas por las exigencias de función y de adaptación; la abundancia de creaciones que no siempre encuentran aplicación (por una parte, las variaciones desfavorables o recesivas; por la otra, las patentes); la naturaleza combinatoria de las innovaciones (que tanto en biología como en tecnología puede reorganizar todo lo que ya existe); la presencia de períodos de estabilidad y equilibrio evolutivo, las discontinuidades repentinas *y* los saltos de las mutaciones (el paso a un nuevo sistema teórico o la aparición de una nueva especie de objetos técnicos); en fin, la idea de evolución como proceso que se va haciendo cada vez más complejo.44

¿Qué perspectivas abre un procedimiento analógico de este tipo?

Gilbert Hottois formula la hipótesis desde múltiples planos de lectura. En primer lugar, siguiendo las líneas de la hipótesis de un origen, para decirlo de alguna manera, zoológico de la técnica, como la formulada por Leroi-Gourhan, 45 es posible hundir las raíces de la aparición de la técnica en la propia bioevolución, de donde saldría una continuidad de principio entre natural y artificial. En segundo lugar, los parecidos formales permiten reconstruir las etapas de una tecnoevolución asimilable por analogía a las bioevoluciones.

En fin, parece legítimo formular la hipótesis de que las transformaciones que la técnica puede inducir son susceptibles de adquirir un carácter mutacional y propiamente evolutivo, completamente distinto de la continuidad implícita en las transformaciones culturales e históricas.46 La perspectiva evolutiva invita en este sentido a introducir aquella categoría de la discontinuidad, del alejamiento, el extrañamiento —propia, justamente, del concepto de mutación tomado de la biología—, que, como observa Gilbert Hottois, se presenta como infinitamente más profunda que cualquier hiato histórico.47 En este sentido la historia de la técnica no parece haber conocido la discontinuidad *y* el profundo sentido de fractura que la mutación comporta.

Contemporáneamente, la misma perspectiva evolutiva se opone a una concepción del crecimiento técnico como un orden de innovaciones puntuales, monolíticas, casi «insulares», como las define Hottois. La visión que el proceso técnico provoca es, pues, una visión compleja: el crecimiento deviene una «proliferación combinatoria que actúa en todos los sentidos», donde cada nueva invención se sitúa en el entrecruzamiento de múltiples vectores técnicos, donde cada expansión es fruto de fuerzas y potencialidades que pertenecen al ámbito técnico en su conjunto. Un proceso que puede ser asimilado a una forma de a utocrecimiento casi espontáneo, producto de una combinación proliferadora, «aleatoria y causal al mismo tiempo»,48 que propone la imagen de una *physis y* señala la profunda diversidad de esta visión del reino técnico respecto de las concepciones tradicionales, ancladas en el dinamismo creador de la subjetividad individual.

Por un significado neodarwiniano de «tecnología»

El propio concepto de tecnología, entendido como el conjunto de una población de sistemas materiales y no materiales, ha podido ser colocado en una perspectiva neodarwiniana, cuyos fundamentos teóricos están representados por la síntesis de gradualidad *y* discontinuidad de la evolución.

La tecnología se muestra particularmente adaptada para tales aplicaciones, sobre todo si se la entiende, como escribe Luciano Gallino,

como un conjunto de órganos, y, más analíticamente, de rasgos, propiedades o caracteres, sujetos a continuas variaciones que son aceptadas *o* transmitidas de forma diferente por las poblaciones humanas.49

La interpretación de Gallino propone en este sentido que cada sistema tecnológico y sus sucesivas réplicas se modifiquen gradualmente en el tiempo, de modo que en un momento dado una «población»49 tecnológica presentará una distribución de variantes diferente de la de momentos precedentes: aquello que darwinianamente se entiende por evolución y que en la síntesis moderna se define como microevolución. De ninguna manera está ausente de esta lectura la posibilidad de que aparezcan sistemas capaces de introducir procesos y funciones estructuralmente nuevos. Gallino escribe: «Es el equivalente a los saltos tipológicos del ser vivo lo que se define como macroevolución, y hay buenas razones para creer que no es derivable de la microevolución».50 Un fenómeno, el del salto, destinado a dar lugar a sistemas tecnológicos que, aun obedeciendo a la lógica de la supervivencia del mejor adaptado, pueden sustituir a los precedentes pero también convivir con ellos, creando posiciones complementarias.

La lectura de Gallino demuestra cómo recurrir a un modelo evolutivo (en el que convergen el pensamiento clásico darwiniano y los elementos de la síntesis moderna) para la interpretación de fenómenos no biológicos puede ir más allá del significado heurístico del procedimiento metafórico para abrirse a la perspectiva más amplia de la visión coevolutiva que ve a la biología, la tecnología y los procesos sociales y culturales como eslabones de una evolución general.

La transposición, propuesta por el mismo Gallino, del concepto de "idoneidad biológica» al campo tecnológico representa un desarrollo ulterior de este enfoque.

En la definición formulada por Medawar, 51 en biología la idoneidad se configura como una función combinada que abarca tanto la supervivencia de un individuo como la multiplicación de la progenie. Esto significa que, cuanto más tiempo sobrevive un individuo, más amplio es el período de potencialidad reproductiva. Todo elemento—funcional, morfológico o adaptativo— destinado a hacer crecer la idoneidad de un individuo o de una población puede constituir una adaptación que puede ser transmitida a los descendientes o que puede perderse. En el interior de una población pueden, además, aparecer rasgos completamente nuevos. En consecuencia, «una población que exhiba una distribución de rasgos variantes significativamente diferente en comparación con la población de la que desciende, habrá sufrido una evolución».52

Una lógica análoga parece aplicable también a los sistemas tecnológicos, considerando que los actuales descienden de los precedentes y que presumiblemente sean los progenitores de los futuros, y que tales sistemas contribuirán en esto de manera más relevante que otros desenvolvimientos futuros. En este sentido es aplicable un concepto análogo de la idoneidad tecnológica, que implica la interacción de tres órdenes de poblaciones: organismos humanos, sistemas tecnológicos y sistemas socioculturales, en el interior de un circuito coevolutivo en el que las poblaciones humanas influyen en la idoneidad de los sistemas tecnológicos y, a través de éstos, en la evolución biológica y la socio-cultural. Como apunta Gallino,

organismos del primer orden (seres humanos) utilizan selectivamente organismos del segundo (sistemas tecnológicos) para reproducirse ellos mismos y para reproducir organismos del tercer orden (sistemas socio-culturales) |...]; actuando de tal manera, aceleran la evolución de los sistemas tecnológicos, y su dependencia de éstos, con efectos a largo plazo sobre su propia probabilidad de supervivencia colectiva. Tal circuito hasta ahora no ha sido producto de un diseño intencional, ni hay signos de que lo vaya a ser; es más bien el producto emergente de innumerables secuencias de elecciones individuales. Mediante sus elecciones tecnológicas, cada sector social concurre a determinar el futuro de su especie.53

Las poblaciones tecnológicas que descenderán de las actuales serán el resultado de estas elecciones, realizadas en el interior de una relación entre tecnología y sociedad que «transita por estadios de equilibrio intermitente»54 en el proceso de coevolución entre biología y cultura. Los estados de equilibrio pueden ser descritos como los estadios de una evolución de la que se puede decir que procede por sucesivas *apariciones* de poblaciones tecnológicas. Afirmar que un estadio tecnológico precedente hace posible el sucesivo sin formarlo significa, además, reconocer un cierto grado de discontinuidad —y con ella un posible carácter mutacional— tradicionalmente ausente de cualquier reconstrucción histórica de cambio tecnológico, A la idea de aparición, no obstante, va unida la de integración, ya que la aparición de una población tecnológica no necesariamente implica la desaparición de la precedente.

Una insuperable distancia separa esta lectura sistemática de la evolución tecnológica, de las metáforas literarias y de las reconstrucciones genealógicas de los objetos. Hay, sin embargo, un punto de contacto hacia el cual, a diferente escala, los fenómenos considerados parecen convergir.

Cuando Samuel Butler, «casi asustado en el inmenso desarrollo logrado por el mundo mecánico»,55 prefiguraba máquinas padres *y* madres de otras máquinas, máquinas dirigidas a la supremacía, máquinas autónomas, anticipaba con el énfasis literario decimonónico esta visión de la tecnología como sistema «autotélico» que la modernidad afronta en toda su extensión. Prefigurando la misma imagen que Butler, escribe hoy Gallino: «Quizás nunca los sistemas tecnológicos operarán entre nosotros expresando una conciencia y una voluntad propias»; 56 pero, al margen de las metáforas y a la luz de las dinámicas coevolutivas, los mismos sistemas parecen en tales casos evolucionar principalmente en función de «sus» intereses reproductivos y no de los sistemas biológicos y socioculturales de los que son parte integrante. La dependencia de los sistemas humanos respecto de la tecnología llega al punto de asignar, como señala Gallino, «una prioridad absoluta al mantenimiento de las condiciones de supervivencia de los sistemas tecnológicos». Esto puede reclamar la imposición a los individuos *y* a los grupos de comportamientos que disminuyan su idoneidad biológica y cultural (definidos así como un gigante *mecanismo entrópico* que, por una parte, introduce constantemente novedades que se autoorganizan y, por la otra, sustrae flexibilidad y empobrece el sistema más amplio del que forma parte) y acaben por no ser más controlables en su conjunto, como si dependieran de dinámicas propulsivas autónomas.57

Naturaleza morfogenética de la innovación

La adopción de un paradigma evolutivo para el estudio no sólo de los mecanismos del cambio tecnológico sino también del sistema económico-industrial en su globalidad está, a su vez, motivada por razones de gran alcance: el capitalismo industrial ha sido, de hecho, considerado como un sistema intrínsecamente evolutivo58 capaz de contener en su interior los elementos *y* las fuerzas de un cambio autopropulsivo capaz de modificar tanto los sistemas tecnológicos como los engranajes económicos y culturales.

En la hipótesis de una teoría evolutiva de la producción industrial, la relectura del proceso innovador juega un rol fundamental: si de hecho los posibles procesos *genéticos* de lo nuevo pueden tener origen, tal como se entiende tradicionalmente, en exigencias u objetivos económicos, sin embargo es cierto que esto sucede en el interior de una trama «multicausal» de hechos.

Lo nuevo —se ha observado— no se produce, en definitiva, en el laboratorio obsoleto de la teoría de la empresa tradicional, donde las causas del cambio económico son siempre exógenas y la adaptación a aquellos impulsos externos sucede con variables puramente endógenas.59

La superación de la concepción tradicional fundamentada en variables exógenas (como motor de cambio) y variables endógenas (efectos) se ha producido admitiendo una concepción sistemática de la producción industrial y del ambiente en que opera. En este contexto, el cambio tiene lugar en relación *a* impulsos económicos y no económicos, y, por lo tanto, da forma a efectos económicos y no económicos, sin alterar el sistema en su conjunto.

Pero el paso de una concepción sistemática del sistema industrial a una concepción evolutiva va más allá e implica el reconocimiento de un proceso innovador que

no reproduce el sistema tal como es, sin variar las estructuras, las reglas de comportamiento y los valores propios del engranaje sistemático en un cierto momento, sino que actúa como elemento de un cambio del propio sistema, de «producción» de la identidad del sistema en los diversos momentos.60

En el cuadro de las investigaciones y del análisis experimental sobre la economía de las nuevas tecnologías," ya han sido individuados elementos específicos que pueden concurrir a la formulación de una teoría de la innovación sobre el modelo del paradigma evolutivo. Ha sido, por ejemplo, introducido el concepto de «morfogénesis» como producción de formas complejas (innovaciones complejas) que se distinguen tanto de las tradicionales innovaciones puntuales como de los procesos de transición. Por morfogénesis se entiende en este caso la capacidad de un sistema para crear en su interior nuevas formas estructurales. En la concepción evolutiva, por tanto, el cambio no constituye tanto una perturbación de estructuras que permanecen invariadas como una que se presenta como un recurso del sistema mismo.

En este sentido, el término «evolución» deviene sinónimo de la trama de conexiones que une innovaciones puntuales y procesos de transición, realizando nuevas formas sistemáticas en el campo tecnológico. De aquí la función morfogenética, justamente como producción de órdenes nuevos.

A diferencia, entonces, de las innovaciones que no cambian el sistema en su conjunto y de los procesos que, aun siendo complejos, «diseñan cambios que comienzan y acaban sin dar continuidad al cambio»,61 el verdadero objeto de análisis de una teoría evolutiva del cambio tecnológico se dibuja en un tipo nuevo de innovación que representa un proceso complejo capaz de organizar macromutaciones. En estrecha analogía con las ciencias naturales, las innovaciones concretas aparecen de esta manera ligadas por un diseño evolutivo que permite la acumulación de micromutaciones, las cuales, a su vez, producen formas complejas que se reafirman en sustitución de las precedentes.63

1. Urbanek, A., «Morpho-Phisiological Progress», en Nitecki, M, E., *Evolutionary Progress,* The University of Chicago Press, Chicago, 1988, p. 209.

2. Franz, V., «Zum jetzigen Stand der Theorie von biotechnisthen Fortschritt a der Pflanzen und Tiergeschichte», *Biología Generalis,* 19:3(1935).

3. Cfr. Zavadski, K. M., «On the progress in living and technical systems», en Zavadski, K. M. *y* Melcschenko, Y U. (eds.), *Tbeoretical Problems of Progressive Development in Living Ndture and Technology,* Nauka, Leningrado, 1970, pp. 3-38.

4. Véase, por ejemplo, Di Bernardo, B. y Rullani, E., «Evoluzione: un nuovo paradigma per la teoría dell'impresa e del cambiamento tecnológico», *Economia e Politica Industriale,* 42, 1984, pp. 39-106.

5. Gould, S. J., «Il pollice del panda della tecnologia», en *Bravo Brontosauro,* Feltrinelli, Milán, 1992, p. 63.

*6.* Ibid.,p. 64.

*7.* Butler, S., *Erewhon* Londres, 1872.

8. Cellarius, pseud. de Butler, S„ «Darwin among the Machines», *The Press,* Christchurch, Nueva Zelanda, 13 de junio de 1863. Ampliado y reescrito, el ensayo fue vuelto a publicar después con el título de «The Mechanical Creation», *The Reasoner,* Londres, julio de 1885. La traducción italiana a la cual aquí se hace referencia es la contenida en I *classici Adelphi,* 1963-64, Adelphi, Milán, 1964, pp. 141-150.

9. Butler, S., «Lucubratio Ebria», *The Press>* Christchurch, Nueva Zelanda, 29 de julio de 1865.

10. Cfr. Butler, S„ «Darwin e le macchine», *op. cit., p.* 143.

11. «Es cierto que en nuestros días ya hay máquinas que sirven para traer al mundo otras máquinas, y que llegan a ser padres y madres de otras máquinas, a menudo de su misma especie\* (5. Butler. «Darwin c le macchine», p. 148).

12. Butler, S., *Erewhon,* Adelphi, Milán, 1965 y 1975, p. 198.

13. Cfr. Attali, J., L'ordine *Cannibale. Vita e morte della medicina,* Feltrinelli, Milán, 1980, p. 247.

14. Darwin, C, *L'oitgine delle specie.* Rollan Boringhieri, Turín, 1967, p. 133.

15. Malthus, R., *An Essay on the Principie of Population,* Londres, 1798.

16. Cfr. Lewontin, R. C., «Evolucione», *Enciclopedia Einaudi,* vol. V, Einaudi, Turin, 1978, p. 1013.

17. /W.,p. 1014.

18.  Cfr. Leroi-Gourhan, A., // *gesto e la parola. Técnica e linguaggio,* vol. I, Einaudi, Turín, 1977, p, 159,

19.  Cfr. Steadman, *P., L'evoluzione del design. L'analogia  biologica in architetturae nelle arti applicate,* Liguori, Nápoles, 1988, p. 112.

20.  *Ibid.*

21.  *Ibid.* pp. 113-114,

22. Steadman, P., *op. cit. pp.* 89.

23.  Cfr. Basalla, C, *L'evoluzione della tecnologia. Cause, modalità e efetti del* progresso *tecnológico,* Rizzoli, Milán, 1991, p. 49.

24.  Cfr. Pitt-Rivers, Augustus-Heny (Lane Fox), *The Evolution of Culture and Other Essays,* Oxford, 1906,

25.  Darwin, G, *op. cit,t*p. 371,

26.  Cfr. Steadman, P., *op. cit., p.* 124.

27. Cfr, Balfour, H., introducción a Pitt-Rivers, A., *op.* cit, pp, VII-VIII.

28. Deforge, Y., *Tecbnolagie et génétique de l'objet industriel,* Maloine, París, 1985.

29. /turf., p. 101. .10. *Ibid.,* p. 72.

31.  Véase todo el primer capítulo del clásico trabajo de Simondon, G., *Du mode d'existence des objets techniques,* Aubier Montaigne, París, 1969.

32.  Cfr. Deforge, Y., «Simondon et les questions vives de l'actualité», epílogo a Simondon, G., *op. cit.,* ed. 1989, p. 284.

33.  La expresión *milieu associé* fue introducida por Simondon, G., *op. cit.,* p. 57.

34.  Cfr. Moles, A., «Object et communication», en AA.VV., *Les objets. Communtcations,* n. 13, Éditions du Seuil, París, 1969, p. 11 (trad. cast., «Objeto y comunicación», en *Comunicaciones, Los obietos,* Tiempo Contemporáneo, Buenos Aires, 1971).

35.  *Ibid.,* p. 10.

36. Simondon, C, *Du mode d'existence des objets techniques, op. cit.*

37. *Ibid.,p.* 19.

38. *lbid.,p.20.*

39. *Ibid.,p.* 43.

40. *ibid.*

41. Cfr. Hottois, C, *Le signe el la technique. La Pbilosophie à  l'épreuve de la technique,* Aurbier Montaigne, París, 1984, p. 120.

42. Cfr. Ellul, J., *Le systéme technicien,* Calman-Lévy, París, 1977, p. 350.

43. El término «tecnoevolución» fue introducido por Lem, S., *Summa Tecbnologiae,* Insel, Frankfurt am Main, 1976.

44. Cfr. Hottois, C, op. cit.pp. 129 *y* ss.

45. En las primeras apariciones de herramientas y manufacturas se podría leer una prolongación directa de la evolución de la morfología y de las funciones biológicas. Véase a propósito de esto Leroi-Gourhan, A., *op. cit..*

46. Hottois, C, *op. cit.,* p, 132.

47. *lbid.,p.* 135.

48. Cfr. Ellul, J., *op. cit.,* pp. 229-248.

49. Gallino, L, *L'attore sociale. Biología, cultura e intelligenza artificiale,* Einaudi, Turin, 1987, p. 181.

50. *Ibid.,p.* 182.

51. Medawar, P. B,, «The Meaning of Fitness and the Future of Man», en Cohen, Y. A., *Man in Adaptation, The Biological Background,* Aldine, Chicago, 1974, 2ª ed., pp, .10-40.

52. Cfr. Gallino, L, *op. cit., p.* 185.

53. *lbid.,p.* 186.

54. *lbid.,p.* 191.

55. Butler, S,, «Darwin e le macchine*»*, *op. cit.,* p. 142.

56. Gallino, 1„, *op, cit-, p.* 207.

57. *Ibid.*

58. Di Bernardo, E. y Rullani, E., *op. cit.,* p. 43.

59. *Ibid., p. 47.*

60. *Ibid.,p.* 49.

61. *Ibid.,p. 52.*

62. I*bid.*

*63. Es este proceso—subrayan Di Bernardo y Rullani— el que tiene valor evolutivo y que representa un objeto de estudio diferente del de la teoría tradicional de la empresa y del empleado en las teorías más habituales sobre la innovación» (ibid., p, 58).*

© Copyright 2010 | ELISAVA

Fuente: http://tdd.elisava.net/coleccion/10/pizzocaro-es

1. Urbanek, A., «Morpho-Phisiological Progress», en Nitecki, M, E., *Evolutionary Progress,* The University of Chicago Press, Chicago, 1988, p. 209. [↑](#footnote-ref-1)
2. 2. Franz, V., «Zum jetzigen Stand der Theorie von biotechnisthen Fortschritt a der Pflanzen und Tiergeschichte», *Biología Generalis,* 19:3(1935). [↑](#footnote-ref-2)
3. 3. Cfr. Zavadski, K. M., «On the progress in living and technical systems», en Zavadski, K. M. *y* Melcschenko, Y U. (eds.), *Tbeoretical Problems of Progressive Development in Living Ndture and Technology,* Nauka, Leningrado, 1970, pp. 3-38. [↑](#footnote-ref-3)
4. 4. Véase, por ejemplo, Di Bernardo, B. y Rullani, E., «Evoluzione: un nuovo paradigma per la teoría dell'impresa e del cambiamento tecnológico», *Economia e Politica Industriale,* 42, 1984, pp. 39-106. [↑](#footnote-ref-4)
5. 5. Gould, S. J., «Il pollice del panda della tecnologia», en *Bravo Brontosauro,* Feltrinelli, Milán, 1992, p. 63. [↑](#footnote-ref-5)
6. *6.* Ibid.,p. 64. [↑](#footnote-ref-6)
7. *7.* Butler, S., *Erewhon* Londres, 1872. [↑](#footnote-ref-7)
8. 8. Cellarius, pseud. de Butler, S„ «Darwin among the Machines», *The Press,* Christchurch, Nueva Zelanda, 13 de junio de 1863. Ampliado y reescrito, el ensayo fue vuelto a publicar después con el título de «The Mechanical Creation», *The Reasoner,* Londres, julio de 1885. La traducción italiana a la cual aquí se hace referencia es la contenida en I *classici Adelphi,* 1963-64, Adelphi, Milán, 1964, pp. 141-150. [↑](#footnote-ref-8)
9. 9. Butler, S., «Lucubratio Ebria», *The Press>* Christchurch, Nueva Zelanda, 29 de julio de 1865. [↑](#footnote-ref-9)