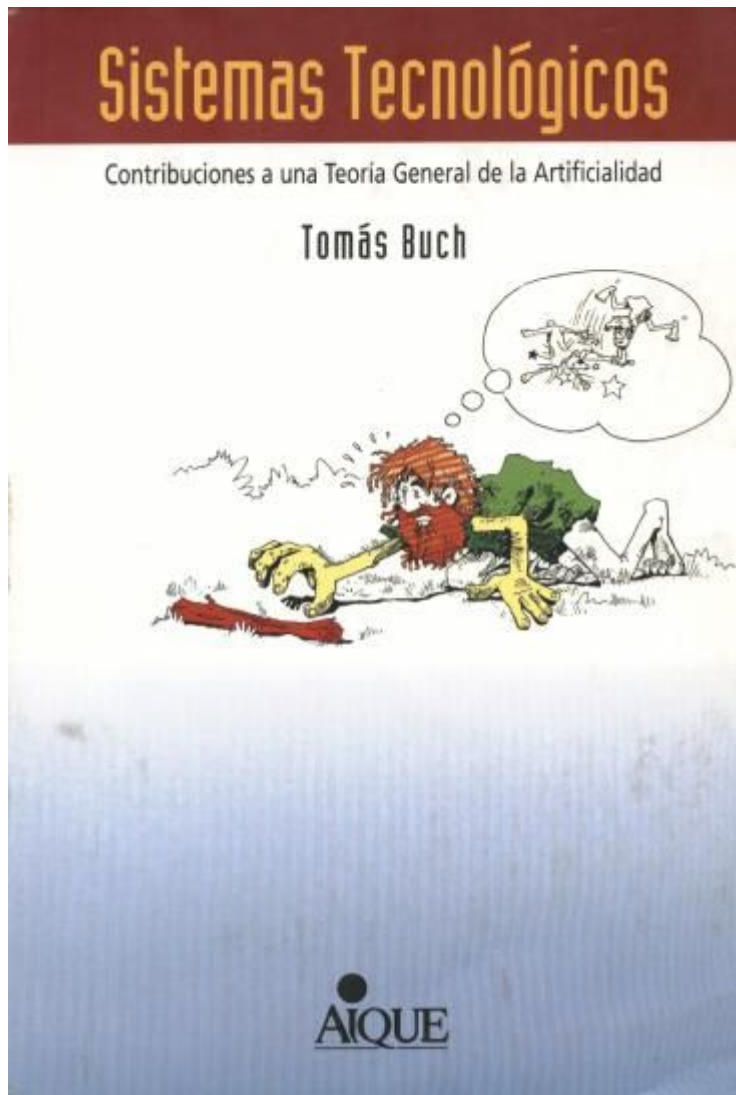


# Sistemas Tecnológicos

Contribuciones a una Teoría General de la Artificialidad



## Índice

Introducción: <b>La Tecnología como disciplina</b>	13
<b>Capítulo 1. Artificialidad</b>	19
La Tecnología, el <i>Homo sapiens</i> y los otros animales	21
<i>Physis</i> y <i>techne</i>	28
De Bacon a Marx y de Marx al pragmatismo	31
Ortega y Gasset y el bienestar	36
Heidegger y el peligro	38
Ética de la Tecnología y de la ciencia	41
La pretendida neutralidad ética	44
¿Hacia dónde va la Civilización Tecnológica?	48
Tecnología y dominio social	50
¿ <i>Techne</i> contra <i>phycis</i> ?	St
¿ <i>Techne</i> contra <i>praxis</i> ?	56
Etapas Históricas	59
<b>Capítulo 2. ¿Qué es un Objeto Tecnológico?</b>	69
Tecnología y cultura	69
Dominios de existencia	72
Las herramientas y otros objetos de uso instrumental	73
Los grados de artificialidad	75
Los seres vivos como Objetos Tecnológicos	76
Las redes	81
Las organizaciones	86
La información, el conocimiento y el “software”	89
Lo duro y lo blando	91
Datos, información y conocimientos	92
Los materiales	95
La energía	98
El paisaje y las reservas “naturales” como Objetos Tecnológicos	100
Los servicios sociales	103
La banca, el comercio y otros “servicios”: el sector terciario	107
Y, con ciertas dudas	IOS
El arte y los objetos para el culto	108
El dinero	110
Los sistemas legales y políticos	113
Las acciones tecnológicas. Los procesos	114
Las fábricas	118
<b>Capítulo 3. Teoría General de los Sistemas (TGS)</b>	123
Sistemas	123
Los sistemas formales	134
Teleonomía	135
Complejidad	137
Propiedades emergentes	140
Reduccionismo y holismo	143
Enantioipoiesis	149
Coherencia	153
Incoherencia y subdesarrollo	156
Control: la cibernética	157
La “caja negra”	160
<b>Capítulo 4. Niveles y jerarquías</b>	163
Niveles	165

Transparencia	168
Subsistemas: la estructuración significativa	169
Integración	171
Tecnología y cultura	173
Capítulo 5. <b>Algunos sistemas tecnológicos sencillos</b>	175
Las herramientas	175
Historia sistémica de la escritura y la imprenta	182
Capítulo 6. <b>Análisis sistémico del Objeto Tecnológico</b>	189
Aristóteles y la causalidad: causas y razones	189
Finalidad .teleonomía	190
Morfología: las causas formales y materiales	191
Análisis estructural .Niveles de integración	196
1. El automóvil	196
2. El correo	199
3. La calefacción	202
Análisis funcional	204
Analogía y competencia	205
Funciones sistémicas	211
4. La ciudad	218
5. La fábrica	224
“Análisis de sistemas”	224
Capítulo 7. <b>Modelos</b>	227
Modelos matemáticos	232
Conejos y zorros: un poco de Matemática	240
Linealidad	245
Programación lineal	249
Modelos determinísticos y modelos probabilísticos	252
Fluctuaciones	258
Un ejemplo de modelo matemático en ciencias sociales	259
Modelos cibernéticos	260
Modelos sistémicos	265
Similitud y escalas	266
Capítulo 8. <b>Cibernética</b>	271
Propiedades cibernéticas de los sistemas tecnológicos	271
Espacio fásico y trayectorias fásicas	271
Estados estacionarios	273
Estados transitorios o “transientes”	276
Estabilidad e inestabilidad	279
Introducción al control automático	282
La teoría de la información	288
Otra vez la “caja negra	301
Instrumentación y control	303
Sensores	305
Señales analógicas y digitales	308
Realimentación negativa y control automático	315
Controladores: los métodos de control automático	316
Actuadores	319
Capítulo 9. <b>Las acciones tecnológicas</b>	321
El autoproceso de un Objeto Tecnológico	322

Los servicios	327
Los residuos	329
La matriz de las operaciones	330
El trabajo humano	332
Las transformaciones	334
La integración	336
El transporte	336
El almacenamiento	337
El proceso del proceso del proceso	339
La representación de los procesos	341
El diseño de un proceso de producción. La ingeniería de procesos	343
Tiempo de residencia	345
Serie y paralelo	348
<b>Capítulo 10. Estructuración del espacio y del tiempo</b>	<b>351</b>
Espacio	351
Tiempo	363
<b>Capítulo 11. Diseño: la creación de lo artificial</b>	<b>367</b>
Contextos y condicionamientos	368
Planteo y solución	369
Inventos e innovaciones	375
¿Quiénes son los innovadores?	377
La difusión de las innovaciones	385
Abriendo la “caja negra”	387
Estilo	392
Métodos y herramientas de diseño	392
“Resolución de problemas	395
El proyecto tecnológico	396
Requerimiento y especificación	397
Diseño	
Construcción y puesta en marcha del prototipo	398
Validación y verificación	398
Ingeniería de producto y producción	399
Control de gestión	399
<b>Epílogo: La Tecnología como destino</b>	<b>403</b>
<b>Apéndice: Glosario</b>	<b>407</b>
Índice alfabético	413
Índice de figuras	423

## Capítulo 2 ¿Qué es un Objeto Tecnológico?

### Tecnología y cultura

Un estudio de un área del conocimiento suele comenzar con una marcación de sus límites y con un inventario de lo que abarcan esos límites, tanto para definirlo y delimitarlo como para establecer sus relaciones con aquello que queda fuera de los límites. Al contemplar un fenómeno tan complejo como la artificialidad, nos vemos inmediatamente tentados de separar lo tecnológico de los demás aspectos de lo cultural: lo artístico, lo religioso, lo ético, lo sociológico, etc. Sin embargo, este intento de clasificación es en sí mismo una distorsión de una realidad inseparable. Más adelante trataremos de delimitar estos ámbitos —aunque deberemos admitir que ese esfuerzo es sólo metodológico, un resabio de un intento cartesiano de compartimentar aspectos de una realidad única e indivisible, aspectos que no son independientes y se interpenetran y condicionan mutuamente.

Lo mismo ocurre dentro de lo tecnológico cuando observamos que existen los objetos tecnológicos y *acciones*, que llamamos tecnológicas, que actúan de diferentes maneras sobre esos objetos. Una de esas maneras de actuar sobre los objetos es crearlos, hacer que existan cuando antes no existían.

En el capítulo anterior, cuando señalamos la preeminencia metafísica de la acción —definiendo el acto tecnológico como la acción junto con la reflexión sobre ella misma—, no hemos puesto al artefacto, el Objeto Tecnológico, en el centro de esta definición. Sin embargo, el artefacto no es sólo la consecuencia de la acción tecnológica, sino también el objeto sobre el que dicha acción se ejerce. Por ello, en este capítulo y en los que siguen, dejaremos de centrar nuestra atención primariamente en las acciones para penetrar más profundamente en el análisis de los objetos.

Las acciones tecnológicas no actúan ni en el vacío ni en el espacio de lo mental; siempre lo hacen sobre un objeto, para usarlo, para modificarlo, aun para destruirlo. La preeminencia de la acción se encuentra en dos ámbitos: el de la decisión y el de la creación. El pedagogo, que observa que el niño, sobre todo el pequeño, actúa sobre los objetos para aprehenderlos y encontrar su propia ubicación en el mundo en relación con ellos, deberá estudiar este proceso en mayor detalle que el tecnólogo. Lo mismo ocurre con el historiador de la Tecnología y con el psicólogo, que están especialmente interesados en las condiciones que acompañan la creación tecnológica.

Es indudable que la comprensión del fenómeno de la Tecnología se profundiza mediante el hacer. Por eso, los planes de estudio prevén que los adolescentes se acerquen a la Tecnología mediante la ejecución de los *Proyectos Tecnológicos*, en los que se realizan las etapas de un proyecto y se ejecutan acciones tecnológicas. Sin embargo, las técnicas se suelen definir en referencia a los objetos sobre los que actúan o a los fines que persiguen, y no al revés. Por eso, creemos que Quintanilla<sup>7</sup>, al centrar su enfoque teórico en las técnicas y desarrollar una especie de álgebra de las técnicas centrada en las acciones, no avanza mucho más allá de esa formalización ni la aplica de modo consecuente. Por lo tanto, en este libro elegiremos centrarnos sobre los Objetos Tecnológicos para analizar luego las acciones que actúan sobre ellos, los crean o los modifican.

No daremos ahora una definición formal del concepto “Objeto Tecnológico”, cuyo contenido iremos mostrando a lo largo de este capítulo. Por lo pronto, no queremos enfrentar el concepto denotado por la palabra “objeto” con el de “sujeto” en un sentido positivista. Usamos la palabra “objeto” como una especie de generalización de “cosa”. Los objetos artificiales son, evidentemente, de muy variada índole y los más antiguos y obvios que se conocen son “cosas”: las herramientas, los utensilios y la indumentaria con todo lo que históricamente derivó de ella. Pero, como veremos en este capítulo, hay muchos Objetos Tecnológicos que no son “cosas”; así, llamamos “objetos” también a entes abstractos, como el sistema educativo o la información. Y llegaremos hasta el extremo de llamar “Objeto Tecnológico” a las acciones tecnológicas mismas, negando de este modo uno de los dos ejes que acabamos de definir. Pero esta negación es sólo aparente: lo que llamaremos “Objeto Tecnológico” —siempre y en todas las circunstancias— deberá entenderse con inclusión del humano, su creador y su destinatario último.

Esta inclusión deberá tenerse en cuenta muy especialmente en una época como la presente, en la que el “avance” de las tecnologías modernas se produce en el sentido de una automatización de funciones y tareas de

nivel cada vez más alto, eliminando de ellos a los operadores humanos. Se redefine así el rol del humano, no sólo en el proceso productivo sino en su vida misma y en su relación con los objetos de su misma creación. Este nuevo mundo puede ser el de la libertad del hombre o el de su marginación.

La humanidad ha comenzado a fabricar instrumentos en la prehistoria más remota, y hay evidencias que demuestran que ya especies de homínidos anteriores a la nuestra supieron manejar el fuego. En efecto, entre los restos pertenecientes a la especie *Homo erectus* se han encontrado evidencias en tal sentido de un millón de años de antigüedad.<sup>2</sup> Además, el humano es un ser esencialmente social y por lo tanto no puede existir si no es en el seno de comunidades con estructuras y organización propias. Esto nos lleva a plantear la difícil pregunta acerca de la delimitación entre la Tecnología y los demás aspectos de la cultura, sea primitiva o moderna. Uno de los primeros filósofos de la tecnología, E. Kapp se niega a tal delimitación: para él, aun la misma cultura es esencialmente tecnología. La organización social innata era el clan o la horda, pero los esquemas organizativos han adquirido cada vez mayor complejidad y artificialidad hasta llegar a la de un Estado moderno o una gran empresa. Esta transformación implica una creciente toma de conciencia de la existencia y la naturaleza de las estructuras sociales y, por lo tanto, una creciente “tecnologización” de ellas.

Esta posición no nos parece la más adecuada. La cultura abarca el conjunto de todas las relaciones sociales, los fines que la sociedad se fija, los mitos sobre sus orígenes, la estructura de su lenguaje, sus expresiones artísticas, filosóficas, religiosas y políticas. La Tecnología pervade la cultura pero no es idéntica con ella. Se podría decir que la Tecnología es la materialización de la cultura, extendiendo el concepto de “materia” algo más allá de lo habitual, porque es evidente que la Tecnología abarca muchos componentes no materiales, como la información o las organizaciones —además de los instrumentos, tal como veremos en este capítulo.

## **Dominios de existencia**

Uno de los hechos básicos que debemos entender, y no el menos sorprendente de ellos, es que los Objetos Tecnológicos no pertenecen todos al mismo dominio de existencia. Este es un concepto que no resulta fácil de definir a priori. Sin embargo, no es difícil de comprender a la luz de los ejemplos que mostraremos.

Observemos que, si bien las herramientas y las máquinas, los edificios y los satélites son objetos físicos, que poseen una existencia corporal y material en el espacio que perdura en el tiempo, otros Objetos Tecnológicos no poseen esta propiedad. ¿Dónde se encuentra, por ejemplo, la información? ¿Es ella una “cosa”? Es evidente que la información no es idéntica con su soporte material, el libro, cerebro o “disquete” que la contiene. Su dominio de existencia no es el espacio y/o el tiempo. ¿Y cuál es el dominio de existencia de una organización? Una red de cualquier tipo es un caso más sutil, ya que, si bien está formada por diversos equipos, instrumentos y personas, éstos no constituyen la red. Esta se encuentra en la manera en la que aquellos equipos e instrumentos están interconectados: se trata de un concepto topológico que está en otro ámbito que los equipos que la componen.

El concepto de dominio de existencia es de una fertilidad muy grande. El tradicional problema de la existencia del alma, por ejemplo, en algún tiempo fue uno de los temas más debatidos de la filosofía, e incluso condujo a experimentos que quisieron determinar si el peso de un moribundo era el mismo antes y después del instante de su fallecimiento. Si nos apartamos de la idea, extremadamente primitiva, de que el dominio de existencia del alma es el espacio físico, el problema sencillamente desaparece.

Es muy importante tener en cuenta la importancia y la necesidad de separar el concepto de “Objeto Tecnológico” de las limitaciones espaciales y temporales. De lo contrario, no lograremos superar el ámbito de los Objetos Tecnológicos más elementales y no comprenderemos qué es la Tecnología, sobre todo, moderna. En las etapas más antiguas también existieron Objetos Tecnológicos cuyo dominio de existencia no era el espacio físico. Un ejemplo de esto fue la compleja estructura social de los gremios en la edad media. Sin embargo, una de las características de organización social en la actualidad es la coalescencia de todos los ámbitos en una verdadera Civilización Tecnológica que tiende a abarcar todos los aspectos de la vida humana.

Adoptaremos, pues, el concepto dominio de existencia como principal criterio de clasificación de los Objetos Tecnológicos. El primer gran grupo de Objetos Tecnológicos, el más fácil de comprender, es el de los artefactos, en el sentido habitual de este término: aquellos objetos cuyo dominio de existencia es el espacio ordinario.

## Las herramientas y otros objetos de uso instrumental

Las primeras herramientas fueron prolongaciones de los miembros del hombre y amplificadores de su fuerza muscular que le permitieron extender el alcance de su brazo o ejercer esfuerzos irrealizables sin ayuda mecánica. Luego, y a lo largo de los milenios, fueron aumentando en sofisticación y complejidad, en precisión y eficacia. Hay una secuencia ininterrumpida de ideas directrices que conduce desde los primitivos raspadores y cuchillos de la era paleolítica hasta las modernas máquinas-herramienta de control numérico, desde los primeros telares a los actuales sistemas automáticos, desde los fogones en que se cocieron los primeros cacharros o se obtuvieron los primeros régulos de bronce hasta las grandes plantas químicas o metalúrgicas de la actualidad. La vasta colección de los objetos materiales producidos por el humano —sus artefactos— comienza con objetos sencillos y se extiende hasta las máquinas modernas, estructuras formadas por miles de piezas, de diferentes materiales y ensamblados según esquemas funcionales complejos. Éste es el gran grupo de los objetos utilitarios y las herramientas.

Este grupo tan amplio y variado se puede subclasificar según varios criterios. Comenzando con los artefactos tradicionales, Lewis Mumford ha intentado una clasificación en varios subgrupos.<sup>4</sup> Distingue los utensilios, las vestimentas, los edificios, las herramientas y los objetos de servicio tales como los caminos. Esta lista es cuestionable porque la categoría de los “utensilios” es demasiado abarcadora, pues en ella entran los de cocina tanto como las armas y los instrumentos musicales (categorías especiales de utensilios), y porque faltan los medios de transporte y otras categorías más.

Esta clasificación está bien adaptada a una economía como la que prevalecía en las sociedades tradicionales que están en retroceso en todas partes. Es un tanto pobre para describir los artefactos de las sociedades más desarrolladas, en las cuales se multiplican los objetos que sirven para los fines más diversos. Quisiéramos poder ubicar esta profusión en una clasificación homogénea, que abarque desde los objetos más simples, que pertenecieron a sociedades más sencillas, hasta sistemas mucho más complejos, como un moderno equipo de diagnóstico médico por imágenes.

Podríamos intentar clasificaciones según varios ejes principales, todos ellos cuestionables. Una, ordena los artefactos según sean de uso individual o sirvan a fines colectivos o comunitarios. Esta clasificación atraviesa la anterior en algunos aspectos, ya que, si bien la ropa o los cepillos de dientes son estrictamente personales y los caminos, estrictamente comunitarios; los edificios pueden ser una cosa o la otra, según los fines a que estén destinados, y un torno no es ni una ni la otra.

Otra línea clasificatoria hace referencia a los fines a que se destina el artefacto. Se distinguen así, tradicionalmente, los bienes de consumo estricto, como los alimentos, y los de uso personal, como los objetos de higiene y la indumentaria. El concepto actual de “bienes de consumo” es mucho más amplio y abarca varios rubros; entre ellos, las joyas, los automóviles, las computadoras personales, etc. En otro rubro están los bienes de producción. A esta línea clasificatoria podemos agregar también los rubros de los objetos destinados a las actividades lúdicas y al deporte.

El deporte ha cambiado de carácter en las últimas décadas. En la antigüedad era, en varias partes del mundo, una actividad ritual. En Grecia se transformó en un acontecimiento competitivo, de cultura física y de culto al cuerpo, además de dar lugar a un acontecimiento político periódico, las Olimpiadas. Después, ya en nuestra época, lo que antes era sólo una actividad física para miles, actualmente es también, o tal vez, sobre todo, un espectáculo para millones. Por otra parte, el aumento relativo de la “industria del tiempo libre” y la actividad deportiva en sí han dado origen a una actividad industrial importante, un negocio multimillonario. Más abajo haremos algunos comentarios específicos sobre los objetos de arte y aquellos relacionados con el culto.

Otro criterio de clasificación posible se basa en la complejidad de los diversos artefactos, de las tecnologías que se emplean en su producción o de los otros Objetos Tecnológicos que se requieren para su uso. Por ejemplo, hay artefactos que emplean la energía eléctrica y otros que no lo hacen, así como hay equipos mecánicos, electromecánicos y electrónicos. Sin embargo, es difícil definir límites entre esos grupos que evolucionan constantemente. Por otra parte, trazar estos límites conduciría a cortar a través de claras líneas evolutivas. Por ejemplo, los artesanos usan en medida creciente herramientas motorizadas que, por su función, tienen una genealogía fácilmente discernible y siguen siendo enteramente análogas a las tradicionales.

En este libro no adoptaremos ninguna de estas líneas clasificatorias de los objetos de uso instrumental, ya que estas clasificaciones no nos parecen ni claras ni muy útiles. En realidad, puede haber tantas clasificaciones

como razones que las justifiquen. Las clasificaciones son formas de estructurar el conocimiento que varían según su finalidad. En el capítulo próximo introduciremos para esto el concepto de “estructuración significativa”.

### **Los grados de artificialidad**

Si bien todos los Objetos Tecnológicos son obviamente artificiales, algunos lo son más que otros. Introduciremos el concepto de una graduación en esa artificialidad. La existencia de una secuencia evolutiva ininterrumpida de ideas técnicas generales en la historia de estos artefactos no debe hacernos perder de vista los grandes espacios temporales implicados en este desarrollo. Entre otras características importantes de esta secuencia, vale la pena destacar que algunos artefactos son modificaciones de materiales y objetos existentes en la naturaleza, mientras que otros, particularmente los más modernos, son enteramente artificiales, en un sentido mucho más profundo que los objetos más antiguos. Salvo excepciones poco significativas, los metales no existen en la naturaleza, así como muchos otros materiales. En este sentido, podemos afirmar que un objeto metálico es más artificial que uno de madera; aún más uno de material plástico, porque tales materiales son el resultado de un proceso de síntesis y no solamente de una extracción. Y muchos objetos de uso común en la actualidad se basan en fenómenos que nunca ocurren en circunstancias normales, sino que deben ser especialmente provocados. Tal es el caso, por ejemplo, de todas las aplicaciones de los fenómenos eléctricos, en particular de las ondas electromagnéticas.

Es cuando aparecen conjuntos de productos de un nivel de artificialidad superior a los conocidos hasta ese momento que se producen discontinuidades en la evolución de los artefactos, aunque muchas ideas generales encuentren realizaciones diferentes en épocas distintas. En este sentido, hay a la vez una continuidad en la idea general y una discontinuidad en su realización, entre un molino de viento medieval y una moderna central eólica de generación eléctrica.

Este aumento notable en el “grado de artificialidad” de los artefactos modernos tiene mucho que ver con la incorporación del conocimiento científico a su elaboración. En efecto, para controlar las reacciones nucleares — y aun para reconocer su existencia— se necesitan tales conocimientos, aunque las condiciones de funcionamiento de un reactor nuclear se han dado alguna vez naturalmente, como en Oklo, en Gabán.<sup>5</sup> Tampoco el vacío, las presiones muy altas o las temperaturas muy inferiores a la ambiente y las superiores a 1.0000C son “naturales” sobre la Tierra, fuera del inaccesible magma volcánico.

Entre los ejemplos más antiguos de herramientas y artefactos y los más modernos existen diferencias esenciales que no se limitan a los objetos materiales en sí, sino que remiten al campo de la organización de la sociedad. En efecto, el grado de desarrollo de los objetos materiales está en una interacción enantiopoiética con la organización de la sociedad que los emplea y, en particular, con la del trabajo que produce y emplea estas herramientas y otros medios de producción. La organización de los seres humanos y de sus actividades toma cada vez más el centro de la atención en correspondencia con el reconocimiento de que no es posible disociar los Objetos Tecnológicos del contexto social en el que fueron creados ni de aquél en que se emplean.

### **Los seres vivos como Objetos Tecnológicos**

A primera vista, un ser vivo pertenece a la categoría de lo nacido y por eso no debería colocarse en una misma categoría con los artefactos. Sin embargo, hay muchas especies de seres vivos, tanto vegetales como animales, que forman parte de la cultura humana desde hace milenios y que están incorporados a los procesos productivos en forma esencial. Para tales seres vivos no es muy evidente, desde el punto de vista sistémico y tecnológico moderno, que constituyan una categoría de Objetos Tecnológicos realmente diferentes de los artefactos comunes tratados en primer lugar en esta clasificación. Pertenecen al mismo dominio de existencia — el espacio físico—, dado que en su producción y evaluación contemporáneas se aplican, en medida creciente, los mismos criterios industriales que para los artefactos: la época en que un campesino tenía una relación personal con cada una de sus vacas ya no existe. Sin embargo, nos parece significativo apartarlos, por tratarse de “productos” que son seres vivos y porque es un tanto abusivo incluirlos sin mayor discusión en el rubro de los “artefactos”.

La revolución neolítica consistió en la resignificación de los animales y las plantas. De “compañeros” que



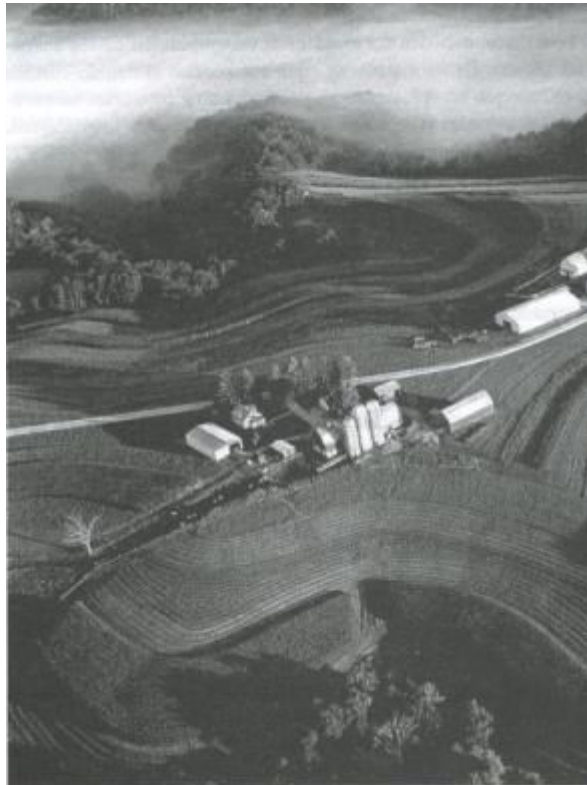
compartían el mundo con los humanos, aunque éstos los cazaran, recolectaran y comieran, numerosas especies animales y vegetales pasaron a ser Objetos Tecnológicos, con el descubrimiento o la invención de la domesticación, la cría y el cultivo. Es interesante señalar los límites culturales de esta resignificación, ya que mientras hay muchas especies que algunas culturas crían y consumen, otras las rechazan, con asco o con indignación moral.

La producción agropecuaria ha seguido los mismos pasos o etapas señaladas más arriba para la producción de otros tipos de artefactos. Se ha pasado por la etapa de la producción artesanal, llegando hace tiempo a la mecanización del campo, a la selección artificial de las variedades de mayor rendimiento y al uso masivo de fertilizantes y otros agroquímicos para aumentar la producción.

Sin embargo, en este análisis hay que diferenciar los aspectos operativos de los contextos sociales, ya que los campesinos siempre formaron una clase social netamente diferenciada de la de los artesanos y muchas de las grandes luchas y transformaciones sociales de otras épocas estaban referidas a los problemas de tenencia de la tierra, el insumo fundamental para la producción agraria. Los trabajadores rurales fueron siervos carentes de derechos políticos en muchas partes del mundo hasta hace muy poco, mientras los artesanos siempre fueron libres y formaron una de las bases de la clase burguesa.

En la actualidad, la producción agropecuaria tiende a parecerse cada vez más a la industrial: se “fabrican” huevos, pollos y otros productos del agro en instalaciones que no se diferencian sistémicamente de fábricas convencionales de “artefactos”; se crían cepas seleccionadas de diversos animales de laboratorio para la experimentación científica; los cultivos hidropónicos tienen ya cierta vigencia industrial y ahora tiene un gran auge —por lo menos publicitario— el desarrollo de seres vivos “transgénicos”, inexistentes en la naturaleza y producidos por implantación y expresión de genes de una especie en el tejido germinal de otra.

Fig. 3: Explotación agropecuaria.



La producción agropecuaria representa un rubro especial dentro de los procesos tecnológicos por una razón más importante, relacionada con nuestro análisis anterior acerca de la esencia de lo artificial. Al transformar a los demás seres vivos en instrumentos plenamente integrados a su sistema, el humano va mucho más allá de la diferenciación de las demás especies por ser el único que posee una tecnología:

instrumentaliza a los demás seres, los incorpora al sistema tecnológico global. La naturaleza ha perdido, entonces, la mayor parte de su autonomía frente al humano. Éste produce animales y plantas para su consumo, seres vivos destinados desde antes de su nacimiento a servir de alimento a los humanos. También se crían animales y plantas para otros fines, por ejemplo, para la experimentación científica o tecnológica, o para proveer abrigo, medicamentos o compañía.

En la actualidad, a estos fines tradicionales de la cría de animales y plantas, se agregan otros: ya existen seres vivos transgénicos creados con la finalidad de producir proteínas y otras sustancias biológicas humanas; y, en un futuro previsible, cuando progrese la tecnología de los xenotransplantes<sup>6</sup>, seguramente se criarán animales con la expresa finalidad de proveer órganos para ser transplantados a seres humanos que los necesiten para su supervivencia.

Existe una secuencia ininterrumpida que nos lleva, a través de la historia, desde la domesticación de especies vivas hasta las especies artificiales. Esa secuencia pasa por el “mejoramiento” eugenésico de esas especies a través de la selección artificial, las técnicas de inseminación artificial, a la creación de híbridos y llega, finalmente, a la donación y a la creación de especies artificiales por recombinación de ADN.<sup>7</sup>

El uso instrumental de los seres vivos se extiende a los seres humanos. Si bien la antropofagia, al parecer, siempre fue ritual, la esclavitud fue un uso instrumental masivo directo de humanos en el que se basó la economía de toda una época —en partes de la civilización occidental recién se abolió hace poco más de un siglo y en otras partes del mundo continúa vigente.

El trabajo, tal como lo conocemos en la actualidad, en el fondo también constituye una forma de uso instrumental de los humanos. Mitigada por sus formas jurídicas, que le dan una apariencia voluntaria y de libre negociación, esta libertad es en buena medida solamente formal, ya que la mayoría de los trabajadores realizan la forma de trabajo que responde a la definición de trabajo alienado: sólo es un medio de vida material y no una forma de expresión de la creatividad humana. Es esta forma de trabajo alienada la que tiende primero a ser reemplazada por el trabajo de máquinas, dejando para los humanos los niveles superiores de la jerarquía del sistema productivo.

Si bien la experimentación pretendidamente médica con seres humanos fue una de las mayores aberraciones del régimen nazi, esporádicamente todavía se escuchan denuncias de casos de experimentación de medicamentos sobre personas inadvertidas. Y Sin embargo, en la actualidad, ese uso instrumental de los seres humanos es explícitamente condenado por el concierto de todas las naciones. Esto se extiende, en particular, a los intentos de “mejorar” la especie humana por medio de cualquiera de las técnicas que se han usado con éxito en las especies domesticadas. Las objeciones que hacen todo intento en este sentido, éticamente inaceptable, son muy conocidas para repetir las aquí, pero el debate acerca de La “terapia génica” ha reavivado algunos de los temores despertados en su momento por la eugenesia.

Vale la pena dedicar unas líneas a plantear el problema ético relacionado con la instrumentalización de las especies no humanas. La singularidad de nuestra especie y nuestro derecho a ser dueños del mundo han estado en la base de toda la ética judeocristiana. Por lo tanto, los humanos han hecho uso de las demás especies sin consideración alguna, tanto para aprovechar su fuerza muscular y su carne como para la experimentación científica. El uso de animales como alimento o para ser sacrificados en el laboratorio ha sido cuestionado desde varios ángulos desde siempre; y por eso existen culturas vegetarianas y opuestas a la experimentación con animales. Si bien se sigue usando a los animales para ambos fines, y aun para otros, en la actualidad se los considera más que antes y se respeta el hecho de que son seres que sienten el dolor Incluso se ha comenzado a cuestionar la existencia de los jardines zoológicos, que algunos denominan “campos de concentración para animales”.

Todos los seres sienten mayor afinidad con sus parientes más cercanos; sin embargo, el progreso de la humanidad ha estado asociado con una sucesiva ampliación de la conciencia de comunidad, que, de abarcar el

clan y la tribu, se ha ido expandiendo hasta abarcar los conceptos más amplios de nación, cultura, raza y, actualmente, la humanidad entera. Deberíamos aprender de esta progresión y no trazar una línea tan absoluta entre nuestra especie y las demás, especialmente con las que comparten con nosotros los signos objetivos de una conciencia, afectos y emociones. La inteligencia de ciertos animales a veces llega aun al uso espontáneo de instrumentos, como los chimpancés, cuya estructura genética difiere de la nuestra en menos de un 3%. Bajo esta luz debería revisarse si es éticamente justificable la libre utilización de estos seres y otros, para experimentación o como bancos de órganos —posibilidad que se hará concreta cuando los xenotransplantes sean una alternativa terapéutica real.

## Las redes

En la medida en que se complejiza, se pone más en evidencia un hecho elemental: la sociedad humana es, más que un conjunto de personas que comparten un ámbito, un conjunto de relaciones, una red de interacciones de diferentes tipos. En esa red los individuos son nodos, en cada uno de los cuales convergen ramas de esta red. En la sección próxima nos ocuparemos de las organizaciones, que formalizan ciertos tipos de redes relacionales entre los humanos.

Las redes son estructuras formadas por elementos materiales discretos conectados entre sí que cumplen funciones distribuidas. Constituyen una estructura espacial que se define en base a las conexiones que existen entre todos esos elementos materiales. En ellas, el elemento organizativo y gestional es tan importante como la estructura material, pero lo que realmente caracteriza a la red, más allá de esto, es su topología. Podemos decir que el dominio de existencia de una red es un espacio topológico. Las redes forman una parte sustancial de lo que habitualmente se denomina la infraestructura de una sociedad o de un país.

Por otra parte, más adelante veremos que todas las acciones tecnológicas se pueden clasificar en tres categorías: las transformaciones, el almacenamiento y el transporte. Lo que se transforma, se almacena o se transporta es, según el caso, materiales, energía o información. Las redes son, fundamentalmente, sistemas que sirven al transporte. Así, en una red se producen flujos de materia, energía e información que circulan en varios sentidos y que se determinan, según diferentes criterios, en los diversos nodos de la red.

Las redes también admiten otras interpretaciones además de un sistema de transporte. Ya hemos mencionado que en ellas se cumplen también funciones de almacenamiento, como ciertas bases de datos que se encuentran en movimiento a través de Internet. Es igualmente posible considerar algunos tipos de redes como un programa, como es el caso de las redes ferroviarias.

Las redes de circulación de energía y materiales —tales como el agua potable, el gas combustible, la potencia eléctrica, los teléfonos y las cloacas— forman parte esencial de la infraestructura de toda comunidad relativamente desarrollada.

En la actualidad estamos siendo testigos del crecimiento continuo de la red informática global conocida como “Internet”, que merece un pequeño comentario adicional. Se ha dicho que Internet es, más que una red de transporte de información, un sistema de almacenaje global de información, accesible desde cualquiera de las terminales afiliadas a la red. Esta diferencia, que es un tanto sutil, tiene que ver con que el transporte propiamente dicho ocupa sólo una mínima parte del tiempo de acceso a la información, siendo la mayor parte ocupada por el acceso mismo (lo mismo que ocurre en cualquier almacén donde hay que esperar la atención). Internet y su estructura multinodal permiten también una comparación con las redes de neuronas, que constituyen el sitio, aún comprendido a medias, en el cual transcurren los fenómenos asociativos “emergentes”, característicos de lo que se vislumbra como la clave del funcionamiento del sistema nervioso. Caben entonces conjeturas de “ciencia ficción” acerca de los fenómenos emergentes que podrían llegar a ocurrir una vez que Internet alcance la complejidad conectiva del cerebro de una especie relativamente evolucionada, o aun de un cerebro humano: ¿Podrá surgir, tal vez, una conciencia global informática?

En todos los grupos humanos existen redes formales e informales de diversos tipos. Las redes informáticas se van generalizando rápidamente y, en la actualidad, bajo el sistema general de la intercomunicación informática, se crean a diario redes de intereses que se comunican electrónicamente entre sí. Es por ese motivo que la Internet a veces se califica de “red de redes” ya que en sus orígenes estuvo compuesta por varios circuitos que se fueron interconectando. Actualmente, muchas empresas tienen sus propios enlaces electrónicos, que re-

lacionan entre sí a todos sus integrantes y hacen posible que muchos de ellos tengan lugares de trabajo alejados de las sedes empresariales. Algunos opinan que esta forma de trabajo humano se generalizará cada vez más.

Las redes tienen una estructura topológica que puede ser compleja: unen entre sí un cierto número de nodos, en cada uno de los cuales se debe tomar una decisión acerca del rumbo a seguir. Hay redes para el transporte de materiales, como las de carreteras, las ferroviarias y las líneas aéreas; las hay que transportan esencialmente energía, como las redes de distribución de energía eléctrica, los gasoductos y los oleoductos. Hay redes que transportan esencialmente información, como la Internet, las redes telefónicas, los sistemas satelitales y las redes de televisión por cable.

Muchas redes son mixtas, y combinan el transporte de personas, objetos materiales e información. Los camiones del correo que circulan por las carreteras llevan información, y las autopistas están provistas de teléfonos para pedir auxilio y de otros auxiliares informáticos que regulan la circulación. Las diligencias de antaño transportaban el correo, y los postes que llevan los alambres del telégrafo son todavía parte del paisaje típico de una vía férrea.

Un ejemplo relativamente sencillo es el de una red de caminos. En la antigüedad eran recorridos por caminantes o jinetes y no era necesario que fuesen más que sendas. El imperio incaico las cuidó y las pavimentó porque entendió que una red de caminos era una garantía de estabilidad y unidad política para el imperio. Por las rutas incas circulaba gente que llevaba, sobre todo, información vital para la cohesión del vasto imperio de organización compleja. En Europa, en épocas del imperio romano, como más tarde en los tiempos de Hitler, las carreteras servían a los fines militares de los respectivos regímenes y por ellas circularon tropas y armamentos. Los vehículos a rueda ocupaban mayor ancho y requerían por lo tanto mayor espacio, también estaciones de recambio de animales de tiro y para el descanso de los viajeros, tal como existen a lo largo de las actuales autopistas.

Al margen de las particularidades de cada época y en función del tipo de vehículos que las recorrían, las carreteras sirvieron siempre para el transporte de bienes y de información y constaron de sistemas de control de su propio funcionamiento, destacamentos militares o líneas telefónicas para pedir auxilio. También poseyeron siempre estaciones de reabastecimiento y fuentes de “ruido, que podían tomar la forma de bandas de salteadores o de accidentes que producen embotellamientos. Varió el tamaño, la complejidad de las redes y de sus accesos, la regulación de los entrecruzamientos de flujos que se mueven en diferentes direcciones (en la actualidad se tratan de evitar por completo), su capacidad y la velocidad de circulación.

Una red vial moderna es un sistema que posee varios niveles jerárquicos: una red troncal de autopistas permite cubrir las distancias entre las grandes ciudades a alta velocidad, rutas menores unen los centros periféricos y rutas vecinales cubren los espacios entre tales centros con una densidad proporcional a la densidad poblacional. Variados mecanismos de control regulan el fluir de la circulación en esta red. Hay sistemas de control que supervisan el funcionamiento de los niveles superiores, ya que en los inferiores la menor densidad hace que tales sistemas sean innecesarios y/o demasiado costosos.

Debemos dedicar un párrafo especial a un tema que parece secundario pero que es crítico para que una red, de cualquier índole, pueda funcionar: se trata de la normalización o estandarización de los diversos componentes que deben confluír para que la red sea posible. Como una red es esencialmente una estructura descentralizada, sus diversos integrantes deben acordar en los detalles técnicos para que el flujo que circula por la red pueda hacerlo con la menor cantidad de trabas (“impedancia”) posible. Esto implica elementos de muy diversa índole: desde la trocha de las líneas de ferrocarril hasta las convenciones acerca de las señales viales y desde el voltaje de las redes de distribución de energía eléctrica hasta la forma y el tamaño de los enchufes y tomacorrientes. También la “mano” por la que se circula en las rutas es un caso, como sabe cualquier conductor que haya debido manejar en un país de la órbita británica. Incluso en la Argentina se circulaba por la izquierda hasta 1945, y los ferrocarriles y subterráneos aún lo hacen. Esto último no trae inconvenientes porque, en cada uno de esos casos, se trata de redes que no se interconectan con otras.

Las dificultades que la ausencia de tales normas provoca son evidentes y muy comunes. Por ejemplo, en el caso de las redes de distribución de energía eléctrica domiciliaria estamos asistiendo a una transición: los enchufes de dos conexiones (“patas”) cilíndricas están siendo reemplazados por los de tres conexiones planas ubicadas en forma triangular, provocando que muchos hayan necesitado conseguir alguno de los varios adaptadores imprescindibles para pasar de un sistema al

otro. Por otra parte, el olvido de que en diferentes países la tensión de la línea no es la misma también ha “quemado” más de un artefacto.

Una de las normalizaciones más generales que se está efectuando en el mundo, aunque con bastante resistencia por parte de los países anglosajones, es la gradual aceptación universal del sistema métrico decimal y del sistema internacional de medidas (SI). Pero éste es un punto que va más allá de la normalización de las redes, para tocar el de las normas internacionales en general.

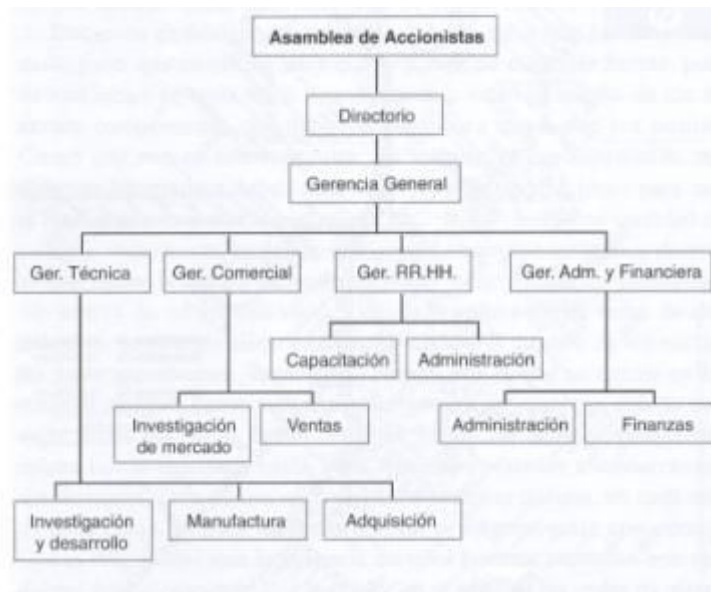
Fig. 4: Ejemplo de red. Los ferrocarriles suburbanos de París.



En estos momentos se está dirimiendo ante la justicia de los Estados Unidos un problema jurídico que también está relacionado con un modo informal de normalización de los sistemas informáticos. Nos referimos al juicio por prácticas monopólicas entablado contra la empresa Microsoft, cuyos productos se han impuesto de manera tan amplia en los mercados informáticos que han establecido normas de facto a los usuarios. Es la presencia casi universal del sistema operativo “Windows” en las computadoras personales lo que hace necesario que los demás programas se adapten a estas normas, que en este caso no son el resultado de un consenso, sino la imposición por el éxito comercial.

## Las organizaciones

Fig. 5: Organigrama de una empresa.



En su concepción más elemental, las organizaciones son redes de interacciones entre seres humanos. Sin embargo, tal definición es insuficiente.

Las organizaciones son, en la actualidad, un objeto preferencial de estudio; no por su carácter de Objetos Tecnológicos, sino debido al creciente papel económico de su gestión eficiente y a las varias metamorfosis de su conceptualización en los últimos años. En la actualidad se tiende a comprender su estructura compleja, en el sentido moderno del término “complejidad”. Incluso, en nuestra clasificación inicial de todos los objetos del mundo (naturales y artificiales, “nacidos” y “hechos” en la terminología de Kelly), las organizaciones tienen una posición algo extraña; si bien muchas de ellas son creaciones humanas —son “hechas”—, comparten algunas de sus características con los seres vivos. En su comportamiento en particular, no son enteramente predictibles y son capaces de evolucionar. Muestran, además, cualidades autopoieticas, es decir, a veces se autogeneran y tienden a autopropetarse. Algunas de estas cualidades, que comparten con los organismos biológicos, se expresan aun en la misma palabra “organización”.

Esta palabra puede interpretarse de varias maneras. Una de ellas es fácil de confundir con algunos usos de la palabra estructura de un sistema complejo (véase capítulo 3). Nosotros, en este contexto, usamos la palabra en su sentido más habitual, como la manera en que se combinan entre si los seres humanos para ponerse de acuerdo sobre tareas y funciones con el propósito de cumplir un cometido común.

Las organizaciones tienen índoles diversas, y corremos cierto riesgo metodológico al incorporar los objetos de estudio típicos de las ciencias sociales a una teoría de la Tecnología. Estamos aquí en plena complejidad, allí donde la Tecnología comienza a confundirse con los aspectos más elementales de la cultura humana. Así, considerar a una tribu aborigen como Objeto Tecnológico es llevar las cosas demasiado lejos. Pero un club de barrio, un ejército, una gran empresa, un estado moderno son creaciones complejas, deliberadas, fundadas con un objetivo explícito y en las que seres humanos se agrupan con una finalidad común. Observamos aquí también un aumento en el grado de artificialidad, una tecnologización de la sociedad humana. El estudio de las estructuras y la dinámica de las organizaciones es un campo de estudio específico en el que se aúnan conceptos de Psicología, Psicología Social, Lingüística y Sociología.

En la medida en que las aceptamos como Objetos Tecnológicos, las organizaciones constituyen uno de los casos más importantes de aquellos cuyo dominio de existencia no es el espacio físico. Como seres humanos dotados de lenguaje tenemos la característica de existir simultáneamente en el dominio físico-biológico y en el simbólico, en particular, en el dominio lingüístico. Las organizaciones existen porque entre sus miembros hay transacciones que casi en su totalidad son lingüísticas; de modo que es en ese dominio, el lingüístico, que se puede decir que una organización “existe”.

Las organizaciones son un tipo de producto de la mente humana, un tipo de artificio cuyo carácter es inmaterial y a veces abstracto. La organización social está en el límite entre lo artificial y lo natural, ya que el

ser humano es un ser social y la organización social es inmanente a nuestra estructura como especie. El individuo humano y su sociedad son enantiopoiéticos y coevolutivos: es evidente que la complejidad de las organizaciones actuales es mucho mayor que la de las hordas primitivas. Además, especialmente en las últimas décadas, el avance de las comunicaciones, entre otros factores, ha modificado el tamaño y la complejidad de las agrupaciones humanas: se puede afirmar que en el proceso de la coevolución, el desarrollo individual ha quedado retrasado respecto del de las organizaciones. Y tal vez esto sea una suerte, porque la enantiopoesis en el caso contrario conduciría, probablemente, a un tipo de individuo humano masificado muy alejado de nuestros ideales éticos para la humanidad. Pero éstos —los ideales éticos—, a su vez, están también en evolución; si bien mucho más lentamente que las organizaciones, que a su vez evolucionan más lentamente que los artefactos.

Cuando se considera las organizaciones como Objetos Tecnológicos se vuelve a presentar la necesidad de establecer una diferencia conceptual entre la Tecnología y los aspectos más generales de la cultura, entre los cuales se encuentran las estructuras sociales más básicas. Así como no se puede establecer taxativamente cuáles organizaciones deberían considerarse como Objetos Tecnológicos, en muchos casos si se las puede clasificar en virtud de su origen y sus finalidades explícitas.

Hay organizaciones que están cerca de lo tecnológico en un sentido más restringido que otras. Una empresa suele ser una herramienta de la producción, una organización creada con una finalidad productiva o de lucro. Sin embargo, sería comprenderla de manera demasiado limitada afirmar que, aun una empresa privada con fines de lucro, imita sus objetivos a ese lucro. El principal objetivo de toda organización, mas allá de sus fines manifiestos, es su propia supervivencia.<sup>9</sup> Sin ir más lejos, necesita cumplir con ese objetivo para poder cumplir cualquiera de las otras finalidades que pudiera tener: por ejemplo, el lucro y el pago de dividendos a sus propietarios. Sin embargo, cuando en una organización se confunden los objetivos que se desean lograr con los medios a que se recurre para lograrlos; la organización, de ser medio para un fin que la trasciende, se transforma en un fin en sí mismo, se produce una deformación burocrática de la misma.

## **La información, el conocimiento y el “software”**

Probablemente, ninguna época previa a la actual hubiese considerado el conocimiento como Objeto Tecnológico. Sin embargo, su inclusión en una enumeración como la presente es casi obvia, aunque aún suscita ciertas perplejidades epistemológicas y metodológicas. La rama de la Tecnología que trata de la información y el conocimiento / los maneja como Objetos Tecnológicos es la informática.

El reconocimiento de que la información es el ingrediente insustituible de todas las actividades y de todos los procesos es una de las características de nuestra época; a la que incluso se le ha dado el nombre de “era de la información” —aunque todas las demás también lo fueran sin saberlo. Ello se relaciona, obviamente, con la aparición de las máquinas que manejan la información, de tal modo que la palabra “informática” se asocia directamente con estas máquinas. Es significativo que la imagen que se hacían los científicos del funcionamiento de los seres vivos hasta después de los comienzos de este siglo fuera fundamentalmente mecánica. Luego se reconoció la importancia de la economía energética y gran parte de los estudios de fisiología y bioquímica se dedicaron a la elucidación de los mecanismos moleculares vinculados a la energía. En cambio, desde mediados de siglo, el énfasis fue puesto en la transmisión y expresión de la información.

Se puede hacer consideraciones bastante metafísicas acerca de si la información es o no una entidad material. Esto se relaciona con la pregunta acerca de su dominio de existencia: el ámbito de lo simbólico. Por supuesto que la información en abstracto, sin un soporte material —aunque sea el más tradicional de todos, el cerebro humano—, es difícilmente concebible; y que para la transmisión de información se requiere una cierta cantidad de energía. Pero la información no es consustancial ni con ese soporte ni con esa energía.

El debate acerca del carácter “material” o “mental” de la información deriva del antiguo dualismo filosófico de Occidente y está en la base de numerosos malentendidos relativos a la estructura de las actividades productivas modernas. Por ejemplo, se suele considerar a los objetos materiales como “bienes; pero al no considerar al Objeto Tecnológico “información” en un pie de igualdad epistémica con los objetos materiales, aunque perteneciente a un dominio de existencia diferente, la tarea de producción y manejo de la información se cataloga entre los servicios, confundiendo bastante.

Más allá de las aplicaciones más complejas y esotéricas de la informática, cierta habilidad en el manejo de

una computadora y de los programas usualmente empleados —como los procesadores de textos, las planillas de cálculos y las bases de datos— se está transformando en uno de los componentes básicos de la educación. La alfabetización informática” está tomando el papel de la alfabetización a secas, que en las sociedades más o menos desarrolladas alcanza cerca del cien por ciento de la población. En pocos años más, a quien no maneje elementalmente una computadora personal le resultará cada vez más difícil encontrar un trabajo por encima de las tareas más subalternas. Sin embargo, esto está condicionado a su vez por el rápido desarrollo de la informática misma. Dentro de poco, tal vez las computadoras sean tan interactivas que el usuario podrá, sencillamente, comunicarse verbalmente con ellas sin saber siquiera leer ni escribir,

Este desarrollo tiende a que llegue a ser igualmente fácil y “natural” comunicarse con una computadora que con otra persona. La computadora ejecuta fielmente las órdenes que se le dan pero carece de imaginación y es incapaz (por ahora) de interpretar las ambigüedades del lenguaje natural.

La producción de software es una enorme industria en constante crecimiento que ocupa a miles de personas y mueve decenas de miles de millones de dólares anualmente y no está reservada a los países desarrollados. Si bien éstos —en particular los Estados Unidos— sin lugar a dudas dominan este mercado, el “soft” es un importante producto de exportación de un país en vías de desarrollo como la India.

## **Lo duro y lo blando**

Como es natural, el desarrollo de las computadoras ha suscitado una abundante reflexión acerca de la relación entre el hardware y el software o, más generalmente, entre la información y su soporte material. Así, en un sistema programable se pueden distinguir varias capas o niveles que se ordenan en un modelo de telas de cebolla”<sup>10</sup> y en cuyo centro se encuentra el substrato material, el hardware. Pero éste ya incluye componentes microprogramables, como los PROM1. Sobre este nivel actúa directamente una máquina virtual, el sistema operativo, cuya función es la gestión de los diversos órganos funcionales de la máquina física y que la hace transparente o invisible para el usuario, quien se comunica exclusivamente con los niveles superiores o externos de la estructura concéntrica.

La informática tiene un soporte fundamental, las computadoras, en medida creciente interconectadas en redes. El software, los programas, son las secuencias de instrucciones dadas a la computadora que permiten a los usuarios comunicar a la máquina las instrucciones sobre la tarea a cumplir y los datos necesarios para ello. En la base de estos programas utilitarios existen otros programas. Los sistemas operativos, que constituyen la fisiología de la computadora, la base de su funcionamiento, sobre la que se instalan los demás programas. En la corta historia de la informática, estos programas han adquirido una enorme complejidad, son cada vez más transparentes y requieren cada vez menos conocimientos específicos de parte del usuario.

En la comunicación entre seres humanos ocurre esencialmente lo mismo, aunque con mecanismos físicos totalmente distintos. Cuando conversamos con alguien, todos los mecanismos profundos involucrados en este acto quedan ocultos: desde el funcionamiento asociativo del cerebro hasta la operación de los músculos que posibilitan la emisión de un lenguaje inteligible.

La historia de la información consiste, en una buena medida, en la evolución de los soportes físicos y de sus sistemas operativos. Además del cerebro humano, entre los soportes tradicionales hay una larga serie que comienza con las tabletas de arcilla, el papiro, el pergamino y el papel. Modernamente, por supuesto, ha aparecido un número importante de soportes nuevos, particularmente los informáticos. Pero si bien esto ha producido grandes ventajas, ha sido al costo de algunos inconvenientes: mientras los soportes tradicionales eran accesibles directamente a la lectura y a la escritura por parte de expertos humanos (o sea, los seres humanos alfabetizados), los soportes más recientes necesitan equipos complejos para su acceso.<sup>12</sup> Como contraparte de esta limitación, estos equipos pueden manejar cantidades enormes de información, intercambiarla entre sí con una participación mínima de operadores humanos y aplicarla por su cuenta, como lo hacen los robots y otros equipos sofisticados. Otro tipo de soporte son las ondas electromagnéticas, “portadoras” de las señales en las que se codifica la información para su transporte.

## **Datos, información y conocimientos**



Lo que involucramos globalmente bajo el título de información abarca diferentes niveles de desagregación y de estructuración. Podemos distinguir los datos, de la información y el conocimiento porque son el elemento informativo más crudo. Un dato es la representación simbólica de una parcela de la realidad, por ejemplo, la altura del cerro Aconcagua es 6.969 metros. Son datos los registros de mediciones meteorológicas, los saldos bancarios, la filiación de los ciudadanos, sus historias clínicas y sus prontuarios policiales, los catálogos de publicaciones y las listas de estructuras moleculares. Pero estos datos solos no sirven casi para nada si no se los estructura, junto con otros, para que puedan constituir un insumo para la acción.<sup>13</sup> Esta estructuración puede ser una resignificación o la formación de algo más complejo, como un cuerpo de doctrina.

En la actualidad, el concepto de ‘tase de datos’ se ha hecho común, y una de las aplicaciones de la informática es el acceso rápido y significativo —es decir, ordenado— a tales conjuntos de fragmentos de la realidad. Gran parte de estos datos existieron también antes, pero lo que recientemente ha logrado la introducción de las computadoras en todos los ámbitos de la actividad humana, y particularmente la red Internet, es hacer accesible una enorme cantidad de datos para todos los que deseen emplearla. Más allá de lo que denominamos datos, Internet también contiene mucha información, en el sentido específico que damos a esta palabra en esta sección.

Claro que la anteúltima frase necesita un comentario: ni es cierto que todos los datos estén accesibles ni que lo estén para todos. Se ‘pone’ en Internet lo que el propietario del ‘sitio’ quiere que se sepa; y lo que no se quiere divulgar no se pone. (Igualmente, hay una notable cantidad de información accesible que mejor sería que no se difundiese, como, por ejemplo, la que da recetas para la fabricación casera de explosivos. Por otra parte, sólo hay unos 50 millones de accesos a Internet., que es aproximadamente la centésima parte de la población mundial

La definición general de dato también abarca toda clase de cifras fragmentos, chismes, comentarios lo que circula a diario por las redes telefónicas, lo que se ve por televisión o se lee en los diarios, Un número de teléfono o una cifra estadística es útil —pero para ser de alguna utilidad, Los datos casi siempre deben transformarse en información>. Es mediante el acceso ordenado a los datos que es posible establecer entre ellos estructuras significativas. operación que va mucho más allá de una mera acumulación. En este acto de estructuración los datos se transforman en información La difusión de ciertos hechos en bruto puede ser útil o desconcertante si no se acompaña de un análisis que los ponga en relación con otros hechos y Los contextuales

Cuando se habla de libertad de prensa, en general se piensa en el libre acceso a los datos, además de la Libertad de su difusión sin trabas, La estructuración de esos datos, o sea su transformación en información. es una tarea suplementaria cuya importancia es fundamental. La mayoría de los medios de difusión realizan este trabajo de estructuración, por lo menos parcialmente y desde puntos de vista específicos. Esto, a su vez, abre las puertas a la manipulación interesada y, por otra parte, puede desembocar también en un atisigamiento por exceso de información.

En la producción de ‘bienes y servicios’, la información es uno de los principales insumos de la mayoría de las actividades y se ha vuelto vital para las empresas. Esta información se refiere a los métodos de producción, como también a los requerimientos del mercado, la información financiera y las ofertas de materias primas, etcétera.

La información es también un producto, algo que se produce, se comercializa, se promociona, etc, en forma estrictamente análoga a como se procede con los objetos materiales. Existe actualmente una in-

dustria de la información muy similar a las demás. lo que subraya más aún las similitudes con otros tipos de Objetos Tecnológicos.

No sólo en la información tecnológica se ha producido una evolución de gran trascendencia y de alcances aún no de todo previsible. Esta disponibilidad y ubicuidad de la información está cambiando la manera de pensar y los hábitos de vida de mucha gente y, además, tiene un impacto social enorme. Estamos comunicados a nivel global como nunca antes. La información sobre los acontecimientos de actualidad se expande por todo el mundo a la velocidad de la luz y los medios que manejan masivamente esta información se han transformado en un verdadero factor de poder, así como su control es y fue <empleada una de las armas de los regímenes totalitarios, de maneras más sutiles, en los sistemas de gobierno democráticos, si bien presuntamente no se imita el acceso a los datos, es evidente que se maneja la información: se la controla y a veces se la manipula a través de la selección de los temas, de las formas de agruparla, de presentarla y de comentarla.

Más allá de la información está el conocimiento. Este es una forma de información más elaborada que la

acumulación estructurada de datos, ya que implica la comprensión de las relaciones entre esos datos, muchas veces provenientes de orígenes muy diversos. La comprensión es, también, la condición previa indispensable para la creación del conocimiento. El conocimiento implica inteligencia, mientras que la información sólo exige memoria accesible. La educación tradicional adoleció siempre del defecto de transmitir sólo datos, alguna información y muchas actitudes implícitas. Recién ahora, en un importante cambio de actitud, se ha reconocido que lo que debería transmitir es conocimientos y procedimientos.

El carácter de experto en algún área del conocimiento siempre fue un privilegio de ciertas personas, cuya presencia y colaboración en y es altamente cotizada. Pero la actual expansión de muchas actividades que exigen un alto nivel de expertise se ha generalizado a un ritmo mayor que la formación de tales expertos. En cambio, el desarrollo de la informática ha producido, entre tantas otras manifestaciones, la aparición de una rama específica que trata del manejo del conocimiento experto y de la modelización, simulación o imitación de la inteligencia humana: es el campo de la inteligencia artificial; que, si bien no ha avanzado a la velocidad prevista por sus primeros entusiastas, ya

ha producido programas que permiten multiplicar la presencia de numerosos expertos, o por lo menos de sus conocimientos, para ponerlos a disposición de los demandantes. Son los sistemas expertos, que existen en áreas tan diferentes como la medicina, la prospección petrolera, el manejo del tráfico aéreo en los grandes aeropuertos, el teleguiado de equipos complicados (como el vehículo que recientemente operó sobre el suelo de Marte), etc. Una de las herramientas de estos sistemas son las bases de conocimientos, homólogas de las más sencillas bases de datos, pero provistas de parte de la estructuración que da el conocimiento experto a la simple acumulación de datos.

## Los materiales

Una categoría más habitual de Objetos Tecnológicos es la de los materiales. Un material es enteramente abstracto y debe distinguirse cuidadosamente de la idea de los objetos fabricados con ese material. Aristóteles expresa esta diferencia al distinguir la causa material de un objeto —o sea, el material de que está hecho— del objeto mismo. Es decir, el dominio de existencia de los materiales como tales no es el espacio físico sino un espacio abstracto. Un material es una sustancia:

no es una cosa, aunque las cosas estén hechas de materiales. La forma en que se presenta —su causa formal, diría Aristóteles— no es aquí relevante.

Por supuesto que los materiales, y sobre todo los materiales artificiales como los plásticos o los productos farmacéuticos, se fabrican en determinadas formas físicas, aunque éstas pueden ser muy diferentes de las de los objetos que con ellos se fabricarán. Muchos materiales plásticos, por ejemplo, se comercializan en forma de gránulos o polvos. Éstos luego son sometidos a diversos procesos fabriles para darles la forma final de un objeto físico: un caño, un film para embalaje o un Liguete. De similar modo, un fármaco o una droga es una sustancia química con ciertas propiedades farmacológicas, pero no es un medicamento. Para serlo, debe ser combinada con excipientes u otras sustancias y prensada en una pastilla o envasada en una ampolla.

Los primeros materiales que se usaron estaban libremente disponibles en la naturaleza, aunque requerían cierto trabajo para su uso.

Eran la madera, las fibras vegetales y animales, las pieles de los animales, el hueso, el mimbre, el barro y ciertas piedras, como la obsidiana y el sílex. Muchos de estos materiales debían ser sometidos a trabajos más o menos complejos, que sólo alteraban su forma pero no su naturaleza intrínseca: la madera podía ser tallada y para ello se necesitaban herramientas que tal vez se fabricaron de sílex. Este filé uno de los macinales más tempranamente usados, si bien por su naturaleza era difícil de manejar. La manera de trabajar el sílex permite ahora identificar diversos periodos históricos. También se aprendió temprano a modelar y cocer el barro para hacer objetos de alfarería; que, ya entonces, era una industria que creaba una forma de material inexistente en la naturaleza. El cuero debió ser curtido, para que fuese flexible y fácil de trabajar y de usar. Las fibras vegetales, como el algodón o el lino, o animales, como la lana, se podían hilar y tejer, y bastante temprano se aprendió también a tejer. para satisfacer un ancestral anhelo de belleza.

En una etapa posterior de la evolución tecnológica humana se agregaron a esta lista de materiales algunos metales, de los cuales pocos se encuentran libres en la naturaleza. Hay bastante oro, en forma de pepitas y de

polvo, bastante fácil de obtener en ciertos arroyos. Pero este metal es un material demasiado blando, además de escaso, para ser de gran utilidad, por lo que nunca hubo la edad del oro como si la hubo del cobre y del bronce. El oro es inalterable y tiene un hermoso brillo, de modo que fue usado como adorno. En cambio, el cobre, que también existe en libertad aunque en pequeñas cantidades, resultó más útil. Sin embargo, se inauguró una nueva época de la humanidad cuando se aprendió a alejar con el estaño para hacer bronce, una materia prima excelente para fabricar herramientas y armas porque es mucho más dura que sus dos ingredientes.

Empezó así la edad del bronce, que duró dos mil años. Todas las grandes civilizaciones de la Antigüedad, inclusive las de Egipto, Babilonia, Asiria, Persia y Grecia, se basaron en el bronce. Hacia el siglo XX a.C. aparecieron en algunos campos de batalla armas de hierro, cuyo origen en general se atribuye a los hititas, un pueblo montañoso de Asia Menor, bastante más atrasado que los grandes imperios vecinos. Así comenzó la edad del hierro, al que se agregó mucho más tarde el acero; metal que dominó el mundo hasta nuestra época, cuya producción fue para-

el dígito y símbolo del progreso industrial y que aún hoy sigue siendo un material fundamental.

Los metales son materiales naturales. Ya que, con muy pocos excepciones, no existen en estado natural, y requieren complicados procesos metalúrgicos para separarlos de sus minerales. Que de una piedra se pueda extraer un material de las propiedades y la versatilidad de un metal es realmente una idea muy extraordinaria. Entre los griegos, éste era el reino de Hephaistos, dios del fuego, cuyas obras eran sin duda misteriosas e inaccesibles a los no iniciados. Seguramente, el descubrimiento de los metales fue casual: al ponerse un trozo de mineral

—tal vez de casiterita— en contacto con leña encendida, se libera estaño, un metal que tiene una temperatura de reducción y de fusión muy baja. Y, en efecto, el estaño fue uno de los primeros metales conocidos. No tiene mucha resistencia mecánica, pero sirve para hacer vajilla, más barata aunque menos vistosa que la de oro o de plata

Pero la idea de material o sustancia sintética tuvo su expansión recién en la segunda mitad del siglo XIX, cuando se produjo una gran expansión de la industria química. Casi todos los materiales artificiales son productos de la Química, una ciencia que se desarrolló a partir del Renacimiento, si bien la formación de sus conceptos fue relativamente lenta. Actualmente, además de la gran familia de los polímeros, existen numerosos grupos de “materiales” que se usan por sus cualidades mecánicas, eléctricas, químicas, ópticas o biológicas y cuyas propiedades se conocen con suficiente detalle como para poder construir o sintetizar un material con, prácticamente, cualquier conjunto de propiedades deseadas. Incluso se combinan entre sí propiedades previamente incompatibles, como en los plásticos conductores, los metales amorfos, varios tipos de materiales biocompatibles, los vidrios irrompibles, las cerámicas magnéticas y toda clase de materiales compuestos.

Los materiales son productos de las industrias de proceso. Pero éstas producen también otras clases de Objetos Tecnológicos. Hay numerosos productos —llamados commodities en la jerga comercial— que son sustancias químicas producidas en gran escala y que son materias primas de muchas otras industrias. Algunos son muy conocidos: numerosos ácidos, álcalis, compuestos industriales de muchas clases químicas, productos farmacéuticos, colorantes y muchos otros productos de la industria química que en general son intermediarios e insumos para otras industrias.

## La energía

La energía ocupa un lugar especial entre los materiales y su inclusión en este lugar es debatible. Se trata, en muchos aspectos, de un Objeto Tecnológico similar a éstos, porque se fabrica a granel, se distribuye y se almacena, y se consume en todos los procesos tecnológicos igual que muchos otros insumos. Lo distintivo es, entre otras cosas, su carácter universal de insumo básico y esencial, ya que sin energía ningún otro proceso tecnológico es posible. Una de sus características es que puede existir en varias formas que se pueden convertir unas en otras con las limitaciones impuestas por las leyes de la termodinámica.

Además, la energía se emplea en múltiples formas cuya evolución constituye una parte importante de la historia de la Tecnología. De la fuerza muscular humana se pasó, en cierto momento, a la fuerza muscular de los animales que se prestaron a ser domesticados con ese fin. Los más importantes de éstos fueron: el caballo, el buey (que es un toro castrado), el yak, que es también un vacuno, el camello, el asno y la mula (en sí misma un producto tecnológico), el perro (de trineo), la llama y el elefante.

La humanidad dominó y empleó el fuego para cocinar y para calentarse desde muy temprano. También lo utilizó para mantener alejados los animales salvajes y, probablemente, con el fin de crear espacios libres para pasturas. Recién se descubrió que podía tener relación con la energía mecánica en el siglo II de nuestra era, pero no se lo usó efectivamente hasta los comienzos del siglo XIX con el perfeccionamiento de la máquina de vapor. Pocas décadas después se produjo la maduración de la producción de energía eléctrica como fuente de fuerza motriz. En ese siglo se empezó también a usar el petróleo, pero al comienzo, nuevamente, sólo como fuente de calor y de luz, hasta el desarrollo de los motores de combustión interna. Ya mediados del siglo XX se produjo la aparición de la energía nuclear como fuente de energía térmica —fundamentalmente usada para generar energía eléctrica.

La energía del viento y la de las corrientes de agua, en cambio, fue usada como fuente de energía motriz desde la Edad Media o aun antes; y como fuente de energía para el transporte por agua, por supuesto, desde mucho más temprano. El sol como fuente de calor se empleó marginalmente desde muy antiguo en la desecación de alimentos para su conservación. La energía hidráulica, también usada desde temprano para mover molinos, es hoy una de las fuentes principales de energía eléctrica. Es muy interesante destacar que las fuentes de energía de uso más antiguo —la energía eólica y la solar— están en estos momentos en rápido desarrollo como generadoras de energía eléctrica; si bien por ahora, son sólo complementarias y no están aún en condiciones de competir con las tres grandes fuentes de energía clásicas: los combustibles fósiles, la energía hidráulica y la nuclear.

En la actualidad, la producción y el consumo de energía es uno de los indicadores más importantes del desarrollo económico de un país. Se calcula que un habitante de los Estados Unidos consume cien veces la energía mínima que necesita para subsistir, mientras que un habitante de África consume seis veces esa cantidad mínima, que además corresponde al consumo medio de Europa en la Edad Media. Sobre estos datos se puede hacer aquí una interesante consideración acerca de los fines del desarrollo tecnológico, el gran tema de las necesidades humanas y la búsqueda actual de la eficiencia en los procesos productivos: en términos absolutos, se podría afirmar que la economía tradicional africana es cien veces más eficiente que la norteamericana, pero ése sería un razonamiento erróneo ya que el contexto y las necesidades son diferentes. A pesar de eso, es conocido el derroche energético que caracteriza al estilo de vida en Estados Unidos.

Si bien gran parte de la energía que se consume está en forma de energía eléctrica, el consumo para el transporte es también un rubro importante, ya que los combustibles (en su mayoría fósiles) hacen funcionar a millones de vehículos automotores en todos los países del mundo. En el extremo opuesto en la escala del desarrollo económico, en grandes regiones de África y también en muchas otras partes del mundo, la fuente de energía más usada sigue siendo la leña; lo que, junto con el desmonte para crear tierras de labranza, contribuye al deterioro de los bosques tropicales, de los que ya queda poco.

El consumo y la producción de energía es uno de los puntos clave del desarrollo económico de los pueblos y es una industria conflictiva. Las emisiones de anhídrido carbónico y de otros gases de invernadero ya comienzan a amenazar la estabilidad del clima del planeta, y los tóxicos contaminadores especialmente los Estados Unidos, aún no aceptan hacer los cambios necesarios en su estilo de vida para asegurar la sustentabilidad de la vida sobre la Tierra.

La energía da lugar a dos grandes grupos de industrias de proceso: la generación eléctrica y la industria del petróleo y del gas, que en gran parte forma parte del autoproceso de aquélla.

## El paisaje y las reservas “naturales” como Objetos Tecnológicos

Este agregado a nuestra lista seguramente despertará polémicas. Sin embargo, el enorme auge de la industria del turismo en todo el mundo ha dado características instrumentales a toda la naturaleza y este hecho tal vez sea más fundamental en nuestra cultura de lo que quisiéramos admitir.

La idea de que la naturaleza es bella y que estar en contacto con ella es deseable es bastante reciente: es uno de los aspectos del romanticismo europeo. Hasta hace dos siglos, la naturaleza era más bien temida y

evitada. Ahora, en cambio, creemos que está dominada y la miramos con cierta culpa, piedad y condescendencia: ahora la naturaleza precisa de nuestra protección...

También la vemos como algo exótico, algo “Otro”, esencialmente ajeno; y buscamos en ella una distracción, que nos saque de lo cotidiano. No hay una gran diferencia entre el turista que visita un bello paisaje o un lugar exótico y un ciudadano que va al cine o a un museo a distraerse. Hasta tal punto el hombre se ha alienado de su entorno natural. Sin embargo, es una evidencia absoluta que formamos parte de esa naturaleza, de modo que esta alienación es trágica, en el sentido más clásico de esa palabra.’6

El turismo se ha transformado en una de las actividades económicas más importantes, y esto nos obliga a tenerla en cuenta en una clasificación de los Objetos Tecnológicos. En medida creciente, nuevas zonas del Globo, hasta entonces exóticas y aisladas, se ‘abren a esta actividad que está llegando a ser una de las pocas riquezas explotables por los habitantes de numerosos sitios que se destacan por su belleza, su exotismo o su lejanía. La prestación de “servicios” turísticos es, por lo tanto, un sector de importancia creciente en todos los países.

Pero esta apertura a la afluencia no deja la belleza ni la lejanía en su estado original. De inmediato, y por el solo hecho de haberse transformado en un nuevo destino turístico, un lugar o región pierde, toda su espontaneidad: los lugareños se transforman en pintorescos agregados a la escenografía, los artesanos hacen recuerdos para los turistas en vez de objetos de uso “normal, la naturaleza se hace espectáculo y todo el ambiente se transforma —podríamos decir degenero— en un hecho tecnológico.

**Fig. 6: Turismo: el Hotel Llao Llao, en Bariloche.**



Algo similar ocurre cuando el trazado de una autopista penetra una región hasta entonces poco transitada, modifica la naturaleza y la transforma, de algo natural en un paisaje. A diferencia de un camino tradicional, la autopista no recorre una zona, la atraviesa, y todo el paisaje natural ahora se percibe como telón de fondo a través de las ventanillas del auto que avanza a gran velocidad por una escenografía.

Como contraparte de esta absorción de la naturaleza en el megaSistema tecnológico, surge ahora el “ecoturismo” y el turismo “de aventura”, que, pretendiendo evitar el turismo espectáculo, pone al turista en contacto” con la naturaleza. Pero, salvo algunos accidentes, la aventura termina a la hora previamente establecida, en el hotel de

varias estrellas espera el descanso y el riesgo que se corre no es ni siquiera imaginario: también la aventura se ha convertido en acto tecnológico. Otros ambientes naturales o arcaicos también aparecen como objetos dignos de ser visitados. Nace así el “agroturismo” y, recientemente, el turismo minero, que visita explotaciones agrarias o minas que ya no son rentables como tales.

Esta reflexión nos recuerda la advertencia de Heidegger, cuando describía el río embalsado por una represa hidroeléctrica y lo comparaba con el río descrito por el poeta. En el turismo, el poeta mismo, así como el paisaje que describe, han sido incorporado al Gran Objeto Tecnológico que es, en estos fines de milenio, la

Tierra entera.

Como contraparte de la porción del paisaje hasta ahora recóndito que se abre al turismo, la reciente preocupación por el equilibrio ecológico y la diversidad genética están conduciendo a que se dejen algunas regiones naturales como ‘reservas’, las que, aunque sea por la contraria, también quedan incorporadas al Gran Objeto Tecnológico.

Por último, cabe mencionar las numerosas especies, sobre todo de grandes animales, que están en peligro de extinción debido a una destrucción de sus ambientes naturales o por culpa de una explotación clandestina. Muchas de estas especies han sido objeto de protección específica a través de leyes y tratados internacionales. En este rubro ocurre una evolución que tiene varias características paradójicas. En efecto, hay especies que han sido sobreprotegidas y, como sus enemigos naturales no siempre gozan de la misma protección, sus números han aumentado más allá del equilibrio ecológico natural y ahora amenazan a su vez los ecosistemas en los que proliferan con exceso (por ejemplo, los elefantes en ciertas zonas de África). Por otra parte, algunos emprendedores han logrado asegurar la supervivencia de algunas especies amenazadas construyendo una industria sobre la base de su explotación racional (por ejemplo, ciertas especies de lagartos y yacarés que están sobreviviendo gracias a que existen intereses económicos beneficiados con que no se extingan).

Otro aspecto riesgoso del manejo de las especies silvestres es el traslado de tales especies de un ecosistema a otro donde carecen de enemigos naturales y, en cambio, compiten con las especies locales que si los tienen y que suelen ser desplazadas en medio de profundas e indeseadas alteraciones de los ecosistemas así invadidos. Es el caso de la liebre y el ciervo europeos, cuya introducción en la Patagonia casi ha conducido a la extinción de las especies locales equivalentes: el mara y el huemul.

## Los servicios sociales

Cuando se habla en el lenguaje cotidiano de los objetos artificiales y de su producción, se suelen distinguir dos grupos de productos que no aparecen como tales en nuestra clasificación de los Objetos Tecnológicos: los bienes y los servicios. Lo que, un tanto superficialmente, se clasifica como “bienes” se identifica aproximadamente con el primero de nuestros agrupamientos. En cambio, como estableceremos más adelante (en esta misma sección y también en el capítulo 9), casi todos los “servicios” constituyen partes del autoproceso de otros Objetos Tecnológicos. Sin embargo, de esta clasificación se exceptúan los servicios sociales, que si constituyen un grupo de Objetos Tecnológicos con características diferenciables. También existen los servicios genuinamente “personales”, como los que prestan los profesionales independientes. por ejemplo, los abogados, el servicio doméstico, los peluqueros y otros grupos similares. En la actualidad, estos servicios tienden a ser prestados por empresas especializadas y se va perdiendo la independencia de los que los prestan. El ejemplo más claro de este proceso es el de los prestadores privados de servicios de salud,

Los servicios sociales como Objeto Tecnológico se agrupan en grandes sistemas, que son subsistemas del sistema social general, y cumplen allí ciertas funciones específicas. Entre estos servicios se incluyen el sistema educativo, el sistema de salud, el previsional, los de la administración de justicia, seguridad, defensa, recaudación fiscal, etc. Entre esos “etcétera” podemos intentar incluir servicios como los del transporte colectivo y el correo, pero allí habría que discutir la diferencia sutil que existe entre el servicio en sí y la red, que en esos casos constituye la parte esencial de su infraestructura.

Cada uno de estos servicios es prestado por una o más organizaciones pero, en este contexto, también es necesario diferenciar entre éstas y las funciones que cumplen para la sociedad, La dificultad de esta diferenciación está atestiguada por la frecuente deformación burocrática de tales organizaciones que consiste en que a organización se transforma en un fin en si mismo en detrimento del cumplimiento de

su función como servicio social. En todos los casos, se trata de organizaciones jerárquicas, generalmente descentralizadas. Sus funciones son esenciales a la existencia misma de las sociedades complejas, y hay un debate pendiente acerca de si deben ser rentables en tanto se las considere actividades económicas. De allí la cuestión de su prestación

—eventualmente subsidiada— por la actividad privada, que persigue fines de lucro. En este último tema, es evidente que algunos de dichos servicios son más “privatizables” que otros. De todos modos, las inversiones en el funcionamiento de los servicios sociales siempre son de gran magnitud y su extensión es una de las medidas

de la distribución del producto social en la población.

Los servicios sociales generalmente tienen un alto grado de visibilidad, ya que se extienden a prácticamente toda la población, manejan una parte sustancial del producto económico de la sociedad y son fuentes importantes de poder sobre la misma. De ahí surge que los servicios sociales suelen estar en el centro de gran parte de las luchas políticas que tienen lugar en la mayoría de las sociedades modernas.

Para el desempeño de sus funciones, los servicios sociales precisan una infraestructura organizativa y material. Ya hemos mencionado la primera: las organizaciones son en general jerárquicas y pueden estar más o menos descentralizadas en su funcionamiento efectivo. En algunos casos, parte de la prestación se hace tradicionalmente a través de empresas privadas —como ocurre con las escuelas y las clínicas; aunque aun en estos casos existe una supervisión estatal y, por lo menos en teoría, cierto control de calidad. En la Argentina, en años recientes, el correo y parte de los servicios de seguridad han sido privatizados. En otros de los servicios sociales —particularmente los de justicia y defensa— se estima que tal privatización es imposible e indeseable. Se trata, evidentemente, de una fuerte polémica política y doctrinaria.

En cuanto a la infraestructura material, está compuesta por Objetos Tecnológicos pertenecientes a varias de las categorías restantes:

edificios, redes y equipos de comunicaciones, equipos e instrumentos de todas las clases posibles —desde camas de hospital y equipos de rayos X, en el caso de los servicios de salud, hasta uniformes y armas en el caso de los servicios de seguridad y defensa.

Tomando como ejemplo el sistema educativo, destaquemos que la educación que la sociedad presta a su población consiste en la trans

misión y reproducción de los contenidos más explícitos de la cultura predominante y de las actitudes culturales que el sistema mismo considera deseables. También implica la transmisión de conocimientos y habilidades que deben brindar a los miembros jóvenes de la sociedad la posibilidad de incorporarse a las diferentes actividades productivas. Además se transmiten implícitamente actitudes que en lo manifiesto se consideran indeseables, con lo que a veces se crean conflictos por incompatibilidades entre los hechos y las palabras.

Estas funciones se ejercen sobre los jóvenes a lo largo de numerosos años de permanencia en el ámbito del sistema educativo; permanencia cuyos tramos iniciales son de incorporación obligatoria y que está subdividida en niveles según los grupos de edad, que corresponden a objetivos diferentes en cada uno de estos niveles. En el pasado, la escuela servía también como medio de promoción y ascenso social, ya que la posesión de un diploma aseguraba el acceso a mejores oportunidades laborales. En la actualidad, esto lamentablemente ya no parece ser el caso.

Es interesante seguir la evolución histórica del sistema educativo en el mundo moderno. Juntamente con la evolución económica y tecnológica de los últimos dos siglos, a partir de la revolución industrial se ha visto un rápido cambio de una sociedad en la que la mayoría de la población era rural y analfabeta y la educación formaba parte del privilegio de los ricos. Recién a principios del siglo XX se llega a hacer obligatoria la enseñanza primaria. Desde mediados de siglo se generaliza la educación secundaria, con tendencia a que sea obligatoria. En muchos empleos ya se comienza a requerir estudios terciarios y es probable que, a medida que nos internemos en el siglo entrante, aumente la demanda de estudios cada vez más avanzados. Esta tendencia tiene dos aspectos: por una parte, responde a la necesidad de una fuerza de trabajo capacitada a niveles cada vez más altos; y por la otra, ante la creciente automatización de las tareas, disminuye la demanda de trabajadores y entonces la escuela tiene una función secundaria, servir como “guardería” de adolescentes y jóvenes adultos para postergar su ingreso al mercado de trabajo. Todo esto no es necesariamente contradictorio con el párrafo anterior, ya que el acceso a las oportunidades de trabajo de mejor calidad está cada vez más vedado a los que provienen de las clases menos favorecidas de la sociedad, que corren serios riesgos de ser cada vez más marginadas.

En los primeros niveles del sistema, la asistencia de todos los niños es explícitamente obligatoria. En los niveles intermedios es considerada indispensable para el desenvolvimiento posterior. En los niveles superiores, en nuestro nivel de desarrollo económico, aún no es un requisito laboral para la mayoría de los puestos de trabajo disponibles; y, por otra parte, es alternativamente considerada un privilegio o un derecho, y existe una polémica instalada acerca de si es una cosa o la otra.

En cada uno de los niveles hay escuelas que están estructuradas en un sistema dual. Hay un sistema público, estatal, organizado por cada provincia bajo la coordinación del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, En cada uno de los niveles hay también escuelas privadas. que a veces gozan de subsidios del Estado, pero que en todos los casos deben responder a las directivas generales y al control emanado del Gobierno. Cada provincia tiene su propia estructura jerárquica, con su Ministerio o Consejo de Educación, su dirección de infraestructura escolar, su zonificación, su supervisión, una dirección en cada escuela y grupos de alumnos a cargo de docentes. Paralelamente, existe un sistema metaeducativo' que educa a los educadores y que se regula mediante un sistema de evaluación que tiene, por Lo menos en principio, la misma estructura que un sistema de control por realimentación, En los hechos esta realimentación no es muy efectiva y sus tiempos de respuesta son muy largos. Resulta así la fuerte polémica que se desata alrededor del cuestionamiento de la calidad de la educación impartida y de su adecuación a las exigencias de la economía actual y futura.

En el caso argentino, y latinoamericano en general. es tradición la autonomía de las universidades con respecto a la autoridad gubernamental; de ella deriva toda una serie de características, como el cogobierno y cierto grado de autarquía financiera. Sin embargo, estas características inciden sobre todo sobre su funcionamiento como organizaciones y sólo afectan secundariamente su accionar como servicios sociales.

Para cada uno de los demás servicios sociales se podría hacer un análisis parecido al que hemos esbozado para el sistema educativo. Es evidente que, en el período presente, estos servicios sociales están atravesando situaciones de crisis y grandes cambios derivados de la evolución de la sociedad argentina en particular y de la situación internacional del país. Por ejemplo, la creciente integración de la Argentina en una unidad económica mayor implica, entre otros cambios, una redefinición de la función de defensa. No en vano, las fuerzas armadas no han encontrado aún una hipótesis de conflicto" plausible que jus

tifique su existencia. Igualmente, el desempleo y la prolongación de la esperanza de vida han sumido al sistema previsional en una crisis estructural, ya que maneja una transferencia de medios financieros de los sectores productivos de la sociedad a los pasivos, cada vez más numerosos.

### **La banca, el comercio y otros "servicios": el sector terciario**

Hemos dicho más arriba que estas clases de servicios forman parte del autoproceso de otros Objetos Tecnológicos y que, por tal motivo, no merecen una consideración especial en este capítulo. Sin embargo, su importancia cuantitativa es de tal magnitud que estas afirmaciones requieren una justificación.

Tradicionalmente, la estructura económica de un país se suele subdividir en tres sectores: el primario, fundamentalmente agrario, dedicado a la producción primaria de alimentos para todos y en el que también se incluye la minería. El secundario, la industria, o sea la producción de "bienes". Y el terciario, constituido por los servicios en los cuales se suele incluir, no sólo lo que nosotros llamamos los servicios sociales y los servicios llamados 'personales. sino también: la banca y el comercio, la distribución de bienes a granel" —como la energía o las comunicaciones— y el sector que produce y distribuye información —como son los medios de difusión masiva, la prensa tanto escrita como oral y televisiva.

Históricamente se han producido importantes transferencias de recursos humanos de un sector económico a otro. Antes de la revolución industrial, la población rural era ampliamente mayoritaria en todos los países. Durante el siglo XIX se produjo el importante crecimiento de la industria y la población rural disminuyó a menos de la mitad de la población total en los países que encabezaron dicha evolución. En nuestros días se está produciendo un nuevo trasvasamiento sectorial ya que ha aumentado de tal manera la productividad de la industria que, aunque de ninguna manera ha disminuido la producción industrial, ésta ocupa una parte cada vez menor de la población activa, que se ha ido desplazando hacia el sector terciario<sup>17</sup>. Se estima que, en los países más desarrollados, el sesenta por ciento de la población activa está ocupada en el sector terciario y un porcentaje similar del producto social bruto proviene de ese sector. Este porcentaje abarca

actividades muy variadas, desde la banca al turismo, abarcando también aquellos 'servicios' que nosotros no distinguimos del autoproceso de los bienes materiales —como el comercio— pero que son distintos de la producción material de tales bienes.

Este fenómeno se debe a dos causas: el ya mencionado aumento espectacular en la productividad del trabajo en la industria, debido a los avances tecnológicos, la automatización y la robotización que expulsan operarios de



esos sectores; y el también importante aumento de las actividades económicas más vinculadas a la información que a los objetos materiales. A estas actividades, muchas de las cuales forman parte del autoproceso de la información, a nuestro criterio, erróneamente, se las califica como servicios”.

Esto involucra también el importante y cada vez más decisivo sector bancario, que administra el capital requerido por todos los demás sectores, y también el comercio en todas sus modalidades. Estas últimas, por lo demás, cambian rápidamente, ya que somos testigos de cómo, en pocos años, se está pasando del comercio de barrio a los hipermercados y de allí a la comercialización por Internet.

Y, con ciertas dudas...

## **El arte y los objetos para el culto**

En esta sección se trata de hacer un poco de honor al subtítulo de este libro, que se refiere a la artificialidad en general, aunque sobre todo hemos hablado, y lo seguiremos haciendo, de los sistemas tecnológicos. La consideración de los objetos de arte como Objetos Tecnológicos toca los sutiles límites, difíciles de definir, que existen entre la Tecnología en el sentido amplio que le damos y otros ámbitos de la cultura. Hemos dicho que la Tecnología perviene la cultura. No hay ningún ámbito de ésta donde no se haga sentir aquélla al punto que hay culturas extinguidas que sólo conocemos por sus artefactos, los que, sin embargo, arrojan cierta luz sobre los aspectos no tecnológicos de sus creadores

Por otra parte, aún sobreviven numerosas culturas arcaicas en las cuales el nivel tecnológico es muy primitivo mientras que sus estructuras sociales son complejas y sutiles, mostrando la relativa independencia entre dichas estructuras y los Objetos Tecnológicos que estas culturas producen.

En cuanto a los objetos de culto, cualquiera sea el nivel global de la cultura que los produce, muchos de ellos, al margen de su función espiritual “pura”, también tienen carácter instrumental, ya que una de las múltiples funciones del culto religioso es instrumental: lograr que la Divinidad o los espíritus se muestren favorables a lo que interesa a los humanos, sea ello la obtención de mejores capturas, la caída de oportunas lluvias, la destrucción de los enemigos o el logro de un empleo.

El arte también puede haber sido en parte instrumental, pero debemos admitirlo como una actividad independiente, particularmente a la luz de grandes obras de arte de la Antigüedad y de todos los tiempos posteriores. En la Antigüedad, el arte era casi siempre publicitario, estaba al servicio de la glorificación de los reyes o de los dioses. En la Edad Media, el arte estaba fundamentalmente al servicio de Dios y de la Iglesia. Recién en el renacimiento se descubrió la personalidad del artista y en el romanticismo sus impulsos internos adquirieron el derecho de expresarse. En la actualidad predomina nuevamente el arte utilitario, en forma de publicidad, aunque el arte como fin en sí mismo tiene un importante mercado y por lo tanto subsiste.

Por otra parte, los objetos de arte nos acercan nuevamente a las consideraciones de Ortega y Gasset acerca de la búsqueda de un proyecto de vida y de la necesidad de lo superfluo que hemos señalado más arriba. Se destaca aquí que mientras el reemplazo del trabajo humano por las máquinas y otros sistemas tecnológicos deje al humano cada vez más tiempo libre, las actividades artísticas, deportivas, lúdicas y otros tipos de actividades “superfluas” —en el sentido de Ortega— tomarán una relevancia cada vez mayor. Ya en la actualidad, las industrias que producen tales productos tienen una importancia económica creciente, en comparación con las antiguas industrias primarias y secundarias. Por ejemplo, en varios países, el turismo es una de las actividades económicamente más importantes y la de los equipos para deportes moviliza, no sólo muchos miles de millones de dólares, sino enormes esfuerzos destinados al desarrollo de nuevos materiales.

En cuanto a las obras de arte hay que diferenciar dos aspectos, ya que toda obra de arte tiene un soporte material con el que se identifica sólo en parte. Volviendo a la clasificación aristotélica, podemos decir que en una obra de arte la causa material se subordina a la causa

formal. Un libro, por ejemplo, es un Objeto Tecnológico, producto de una industria: la de la edición y la impresión. Pero, además y sobre todo, es un producto sólo justificado por su parte espiritual o simbólica, su contenido. En las demás artes pasa lo mismo: un cuadro es pintura sobre tela, pero es también la expresión de la emoción del artista, tanto la parte material como la espiritual son inseparables. El cine es tal vez el ejemplo más

completo de lo que decimos: es el producto de una gran industria en la que intervienen numerosos componentes tecnológicos para plasmar una obra de arte que habla a nuestro espíritu.

En la obra de arte existe una complementariedad entre la expresión artística y los medios de que se vale. Tenemos aquí un nuevo caso de enantiopoesis. Una sinfonía es imposible sin la producción de instrumentos musicales de alta calidad y el rock es enantiopoiético con la tecnología electrónica del sonido. Este tema plantea interesantes problemas al análisis de los sistemas tecnológicos.

Es indudable que al considerar la artificialidad en su conjunto hay numerosas actividades y objetos que se relacionan con el arte y la estética en general. Entre los diferentes grupos de objetos artificiales existen numerosas relaciones estéticas, ya que toda expresión artística requiere de una tecnología para materializarse y todo Objeto Tecnológico posee una expresión artística, que se condensa en lo que podemos denominar “estilo”.

## El dinero

El dinero pertenece al dominio de existencia de la información y, por lo tanto, no es, en el fondo, un Objeto Tecnológico de una nueva clase. Sin embargo, dada su posición singular como intermediario y símbolo universal del valor de cambio, merece una breve mención en este capítulo.

El dinero es información acerca del poder económico de su poseedor o del que lo controla, pero a la vez es una clase de información que trata de disimular su carácter y de parecerse a algo más material”. En particular, es fundamental que el dinero no se pueda crear ni destruir, ya que entonces se destruirían las bases del sistema fiduciario en que se basa la existencia del sistema económico.

En épocas pasadas, el dinero estaba representado por objetos materiales, sobre todo las monedas de metales preciosos, que fueron

usadas como bienes de cambio. En otras culturas, el mismo papel era desempeñado por conchillas o por granos de cacao. Posteriormente, las monedas fueron reemplazadas por documentos que afirmaban que el emisor entregaría las monedas a todo aquél que presentara ese documento a su “cobro”. Con eso, todo el sistema ya se basaba en la confianza que inspiraba el que firmaba ese papel. IB Luego, los países poderosos abandonaron el patrón oro’ y el “cobro” se hizo virtual. En la actualidad, esta tendencia se ha intensificado y el dinero es cada vez más abstracto. En un futuro próximo, todas las transacciones se harán mediante tarjetas magnéticas y ya no existirá el dinero como lo conocemos.

Desde sus orígenes, el dinero fue sólo una medida universal del valor que servía para facilitar el intercambio de bienes, al permitir una medida homogénea del valor de los bienes intercambiados. En las economías precapitalistas, un intercambio comercial consistía en la entrega de bienes por dinero y éste se entregaba a cambio de otros bienes:

bienes —\* dinero —~ bienes.

El sistema económico capitalista ha producido una inversión de los términos de esta ecuación del intercambio, en lo que Marx califica como la transformación del dinero en un fetiche.<sup>9</sup> La posesión de los bienes para su uso ahora ya no es el motivo esencial del intercambio, sino que los bienes mismos sólo son los intermediarios en el intercambio de dinero:

dinero —\* bienes —+ dinero.

Desde el punto de vista empresario, los bienes ya no se producen con el fin de satisfacer una necesidad, sino que la motivación es, sobre todo, el lucro. Podemos decir que la satisfacción de las necesidades es un subproducto de la acumulación de capital. Es evidente que este modo de operar es de una eficacia muy grande, ya que es, justamente, el sistema capitalista el que ha producido la enorme expansión de la producción de bienes que caracteriza nuestra época. Pero también es evidente que el sistema presenta inestabilidades considerables. La especulación financiera, la búsqueda del lucro aprovechando estas inestabilidades, provoca que el sistema financiero mundial se comporte como lib sistema cibernético con realimentación positiva (véase capítulo 8),

que parece ser inherentemente inestable, como lo muestran los frecuentes sobresajtos a los que se ve expuesto el funcionamiento de la “economía real”, sobre todo al globalizarse los mercados gracias a las redes

informáticas. Se afirma que los montos negociados por esas vías ascienden a varias veces el valor real de los bienes representados por ese mercado. Los organismos financieros internacionales, como el FMI, hacen lo que pueden para reforzar los elementos estabilizadores del sistema.

En la Antigüedad, el antropocentrismo filosófico era explícito: “El Hombre es la medida de todas las cosas”, decía Protágoras. En la actualidad, este dicho ha perdido gran parte de su validez. Ahora podemos decir sin ironía, aunque con tristeza: “El Dinero es la medida de todas las cosas”. El rol central del dinero trae aparejadas numerosas paradojas, ya que paulatinamente, en el imaginario colectivo, ocupa el lugar del mundo real, lo determina en gran medida y llega a ser más real que éste. Los criterios económicos toman el lugar de los conceptos éticos, y aun de los criterios de supervivencia de grupos humanos enteros, y sólo se logra imponer tales criterios cuando ello beneficia económicamente a alguien. Lo grave es que todo eso no se debe a que los seres humanos individualmente carezcan de principios morales, sino que es la consecuencia inevitable del sistema económico dominante, ya que la causa final de las empresas es ganar dinero y sus dirigentes serían rápidamente desplazados por los accionistas si no lo hiciesen eficientemente

Esta conclusión puede llegar a tener consecuencias trágicas en lo que respecta a las medidas que se hacen imprescindibles frente a los peligros que amenazan, no ya a grupos o regiones aisladas, sino al equilibrio ecológico de nuestro planeta. La necesidad de tomar medidas colectivas para combatir la contaminación ambiental implica costos que todos son reacios a aceptar; los gobiernos se ven obligados a legislar apelando al interés pecuniario de las empresas, ya que el mero interés comunitario se hace jurídicamente casi indefendible en la práctica. Contra eso conspira que los causantes de los desequilibrios ecológicos y de la contaminación pocas veces son los que sufren sus consecuencias. Por ejemplo, si la emisión de gases invernadero no se logra controlar en los próximos años, es probable que se produzcan cambios climáticos que afectarán a cientos de millones de personas; aunque probablemente no afectarán a los responsables de tomar las

decisiones necesarias para impedir que esos cambios se produzcan, como son los grandes intereses petroleros y los millones de usuarios de automóviles.

También la desocupación y la marginación social son una consecuencia muy grave de este sistema, ya que la desocupación, al presionar sobre los salarios, es funcional a la eficiencia económica global del mismo. De allí la dificultad de encontrar mecanismos de ayuda a los desocupados y el fracaso de las tentativas de legislar sobre la creación de empleo.

## Los sistemas legales y políticos

Otra clase de objetos artificiales, que forman parte de la cultura de una sociedad pero están más allá de lo que podemos legítimamente llamar Objetos Tecnológicos, son los sistemas de gobierno y los códigos de leyes. Aquí nos acercamos a cierta clase de sistemas que, más adelante, llamaremos formoles. Se parte de una serie de principios políticos, basados en postulados éticos, y en teoría se deduce de ellos una serie de consecuencias que se codifican en forma de normas de diferentes niveles, a las cuales se agregan luego sistemas organizativos conducentes a lograr su cumplimiento.

Una lectura mecanicista de tales procedimientos podría asimilar su funcionamiento al de una máquina virtual, a la cual ingresan situaciones como insumos y salen sentencias como productos. Así, por ejemplo, nuestro sistema de gobierno parte, al menos en teoría, de una serie de postulados como el principio republicano, la Declaración Universal de los Derechos Humanos, el principio de la división de poderes, etc. De estos postulados se deducen instituciones, luego, normas de comportamiento y finalmente, instrucciones para proceder con los que no cumplen con esas normas.

En este análisis de los sistemas de gobierno como Objetos Tecnológicos, como en el caso de los servicios sociales, nuevamente es necesario hacer una distinción entre tales sistemas abstractos y las organizaciones en los que toma forma su operación en la práctica. Estas organizaciones, como por ejemplo un ministerio, tienen todas las características que hemos señalado al describir las organizaciones en general como Objetos Tecnológicos; pero su función y su funcionamiento en un sistema social y político determinado reflejará las características

generales de ese sistema político. Una oficina pública no puede funcionar internamente del mismo modo en un régimen autoritario que en una democracia consolidada.

En este esquema también es posible efectuar un análisis sistémico de las relaciones entre los sistemas de

leyes y los sistemas de imposición de las mismas, y se puede buscar la existencia de contradicciones e incompatibilidades entre los fines de una estructura dada y los medios de que se vale la sociedad, o partes de la misma, para lograrlos. Teóricamente sería posible aplicar aquí la metodología finalista que más adelante llamaremos descendente, o top-down, que permite pasar de los fines sociales a los medios que permiten alcanzarlos. En *La República*, Platón nos propone este tipo de análisis, el que sería justamente denunciado como “tecnocrático” y probablemente terminaría en una tiranía totalmente reñida con sus objetivos iniciales. Generalmente, los códigos se construyen en una lucha política —lue a veces llega a ser violenta— entre aquellos principios y las estructuras de poder preexistentes, cuyo fin, explícito o implícito, es autopropetarse. Pero este es, evidentemente, un campo que escapa a un texto como éste.

Es un tema apasionante estudiar si las religiones, como grandes estructuras axiomáticas y axiológicas, son pasibles de un análisis sistemático. Se trata de un tema que seguramente despertaría polémicas, ya que los fieles de cada una de las religiones o subreligiones proclama su origen divino y, por lo tanto, trascendente. Sin embargo, en tanto se trata de estructuras de relaciones humanas, las organizaciones religiosas y sus sistemas de creencias son accesibles al análisis sistémico.

## **Las acciones tecnológicas. Los procesos**

Al comenzar este capítulo, dijimos que se podía ordenar el mundo de lo tecnológico según dos ejes —el de los Objetos Tecnológicos y el de las acciones tecnológicas— y elegimos usar el primero como primario. Para completar nuestro cuadro, debemos ahora ubicar el segundo eje, el de las acciones tecnológicas, o técnicas.

Según Quintanilla<sup>10</sup>, quien utiliza las acciones tecnológicas o técnicas como eje principal de sus teorizaciones acerca de la Tecnología, las técnicas son sistemas de acciones humanas intencionalmente orientadas a la transformación de objetos concretos para conseguir, de

forma eficiente, un resultado valioso. Esta definición incluye algunos términos que resulta necesario definir, como concreto, “eficiente y valioso”. Nosotros admitiremos también como técnicas las acciones sobre objetos conceptuales tal como se hacen en las primeras etapas del diseño de un objeto, por más concreto que luego sea éste. El término eficiencia remite a la medida en la cual el resultado de la acción tecnológica se obtiene con una apropiada economía de recursos. Esto se refiere a la racionalidad de la técnica, en el sentido pragmático de ese término, es decir, de la adecuación de los medios a los fines, algo que se describiría mejor con el término “eficacia”. Y el valor del resultado puede llevarnos (trivialmente) a la economía; o, menos trivialmente, a la axiología y de allí a la ética.

Para nuestros fines, nos parece mejor adoptar una definición más abarcativa, y, a la vez, más precisa: diremos que una acción tecnológica es un acto humano intencionalmente orientado a la creación, transformación, transporte, almacenamiento o destrucción de Objetos Tecnológicos de cualquier índole. Con esta definición estamos poniendo en el foco principal de nuestra atención los Objetos Tecnológicos. Sin embargo, esta opción es metodológica y no filosófica, ya que, como lo hemos señalado más arriba, en el comienzo fue la acción”. Pero la acción tecnológica se ejerce sobre los objetos, por lo que se trata de una relación enantiopoiética, y lo único que varía es el punto de vista desde el cual acordamos mirar un fenómeno complejo.

Nuestra definición de acción tecnológica coincide, en términos generales, con el concepto habitual de técnica, palabra a la que se suele dar un significado afín con método o procedimiento. Así se habla de las técnicas que emplea un trabajador para realizar su trabajo, sea manual o intelectual; de la habilidad técnica de un artesano o de las técnicas de cálculo empleadas por un ingeniero. También el artista, el psicólogo clínico o el deportista disponen de técnicas en su actividad, cada una de las cuales es una sucesión de acciones tecnológicas. Preferimos, sin embargo, evitar el debate acerca de la vinculación entre los conceptos de técnica y de tecnología, palabras que en algunos idiomas se usan como sinónimos y que en algunos contextos se suelen confundir<sup>2</sup>

Las acciones tecnológicas tienen diversos niveles de complejidad. Rara vez se trata de actos aislados, como podría haber sido la resignificación de la rama al transformarse en garrote en manos del hombre

primitivo. Las acciones forman parte de tareas, que se agrupan en operaciones, y éstas, en procesos que son secuencias de tales acciones.

Es posible considerar los procesos como estructuras organizativas formadas por relaciones o acciones

secuenciales en las que participan ciertos objetos y en las que pueden intervenir, directamente o no, actores humanos. Esto requiere ciertas aclaraciones, ya que si bien las acciones tecnológicas están en la base misma de la creación tecnológica primigenia, con el invento de los sistemas automáticos han aparecido acciones tecnológicas y procesos en los que el humano ya no interviene directamente. Por lo tanto, la definición de acción tecnológica ya no lo incluye necesariamente. La excepción de esto es la creación de nuevos Objetos Tecnológicos: el diseño. También es una excepción la creación de estructuras significativas por parte del niño que aprende a conocer el mundo y su posición en él a través de la manipulación. La importancia formativa de esta acción tecnológica no se puede exagerar. De allí la importancia de que se aprenda Tecnología” desarrollando proyectos <este tema se tocará nuevamente en el capítulo II).

En la definición de proceso interviene la palabra “secuencial”, que involucra el tiempo. Más adelante veremos cómo los procesos tecnológicos estructuran el tiempo y el espacio, y en ese lugar veremos algo más acerca de las alternativas de este ordenamiento secuencial, que no necesariamente implica un orden lineal.

Existe una especialidad, la ingeniería de procesos, que diseña tales estructuras y objetos materiales, entre los cuales se cuentan las fábricas y otras instalaciones industriales, que les dan un ámbito de ocurrencia, un substrato material, pero que no son el proceso en sí. También la producción de cualquier otro Objeto Tecnológico constituye en general un proceso, cuya gestión es una de las ramas de las tecnologías llamadas ‘blandas’.

Hay procesos de muchos tipos. Los grupos más importantes son los procesos productivos, constructivos y administrativos. En estos últimos se establecen métodos y normas que deben seguirse para que las tareas administrativas cumplan su función de facilitar el cumplimiento de las diversas etapas de la producción y no se constituyan en trabas para su realización (burocracia).

Como veremos más adelante, todo Objeto Tecnológico recorre un proceso. en cuyo transcurso entra en contacto con varios tipos de actores, quienes ejecutan sobre él o en relación con él varias funciones, que van desde su diseño y fabricación, pasando por su distribución y uso, hasta su desecho. Llamaremos a este proceso, el proceso propio o autoproceso de ese Objeto Tecnológico. A veces, este autoproceso comienza mucho antes de que exista el objeto mismo, y puede terminar mucho después de la vida útil de éste.

El autoproceso de un Objeto Tecnológico será, por definición, el conjunto de todas las acciones tecnológicas que se relacionan con ese objeto. Estas son de varias clases porque la posición, y por ende la actitud del ser humano que entra en contacto con él, es variable. Un Objeto Tecnológico recorre un proceso de concepción, diseño, fabricación, distribución o puesta en servicio, uso y desafectación y desguace o disposición final. En cada una de las etapas de este proceso intervienen personas que tienen ante el objeto actitudes diversas. La mirada que sobre el objeto lanza el fabricante no es la misma que la del usuario, porque sus intenciones y sus finalidades —sus causas finales— son diferentes. Este hecho se debe manifestar en todos los aspectos del producto mismo porque un Objeto Tecnológico debe tener en cuenta estas diferentes finalidades desde su diseño. Para mencionar tan sólo un pequeño ejemplo de estas visiones diferentes: el diseñador debe tener en cuenta, entre muchos otros detalles, la facilidad de acceso a ciertas partes internas de un aparato para su montaje primero y su eventual reparación después, mientras el comerciante que lo vende pondrá mayor énfasis en su presentación y en su precio y el usuario, en sus prestaciones en función de su necesidad.

Según las situaciones específicas en las que se efectúe el análisis del autoproceso de un Objeto Tecnológico, podrá contener segmentos del autoproceso de los insumos que serán utilizados en su producción. Esto, que formará parte de la estructuración significativa de los elementos relacionados con el autoproceso, da gran flexibilidad al concepto. Sin embargo, en el capítulo próximo veremos que todo sistema se define, en parte, mediante sus límites, de modo que al definir esta estructuración significativa deberemos ser muy prolijos y precisos.

Para analizar las acciones tecnológicas vinculadas a un Objeto Tecnológico determinado se puede tomar su autoproceso y estudiar en detalle las acciones y actitudes de todos los actores en cada una de las etapas de ese proceso (dedicaremos todo el capítulo 9 al estudio de los procesos).

## Las fábricas

En el cruce entre tres de nuestros grandes grupos de Objetos Tecnológicos —los instrumentos, las organizaciones y los procesos— se encuentran las fábricas, entidades complejas en las que ocurren los grandes

procesos productivos y que no constituyen un grupo separado de Objetos Tecnológicos porque los incorporan a todos.

Una fábrica moderna de cierta complejidad reúne en si todos los aspectos de la mayoría de os diferentes tipos de Objetos Tecnológicos que hemos discutido en las páginas anteriores. Son, en primer lugar, la materialización de un proceso; son, además, conjuntos de nstrumentos y objetos materiales, son organizaciones que racionalizan el esfuerzo de numerosos actores humanos, incorporan diversos tipos de redes en su estructura, manejan materiales, energía e informacion y se prestan como ejemplos para un análisis sistémico como los que hemos de realizar en los capítulos que siguen.

Lo mismo se podría decir generalizando de la fábrica a la empresa moderna, Pero es la empresa industrial, y su razón de ser, la producción industrial, la que ilustra el concepto con más claridad que, por ejemplo, una institución bancaria o una empresa de servicios

**Fig. 7: Moderna planta industrial: Ailenco S. A., en Zárate, Buenos Aires.**



### Notas

1. M. A. Quintanilla: Tecnología: un en foque filosófico. Eudeba. 1991.
2. R. Core: Notionol Ceographic, mayo 1997.
3. En 1877. Citado en C. Mitcham: Thinking trough Techno(ogy. UniVersity of Chicago Press, 1994.
4. L. Mumford: Technics and civilization (reed). l-larcourt-Brace, 1963. La obra original apareció en 1934.
5. En Oklo se ha encontrado un yacimiento de minerales radiactien concentraciones adecuadas como pata que se dieran, hace al-  
guno~ millones de años, las condiciones de balance neutrónico para que se produjese una reacción nuclear en cadena similar a las que ocurren en un reactor. Este verdadero reactor nuclear natural” estuvo funcionando durante millones de años, y actualmente ofrece a los que estudian los problemas asociados a los residuos radiactivos un interesante laboratorio natural. Allí se encuentra, por ejemplo, que los temibles productos de fisión del uranio no migraron más que unos pocos metros en terrenos no especialmente impermeables. Esto permite acotar los eventuales peligros de contaminación radiactiva a largo plazo a la que un eventual repositorio subterráneo expondría a los ambientes cercanos a la ubicación de los residuos mismos.
6. Xenotnnsplantes: implantación de órganos de animales de otras especies en pacientes humanos. Si bien es

aún una tecnología incipiente, es probable que se logren superarlas barreras inmunológicas entre las especies. Se han hecho experiencias con corazones de babuinos en humanos que ofrecen ciertas perspectivas de éxito futuro.

7. En relación con estas últimas, cuando la justicia de los Estados Unidos autorizó el patentamiento de tales especies, definió judicialmente su carácter artificial. Según Quintanilla (op. cit.), su carácter de clases naturales creadas artificialmente legitima el planteo de tal patentamiento. Tenemos aquí un nuevo ejemplo de una secuencia en la cual el grado de artificialidad es cada vez mayor

8. Indudablemente, es necesario realizar una experimentación clínica exhaustiva sobre medicamentos nuevos. Esto se hace cuidando al máximo la seguridad de estos ensayos para los que participan, quienes deben dar su consentimiento previo.

Otro posible peligro de uso instrumental de seres humanos es el tráfico de órganos para trasplantes. Para evitarlo, se hacen gratuitamente y no se admite pagar por los órganos donados.

Por otra parte, la sangre, que se trafica desde hace años, en cierto momento fue un producto exportado en gran escala por Haití. El peligro de transmisión del SIDA ha puesto un freno a esta singular fuente de ingresos de uno de los países más pobres de la Tierra.

9. V. Bronstein: *Crisis de postgrado en Comunicación Organizacional*. Flacso y Fundesur, septiembre, 1997.

10. B. A. Bowen y W R. Brown: *Systems Design*, vol. 2. Ed. Prentice Hall, 1985,

II. PROM - programmable read-only memory. Se trata de dispositivos electrónicos materiales” en los cuales es posible introducir físicamente programas inalterables que luego son ejecutados. Es una interfase física y conceptual entre el software y el hardware que a la vez complica y clarifica la relación entre información y soportes. Algo comparable ocurre con el ADN y la secuencia de las bases que codifican físicamente y no simbólicamente la información genética.

12. Es interesante señalar que los “soportes” de la información también se han desmaterializado en la medida en que un programa “corre” solamente en el contexto o “ambiente” de otros programas de alto nivel, los sistemas operativos y los superprogramas interactivos como Windows”.

13. E. M. Coldritt: *El síndrome del pojar*. Ed. Díaz de Santos, 1994.

14. No existe un término en español para denotar el carácter de experto, equivalente al inglés “expertise”. Aquí proponemos el neologismo “experticia”.

15. Podríamos permitirnos un juego de palabras y decir que es un espacio químico...

16. El concepto tradicional de lo trágico consiste en que los personajes ven con toda claridad el destino ineluctable hacia el que se ven arrastrados sin poder evitarlo.

17. Esto es lo que significa el equivoco eslogan de “sociedad postindustrial”.

18. El sistema de convertibilidad da un paso más allá: el que firma el papel sólo promete que aquél que lo presente recibirá otro papel, firmado por otra persona, en la cual se tiene aún más confianza...

19. C. Marx: *El Capital*, Tomo 1, cap. 8.

20. H. A. Quintanilla: op. cit. pág. 33 y ss.

21. Por ejemplo, en francés y en alemán, lo que nosotros llamamos “Tecnología” se suele denominar “técnica”, en un sentido más amplio (technique o Technik, respectivamente). En la etimología griega de la palabra, “techne” es técnica; y Tecnología es el discurso sobre la técnica; pero techne” es también arte. En la literatura estadounidense, las palabras “técnica y tecnología” se usan como lo hacemos nosotros y como se ha hecho costumbre en español.