

MARCOS KAPLAN

# Ciencia, Estado y derecho en la tercera Revolución

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



# CIENCIA, ESTADO Y DERECHO EN LA TERCERA REVOLUCIÓN



En su primera edición esta obra apareció como tomo IV de la obra colectiva *Revolución tecnológica Estado y derecho*.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS

Serie E: Varios, Núm. 56

MARCOS KAPLAN

# **CIENCIA, ESTADO Y DERECHO EN LA TERCERA REVOLUCIÓN**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
MÉXICO, 2000

Primera edición: 1993  
Primera reimpresión: 2000

DR © 2000. Universidad Nacional Autónoma de México

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS

Círculo Maestro Mario de la Cueva s/n.  
Ciudad de la Investigación en Humanidades  
Ciudad Universitaria, 04510, México, D. F.

Impreso y hecho en México

ISBN 968-36-3081-2 (Obra completa)  
ISBN 968-36-3085-5 (Tomo IV)

## PRÓLOGO

Ciencia y tecnología, economía, sociedad, Estado y derecho y sus múltiples interrelaciones, son parte de una constelación problemática de muy alta significación para México y los otros países de América Latina. Su importancia se ha ido evidenciando cada vez más en los dos últimos siglos, como parte de los problemas y retos que para dichos países representan las situaciones de desarrollo insuficiente o inadecuado, y de dependencia externa, agudizadas más recientemente por las vicisitudes y crisis de diferentes intentos de crecimiento económico y democratización social y política, y por las implicaciones incalculables de lo que ha dado en denominarse globalización.

En ello ha tenido y tiene un papel central la serie histórica constituida por las tres revoluciones industriales y científico-tecnológicas. Éstas han tenido y tienen, cada vez más, múltiples impactos, efectos y rasgos (económicos, sociales, culturales, ideológicos, políticos), a la vez positivos y negativos, tanto internos en los países como en lo referente al sistema internacional en acercamiento a un orden mundial.

Las revoluciones industriales de los últimos dos o tres siglos, sobre todo la tercera actualmente en pleno despliegue, se identifican en grado creciente con un ascenso espectacular de la ciencia y la técnica como actividades e instituciones y fuerzas sociales de influencia cada vez más decisiva, y como componentes estructurales y dinámicos de valor cada vez más estratégico. Ellas afectan a todas las sociedades en todos sus niveles y aspectos: en las fuerzas y estructuras económicas; en la estratificación y la movilidad sociales; en la cultura y las ideologías; en los actores y conflictos políticos; en el Estado y el derecho; en los procesos de cambio, en el crecimiento cuantitativo y en el desarrollo integral; en los modos de interrelación de lo nacional, lo internacional y lo mundial de dependencia y autonomía.

Esta realidad histórica, grávida de avances y retrocesos, posibilidades benéficas o negativas de todo tipo, enfrenta a México y a los países latinoamericanos con una opción fundamental. Por una parte, se sostiene que

el progreso científico y tecnológico más o menos endógeno y autónomo es difícil, costoso, incierto, e incluso, virtualmente imposible para nuestros países. Se concluye que la alternativa sería el recurso de la imitación, la copia y el trasplante de la ciencia y la tecnología de los países avanzados. Por otra parte, posición con la cual me identifiqué, se sostiene la necesidad de un creciente grado de autonomía científica y tecnológica, como medio y como fin para una estrategia de desarrollo integral e independiente.

Reconocidas la vital importancia de la capacidad científica y tecnológica para la supervivencia y el desarrollo integral de México y América Latina, y la existencia de coacciones y desafíos al logro de esa capacidad, se requiere el análisis crítico, la propuesta de modelos y escenarios alternativos, y particularmente la evaluación del papel crucial del Estado y del derecho en todo ello. Lo cual a su vez necesita partir de un enfoque teórico y metodológico que sea adecuado para tales objetivos. Ello implica el rechazo de todo enfoque restrictivo, formalista y estático, y la adopción de otro que sea totalizador, concreto y dinámico.

A partir de este enfoque, la ciencia y la tecnología, en sus interrelaciones con la sociedad en general, y con el Estado y el derecho, puede y debe ser examinada englobando dos movimientos contradictorios pero entrelazados e interactuantes.

Por una parte, ciencia y tecnología nunca son entidades totalmente autónomas, aisladas y estáticas; no surgen ni se realizan exclusivamente por y para sí mismas. Son actividades e instituciones sociales, ligadas a otras actividades e instituciones, en las que se anclan, con las que interactúan, y cuyos condicionamientos sufren. Son condicionadas por una constelación de fuerzas, actores, relaciones, estructuras, procesos —de tipo económico, social, cultural, ideológico, político, militar, nacionales e internacionales—, presentes y operantes en una sociedad y época dadas. Aquéllos contribuyen a condicionar el movimiento general de la ciencia y la tecnología, sus avances y retrocesos. Ciencia y tecnología suelen tener una actuación menos motora que de aceleración y freno respecto a sí mismas y al conjunto social; más que generar el cambio, lo catalizan.

Por otra parte, a la inversa, ciencia y tecnología no pueden ser referidos de modo simplista a los aspectos correspondientes de las esferas económica, social y política, ni considerados como meros ecos o reflejos de aquéllas. Constituyen un aspecto y nivel con realidad, especificidad, autonomía y eficacia propias; con capacidad de retroacción sobre sí mismas

y sobre los aspectos, niveles e instancias que actúan como condicionantes externos a la esfera de aquéllas. Ciencia y tecnología pueden actuar sobre los otros niveles y aspectos de la sociedad y el cambio, como factores de estructuración, de movimiento y desarrollo, de desestructuración y de reestructuración.

Las consideraciones precedentes explican que, con el patrocinio compartido del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y de Petróleos Mexicanos, se haya realizado una investigación multidisciplinaria sobre *Revolución tecnológica, Estado y derecho*. He tenido a mi cargo la coordinación académica de la investigación y la autoría exclusiva de dos volúmenes.

Uno de los volúmenes a mi cargo es el titulado *Ciencia, Estado y derecho en las primeras revoluciones industriales*, que ahora se vuelve a publicar, dedicado ante todo a la formulación de un marco teórico y un esquema metodológico para el análisis de la compleja red de relaciones e interacciones, por una parte entre la ciencia y la tecnología, la economía, la sociedad, la cultura y el sistema político, y por la otra, entre aquéllas, el Estado y el derecho. Este marco teórico y el correspondiente esquema metodológico son utilizados para el análisis y evaluación de las dos primeras revoluciones industriales.

Otro volumen también a mi cargo, titulado *Ciencia, Estado y derecho en la tercera Revolución*, que también ahora se vuelve a publicar, traza un cuadro general de ésta, sus componentes, rasgos y efectos, y sus implicaciones para el Estado y el derecho.

Otros dos volúmenes contienen contribuciones sobre las incidencias jurídicas de la ciencia y la tecnología en problemas específicos (control del petróleo, derecho internacional, biotecnología, informática, derecho ambiental), que estuvieron a cargo de Miguel Ángel Fernández, Manuel Becerra, Ruperto Patiño Manffer, Álvaro Bunster, Sergio Matute y Héctor Fix Fierro.

La nueva publicación de los dos volúmenes de mi autoría reafirma el patrocinio a esta investigación por parte del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

Marcos KAPLAN  
*Ciudad Universitaria, México D.F., mayo de 2000*

## CAPÍTULO I

### CARACTERES Y TENDENCIAS

La Tercera Revolución, ya en despliegue por lo menos durante la Segunda Guerra Mundial y la primera fase de la posguerra, se identifica con un cambio científico y tecnológico sin precedentes, por su amplitud y su intensidad, su profundidad y su continuidad. Representa un conjunto de investigaciones científicas, de innovaciones tecnológicas y de multiplicación de formas productivas, en pleno desarrollo y con creciente vigencia. Ello sobre todo en lo que respecta a energía nuclear, electrónica, información y comunicaciones, telemática, biotecnología, materiales. La velocidad y la intensidad, la complejidad y los entrelazamientos, de los desarrollos científicos y técnicos, de sus impactos y de sus efectos directos e indirectos, se revelan en múltiples formas e indicadores.

La tasa de cambio científico, tecnológico y productivo es hoy más rápida que en toda la historia. Un 85% de todos los científicos que han vivido en el planeta están vivos hoy, con instrumentos avanzados y mayores potencialidades creativas. “Toda la Revolución Industrial —dice el Dr. Carver Mead, del California Institute of Technology— aumentó la productividad por un factor de alrededor de 100”, pero “la revolución microelectrónica ya ha aumentado la productividad en la tecnología de base informática por un factor de más de un millón, y aún no se divisa el final”.<sup>1</sup> El volumen de publicaciones, y el número de investigadores se duplica cada 10 años. Desde 1939 se gasta en ciencia el triple de dinero y esfuerzos dedicados para tal fin en toda la historia anterior. Los gastos gubernamentales de algunos países en investigación fundamental, en la década de 1950 y en la primera parte de la de los 60, se duplicaron cada 5 años. En las últimas décadas se han realizado más progresos científicos que en toda la historia anterior.

<sup>1</sup> Walter B. Wriston, “Technology and Sovereignty”, *Foreign Affairs*, New York. Council on Foreign Relations, vol. 67, núm. 2, 1988.

Si la tasa de progreso científico desde Newton continuara por 200 años más, serían científicos todas las personas del planeta, el ganado y los perros.<sup>2</sup> El conocimiento científico se duplica ahora cada 13 a 15 años.

Durante la Segunda Guerra Mundial el desarrollo científico se aceleró vastamente como resultado del esfuerzo bélico. Entre los descubrimientos e invenciones que alcanzaron aplicación práctica como resultado de la guerra (aunque todos tenían raíces en la investigación de preguerra) se contaron el caucho sintético, el radar, el DDT, la penicilina, la fisión nuclear, el avión a chorro, el helicóptero, los proyectiles balísticos, y la computadora electrónica digital. Después de la guerra, esta tecnología alcanzó rápidamente al público en los países desarrollados. El impacto acumulativo de los avances cambió el medio ambiente en modos fundamentales. No ha existido otro periodo de cambio tecnológico comparativamente tan veloz desde la Revolución Industrial o quizás ni siquiera desde la adopción de la agricultura unos 10,000 años antes.

En algunos casos, las invenciones o los descubrimientos no directamente implicados con el esfuerzo de guerra se volvieron en realidad más lentos más que acelerarse. Un ejemplo es la televisión. Pero después de la guerra, cuando se reinició el crecimiento de la televisión, ésta se volvió rápidamente ubicua en los países avanzados.<sup>3</sup>

Particularmente en las ciencias físico-naturales, el reto fundamental ha sido la absorción de los nuevos enfoques y conocimientos alcanzados hacia 1939, comenzando por el desarrollo de proyectos ya muy estimulados por la guerra: armamento nuclear, aplicación de la energía atómica a fines pacíficos, cohetes, aviación, exploración del espacio. A ello debe agregarse muchos de los fenomenales cambios en tecnología y en ciencia que no fueron previstos por la mayoría de los innovadores e investigadores.

Las tecnologías avanzadas, con personalidad y naturaleza propia, sus híbridos o combinaciones complejas, sus interrelaciones y proyecciones, el subsistema tecnológico global, están en permanente movimiento. No parecen tener límites físicos o estar cerca de ellos. Sus ritmos de crecimiento no se ven amenazados de desaceleración o estancamiento, y por el contrario tienden a la aceleración, y a las convergencias tanto verticales como horizontales. El movimiento propio de cada área esti-

2 Nigel Calder, *Technopolis-Social Control of the Uses of Science*, London, Panther Books, 1970.

3 Alexander Hellemans y Bryan Bunch, *The Timetables of Science - A Chronology of the Most Important People and Events in the History of Science*, New York, Simon and Schuster, 1988, pp. 490 y ss.



mula o refuerza el de las otras, y con ello el del “frente tecnológico” en su conjunto. Las convergencias de los procesos de producción, difusión y uso de tecnologías está ya en pleno desarrollo, y apunta a un siglo XXI esencialmente tecnológico.<sup>4</sup>

La Ciencia, y sus relaciones con la economía, la sociedad, la política y el Estado van experimentando cambios significativos o trascendentes en cuanto a sus modos de realización, la dimensión, la especialización y categorización, la imagen de sus practicantes y de los otros actores individuales y colectivos. Ello confluye y se manifiesta en el ascenso de la llamada *Gran Ciencia*.

Desde los comienzos y durante el curso de la Tercera Revolución, un número creciente de proyectos de investigación tiene costos de equipos, y de su operación y mantenimiento, que exceden los salarios anuales de los científicos participantes. Frecuentemente, el equipo necesario para el trabajo de un científico excede de 1 a 2 millones de dólares. Algunos megaproyectos tienen costos totales de equipamiento entre 4 y 8 billones de dólares. La Megaciencia se da en escalas económicas, y plantea necesidades y requerimientos que exceden la capacidad tanto financiera como tecnológica y de recursos humanos incluso de potencias y países altamente desarrollados. Se vuelve incluídible sustituir los proyectos individuales por los grupales; compartir equipos; organizar esfuerzos multidisciplinarios y multinacionales con la coparticipación de científicos con diferentes especializaciones y orígenes nacionales.<sup>5</sup>

El modo en que la ciencia fue conducida [...] cambió después (en algunos ejemplos durante) la Segunda Guerra Mundial. Antes de esa época, casi todos los avances podían ser adscritos a un individuo trabajando por sí mismo o con un solo socio o maestro. Después de la Segunda Guerra Mundial, se volvió la excepción más que la regla que un concepto o artefacto sería desarrollado por un solo científico, excepto en estudios de organismos completos y sus conductas y en matemáticas, que siguieron siendo la reserva del individuo. En otras disciplinas, los equipos hicieron todo.

Hubo buenas razones para este desplazamiento. Después de 1945, ya no fue posible tener un gran programa en físicas de las partículas sin

4 Juan Rada, “Impacto del cambio tecnológico”, *Ciencia y Tecnología*, Buenos Aires, Boletín de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la H. Cámara de Diputados de la Nación, núm. 6, 1989.

5 Ver Kenneth H. Keller, “Science and Technology”, *Foreign Affairs*, Council on Foreign Relations, New York, vol. 69, núm. 4, 1990.

aceleradores y detectores de partículas muy costosos. En menor grado, las mismas necesidades de equipos se experimentaron en otras ciencias “duras”. El equipo caro debe ser compartido para ser costeable. Aun en las ciencias de la vida subió el costo de la investigación. [...] Por añadidura, un fenómeno necesita con frecuencia ser examinado desde muchos ángulos antes de ser comprendido. Equipos interdisciplinarios cumplieron este requerimiento.

La ciencia se volvió grande también de otro modo. Existen hoy muchos más científicos, en números absolutos y como porcentaje de la población mundial, que en todo el pasado. Las razones para este crecimiento son complejas. Por una parte, la población mundial es mayor, y mucho menos de ella se necesita para producir alimentos y bienes manufacturados, librando más de la población para otros fines. Más instituciones percibieron la necesidad de científicos en sus personales,

en negocios, industrias, gobierno, las propias universidades y centros de investigación.

Más aún, los científicos en las instituciones de investigación están escribiendo más. Antes de los años de 1970, los científicos de alto nivel solían escribir unas dos docenas de artículos en su vida científica. Al ir aumentando la competencia por empleos entre los científicos, cada persona sintió la necesidad de escribir más de modo de hacerse más atractivos para los empleadores. En muchos casos, los resultados de la investigación fueron descompuestos en pequeños trozos que cada uno publicaba separadamente en uno de los miles de publicaciones disponibles hacia los años de 1980. En algunos pocos casos, las mismas presiones resultaron en fraudes, cuando algunos científicos publicaron resultados sin tomarse el tiempo y el esfuerzo de reunir o analizar los datos.

La mayor parte de los científicos, sin embargo, han estado produciendo mucho conocimiento, al grado que ninguno ha podido ya mantenerse actualizado en los detalles, e incluso sólo unos pocos generalistas han podido seguir las tendencias fundamentales en todas las áreas de la ciencia.

Ello ha resultado en otras tendencias, a la especialización, a la fusión de disciplinas, al surgimiento de disciplinas nuevas.

Desde el Renacimiento, ciencias y científicos se han ido especializando cada vez más, y esta diferenciación y dicotomización se han acentuado y vuelto especialmente significativas en la posguerra. La fusión de disciplinas se ejemplifica cabalmente en la Astrofísica, la Biofísica, la Físicoquímica, la Bioquímica, la Ciencia de los Materiales. Disciplinas nuevas emergentes después de la Segunda Guerra Mundial

son: Ecología, Etología, Limnología, Cosmología, quizás la Ciencia del Espacio.<sup>6</sup>

Los avances de la ciencia, de su peso específico e influencia, de la profesionalización y especialización crecientes de sus prácticas y resultados, han llevado consigo efectos inquietantes y negativos de diverso tipo, ante todo en las relaciones entre científicos y no científicos, y entre aquellos mismos.

[...] Muchas actividades se han vuelto especializadas al punto en que superan la capacidad de cualquier lenguaje para comunicarse efectivamente más allá de las franjas exclusivas de iniciados y expertos. El hombre de fines del siglo XX podría habitar lo que Marshall McLuhan llamó “una aldea global”, donde el conocimiento podría recibir transmisión electrónica instantánea de continente a continente. Y sin embargo, paradójicamente, la magia que hizo esto posible correspondió a dominios científicos y tecnológicos que, desde otro punto de vista, ejemplificaron perfectamente la completa fragilidad de la comunicación en algún sentido más profundo.<sup>7</sup>

La cuestión ha sido planteada con frecuencia como la brecha entre las “dos culturas”, sobre todo a favor de la famosa *Rede Lecture* de C. P. Snow (1959). Los intelectuales, toda la vida intelectual y una gran parte de la vida práctica de la sociedad intelectual, se habrían ido dividiendo en dos grupos polares,

comparables en inteligencia, idénticos en raza, no muy diferentes en el origen social, que ganaban más o menos los mismos ingresos, que habían dejado casi totalmente de comunicarse, que tenían tan poco en común, como si los separara un océano.

Dos grupos polares: en un polo [...] los intelectuales literarios, en el otro los científicos, y como los más representativos, los físicos. Entre los dos un golfo de mutua incompreensión —a veces (especialmente los jóvenes)— hostilidad y disgusto, pero sobre todo falta de comprensión. Ellos tienen una imagen curiosamente distorsionada del otro. Sus actitudes son tan diferentes que, aun en el nivel de la emoción, no pueden encontrar mucho terreno en común.

Los no científicos tienden a pensar de los científicos como insolentes y presumidos [...] Los no científicos tienen la arraigada impresión que los científicos son superficialmente optimistas, sin conciencia de la condición humana. Del otro lado, los científicos creen que los intelectuales

6 Helleman y Bunch, *The Timetables of Science...*, cit., pp. 490 y ss.

7 Michael D. Biddiss, *The Age of the Masses*, Penguin Books, 1977, pp. 338-339.

literarios carecen totalmente de previsión, peculiarmente despreocupados de sus prójimos, en un sentido profundo anti-intelectuales, ansiosos de restringir el arte y el pensamiento al momento existencial [...] De ambos lados hay algo que no carece totalmente de fundamento. Todo es destructivo. Mucho de ello se basa en malas interpretaciones que son peligrosas.<sup>8</sup>

El científico critica a los círculos supuestamente educados, por su ignorancia de las leyes físicas o biológicas; por su preferencia por el conocimiento fragmentario del arte o la literatura; por la ilusión de que se puede ser culto sin curiosidad por las ideas rectoras de la ciencia natural. Mientras tanto, la ciencia natural se ha caracterizado por la gran vitalidad, la capacidad de invadir las más importantes facetas de la vida cotidiana, y para estimular positivamente la creatividad en las ciencias sociales, la literatura y el arte.

La discusión simplemente en términos de las dos culturas era sin embargo engañosa. En particular, la cuestión real era a menudo la detallada fragmentación causada por la especialización sin precedentes en muchas esferas de la mente. Ello ponía a prueba al científico más severamente que a cualquier otro. Pues era probable que aquél experimentara dificultades en la comunicación no meramente con los no científicos sino también con muchos colegas [...] El problema se relacionaba sobre todo con el puro ritmo de avance. Éste era con frecuencia tal que cualquier disciplina científica particular podría estar generando nuevas teorías, conceptos, una jerga técnica, a una tasa a la cual pocos científicos de otras especialidades podrían fácilmente adaptarse.<sup>9</sup>

Pese a la marea de avances y logros de la guerra y la posguerra,

la ciencia no ha satisfecho las expectativas, tan difundidas un siglo antes, sobre su capacidad para inspirar alguna estructura de síntesis. Asombrosas realizaciones en áreas particulares no fueron suficientes para producir el tipo de cuadro total que parecía haber ido emergiendo antes de la época de Planck y Einstein [...] Sobre todo, tanto la línea de investigación microcósmica como la macrocósmica continuaron presentando, no sólo por separado sino también en las relaciones de una con la otra, muchos problemas fundamentalmente misteriosos. Más aún, la persistencia de tales obstáculos al orden conceptual dentro de la ciencia misma no podía

8 C. P. SNOW, *The Two Cultures: And a Second Look*, Cambridge University Press, 1964, pp. 2-5.

9 Michael D. Biddiss, *The Age of the Masses*, Penguin Books, 1977, pp. 338-339.



sino fortalecer las dudas sobre aspiraciones más audaces que ella podría tener respecto a la provisión de una brújula para el intelecto en general. No hubo razón sin embargo para que todo esto disminuyera el real anhelo de sistemas omnicomprendivos de explicación. Intentos sostenidos de síntesis, tendentes a recuperar algún sentido perdido de totalidad intelectual, podían encontrarse ahora menos comúnmente, y ser emprendidos usualmente con menos confianza y candidez que a mediados del siglo XIX. Sin embargo, existieron en la Europa de posguerra amplias evidencias que la búsqueda misma se hallaba lejos de estar muerta.

Expresión de esta expectativa ha sido la moda del estructuralismo y su difusión en Europa y América desde los años de 1960.<sup>10</sup>

La insatisfacción por el incumplimiento de las expectativas indicadas se integra en una inquietud más general sobre la naturaleza, el papel y las consecuencias del desarrollo científico y tecnológico. La misma se ha dado entre los científicos y tecnólogos directamente involucrados, y entre otros grupos y sectores.

Antes de 1945, casi todo el mundo parecía pensar que la ciencia era finalmente beneficiosa, y sólo unos pocos (Aldous Huxley y su *Brave New World*, 1932) tenían reservas y preocupaciones al respecto. Después de 1945, muchos ya no están seguros que la ciencia beneficie últimamente a la humanidad, y un número creciente se preocupa por las amenazas de destrucción. El asombroso crecimiento y los notorios triunfos de la ciencia suscitan reconocimientos de su papel positivo, pero también inquietudes sobre su papel negativo y sus efectos nocivos y destructivos, y sobre la existencia de dilemas morales y políticos.

Ante todo, ha pesado el desarrollo de armas nucleares (la bomba atómica primero, enseguida la de hidrógeno), el conocimiento de sus efectos destructivos y contaminantes, las posibilidades de aniquilamiento del mundo y de la especie. Ello ha dado lugar, por una parte, a la percepción de los científicos como meros buscadores de conocimiento y logros técnicos, amorales e irresponsables. Por la otra, ha provocado ansiedad y horror en los científicos por lo que cumplieron, produciendo o reforzando escrúpulos políticos o éticos. Muchos forman la Unión de Científicos Preocupados para trabajar contra el mal uso de la energía nuclear; o bien rehusan trabajar en proyectos relacionados con la defensa. La percepción pública de la energía nuclear como peligrosa, es intensificada por los accidentes en plantas de energía nuclear, el más espectacular Chernobyl (URSS). Los estudios interdisciplinarios de los

10 Biddiss, *The Age of the Masses*, cit., p. 345.

efectos de la guerra nuclear llevan a predecir periodos de oscuridad total, de lluvia ácida y de lluvia radioactiva.<sup>11</sup>

Las preocupaciones por la energía nuclear, proyectan la sospecha respecto al papel de la ciencia a otras partes de la actividad científica. Los viajes espaciales pueden afectar el clima. Los trabajos en Biología plantean interpelaciones sobre los principios éticos a seguir en las investigaciones sobre trasplante de órganos humanos, manipulación genética, guerra bacteriológica, drogas inductoras de conducta artificial, bioquímica del pensamiento y la emoción. La ingeniería genética puede soltar accidentalmente plagas en la tierra. Las computadoras o los aviones supersónicos amenazan la privacidad, la tranquilidad, la libertad, personales. Surgen los interrogantes sobre las áreas de la ciencia que se puede o debe restringir en detrimento del ejercicio de la incesante curiosidad intelectual que ha caracterizado a la modernidad.

La sospecha de que muchos científicos ven a la humanidad como materia prima para experimentos ingeniosos está presente en diversos sectores y movimientos sociales participativos. Los movimientos ecologistas expresan la creciente preocupación sobre ciertos rasgos y tendencias de la moderna sociedad de masas, como el ruido, la sobrepoblación, la polución del aire y el agua, la explotación desaprensiva de los recursos naturales. Se reconoce, aunque sea tardía e incompletamente, que la ciencia moderna buscó la dominación sobre la naturaleza, más de lo que estimuló la conciencia de las responsabilidades hacia aquélla. Se presiona para considerar el *medio ambiente* como sistema general de relaciones delicadamente entrelazadas, y para restringir los pretendidos avances que perturban severamente el equilibrio del conjunto. Se da en fin, de modo general, un cuestionamiento de los grandes supuestos del iluminismo sobre la existencia de una simbiosis necesaria y fluida entre el progreso intelectual y el mejoramiento de la civilización en general.

De todas maneras, las observaciones y reservas precedentes no cancelan la existencia de los grandes desarrollos cuantitativos y cualitativos en la ciencia en sí, y en su irradiación sobre la sociedad. El siglo XX ha presenciado el desarrollo acelerado y la convergencia general de todas las ciencias. El campo del saber adquiere un diseño cada vez más preciso, desde las disciplinas físico-naturales a las sociales. Se van adquiriendo nociones más exactas de lo que se sabe, lo que no se sabe y lo que quizá no llegue a saberse. Se acentúan la actitud y la práctica

11 Ver Robert Jungk, *Brighter than Thousand Suns-A Personal History of the Atomic Scientists*, Penguin Books, 1987.

del provisionalismo en los conocimientos, las interpretaciones y las explicaciones.

La ciencia va adquiriendo una mayor independencia relativa. Como actividad creativa, construye un mundo propio de conocimientos y artefactos, integra cada vez más las fuerzas productivas de las naciones y los grupos. El saber cómo técnico se apoya más y más en el saber qué científico, para el mantenimiento, la reproducción y el desarrollo de las sociedades.

Ciencia y tecnología, sus cambios y sus logros, afectan a todas las sociedades en varios aspectos y niveles de las sociedades, los grupos y los individuos. Se introducen en todas las formas de actividad práctica y de pensamiento. Ello se da tanto más cuanto más aumenta la rapidez en la realización, cuanto más se reduce el lapso entre la invención y el aprovechamiento productivo. La ciencia va asumiendo un papel clave en el crecimiento cuantitativo y en el desarrollo integral, en la supervivencia y el progreso de sociedades, grupos e individuos. Lleva consigo y proyecta la promesa de solución para los problemas materiales, de liberación de las tareas mentales y corporales de pesadez entorpecedora y degradante, de esperanzas de vida mejor. Nuevos conocimientos, tecnologías, procesos de desarrollo y productos de la ciencia y la tecnología pueden aliviar o agobiar las vidas individuales y colectivas.

En el seno del continuo identificado con la sucesión y entrelazamiento de las Tres Revoluciones, a partir y a través del mismo, se ha ido perfilando cada vez más la dimensión de la Revolución Científica, más veloz y prodigiosa en sus resultados, ejemplificada sobre todo por la aplicación de la ciencia a la industria, no sólo ni predominantemente por la prueba y el error y por las ideas de “inventores” idiosincráticos.

“El fechado de la Revolución Científica es en gran medida una cuestión de gusto. Algunos preferirían retroceder a las primeras industrias químicas o mecánicas en gran escala, unos 60 años atrás”. Otros, como C. P. Snow, pondrían la fecha mucho más tarde, —unos 30 ó 40 años atrás— y como definición gruesa, tomarían el tiempo en que se hizo el primer uso industrial de las partículas atómicas [...]. La sociedad industrial de la electrónica, la energía atómica, la automación, es en aspectos cardinales diferente en especie de cualquiera otra que la precedió, y cambiará el mundo mucho más. Esta transformación merece, en mi opinión, el nombre de “revolución científica”.<sup>12</sup>

12 C. P. Snow, *The Two Cultures...*, pp. 29-30.

Bien llamada Revolución de la Inteligencia, la Tercera Revolución requiere, incorpora y suscita una inversión fuerte y masiva en materia gris; modificaciones en las relaciones del instrumental tecnológico y del aparato/proceso científico con la producción económica, la estructura y el cambio sociales, la cultura y la ideología, la política y el Estado, el derecho, las relaciones internacionales.

Implicada la ciencia en la civilización, en los aspectos materiales, sociales, intelectuales, psicológicos y éticos de sociedades, grupos e individuos, se convierte en factor decisivo en la configuración del modelo de pensamiento, de las aptitudes, actitudes y conductas. Es también factor decisivo de cambios rápidos, relativamente más conscientes y previsibles, por una parte, pero también, como se verá, de consecuencias no intencionales, imprevisibles, indeseables, por la otra; de todos modos, en ambos casos, factor de rápidas transformaciones en las estructuras, situaciones y procesos que condicionan o determinan la vida humana. Conocimientos, procedimientos, procesos y productos de la ciencia y la tecnología producen efectos más o menos profundos sobre las fuerzas y estructuras, los actores, los valores y normas, las instituciones, los patrones y procesos de decisión de toda sociedad en su conjunto, sobre el Estado y sus políticas internas e internacionales.

La aceleración exponencial de la ciencia y la técnica hace que la vida y los problemas de una generación tiendan a diferir cada vez más de las de sus predecesoras. Las experiencias y soluciones anteriores se vuelven insuficientes para nuevas situaciones específicas. Los viejos problemas se modifican, se crean otros nuevos y, con éstos, aparecen nuevos desafíos, amenazas y oportunidades, y aumenta la necesidad de nuevas respuestas con el recurso de métodos científicos y aparatos técnicos. Ello se da en términos de la economía y de la sociedad, de los regímenes y procesos políticos internos, de los modos de organización y funcionamiento, los fenómenos y dinámicas de tipo internacional o mundial.

La Tercera Revolución perfila una fase histórica de múltiples y veloces mutaciones parciales, que quizás tienden a integrar una totalidad identificable con una mutación global; incluso una metamorfosis antropológica, parcial o total, de la naturaleza humana.

La expansión global de la ciencia y la técnica va acompañada por su distribución no uniforme, desigual, polarizada, entre clases y grupos, regiones y países, y en el interior de unas y otros. Ello se da en términos de ubicación y de capacidad y goce de controles grupales y nacionales de los focos de emergencia y de producción, de los itinerarios de su propagación, de las tasas de productividad y de los usos de los



resultados. Intereses sectoriales y nacionales en competencia, y brechas en el desarrollo científico y tecnológico, se presuponen, entrelazan y refuerzan mutuamente. Lo que ocurre con la ciencia y la tecnología es uno de los factores centrales de la viabilidad, supervivencia y competitividad de las naciones en la economía internacional; de las coacciones que sus Estados y gobiernos sufren; de las posibilidades de que disponen; de las opciones que enfrentan, al representar y promover sus intereses globales y de seguridad nacional en el sistema internacional, al diseñar y aplicar sus estrategias políticas, diplomáticas y militares, y sus planes militares.

El examen de estas cuestiones y de sus implicaciones para el Estado y el derecho, requiere ante todo considerar los avances y logros en las principales ciencias y tecnologías, sus rasgos, entrelazamientos y efectos.

## CAPÍTULO II

### CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, TÉCNICAS

#### I. MATEMÁTICAS

Las Matemáticas del siglo XX han exhibido dos grandes orientaciones: una tiende a la generalización y abstracción crecientes; v. gr. las investigaciones sobre los fundamentos de las matemáticas (David Hilbert, Bertrand Russell y Alfred North Whitehead, Kurt Gödel). La otra tiende a las aplicaciones concretas, en otras áreas como Lingüística, Ciencias Sociales (Teoría de los Juegos), Computación, Energía Nuclear (John von Neumann, Norbert Wiener).

Después de la Segunda Guerra Mundial, mucho de las Matemáticas se vuelve crecientemente abstracto, dificultando o impidiendo a los no matemáticos seguir los resultados. Se logran, por una parte, pruebas para problemas y conjeturas de larga data; y por la otra se desarrollan fructíferos nuevos conceptos que son usados para resolver una gama de problemas, como la teoría de las catástrofes (René Thom),<sup>1</sup> la teoría de los atractores extraños, teoría fractal (Benoit Mandelbrot).

#### 2. ASTRONOMÍA, COSMOLOGÍA Y EXPLORACIÓN DEL ESPACIO

La más antigua de las ciencias puras, la *Astronomía*, estudia los movimientos y las naturalezas de los cuerpos celestes (planetas, estrellas, galaxias) y, más generalmente, la materia y la energía en el universo en su conjunto. La *Cosmología* busca una teoría comprensiva

1 Sobre la teoría de las catástrofes y del caos, y sus proyecciones en las ciencias físico-naturales y sociales, ver Ervin Laszlo, *La gran bifurcación*, Barcelona, Editorial Gedisa, 1990; *The New Evolutionary Paradigm*, editado por Ervin Laszlo, New York, Gordon and Breach Science Publishers, 1991; Georges Balandier, *El desorden - La teoría del caos y las ciencias sociales*, Barcelona, Editorial Gedisa, 1990.

de la creación, evolución y estructura actual de todo el universo, y tiene en los sistemas de Tolomeo y Copérnico dos de sus más descoltantes manifestaciones y logros.

La Astronomía se va revolucionando desde la segunda mitad del siglo XIX por las técnicas basadas en la *fotografía* y en el *espectroscopio*. El desarrollo de la fotografía de placas secas, que permite largos tiempos de exposición, ofrece un método de registro de imágenes mucho más sensitivo que los dibujos hechos a partir de observaciones visuales por anteriores investigadores. El espectroscopio es un instrumento óptico para producir líneas espectrales y medir sus longitudes de onda e intensidades. El estudio espectroscópico de la luz de las estrellas por diferentes instrumentos ha proporcionado información sobre la temperatura y la composición química de estrellas, movimientos estelares y campos magnéticos.

Al continuo progreso de la astronomía óptica se ha ido agregando el desplazamiento de los investigadores, de la determinación de las posiciones y distancias de las estrellas, al estudio de su composición física y de la evolución estelar en sus diferentes fases. El interés se ha extendido más recientemente a las longitudes de onda fuera del espectro visible, a la emisión de radiaciones desde el espacio: gamma, ultravioleta, de rayos X, a su investigación mediante el uso de radioastronomía y de satélites artificiales equipados con telescopio.

Harlow Shapley (1885-1972) astrónomo norteamericano determina el tamaño y la forma de nuestra galaxia, la Vía Láctea, así como la posición de su centro y del sol dentro de aquélla.

Edwin Powell Hubble (1889-1953), astrónomo norteamericano, descubre que existen grandes galaxias más allá de la Vía Láctea, distribuidas casi uniformemente en todas las direcciones. La *Ley de Hubble* (1929) establece que, cuanto mayor sea la distancia entre dos galaxias, mayor será su velocidad relativa de separación o, en otras palabras, que el universo se expande de manera más o menos uniforme. Este hallazgo empírico es más consonante con la teoría del *Big Bang* sobre el origen del universo que con la teoría del estado firme; primera evidencia surgida de la observación en favor de la teoría del universo en expansión.

Todas las ramas y fases de la Astronomía han ido avanzando continuamente desde la Segunda Guerra Mundial. En la década de 1940 el telescopio Hale es puesto en operación en el observatorio de Monte Palomar (California), el mejor del mundo hasta los años de 1990.

En la década de 1950, la exploración del universo avanza con la *Radioastronomía*, el estudio de los cuerpos celestes por medio de las

ondas de radio que emiten y absorben naturalmente, y que son recibidas por antenas especialmente construidas, llamadas *radiotelescopios*. Las señales de radio recibidas del espacio exterior son extremadamente débiles, y requieren largas observaciones para reunir una cantidad útil de energía. Existen varios tipos básicos de radioemisiones galácticas y extragalácticas. Por otros medios que la Radioastronomía, se comprueba que el universo es de tamaño doble de lo pensado por los científicos.

Con la construcción de *observatorios* cada vez más poderosos, mejor equipados para captar y registrar fenómenos astronómicos, y luego con la tecnología de y para la exploración del espacio, los límites tanto de la Astronomía y de la Cosmología, como del universo conocido, se han ido ampliando constantemente.

La década de 1960 presencia las primeras exploraciones del espacio cercano con satélites y *sondas espaciales*, y el sorprendente descubrimiento de los cuasares y pulsares.

El *satélite artificial* es un objeto lanzado por un *cohetes* a la órbita alrededor de la tierra u, ocasionalmente, a otro cuerpo del sistema solar, ya sea en una órbita circular, ya como geoestacionario en el plano ecuatorial, y para diferentes fines (comunicaciones, navegación, reconocimiento, clima, ciencia, espionaje, defensa y ataque).

La *sonda espacial* es un vehículo no tripulado, portador de instrumentación refinada, diseñado para explorar varios aspectos del sistema solar, con suficiente energía para escapar al campo gravitacional de la tierra y navegar entre planetas. El contacto por radio entre la estación de control en la tierra y la sonda espacial proporciona el canal de transmisión de los datos registrados por los instrumentos a bordo hacia la tierra. Una sonda espacial puede ser dirigida a ponerse en órbita alrededor de un planeta, a realizar el aterrizaje suave de paquetes de instrumentos en la superficie de un planeta, o a volar cerca de uno o más planetas o satélites naturales.

Los logros en el estudio de las radiaciones por la Radioastronomía ha permitido la identificación de cuasares y pulsares.

El *quasar* u *objeto cuasiestelar*, es un tipo de objeto celeste, con apariencia de estrella, hoy considerado como uno de los objetos más distantes y luminosos en el universo, que parece irse alejando de nuestra galaxia con velocidades tan grandes como el 80% de la velocidad de la luz, que en muchos casos los colocan más allá del alcance de la visibilidad.

El *pulsar* es un objeto celeste que emite breves y agudas pulsaciones de ondas de radio, de gran velocidad. Su existencia sugiere casos de gigantescas fuerzas gravitacionales que podrían causar el colapso de un

gran cuerpo de materia en un estado extremadamente comprimido, denso de neutrones, incluso con fases en que el campo gravitacional se vuelve demasiado poderoso para dejar escapar a la luz. Su existencia plantea el interrogante en cuanto a las leyes aplicables a estos agujeros negros del universo.

En los años de 1950 la opinión científica sobre la evolución del universo se divide entre dos grandes hipótesis, para dar lugar en las décadas siguientes a una creciente definición favorable a una de ellas. En la década de 1960 se vuelve dominante la teoría del *Big Bang*. Ella sostiene que toda la materia y energía en el universo estuvieron concentradas en un volumen muy pequeño que explotó entre 10 y 20 billones de años atrás, y que la expansión resultante continúa hoy. Esta teoría se va volviendo dominante con la disponibilidad de nuevas evidencias. En cambio, otra teoría, hoy con menos adherentes, la del *estado constante*, hipotetiza que el universo se expande, pero con la continua creación de nueva materia en todos los puntos del espacio, abandonada por las galaxias en retroceso.

En los años de 1970, la Física Teórica y la Astronomía se van acercando cada vez más, para una convergencia en la Astrofísica. Se desarrolla el interés por los *agujeros negros*, objetos tan masivos y densos, resultantes de un *colapso gravitacional*, que nada, ni siquiera la luz, puede escapar de su inmediata ubicación como resultado de sus inmensas fuerzas gravitacionales. En los años de 1980, se agregan los telescopios infrarrojos basados en el espacio para el logro de más conocimientos sobre el universo. El navío espacial Voyager extiende el conocimiento más cercano del sistema solar a los planetas más lejanos, y contribuye al descubrimiento de planetas u otros objetos en la órbita de estrellas (de nubes de partículas a *enanos pardos*, i. e., objetos más grandes que los planetas y más pequeños que las estrellas).

La *exploración* y la *investigación* de las condiciones físicas en el espacio y en las estrellas, planetas y satélites naturales, mediante una *tecnología* totalmente nueva (cohetes, satélites artificiales, sondas, navíos tripulados), han sido precedidas por los descubrimientos y las acumulaciones de datos desde la tierra (telescopios ópticos y de radio), y por los primeras investigaciones sobre cohetes.

El *cohete* parece haber sido inventado en China hacia el 1000 d.C. El uso astronáutico de cohetes fue racionalmente propuesto y persuasivamente defendido a principios del siglo XX, por el ruso Konstantin E. Stiolkovsky, el norteamericano Roberto H. Coddard, que lanza el primer cohete de combustible líquido en 1926, el alemán Hermann Oberth. Durante la Segunda Guerra Mundial, un equipo alemán dirigido



por Wernher von Braun desarrolla el cohete V-2, misil guiado de largo alcance. Después de la guerra, la investigación sobre cohetes en los Estados Unidos y la URSS se intensifica, lleva al desarrollo de la gama de misiles balísticos intercontinentales y de los cohetes lanzadores de aparatos espaciales. El desarrollo de poderosos *cohetes* posibilita tecnológicamente la exploración directa del espacio.

Desde 1957, cuando el primer satélite artificial es puesto en órbita alrededor de la tierra por la Unión Soviética, la nueva tecnología espacial se agrega a la panoplia de instrumentos científicos, primero con vehículos no tripulados. Pequeñas sondas espaciales alcanzan Venus, la Luna, Marte, o pasan junto a Mercurio, Júpiter, Saturno, Urano y el Cometa Halley; captan cinturones de radiación alrededor de la tierra, el viento solar, gigantescos campos magnéticos en el espacio.

Los vuelos espaciales tripulados han ido progresando de lo simple a lo complejo, han comenzado con vuelos suborbitales y orbitales por un *astronauta* o *cosmonauta* único (Mercury y Vostok). Se ha lanzado luego tripulaciones de varios miembros en una cápsula única (los primeros Gemini y Voskhod), contactos y acoplamientos (Gemini, Apollo-Soyuz Test Program), orbitación y aterrizaje lunares, lanzamiento de un vehículo espacial re-usable, el *shuttle* espacial.

El *Space Shuttle* es un navío espacial norteamericano que, a diferencia del vehículo tripulado que se usara en previos programas espaciales de los Estados Unidos (Mercury, Gemini, Apollo), administrados por la NASA, puede aterrizar en una pista y volver a ser usado en subsiguientes misiones al espacio. Se le desarrolló, no sólo para la exploración y la experimentación espaciales, sino también como empresa comercial (pago de compañías privadas de comunicaciones a la NASA para llevar sus satélites de telecomunicaciones al espacio a bordo del *shuttle*), y para misiones militares secretas (prueba de componentes para el Strategic Defense Initiative Program). Desde el primer *shuttle*, *Columbia*, lanzado en 1981, se realizaron otras 23 misiones exitosas, en cuatro *shuttles* espaciales, hasta la número 25 que fracasa trágicamente. El programa fue retomado en 1988, con el lanzamiento del *Discovery*.

Los vuelos espaciales se vuelven el foco de gran parte de los programas espaciales de las dos superpotencias. El programa de los Estados Unidos se concentra primero en la colocación de hombres en la Luna, que se realiza en 1969, con algunos otros vuelos más, y luego el abandono del proyecto. Más tarde, el programa de los Estados Unidos se concentra en las posibilidades de uso de un vehículo espacial como de un avión. El programa de *shuttle* espacial es cerrado por algunos

años como resultado del accidente del *Challenger* (explosión y muerte de la tripulación).

La Unión Soviética desarrolla un programa tripulado para el establecimiento de una estación orbital permanente alrededor de la Tierra; muchos cosmonautas soviéticos pasan meses en el espacio. También los Estados Unidos planean una estación espacial.

La carrera espacial introduce cambios significativos en la división del trabajo dentro del Estado y de la sociedad, ante todo en lo que se refiere al aparato burocrático. En los Estados Unidos produce en 1958 la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), agencia gubernamental que supervisa la aeronáutica avanzada, los vuelos espaciales (lunares, planetarios, interplanetarios), las sondas, cohetes y satélites. La NASA tiene su cuartel general en Washington, D.C., 10 principales instalaciones, un personal de 21,000 científicos, ingenieros y técnicos.

La *tecnología espacial* ofrece un balance complejo y debatible en cuanto a sus beneficios y perjuicios. Los satélites de comunicaciones contribuyen a los procesos de integración mundial y de globalización apuntada a la emergencia de la “aldea global”. Diversos tipos de satélites especializados permiten previsiones climáticas de cinco días e informa a los científicos sobre cambios en la atmósfera; captan cambios en bosques y cosechas, y la existencia de depósitos minerales y otros recursos naturales; informan a barcos y aviones, y a personas perdidas o heridas y abandonadas.

Emerge la *Medicina Espacial*, también llamada *Bioastronáutica*, clasificada como rama médica separada desde principios de los años 1960, que estudia los efectos médicos y biológicos de los viajes espaciales sobre organismos vivos, ante todo en el Aerospace Medical Center (San Antonio, Texas).

Refinadas pruebas, exámenes y entrenamientos son provistos por especialistas a los astronautas, de modo que correspondan a las condiciones y problemas que puede encontrarse en el espacio. Se trata de descubrir cuánto y por cuánto tiempo los seres humanos pueden soportar las condiciones encontradas en el espacio, y de estudiar su capacidad para readaptarse al medio ambiente terrestre después del viaje espacial. Se estudian en especial aspectos como las reacciones humanas a la aceleración, la ingravidez, la inercia, la exposición a la radiación cósmica, la ausencia del ciclo día/noche, el calor en el interior del navío. Los astronautas portadores de instrumentos registran sus ondas cerebrales, su respiración y su presión sanguínea, y otros datos necesarios para la preparación de futuros vuelos espaciales. Los especialistas en la

medicina espacial han desarrollado sistemas personales de apoyo a la vida, que proveen a los astronautas con alimento, oxígeno y agua, de modo que puedan realizar “paseos espaciales” fuera de la seguridad de la cápsula. Problemas pendientes son el manejo de la enfermedad en el espacio, los modos de provisión de ejercicio y entretenimiento necesarios para la salud mental en los largos viajes espaciales.

A la inversa, la tecnología espacial es inseparable del uso que las fuerzas militares de ambas superpotencias, y eventualmente de otros países desarrollados, pueden hacer para el espionaje, y para el transporte y lanzamiento de bombas nucleares.<sup>2</sup>

Las actuales y posibles competencias, rivalidades y conflictos en relación al espacio ya han dado origen a un *Derecho Espacial*, como conjunto de principios y normas tendentes a regir la exploración y uso del espacio exterior. El Tratado del Espacio Exterior de 1967, firmado por la mayor parte de las naciones, estatuye que el Derecho Internacional se aplica al espacio exterior, y que mientras todos los Estados pueden explorar y usar libremente el espacio exterior, las reclamaciones territoriales en el espacio están prohibidas. Otros tratados, que se refieren al rescate y regreso de astronautas, la responsabilidad por daños causados por objetos espaciales, y el registro de objetos, han ido volviéndose efectivos respectivamente en 1968, 1972 y 1976. Un tratado sobre el uso potencial de los recursos de la Luna, preparado por las Naciones Unidas en 1979, ha sido firmado por varias naciones.

### 3. FÍSICA

Gran parte de la Física moderna se ha preocupado con la conducta de la materia y la energía bajo condiciones extremas (Física de Baja Temperatura) o con los fenómenos de muy pequeña escala (Física de las Partículas Elementales, Física Nuclear). En la muy pequeña escala y para objetos en rápido movimiento, las nociones ordinarias y de sentido común de espacio, tiempo, materia y energía han dejado de ser válidas. Dos principales teorías de la Física Moderna han dado un cuadro de aquellos conceptos que difiere en mucho de la Física clásica.

La *Teoría de los Cuanta* se preocupa más por la naturaleza discreta que por la continua de muchos fenómenos a los niveles atómico y subatómico, y por los aspectos complementarios de las partículas y

<sup>2</sup> William E. Burrows, *Deep Black - The Startling Truth Behind America's Top-Secret Spy Satellites*, New York, Berkley Books 1988.



ondas en la descripción de tales fenómenos. La *Teoría de la Relatividad* se preocupa por la descripción de los fenómenos que tienen lugar dentro de un marco de referencia que está en movimiento respecto a un observador.

Desde la Segunda Guerra Mundial y en la primera posguerra la Física mantiene e incrementa su importancia crucial en cuestiones militares, y logra con ello mantener el financiamiento para grandes proyectos de investigación, especialmente en Física Nuclear (*cfr. infra*) y de las Partículas. Más tarde, los gobiernos perciben la importancia de la *Física del Estado Sólido*, y de la emergente *Ciencia de los Materiales* (*cfr. infra*) para ellos mismos y para las economías nacionales, sobre todo con los avances en el transistor, el laser, la superconductividad de alta temperatura.

La *Física del Estado Sólido* estudia las propiedades presentadas por los átomos a causa de su asociación y del ordenamiento regular y periódico en *cristales*. Una de las más importantes propiedades de los sólidos, además de las mecánicas y térmicas, es la conductividad eléctrica. Los metales son altamente conductores y ofrecen poca resistencia a las corrientes eléctricas. La mayoría de los sólidos no metálicos son aislantes, ofrecen una resistencia virtualmente infinita a las corrientes eléctricas. Los *semiconductores*, sólidos cuya conductividad eléctrica a la temperatura del cuarto se ubica entre la de un conductor y la de un aislante, que poseen una conductividad eléctrica ni muy alta ni muy baja, son usados en los *transistores*.

Las crecientes pruebas de la cantidad y calidad de descubrimientos, invenciones y desarrollos que trae consigo la Física explican la disponibilidad de grandes financiamientos que contribuyen decisivamente al notable desarrollo de aquélla en la posguerra.

El descubrimiento del *Lamb Shift* (1947) lleva a la solución de problemas matemáticos surgidos en el estudio de átomos y partículas subatómicas, y resulta en la *Quantum Electrodynamics (QED)*, considerada la más exacta teoría en la Física.

Al mismo tiempo, con el estudio de rayos cósmicos se encuentran nuevas partículas subatómicas que no se comportan de acuerdo a las predicciones. Su conducta es bautizada como *Strangeness*. Ésta y extrañas partículas descubiertas son integradas en un esquema clasificatorio, llamado *eightfold way*, que permite la predicción respecto de entidades hasta entonces no descubiertas (v. *gr.*, la partícula omega-minus, 1964). El *eightfold way* es desarrollado por Murray Gell-Mann, primero sobre la base de matemáticas abstractas, no de una comprensión física sobre como debe operar. Con la confirmación empírica, Gell-

Mann propone su explicación física, el *modelo quark*. De acuerdo a éste, la mayor parte de las partículas son combinaciones de otras llamadas *quarks*, que tienen cargas fraccionales.

El estudio de las partículas extrañas lleva también a explicar por qué algunas partículas decaen de maneras que violan teorías prevalecientes, por la distinción que en ciertos casos hace la naturaleza entre derecha e izquierda. Con similares ideas que constituyen una rama de las matemáticas llamada Teoría de Grupos, se explican las partículas dejadas fuera del modelo *quark*, v. gr. la *teoría de lo electrodébil*. A partir de ésta se intenta unificar la fuerza electrodébil y la fuerte en una *Gran Teoría Unificada* (GUT).

Los avances de la Física han dado lugar a desarrollos tecnológicos de alta significación, ya sea para ciertos problemas, ya de importancia generalizada con incidencia en muchos campos diferentes. Entre ellos destacan: el laser, los instrumentos y dispositivos electrónicos de estado sólido o microprocesadores con creciente variedad de usos (transistor, radios miniaturizadas, televisión, automóvil, aparatos domésticos), las computadoras digitales (*cfr. infra*).

#### 4. ENERGÍA NUCLEAR

La *energía nuclear* es un descubrimiento reciente que está en el origen de una verdadera revolución científica, trastornadora de leyes sólidamente establecidas en la Física y la Química. En la primera mitad del siglo XX se va descubriendo que, por la fisión de un núcleo de materia o por la fusión de dos núcleos, se puede desprender una energía incomparablemente más potente que todas las previamente conocidas. A partir de la ecuación de 1905 de Albert Einstein,  $E=mc^2$ , se replantea el principio de la conservación de la materia, dándose nacimiento a una nueva rama de la ciencia, la Física Nuclear. Se va comprendiendo mejor la composición y las propiedades de la materia en lo infinitamente pequeño, pasando progresivamente de la ciencia pura a la experimentación, para reunir las condiciones de desintegración de la materia que produzca energía. La secuencia fundamental en este respecto es: James Chadwick, 1932; Enrico Fermi, 1942; Hiroshima y Nagasaki, 1945; primer reactor nuclear de gran tamaño en Estados Unidos, 1953.<sup>3</sup>

3 Jean-Pierre Angelier, "Le nucléaire: Révolution scientifique mais...", *Supplément aux Cahiers Français*, París, num. 223, *Mutations Technologiques et Formations*, octubre-diciembre, 1985.

Desde sus orígenes en la ciencia pura, hasta sus realizaciones técnicas, militares y productivas, la industria nuclear se basa en una extrema e inédita complejidad científica, técnica y humana-social. Ella se manifiesta en los dominios involucrados del saber qué y del saber cómo, cada uno de ellos objeto de una rama o disciplina científica y técnica. Entre ellas, y sin enumeración exhaustiva, se cuentan: física nuclear, física atómica; minería; metalurgias; resistencia de materiales; mecánica de fluidos; termodinámica; protección radioactiva; mecánica; industria del cemento; industria de la producción de energía propiamente dicha (turbinas, alternadores, sistemas de distribución). A ello cabe agregar la biología (efectos de radiaciones, absorciones, reconcentración); ecología; medicina; climatología; hidrología (dispersión de efluentes líquidos y gaseosos). El número y diversidad de las disciplinas implicadas apenas ha permitido a los técnicos la captación global y el dominio de los problemas tecnológicos pendientes.

La producción de energía de origen nuclear se realiza en centrales eléctricas cuya fuente de calor es una pila atómica. El calor de la pila atómica proviene de la energía desprendida por la transformación de ciertos átomos en otros (fisión, fusión).

El uranio es el cuerpo natural más pesado, y el más susceptible de romperse para desprender energía nuclear de fisión. Es utilizado como combustible para toda la energía nuclear de uso civil producida en el mundo. Dos isótopos (dos cuerpos que tienen las mismas propiedades químicas, pero una masa diferente) componen el uranio natural: el uranio 235 y el uranio 238. El uranio 235 es fisible: golpeado por un neutrón, se rompe en dos núcleos más pequeños y desprende calor y neutrones. El uranio 235 representa 0,7% del uranio natural. El uranio 238 es fértil: golpeado por un neutrón, lo absorbe y se transforma en plutonio 239, cuerpo fisible. El uranio natural está constituido en un 99,3% por uranio 238.

*Cuando un neutrón golpea un átomo de uranio 235, éste se rompe y libera en promedio 2,5 neutrones. Estos últimos o bien se pierden en la naturaleza que rodea al combustible, o bien son absorbidos por el uranio 238; o bien golpean y rompen otro núcleo fisible [...] que desprende a su vez 2,5 neutrones, y el proceso recommienza: es [...] una reacción en cadena.*

*En la naturaleza, cuando esta reacción en cadena se desencadena espontáneamente, se extingue por sí misma. En una bomba atómica, algunos mecanismos son puestos en operación para que la reacción se acelere: los 2,5 neutrones liberados vienen a romper más de un núcleo fisible en cada generación, lo que desprende una cantidad rápidamente*

creciente de neutrones y de energía, y lleva a una formidable explosión. *En un reactor nuclear*, son puestos en operación mecanismos para que la reacción se mantenga en lo idéntico: a cada emisión de 2,5 neutrones, uno solo vendrá a romper un nuevo núcleo fisible que emitirá a su vez 2,5 neutrones, y así en adelante; el desprendimiento de energía obtenido será así constante, regular. En un reactor, todo está hecho para que, en caso de incidente (alza excesiva de la temperatura), la reacción en cadena se extinga por sí misma.

La reacción de fisión en cadena del uranio está bien dominada industrialmente, y la producción de energía así realizada es importante: *la desintegración de un gramo de uranio desprende tanta energía como la combustión de tres toneladas de carbón*.

Otra manera de producir energía nuclear es *llevar dos núcleos a soldarse entre sí*. Con ello, pierden una parte de su masa que se transforma así una vez más en energía, en cantidades enormes. *Es la energía nuclear de fusión*. El hidrógeno, el cuerpo más ligero encontrado en la naturaleza, es usado para realizar esta reacción de fusión; más precisamente, se busca fusionar dos isótopos del hidrógeno, el deuterio y el tritio.

*Pero importantes obstáculos se oponen todavía a la producción de la energía de fusión*. En particular, se requiere una *temperatura extremadamente elevada para hacer fusionar dos átomos de hidrógeno*: del orden de los 100 millones de grados centígrados; cuando las temperaturas obtenidas en la tierra no pasan los 5,000° C. *Hasta hoy, la fusión no ha sido realizada más que en las bombas termonucleares ("de hidrógeno")*, en las que la temperatura de fusión se obtiene gracias a una explosión nuclear de fisión. Pero el hombre todavía no es capaz de domesticar esta energía nuclear de fusión. *Las investigaciones por este camino prosiguen en diferentes laboratorios de América del Norte, Europa y Japón. Pero no se puede esperar producir energía de fusión antes del 2050. E incluso nadie puede afirmar que estas investigaciones desembocarán en un éxito.*<sup>4</sup>

La energía nuclear se origina como hija de la bomba atómica y, por lo tanto, del Estado y su lógica estratégico-militar. La Segunda Guerra Mundial ha permitido el dominio y la puesta en operación de la tecnología nuclear. Una necesidad militar conduce a las inversiones financieras, materiales y humanas, de amplitud desigual, del Proyecto Manhattan. El ejército norteamericano ha sido, en el origen, la única institución capaz de tomar a su cargo una tecnología nueva de complejidad sin precedentes. La imputación a los presupuestos militares, no a los programas civiles, de las fantásticas sumas consagradas por décadas

4 Jean-Pierre Angelier, "Le nucléaire...", *cit.*

al dominio de las técnicas nucleares (separación, enriquecimiento, re-tratamiento, de materiales fisibles), ha permitido que el precio económico de la energía nuclear haya sido muy inferior a sus estimaciones actuales.<sup>5</sup>

Después de la utilización militar de la energía nuclear a partir de 1945, su producción se ha ido desarrollando rápidamente, sobre todo desde los años de 1970. Este desarrollo se ha dado además en el marco de una creciente polémica al respecto, cuyos polos o ejes primordiales se refieren a la capacidad o incapacidad de la energía nuclear para introducir modificaciones radicales en los modos de producción y de existencia; al papel de lo nuclear en la rejerarquización de las opciones energéticas; a su peso en las economías nacionales y en la mundial; a la inocuidad o peligro de su uso, y a las implicaciones sobre modelos alternativos de sociedad y sistema político.

En la década de 1950 se da una fase de *esperanzas eufóricas* respecto a la energía nuclear, de sobrestimación de sus posibilidades y alcances, y de subestimación de las coacciones económicas y políticas y de los conflictos y antagonismos de todo tipo que condicionan o determinan el desarrollo de aquélla. Expresión notable de esta fase es la Conferencia Internacional de Ginebra de 1955, que reúne a varios centenares de científicos de todo el mundo. Parece próximo el día en que la energía nuclear estará a la disposición de todos los seres humanos y contribuirá ampliamente a mejorar sus condiciones de existencia.

En abstracto, la *energía nuclear* presenta en efecto *numerosas ventajas*. El uranio está *presente un poco en todas partes en el mundo*, lo que debería permitir a cada país utilizarlo con plena independencia. Esta energía es *muy densa*, lo que debería permitir transportarla muy fácilmente. Se encara producirla masivamente para satisfacer las necesidades de las grandes concentraciones industriales y urbanas, o aun producirla en pequeñas cantidades en las regiones retiradas, en los países del Tercer Mundo. Esta energía podría utilizarse en producir el calor o el frío, en extraer agua del subsuelo, en desalinizar el agua de mar, en fabricar electricidad, en producir fuerza motriz, todo ello en las cantidades queridas, en cualquier parte del mundo. *En el dominio de los transportes*, la energía nuclear parece ser la *solución ideal* por su fuerte densidad: se comienza a construir submarinos y barcos de propulsión nuclear, se imagina aviones con reactores nucleares. Se piensa incluso usar la energía nuclear

5 Robert Jungk, *Brighter than Thousand Suns*, cit.; G. K. Buebyrgm, *En nombre de la ciencia - Análisis del control económico y político del conocimiento*, Buenos Aires, Editorial Tiempo Contemporáneo, 1973.



para modificar el curso de los ríos, abrir canales interoceánicos. Se pasa en revista a las *numerosas utilizaciones específicas posibles de la radioactividad*, en medicina, biología, industria [...] Los científicos privilegiaban la energía nuclear como arma formidable en la lucha incesante del hombre contra la naturaleza, en el proceso de ordenamiento de un medio ambiente más gratificante para el hombre [...]<sup>6</sup>

La energía nuclear se ha implantado efectivamente en el mundo, pero no tanto como se esperaba, ni de la misma manera. Las realizaciones del nuclear civil se han quedado muy atrás de lo deseado y benefician casi exclusivamente a los países ricos. Y las realizaciones militares del nuclear, más difundidas de lo que se pensara, son fuente de graves preocupaciones.

Desde 1946, la tecnología nuclear comienza en los Estados Unidos a transferirse del dominio militar al civil. Se estudia la construcción de un reactor nuclear para propulsión de submarinos, y se lanza en 1954 el *Nautilus*, primer submarino de esta propulsión, seguidos por unos 300 submarinos y navíos de este tipo. En 1957 surge la primera central electronuclear norteamericana, con reactor construido por Westinghouse. La producción electronuclear se desarrolla rápidamente, alcanzando en 1985 1,100 TWh (miles de millones de kWh) producidos en el mundo a partir de la energía nuclear (1/8 del total de electricidad producida).

Pero, entre los numerosos usos civiles que se esperaba de la energía nuclear, de hecho sólo la producción eléctrica se implantó verdaderamente. Las otras posibilidades de utilización [...] son postergadas por varias décadas, por su falta de competitividad. Las realizaciones de propulsión naval son puestas en operación sólo en ausencia de exigencias de competitividad económica (barcos experimentales o militares).

La energía nuclear se ha vuelto así sinónimo de electricidad. Una central nuclear es el conjunto constituido por un reactor nuclear que produce calor, por un circuito de agua que, captando el calor desprendido por el reactor, da el vapor que hará girar el grupo turbo-alternador, produciendo así electricidad [...] En relación a una central térmica clásica (carbón o *fuel-oil*), la central nuclear difiere esencialmente por la naturaleza de la caldera; el resto de la instalación es tomado de las centrales clásicas. La energía nuclear, en sus aplicaciones civiles, es simplemente una nueva manera de producir electricidad. Por este hecho, la mutación tecnológica fundamental que se esperaba no trastornará los procedimientos industriales conocidos, ni modificará los modos de vida.

6 Angelier, *cit.*

El uso de la electricidad de origen nuclear en la industria no ha traído consigo la revolución industrial que se esperaba.

[...] No permite valorizar nuevas materias primas, *no trae consigo la fabricación de productos nuevos*, ni “nuevas combinaciones entre energía, capital y trabajo”. En los transportes, igualmente pocas modificaciones. Y en cuanto a los usos domésticos, la calefacción y la cocción eléctricas no tienen nada de específico en relación al nuclear [...]

La industria nuclear ha encontrado grandes problemas técnicos, como el *confinamiento del reactor*, su aislamiento del medio ambiente para evitar radiaciones peligrosamente contaminantes, problema más complejo y costoso de lo que se pensó.

[...] Las centrales nucleares son competitivas sólo cuando son de gran tamaño (600 MW o más) [...] Muy pocos países del Tercer Mundo pueden recibir una central eléctrica de gran tamaño, dada la débil capacidad de absorción de electricidad de sus economías [...] Por coacciones técnico-económicas, y por las reticencias de los países industrializados respecto a la transferencia de sus tecnologías, el Tercer Mundo se ha quedado muy atrás del nuevo aporte energético que constituye la energía nuclear.

Tras experimentar un notable crecimiento, la *industria electronuclear* va sufriendo una crisis desde la década de 1980, con la desaceleración, el estancamiento y el retroceso de previsiones, programas y órdenes. Se ha intentado explicar la crisis por razones coyunturales, técnicas, económicas y políticas. La toma en consideración por los poderes públicos de la oposición ecologista entorpece las decisiones políticas y los procedimientos administrativos, alarga los plazos de construcción de las centrales, y con ello refuerza normas de seguridad y encarece los costos. La crisis económica frena el crecimiento de la demanda de electricidad. La gran revolución científica de la energía nuclear no desemboca en una industria motriz cuyo crecimiento arrastre consigo el de otras actividades económicas. La industria electronuclear acompaña el crecimiento, no lo reactiva.

Científicos y trabajadores se dividen en cuanto a cuestiones técnicas: los accidentes en el funcionamiento de las centrales; el retratamiento de los desechos nucleares; el desmantelamiento de las centrales llegadas al final de su carrera; la racionalidad del uso en un reactor nuclear de agua a temperaturas altas para producir electricidad destinada a cale-

facción o a cocinar. A ello se agregan reservas o críticas de tipo económico y político.

Pese a las limitaciones constatadas en el desarrollo de la energía nuclear, se han esgrimido *en favor* de su producción y uso crecientes argumentos como los siguientes.

1. El crecimiento económico y la elevación del nivel de vida son necesidades sociales y políticas, de todo lo cual el consumo de energía es a la vez símbolo y condición. La energía nuclear permite el crecimiento —de todos modos irresistible— del consumo de energía, en condiciones de agotamiento más o menos próximo de sus fuentes tradicionales. Si el petróleo no faltara a corto plazo, y si su precio se mantuviera muy bajo, podría en determinadas circunstancias volver a escasear o a costar cada vez más caro. Lo nuclear garantizaría un dominio duradero del problema energético, mientras las nuevas fuentes de energía posibles están todavía en el estadio de la investigación.

2. La energía nuclear es inagotable y a bajo precio, frente a los hidrocarburos a la vez en posibles procesos de agotamiento y en encarecimiento. El precio del kwh nuclear ya es competitivo.

3. La energía nuclear garantiza la independencia energética nacional y el goce de una balanza comercial equilibrada o superavitaria. Abre además el camino para el logro o el aumento de la capacidad tecnológica.

4. Bajo adecuado control, la energía nuclear es “limpia”, no contaminante, sobre todo en comparación con el carbón y el petróleo. No ofrece ningún peligro mayor que el de otras instalaciones energéticas. Los accidentes de funcionamiento son numerosos pero sin gravedad. La radioactividad desprendida por las centrales nucleares es desdeñable, no representa un riesgo real. Las técnicas nucleares están suficientemente dominadas. Se estaría entonces al abrigo de un accidente mayor.

5. La opción en favor de la industria nuclear trae consigo la creación de empleos, en la investigación científica, las operaciones de realización del programa y de funcionamiento de las instalaciones nucleares.

*En contra* del uso se argumenta sobre todo lo siguiente:

1. Al mismo tiempo que, desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, se proclaman las esperanzas y apoyos respecto a la perspectiva de uso de la tecnología de la bomba atómica para producir energía pacífica, como progreso de la humanidad, grandes empresas van viendo paulatinamente en ello nuevas posibilidades de beneficio, y se interesan cada



vez más en este mercado. Décadas después, los sectores más rentables de la industria nuclear se vuelven dominio de grandes firmas multinacionales (petroleras, electromecánicas, químicas). Son los sectores menos rentables los que quedan a cargo de los Estados.

2. La energía nuclear no es capaz de suplir la carencia de las fuentes tradicionales de energía. Ella misma proviene de una materia prima escasa cuyas reservas naturales se agotarían rápidamente.

3. No es obvio ni irrefutable que la energía nuclear sea por su bajo costo competitiva. Quizás haya llegado a serlo sólo en las fases de encarecimiento del petróleo. No es evidente que lo sea en relación al carbón. En las décadas de 1980 y 1990, las fuentes tradicionales de energía no se han vuelto más raras ni más caras. Han resultado prematuras las predicciones alarmistas sobre el fatal agotamiento a corto plazo de los recursos mundiales en hidrocarburos, y sobre todo en carbón. El propio costo de la energía nuclear se eleva rápidamente, exige muchos más capitales que las otras fuentes, amenaza con replantear o desvirtuar el argumento de la competitividad. También el uranio tiende a volverse cada vez más caro. Las grandes compañías energéticas internacionales influyen tanto en los precios del uranio como en los del petróleo.

4. Antes de ser productora de energía, la industria nuclear es consumidora y lo será por mucho tiempo.

5. El desarrollo de la industria nuclear no reduce necesariamente la dependencia exterior de energía. Puede aumentar la dependencia de grupos monopolistas internacionales (v. gr. el grupo norteamericano Westinghouse), en el aprovisionamiento de tecnologías, equipos, e incluso combustible, para las centrales nucleares.

6. La opción en favor de la energía nuclear resulta lógicamente de una política tecnológica que da prioridad absoluta al crecimiento de la producción por encima de cualquier otro interés humano y de toda otra consideración social. La perspectiva de la disponibilidad de energía nuclear fomenta la tendencia real y la ilusión de la posibilidad ilimitada de consumo de energía y de despilfarro general de los países altamente desarrollados. Ello además desalienta o impide las posibilidades de mejor aprovechamiento de las energías convencionales y el desarrollo de las llamadas *energías alternativas*, inocuas y descentralizadas.

7. Con la energía nuclear se pueden reproducir los errores cometidos en épocas anteriores por la gran industria al no preverse por adelantado las consecuencias negativas de ciertas tecnologías.

La energía nuclear es técnicamente peligrosa y contaminante, y está lejos de estar sometida a un control efectivo. La radioactividad desprendida por las centrales nucleares no es desdeñable, representa un riesgo

real. No se está al abrigo de un accidente mayor; algunos suficientemente graves ya se han producido. Con el paso del tiempo, la rutina trae consigo un relajamiento de las medidas de seguridad. Se puede prever casi todo, salvo el error humano, la irresponsabilidad, el acto malévolo o perverso, el acceso de demencia. No se puede evaluar el efecto acumulado de los desechos radioactivos. Por razones técnicas, las centrales nucleares duran menos que las centrales clásicas, en promedio unos veinte años, y al cabo de este término parece no quedar otra solución al respecto que el emparedamiento de los reactores y la obturación de todas las aberturas, como una tumba eternamente cerrada.

8. Las implicaciones sociales y políticas son sin embargo más vastas y complejas, y eventualmente más intimidantes. La utilización técnica de la fisión nuclear ha dado un salto hacia nuevas dimensiones de violencia. Ésta comienza por dirigirse contra enemigos militares, para amenazar luego a los mismos ciudadanos.

Pues los “átomos para la paz” no se diferencian substancialmente de los “átomos para la guerra”. La intención manifestada de utilizar la fisión nuclear exclusivamente para fines constructivos en nada afecta al carácter biocida de la nueva energía. Los esfuerzos para controlar esos riesgos sólo parcialmente pueden dominar los peligros. Sus mismos partidarios se ven obligados a admitir que nunca será posible excluirllos por completo. El pequeño (o grande, es una cuestión de punto de vista) resto de incertidumbre cubre un potencial de calamidades tal que ensombrece todas las posibles ventajas.

Los partidarios de la industria atómica no desconocen los peligros y amenazas, pero les dan prioridad a los de tipo ecológico y biológico sobre los socioeconómicos y políticos. Están convencidos de la posibilidad de protección a partir y a través de “medidas de seguridad sin precedentes”, ya sea de naturaleza estrictamente técnica a cargo de ingenieros y economistas, ya “de un modo mucho más estricto que cualquier otro”, para la protección de los propios hombres, “de sus errores, de sus debilidades, de sus enfados, de sus artimañas, de su ansia de poder, de su odio”. Para la completa inmunidad de las instalaciones nucleares se iría ineludiblemente hacia “una vida llena de prohibiciones, de controles y de obligaciones que buscarían su legitimación en la magnitud de los peligros que a toda costa habría que evitar”.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Jungk, *El Estado nuclear*, cit., p. 10.

No se puede excluir los peligros del uso y del abuso de la energía y el arma nucleares. La perfecta seguridad no deja de ser una expresión de deseos. No se puede dar garantías contra la extorsión y el terror nucleares.

El peligro del uso destructor de la bomba atómica no se reduce al escenario de una disputa o conflicto entre Estados, sobre todo entre los de las potencias y países altamente desarrollados.

[...] también los conflictos internos de las sociedades pueden llegar a franquear el temido “umbral nuclear”: el sabotaje y el terrorismo nucleares no pueden excluirse tan pronto como los depósitos de material de fisión procedentes de la industria nuclear cobren creciente envergadura [...] en un muy breve plazo de tiempo.<sup>8</sup>

Existe efectivamente la creciente posibilidad de robo de materias fisibles, susceptibles de ser utilizados bajo forma de bomba Atómica.

El desarrollo de la energía nuclear, cuyos usos civiles y militares no son técnicamente dissociables, amenaza reforzar la proliferación del arma atómica, por parte de potencias, países altamente desarrollados, pero también de países subdesarrollados, de regímenes autoritarios y totalitarios, de grupos y movimientos fundamentalistas y terroristas por razones ideológicas y políticas, de organizaciones de vieja y nueva criminalidad.

Así, por una parte,

en ese contexto no sólo podrán los Estados contar con intentos de chantaje exteriores, sino que deberán también contar con intentos golpistas internos. En las sociedades militares la expectativa de disputas internas entre grupos rivales siempre es de temer. Un día u otro, tal o cual cuerpo de guardia encargado de la “protección del objeto” nuclear amenazará con “el último recurso”. ¿Quién puede entonces controlar eficazmente a esos poderosos controladores? En regímenes duros, con mandatarios duros en las palancas del poder, los riesgos de seguridad serán sólo al comienzo pequeños, pero, con el tiempo y a juzgar por la experiencia, mayores. La “vía dura” de los tiranos ha llevado siempre a la catástrofe.

Por otra parte, “[...] gangsters, golpistas y terroristas con un arma tal en las manos —caso de que llegaran a disponer de ella— serían

8 Jungk. *El Estado nuclear*, cit., pp. 10 y 11.

presumiblemente bastante menos escrupulosos que los estadistas y los estados mayores”.

En esta dirección preexisten, o surgen y se desarrollan, fuerzas y tendencias histórico-estructurales de fuerza e influencia considerables, como las que enseguida se indica.

9. Como otrora las Pirámides de Egipto, la Gran Muralla, Versailles, “las centrales nucleares, como estructuras construidas, tienen una función política de prestigio. Estas realizaciones espectaculares mantienen el culto del gigantismo, aplastan con su masa los hombres a los cuales se quiere así demostrar su impotencia”.<sup>9</sup>

Desde el principio, el debate sobre la energía nuclear no tiene lugar entre los ciudadanos, en el seno de la opinión pública. Es por el contrario dominado por una elite de especialistas, que pretenden saber más e imponer sus opiniones a la aceptación ciega y acrítica de las mayorías.

La mayoría de los habitantes y ciudadanos van entrando en un mundo en el que se comprende cada vez menos y peor lo que son y lo que ocurre en las grandes instalaciones industriales como las plantas nucleares, que aparecen cerradas a su examen y comprensión, a su inteligencia y a su voluntad de acción, y que imponen la aceptación resignada.

En las centrales nucleares aparece una concepción de la organización del trabajo que se instaura y realiza mediante la fijación de procedimientos, la previsión de todos los casos, el cumplimiento de las series de operaciones prefijadas, la prohibición de las reflexiones e iniciativas individuales. Los procedimientos se fijan para todos los grupos profesionales participantes en el trabajo de la central nuclear, para las operaciones de control, para los incidentes, los accidentes, los desperfectos.

La industria nuclear suscita y hace funcionar su propia variedad de *tecnoestructura*, como articulación de numerosos especialistas, dueños de un conocimiento parcelario, sin derecho a salir del nicho de su competencia. Los especialistas en su conjunto proveen la totalidad de las capacidades requeridas, siendo cada uno responsable sólo de su técnica y nadie del sistema. Ello excluye por una parte al generalista tecnológico, y por la otra al no especialista, el ciudadano, el consumidor, que debe confiar en los que saben, sin derecho a la interrogación, la duda ni la crítica.

10. El carácter técnicamente peligroso y contaminante de la energía nuclear, y la inexistencia o insuficiencia de un control adecuado, traen

9 Jean Chesneaux, “Les enjeux historiques du nucléaire”, *Cahiers du Forum Histoire*, núm. 9, mayo 1978.

consigo, crean o refuerzan, —ya antes se lo indicó— otras implicaciones sociales y políticas negativas o nefastas.

Su producción, necesariamente concentrada en grandes unidades, plantea problemas de seguridad, posibilita amenazas terroristas, que requieren una vigilancia permanente y rigurosa, y contribuyen a la emergencia de una sociedad y un régimen político policiales. La protección necesaria contra los riesgos arrastraría consigo ineluctablemente una sociedad más centralizadora y totalitaria, contra las aspiraciones y prácticas participativas y liberadoras.

La energía nuclear puede reforzar el desarrollo de los instrumentos y mecanismos de dominación y coerción sobre las personas (vigilancia policial reforzada, condicionamiento del individuo, desaparición de todo dominio o participación en las decisiones). La energía nuclear amenaza con volverse institución admitida por todos, y que sería demencial criticar o impugnar. La preocupación y el debate de personas informadas, respecto a los peligros de la energía nuclear, la crítica y la oposición a sus programas, la distribución de información verídica, pero productora de miedo y hostilidad, se volverían peligro para el orden existente y el aparato político-administrativo; se las definiría como conductas subversivas, atentados a la seguridad del Estado, que podrían volverse objeto de imposición de tabúes, de criminalización y penalización.

Una fuerza de seguridad de nuevo tipo será encargada de escoltar estos convoyes (de transporte de desechos atómicos), de controlar las personas que residen en la proximidad de los centros nucleares y de las vías de transporte, de vigilar los millares de trabajadores que aseguran directa e indirectamente la manutención, la fabricación, el tratamiento, el almacenamiento de materias altamente radioactivas, y sobre todo el plutonio.<sup>10</sup>

A ello se agrega que los agentes del servicio central de protección contra las radiaciones pueden estar obligados por juramento a no revelar o usar lo que lleguen a saber en ocasión del ejercicio de sus funciones.

Para algunos de los más radicales críticos de la energía nuclear, ésta seguiría fuertes tendencias estructurales en la lógica del sistema.

M. Foucault ha mostrado en *Vigilar y castigar* como los hospicios, los hospitales, los asilos, los cuarteles, las escuelas, las prisiones, y seguramente las fábricas, se habían organizado como otros tantos espacios

10 Michel Bosquet, "La dictature du plutonium", *Le Nouvel Observateur*, París, 28 junio 1976.



fuertemente estructurados, condicionando completamente la actividad de los interesados y favorables a una vigilancia rigurosa. Los grandes encerramientos de fines del siglo XX conciernen a la actividad cotidiana y la vida “normal” del mayor número, de modo permanente: supermercados, grandes conjuntos, complejos administrativos, zonas industriales, autopistas y aeropuertos, parques de diversiones, son otros tantos espacios facticios, sabiamente codificados, sometidos a un control constante, y que ponen a cada uno en la dependencia completa del sistema que los ha establecido. Las centrales nucleares están en el centro de este sistema y de esta lógica. Su aparición en los años 70 es perfectamente funcional, su racionalidad desciende mucho más profundamente que los simples azares del precio del petróleo mundial.<sup>11</sup>

En la prospectiva de la crítica radical, el advenimiento de la sociedad nuclear iría reduciendo la historia cada vez más a ciclos tecnológicos programados por los especialistas.

Desembocaría en la dimisión política en beneficio de los expertos, en la aceptación pasiva del secreto nuclear. La vida política “democrática” se degradaría completamente, puesto que ni los ciudadanos ni sus “elegidos” tendrían el menor recurso, el menor control, el menor acceso a los verdaderos resortes del poder, a los verdaderos escalones de la decisión [...] La esfera política sería reducida a tres sectores verdaderamente activos: los dueños de la economía —los expertos a su servicio, los que saben, los que les someten los programas de decisión— los servicios de control policial, civil y militar (“defensa contra el enemigo interior”), indispensables para proteger esta tecnología siempre más frágil y siempre más peligrosa. La protección policial se vuelve una prioridad política; lleva a una sociedad de control policial generalizado, a la vez en el interior de las centrales, en su vecindad, sobre los itinerarios recorridos por los materiales, y también en todos los medios sospechosos, ya sea de oposición política, ya de proyectos de proliferación criminal (el mundo de la delincuencia sigue con notable sagacidad los logros de la técnica “respetable”). En suma, un control policial que no perdonaría ninguna región ni capa social.<sup>12</sup>

A todo lo cual hay que añadir que la exportación de energía nuclear a los países del Tercer Mundo fortalece las formas de Estado autoritarias actualmente existentes, aniquila las esperanzas de una democratización paulatina y favorece el éxodo rural. En la medida en que la energía nuclear sólo tiene sentido económicamente si se produce en grandes centrales desde las que se distribuya, resultará favorecido en los países

11 J. Chesneaux, *cit.*

12 J. Chesneaux, *cit.*



en vías de desarrollo el crecimiento ya exageradamente hinchado de las metrópolis industriales. Pues en ellas se concentra un gran número de “clientes”. El aprovisionamiento de los pueblos significaría la instalación de extensas y costosas redes distribuidoras [...] Hasta ahora, sólo una pequeña fracción de la corriente producida por los reactores hindúes llega a la población rural que es, sin embargo, la más necesitada.

Por otra parte, los planes de la industria nuclear, consistentes en concentrar el peligroso y vulnerable ciclo de combustión nuclear en unos pocos “parques nucleares” de gran rendimiento, favorece el surgimiento de un imperialismo nuclear: cada vez más Estados africanos, asiáticos y latinoamericanos, aún independientes, acabarán en la segunda o tercera fase de nuclearización prisioneros de la “cadena energética”. Ello ofrecería a los dirigentes de los Estados atómicos del Tercer Mundo la posibilidad de usar armas nucleares “como última y desesperada amenaza, incluso contra la población.”<sup>13</sup>

Estas tendencias son reforzadas por la irreversibilidad del desarrollo nuclear.

Una vez “puesto en marcha” un reactor, se desencadenan procesos imposibles de parar durante muchísimo tiempo. Las desintegraciones radioactivas, cuya duración afecta a generaciones, y sus radiaciones biocidas han de ser controladas con el máximo esmero y permanentemente. Décadas, siglos, milenios. En cuanto el número de instalaciones y depósitos que necesariamente hay que vigilar rebase un determinado punto, la estricta “supervisión” y los “controles” macularán el clima político durante un largo espacio de tiempo.<sup>14</sup>

La resistencia contra las centrales nucleares se manifiesta, entre otras modalidades, por esta posición contraria a la influencia predominante de los físicos en el debate nuclear, bajo la forma de

una protesta contra el “clero” celoso de su servicio hacia una ciencia, a menudo entumecida y cristalizada en forma de “iglesia” [...] La cuestión atómica se ha convertido en el momento desencadenante de una controversia que va mucho más allá de su causa inmediata. El debate tiene que ver no sólo con la forma futura del aprovisionamiento energético, sino también con la forma futura del dominio político. No sólo se trata de un conflicto acerca de una determinada tecnología, sino que la cosa afecta a todas las formas de manifestación y a las influencias sobre el poder de la tecnología industrial a gran escala. Y detrás de todo ello

<sup>13</sup> Jungk, *El Estado nuclear*, cit., pp. 14 y 15.

<sup>14</sup> Jungk, cit., p.15.

está la cuestión omni-abarcadora, si la actual sumisión y explotación del progreso científico-técnico orientado según objetivos humanos sigue siendo conveniente.<sup>15</sup>

El temor a las consecuencias nocivas y destructivas de las aplicaciones militares y civiles de la energía nuclear ha dado lugar a importantes movimientos de resistencia y lucha contra aquéllas. Los mismos abarcan una gama muy amplia de grupos y sectores, orígenes y motivaciones (amenazas y realidades de daños y catástrofes, implicaciones socioeconómicas, culturales y políticas, contribución al deterioro del medio ambiente o a la destrucción de la civilización o del planeta). Su influencia ha sido decisiva en el surgimiento y progreso de los movimientos ecologistas.

Con su aparición y desarrollo, los movimientos antinucleares y ecologistas han servido

para perturbar los cálculos de los estados mayores de la administración y de la industria. Los programas nucleares ya no podrán ser cumplidos con la envergadura inicial prevista ni en el momento originariamente convenido. Los cálculos de costos no resultan ya adecuados. No impera ya el optimismo del progreso que caracterizó a los primeros años de la industria atómica.<sup>16</sup>

Las críticas y resistencias (parciales o totales) al uso de la energía nuclear y, más ampliamente, el desarrollo de las concepciones y movilizaciones ecologistas, también han contribuido decisivamente a las propuestas de tecnologías alternativas o blandas, y al debate sobre sus posibilidades de sustitución de las tecnologías duras y de mayor adecuación a las exigencias de preservación del medio ambiente, ya sea en combinación con un uso más racional de los hidrocarburos, o en sustitución de los mismos. Ello se ha dado sobre todo desde la crisis del petróleo de 1973, como respuesta a las amenazas de escasez y encarecimiento del petróleo en las crisis de los años de 1970.

Se han recuperado o desarrollado así, y realizado parcialmente y en ciertos momentos, propuestas referidas a las posibilidades de uso de *fuentes de energía renovables*, que por largo tiempo han sido subestimadas, olvidadas o deliberadamente ignoradas. Son las fuentes constituidas por el agua, y por el viento: el calor interno de la tierra liberado

15 Jungk, *El Estado nuclear*, cit., pp. 159 y 160.

16 Jungk, *El Estado nuclear*, cit., p. 160.

por *geysers* y volcanes; la energía proveniente de las mareas oceánicas; la biomasa; la fotosíntesis; la energía solar.

## 5. CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

Información y comunicaciones se convierten, durante la Tercera Revolución Industrial, en un campo siempre creciente en tamaño, complejidad y dinamismo. Aquéllas integran una vasta constelación de *factores, componentes, procesos, implicaciones, consecuencias*; un racimo de ciencias y tecnologías y sus interrelaciones, sujetas a trascendentes y acelerados avances. Revolución por sí misma dentro de la Tercera Revolución, la Información en el sentido más amplio conjuga la prolongada preparación a través de la historia de los últimos milenios y una gran novedad.<sup>17</sup>

### A. Ciencias de la Información y la Comunicación

La *Teoría de la Información* parte y se desarrolla a partir de la *Ingeniería de Control*, rama de la Ingeniería que trata del ajuste de aparatos y sistemas, con o sin un operador humano. Abarca por ello el tema de la *automación*, entendida como, primero, el control automático de la fabricación de un producto a través de una serie de fases sucesivas; y luego el control de máquinas por máquinas con reducción al mínimo de la intervención humana. Esta ingeniería se preocupa también por los sistemas de control de circuito cerrado. El descubrimiento de un error, y el uso de esta información para corregirlo, constituyen un *sistema de retroacción*, que incluye instrumentos de detección, amplificadores, unidades energéticas. La Ingeniería de Control comienza experimentalmente, pero se va desarrollando rápidamente como disciplina matemática, cuyos aspectos teóricos se vinculan estrechamente con los de la *Ciencia de la Información*, y con los de la *Computación*. La teoría matemática

17 Para una visión de conjunto y un análisis específico del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología de la Información, me he apoyado y seguido muy de cerca el *Rapport sur l'état de la technique - La révolution de l'intelligence*, París, Centre de Prospective et d'Évaluation, Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur/Ministère de la Recherche et de la Technologie, 1985. También, Simon Nora y Alain Minc, *L'informatisation de la société*, París, La Documentation Française/Seuil, 1978; J. L. Jolley, *Ciencia de la información*, Madrid, Ediciones Guadarrama, 1968.

a su vez se va extendiendo y desarrollando también como teoría socio-lógica y política.

Como teoría *matemática*, la Ciencia de la Información surge y se desarrolla para explicar y solucionar los aspectos y problemas en la transmisión de mensajes en distintas ramas y sectores de la economía y de la sociedad; las cuestiones atinentes a la reproducción en un punto, exacta o aproximativamente, de un mensaje seleccionado en otro punto. El hecho que un mensaje puede tener un *significado* es irrelevante para los problemas de ingeniería. Éstos se refieren a la capacidad de codificar, transmitir y decodificar un mensaje seleccionado dentro de un conjunto de mensajes posibles con el que el *sistema de comunicación* pretende tratar. En esta Teoría, *información* es la medida de la libertad de elección con la cual un mensaje es seleccionado entre un conjunto de todos los mensajes posibles. Numéricamente, la información es medida en *bits* (abreviatura de *binary digits*). Un *bit* equivale a la elección entre dos opciones igualmente posibles. Las situaciones varían, según que diferentes opciones sean o no igualmente posibles.

Toda información necesita un canal para su transmisión como mensaje desde la fuente al receptor. Cada canal acorta y transforma la noticia; tiene una capacidad o tasa limitativa de la información que puede llevar, que se puede especificar, expresada en *bits* por segundo. El éxito de la transmisión depende de la cantidad de información que debe ser procesada en una unidad de tiempo, medida contra la *capacidad de canal*, es decir la capacidad de los canales disponibles para manejarla. Raras veces se da la identidad de la noticia a la salida del emisor, y de la información en el momento de su percepción por el receptor. Debe calcularse una relación entre información y capacidad que baje al máximo posible la probabilidad de error en la transmisión.

El problema esencial surge por la presencia casi universal del *ruido* en los sistemas de comunicación. Generado por componentes defectuosos, errores de codificación o interferencias externas, el ruido es cualquier perturbación al azar superimpuesta en una señal. El ruido no puede ser eliminado, pero puede disminuirse en un cierto grado, reduciendo sus efectos corruptores por el uso de la *redundancia*.

En la Teoría de la Información, la redundancia es la representación de datos por hileras de símbolos más largas de lo necesario para distinguir todos los posibles elementos de datos en un contexto. La redundancia puede, negativamente, llevar a un gasto necesario en el almacenamiento o transmisión de representaciones de datos, y positivamente permitir la reconstitución de datos cuya representación ha sido accidentalmente corrompida. Contribución mayor de la Teoría de la



Información ha sido posibilitar el cálculo matemático de las relaciones entre señales y ruido en la comunicación redundante para reducir el riesgo de un error en la recepción del mensaje.

La expresión matemática del contenido de información se parece a la expresión de la *entropía* en Termodinámica, es decir la cantidad que especifica la dimensión del desorden o azar en un sistema portador de energía o información. En la Teoría de la Información, la entropía representa el “ruido” o los errores accidentales que ocurren en la transmisión de señales o mensajes. Cuanto mayor sea la información en un mensaje, más bajo es su azar o “ruidosidad”, y por ende más pequeña su entropía.

La teoría matemática de la información ha tenido notable éxito en definir las condiciones y limitaciones ingenieriles en los sistemas de comunicación, y en desarrollar instrumentos matemáticos para posibilitar la realización de mediciones y su comparación.

La información es objeto de las Ciencias Sociales, ante todo de la Sociología, como *Ciencia de la Comunicación*. Diferentes teorías intentan exponer los orígenes de los significados (especialmente los significados simbólicos) que constituyen la cultura humana; mapear los canales a través de los cuales estos significados son difundidos, y ubicar las consecuencias para los grupos sociales de su dependencia de tales significados y su capacidad para crearlos.

En la Ciencia de la Comunicación, *información* es toda unidad de conocimiento que puede ser transmitida, de manera determinada, hasta filtrada y canalizada, de modo que el receptor pueda reconocer o descifrar la noticia o el mensaje como información. Ésta puede significar el proceso de la transmisión, o el contenido. La información puede tener grados variables en cuanto al contenido de verdad, la autenticidad, la integridad, la selectividad. Cualquier signo, serie o grupo de símbolos puede convertirse en información. Se da información cuando emisor y receptor acuerdan una información y la esperan.

Todo sistema social necesita, para su existencia y funcionamiento, un canal suficiente de información, con retroacción o *feedback*, la información retroactiva que vuelve a través de un circuito. El funcionamiento del sistema es apoyado u obstaculizado por impulsos e informaciones que desde una periferia vuelven a los centros. La información puede llegar de modo selectivo a la periferia de un sistema, y también volver de modo selectivo a las áreas de dirección de aquél, provocando decisiones erróneas. El *feedback* positivo produce un efecto reforzado; el *feedback* negativo produce efectos que sobrepasan un valor previsto, requiriendo un freno, demora o debilitamiento.



La *Cibernética* (del griego *kybernetes*, timonel), palabra utilizada por Platón en su discusión del arte de gobernar, retomada en 1834 por Ampère en una clasificación de las ciencias, emerge durante la Segunda Guerra Mundial ante problemas técnicos que implican el uso de servomecanismos. Creada y bautizada como ciencia por Norbert Wiener y Arturo Rosenbluth en 1947, es definida como ciencia general de los sistemas independientes de la naturaleza física de los órganos que lo constituyen, y por lo tanto ciencia del control y la comunicación en el animal y en la máquina como sistemas que se regulan por sí mismos a través de la retroacción. Presupone la analogía profunda entre el comportamiento de las máquinas y el de los organismos biológicos, que permite un análisis lógico de las funciones de los seres superiores y de los procesos que permiten su reproducción artificial. Los órganos interrelacionados intercambian magnitudes físicas o mensajes.

Referida a un tema interdisciplinario, concebida por sus fundadores sobre todo como ciencia transdisciplinaria, de gran generalidad, definida más recientemente como ciencia de la organización efectiva, la Cibernética se liga estrechamente con la Ciencia de la Comunicación. No existe en cambio acuerdo sobre su generalidad en comparación con la Teoría General de los Sistemas, fundada hacia 1940 por Ludwig von Bertalanffy.<sup>18</sup>

## B. Tecnologías de la Información y la Comunicación

Al desarrollo de las ciencias de la información y la comunicación corresponde el de las tecnologías de *procesamiento de datos o de información*. Ellas se refieren al conjunto de operaciones de manejo, fusión, selección y computación, realizadas de acuerdo con procedimientos estrictamente definidos. En el procesamiento automático de datos, las operaciones son cumplidas por una computadora. En el procesamiento de datos distribuidos, algunas o todas las instalaciones de computadoras están ubicadas en diferentes lugares y conectadas por lazos de telecomunicaciones.

Las *comunicaciones de datos* constituyen la aplicación de la tecnología de las telecomunicaciones al problema de la transmisión de datos, especialmente a, de o entre computadoras. *Modems* o máquinas facsimilares (FAX) son usadas para coordinar la computadora y el circuito

18 Norbert Wiener, *The Human Use of Human Beings*, London, Sphere Books, 1968; Abraham Moles, editor, *La communication et les mass media*, París, Les Dictionnaires Marabout Université, 1973; Louis Couffignal, *La cybernétique*, París, Presses Universitaires de France, 1963.

telefónico. Vinculaciones de datos a velocidad alta se construyen cuando el costo puede justificarse, v. gr. cables coaxiales para amplia frecuencia, microondas, sistemas de radio.

La Revolución Informática representa la superación de las trabas impuestas al trabajo intelectual, a las tareas de selección, control, montaje, por su delicadeza misma y por las barreras del tiempo. Implica una inversión de las relaciones hombre/máquina, que permite al primero no asumir una serie creciente de tareas materiales o intelectuales, ahora transferibles a la segunda.

Factor, componente y símbolo de esta mutación, la *computadora* es a la vez resultado de un largo proceso de preparación y de invención y novedad. En ella confluyen respuestas a viejas preocupaciones: traducción de razonamientos lógicos en lenguaje simbólico, adaptado a las matemáticas; álgebra adecuada a la notación binaria; facilitación de cálculos; programación.

La evolución reciente, cada vez más acelerada, pasa por la máquina programadora de Charles Babbage (Inglaterra, 1812), considerada la primera computadora moderna; la máquina estadística con carta perforada y técnica de relevos electromecánicos de Hollerith (Estados Unidos, 1885); el nacimiento y primera fase de desarrollo de la electrónica desde el comienzo del siglo XX. A la radio (Primera Guerra Mundial) sigue la televisión por primer tubo de cámara (1928) y primer tubo de receptor (Ophthicon, 1935). En 1930, Vannevar Bush diseña una computadora mecánica, a la que suceden otros modelos durante la década siguiente. La Harvard Mark I (o Automatic Sequence Controlled Calculator) es la primera computadora universal, plenamente automática, concebida por Howard Aiken y construida por IBM en 1941. La primera computadora electrónica digital de propósitos múltiples es la ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator), de 1946, completada en ese año en la Universidad de Pennsylvania, que significa una ruptura tecnológica con el recurso a la electrónica (18,000 tubos al vacío).<sup>19</sup>

Se debe a von Neuman la idea de explotar la noción de programa registrado (1945). La electrónica nace realmente y comienza a generalizarse con las primeras computadoras de programa registrado que, sin intervención manual, pueden dirigir por sí mismas la ejecución de todo algoritmo (conjunto de símbolos y procedimientos usados en los cálcu-

19 Ver Sergio Matute y Héctor Fix Fierro, "Informática y derecho", en Marcos Kaplan (Coordinador), *Revolución tecnológica, Estado y derecho*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM/Petróleos Mexicanos, tomo 3, 1993.

los) comunicado por el operador. Según estos principios funcionan la SSEC de la IBM (1948), la ENIAC modificada (1948).

La *primera generación* de computadoras fue suplantada por las computadoras transistorizadas de fines de los años 1950 y comienzos de la década de 1960, máquinas de una *segunda generación* que pueden cumplir un millón de operaciones por segundo.

Mutación técnica fundamental es la llegada y generalización de los semiconductores. Aparecido en 1949, el *transistor* suprime la necesidad de los tubos al vacío y permite la miniaturización de las computadoras. El transistor va exhibiendo sus ventajas de duración, compactidad, resistencia a choques, precio; se comercializa e impone rápidamente, con las radios portátiles, los montajes eléctricos, los automatismos, las computadoras.

En 1951 surge la UNIVAC (Universal Automatic Computer), primera computadora de la segunda generación, completamente transistorizada, que maneja tanto datos numéricos como alfabéticos con igual facilidad.

En el mismo año 1951 las empresas Texas Instrument y Fairchild realizan el primer circuito integrado, que en 1969 alcanza el estadio comercial. Comienza a desarrollarse el Silicon Valley como base de una constelación de organizaciones empresariales, académicas y gubernamentales, y sus actividades vinculadas con la Informática. Muchas empresas comienzan a usar las computadoras para la contabilidad y los registros.

En la década de 1970, tiene lugar el cambio más significativo en la computación, con la perfección del *microchip* de silicón, capaz de incluir miles de circuitos miniaturizados, y que lleva a la invención de la *computadora personal*. La Apple II, diseñada por Steven Jobs y Stephen Wozniak, primera computadora ampliamente aceptada, entra al mercado en 1977, revoluciona la industria de la computación y los modos de uso individual. En menos de una década, la computadora personal se vuelve herramienta común en hogares, escuelas y oficinas.

Esta tercera era electrónica abarca una triple evolución: *a)* la carrera ininterrumpida a la integración de un número cada vez mayor de circuitos elementales en una misma superficie de silicio, y al aumento exponencial de las capacidades y velocidades de cálculo; *b)* el desarrollo de las comunicaciones entre computadoras, y entre éstas y otras máquinas, que dan origen a la Telemática, y *c)* el acercamiento entre la computadora y el hombre.

*a)* El número de transistores por superficie de silicio va aumentando, de unas decenas en 1965, a cien mil en 1980, y a cerca de un millón en 1985.

Con los avances crecientemente acelerados en *electrónica*, sobre todo en *microelectrónica* y en *miniaturización*, se duplica cada año el número de transistores por cada *chip*, y con ello simultáneamente aumentan los logros, mejoran los desempeños, y se reducen los costos.

El *chip* o *microprocesador*, también *central processing unit*, es un trozo pequeño de material semiconductor (usualmente silicio) en el cual se fija un circuito integrado, y se ubican así millones de componentes electrónicos. Se combina de este modo, en un pequeño *chip*, un conjunto de rasgos y funciones para la memoria y los procesos lógicos.

La producción masiva de *chips*, a bajo precio produce así una revolución en tamaño, velocidad, complejidad, confiabilidad, costo, con menor consumo de energía y menor requerimiento de espacio, y la consiguiente aptitud para asumir una gran variedad de complejas tareas en fábricas, oficinas, hogares, y para producir fuertes y decisivos efectos en un número creciente de actividades.

La velocidad de cálculo de las computadoras se multiplica por mil cada cinco años. El tamaño de las funciones lógicas se divide entre diez, como los precios. La miniaturización acorta las transmisiones y, por lo tanto, los tiempos de recorridos de las señales eléctricas.

Actualmente, el tiempo de cálculo oscila en promedio entre 300 y 500 nanosegundos (Nano: división del segundo entre mil millones; Pico: división entre un billón o un millón de millones).

El aumento de las velocidades operativas, generalizada desde la década de 1980, constituye un viraje decisivo y de incalculables consecuencias, un salto no sólo cuantitativo sino sobre todo cualitativo. Permite el funcionamiento en tiempo real, y con ello la extracción de lecciones operativas inmediatas respecto al funcionamiento de una unidad operativa, v. gr. automatizada; la recepción inmediata por el ingeniero del resultado de los cálculos; la corrección continua de brechas; la optimización del proceso; la auscultación (no la autopsia). El diseñador puede explorar en pantalla diversas formas. Se posibilita el diálogo del hombre con la máquina que funciona al ritmo del pensamiento humano.

El aumento exponencial de las capacidades de cálculo permite, en sistemas grandes y medianos, encarar modos evolucionados de tratamiento. El desarrollo de dispositivos de simulación de realidades complejas ayuda a la decisión, satisface necesidades potenciales, civiles y militares, cada vez más exigentes. A título de ejemplo: construcciones aeronáuticas y navales; meteorología; física fundamental; análisis sísmico; estudio de armamentos nucleares; control de centrales eléctricas; tratamiento de informaciones de radar; gestión de empresas en medio



ambiente económico cambiante; dominio militar; industria; la llamada *prodúctica* (ver *infra*).

b) La evolución de las computadoras se liga con el desarrollo de las *comunicaciones*, especialmente *entre máquinas*. Las computadoras son capaces de relacionarse entre sí y con otras máquinas. Ello va dando lugar al desarrollo de la *Telemática* (*cfr. infra*) y, en general, a la penetración de las sociedades por redes informáticas, en distancias crecientes y con costos menguantes. Con los progresos técnicos resultantes se produce el aumento de las velocidades y los volúmenes, es decir, la *miniaturización* de los componentes y las máquinas.

En efecto, la integración continua de los circuitos suscita simultáneamente, por una parte, la carrera a las máquinas gigantes, y por la otra, desde la década de 1970, el crecimiento paralelo de la mini-informática y, en los años de 1980, la explosión de la micro-informática.

La *miniaturización*, es decir, la mayor capacidad de tratamiento con menor tamaño, permite la creación y difusión de sistemas informáticos en la mayoría de los aspectos del trabajo humano.

El producto general de este proceso es entonces la *computadora*, máquina programable que responde a un conjunto específico de instrucciones de manera bien definida, y que puede ejecutar una lista preregistrada de instrucciones (programa). Las computadoras modernas son electrónicas y digitales, y combinan la máquina concreta (alambres, transistores, circuitos), llamada *hardware*, y las instrucciones y datos o *software*.

Las computadoras para todo propósito requieren los siguientes componentes de *hardware*: a) la *memoria* que permite a la computadora almacenar, por lo menos temporalmente, datos y programas; b) un dispositivo de *almacenamiento masivo*, que permite al computador retener permanentemente grandes cantidades de datos, con dispositivos de disco y de cinta; c) un *dispositivo de insumo*, como el tablero o el ratón, conducto a través del cual los datos e instrucciones entran a la computadora; d) un dispositivo de *producto*, como la pantalla de despliegue, la impresora, o cualquier otro dispositivo que deja ver lo que la computadora ha logrado, y e) la *unidad central de procesamiento*, corazón de la computadora, que ejecuta efectivamente las instrucciones.

Las computadoras pueden ser clasificadas por el *tamaño* y por la *capacidad*, como las siguientes:

1. La *computadora personal*, es pequeña, diseñada para un solo usuario, basada en un microprocesador que permite colocar toda una unidad central de procesamiento en un solo *chip*. Tiene un tablero para



la entrada de datos, un monitor para el despliegue de la información, y un dispositivo de almacenamiento para retener datos. En sus variedades más avanzadas, la distinción entre la computadora personal y las *workstations* tiende a borrarse.

2. La *workstation* es una computadora poderosa, de usuario único, con microprocesador más poderoso y monitor de más alta calidad que la computadora personal. En capacidad de computación, se ubica entre la computadora personal y la minicomputadora, con fronteras borrosas en ambos extremos. En la mayoría de los casos es computadora de un solo usuario, pero puede usarse como sistema separado, o ligarse entre sí para formar una red local. Es usada en aplicaciones de ingeniería, como CAD/CAM (diseño y fabricación asistidos por computadora), *desktop publishing* (sistemas de archivo gráfico para producción de documentos impresos de alta calidad), desarrollo de programas, y otros tipos de aplicaciones que requieren una capacidad moderada de computadora y una calidad relativamente alta de capacidades gráficas.

3. La *minicomputadora* es de tamaño y capacidad medios, y de usuarios múltiples, capaz de dar servicio de 10 a 200 usuarios simultáneamente.

4. La *mainframe* es una computadora de poder y costo altos y de usuarios múltiples, capaz de dar servicio simultáneo a varios centenares de usuarios.

5. La *supercomputadora* es extremadamente rápida, puede realizar cientos de millones de instrucciones por segundo; y resulta altamente costosa. Se la emplea para aplicaciones especializadas que requieren inmensas cantidades de cálculos matemáticos, v. gr. predicciones climáticas, gráficos animados, cálculos de dinámica de fluidos, investigación nuclear, exploración petrolera. La principal diferencia entre una supercomputadora y una *mainframe* es que la primera canaliza toda su capacidad para la ejecución de pocos programas tan rápido como sea posible, mientras que la *mainframe* usa su capacidad para ejecutar muchos programas concurrentemente.

Las *minicomputadoras* se van distinguiendo por su tamaño, capacidad, precio. Responden a las necesidades locales en oficinas, laboratorios, fábricas. Contribuyen simultáneamente a reducir el efecto centralizador de la información pesada, y a difundir sus aplicaciones. La Informática no cesa de aproximarse físicamente al usuario, al lugar de trabajo, a la fábrica y la oficina, al laboratorio y al hogar. Con la multiplicación de terminales alrededor de los grandes sistemas, el usuario puede trabajar cada vez más lejos de la computadora central que

sigue siendo sede de memorias y operaciones, pero con un creciente diálogo entre la máquina y el individuo.

La generalización de las microcomputadoras, paralelamente a la difusión de terminales conectadas con sistemas informáticos grandes y medianos, permite que los aparatos penetren en el mercado, para las oficinas, modificando el uso de la dactilografía y la escritura manual, y transformando la gestión de ficheros y la contabilidad.

Con ello, se da una mutación a la vez general y diversificada, en la explosión del uso informático, para millones de usuarios en actividades informatizables en gran escala. En muchas operaciones ya no son necesarias las grandes máquinas, reemplazables por minicomputadoras de poco volumen, precio reducido, implantables en el usuario final, terciario o industrial. Con más memoria, aumenta la capacidad de ejecución de grandes programas complejos, mediante pequeños programas aplicados simultáneamente por varios usuarios, o programas que requieren acceso a millones de datos elementales. Dado el aumento continuo de potencias, se comienza a hablar de *mega-mini-computadoras*.

La mutación técnica del *microprocesador* en 1971 acentúa más aún la descentralización de la inteligencia. Por primera vez la informática toca al gran público, la nueva clientela, más numerosa, de profesionales con conocimiento nulo o mediocre de informática, requerida de materiales concebidos especialmente para ella, todo parte de una nueva industria.

Las micro-computadoras y sus usuarios se multiplican mucho más rápido que el número de personas capaces de programar. Se va pasando cada vez más, de los programas a medida, cuyo desarrollo requiere dos o tres años, a los programas de catálogo 10 a 100 veces menos caros, disponibles en pocos días para una aplicación, que hacen vender material porque solucionan necesidades precisas de los usuarios, cuyo mercado se desarrolla aceleradamente. La importancia estratégica de esta parte inmaterial se acrece por el hecho que la productividad de concepción de los programas crece menos rápido que las necesidades de los mismos, y que por ello se requieren grandes esfuerzos para compensar o superar este bloqueo. Indicador de ello es el hecho que en Estados Unidos y Japón existen fábricas de programas, y que ya se habla de una biblioteca central de programas reutilizables.

Se intensifica la competencia por la producción y diseminación de mini y micro-computadoras y de supercalculadoras ultrarrápidas; su inserción en medios y centros de cálculo, de análisis, de decisión. Cables (eléctricos u ópticos, nexos hertzianos), conectan elementos en dispersión, crean redes, permiten al usuario beneficiarse a la vez de la auto-

nomía individual y local y del acceso a capacidades alejadas de cálculo y memoria. Todo ello afecta fuerte y profundamente las condiciones y modalidades de la organización y el funcionamiento de la economía y la sociedad, del trabajo, de la vida cotidiana, del poder y la política.

c) Una tercera evolución de la informática es la del creciente acercamiento entre la computadora y el individuo, el establecimiento de relaciones más fáciles y flexibles entre una y otro, mediante el mayor grado posible de imitación electrónica del pensamiento humano. Más específicamente, los mandos táctiles, los programas integrados, la *visiónica*, el reconocimiento de la palabra, la comprensión del lenguaje natural por la máquina, los sistemas expertos, la exploración de posibilidades de inteligencia artificial, las futuras computadoras de quinta generación (capacidades de manipulación de datos, cifras o letras, conocimientos, razonamiento por deducción). En sus logros y en sus posibilidades y tendencias, la informática se identificaría con la construcción por la especie humana de prótesis que prolongan y diversifican sus sentidos, su memoria, sus capacidades intelectuales.

La Informática se va convirtiendo así en enorme y creciente campo, con especial gravitación dentro de ella de los acelerados y trascendentes avances en la *microelectrónica* y en la *miniaturización*. Los impactos se dan en todos los aspectos de la vida colectiva e individual; ante todo, en la transformación de los *modos* de producción, de empleo y trabajo: electrónica, informática, telemática, robótica, productiva, inteligencia artificial.<sup>20</sup>

Con ello, se van reforzando el componente intelectual y el potencial creativo en la producción. La importancia relativa del capital intelectual invertido en *software* y sistemas va aumentando en relación al capital invertido en unidades e instalaciones físicas y en equipos. La vieja era industrial va siendo gradualmente reemplazada por la nueva era de la *sociedad informatizada*. Ello no implica el abandono o relegamiento de la agricultura y la industria que, por el contrario, en interacción con la informática, irán produciendo cada vez más bienes, para más población, con menos trabajo (pero también con menos empleo).

Así, la informática desarrolla la producción fabril de partes, su concepción, diseño y elaboración, a menor costo y en menos tiempo. Robots que oyen, ven, tocan se hacen cargo de rutinas complejas y tareas que requieren fuerza, peligrosas y aburridas. V. gr., la mi-

20 Ver W. Michael Blumenthal, "The World Economy and Technological Change", *Foreign Affairs*, New York, vol. 66, núm. 3, 1988.

crocomputadora controla todo lo que organiza y hace funcionar el automóvil.

Ello es tanto más así, cuanto la informática se entrelaza con grandes cambios en otras *nuevas tecnologías*. La conjunción de la informática con la comunicación y el transporte (aviación a chorro, lazos electrónicos mundiales instantáneos, televisión por satélites espaciales), la biotecnología, y los nuevos materiales (cerámica, fibras de vidrio), revolucionan todas las condiciones y aspectos de la vida, la dirección de los desplazamientos, las formas y contenidos de las actividades, los modos de producción.

Las técnicas de tratamiento de información aparecen en el sector de servicios, con referencia sobre todo a la organización de la circulación de productos, de dinero y de hombres, y a la estructuración y control de las actividades productivas en la industria.

Sobre todo en la *industria*, la concepción ayudada por computadora (CAC) reemplaza la tabla de dibujo de los despachos de estudio; permite trabajar sobre la pieza visualizada, e integrar instantáneamente en ella las modificaciones técnicas. La CAC es combinable con la fabricación, pero también puede integrar, con la *ingeniería asistida*, elementos técnicos y financieros que entren en la concepción de proyectos de gran dimensión.

La entrada de la Informática en la producción industrial desemboca en la emergencia de la *Prodúctica*. Esta resulta de una doble operación: por una parte, el desarrollo de hileras *prodúcticas* que asocian a usuarios y constructores de componentes constitutivos, de equipos y sistemas que concurren *solidariamente* a la satisfacción de las necesidades de automatización; y por la otra, de una poderosa industria de constituyentes de base de la automatización (robots, sistemas de mantenimiento, componentes, CAC, autómatas programables).

La *Prodúctica* multiplica sus impactos en todos los aspectos de la vida industrial: estructura de hileras, organización y financiamiento de empresas, productividad, competitividad, empleo, calificación, condiciones de trabajo, calidad, consumo de energía y de materias primas, emergencia de nuevos procedimientos de fabricación, conquista de nuevos mercados. Se vuelve por ello uno de los ejes mayores de una Política Industrial.

La *Prodúctica* representa un creciente grado de integración de la Informática en la producción material. Se concreta en el uso de máquinas herramientas que funcionan bajo mando y control informáticos. El conjunto de operaciones se integran en el robot que reproduce una serie compleja de acciones mecánicas dirigidas por una secuencia de progra-



mas. El *taller flexible* es un conjunto de autómatas cuya secuencia de programas es coordinada y regulada a partir de coacciones variables que pueden provenir *ex post* (servicio comercial), o *ex ante* (oficina de estudios).

Esta mutación tecnológica incide y modifica el significado y las formas de trabajo, de organización, y de funcionamiento.

En cuanto al significado y las formas del trabajo, las actividades ligadas a la información en sentido amplio ocupan una fracción creciente de trabajadores. La introducción de nuevas tecnologías tiene tres tipos de efectos sobre el trabajo.

En primer lugar, se generaliza la máquina en las actividades humanas, con su introducción masiva en sectores y actividades del terciario, y con la transformación de sus métodos y ritmos de trabajo; v. gr., en administraciones, bancos, despachos profesionales, empresas.

A ello se agrega la *unificación de las formas de trabajo*, sus métodos y hábitos, en los servicios por la generalización de la máquina; en la *industria*, como generalización de intermediaciones informáticas para el pilotaje de máquinas de transformación y de producción de objetos materiales. Acciones y percepciones pueden en adelante transformarse en informaciones cifradas; en *datos* que la máquina puede tratar; en *órdenes* y *programas* que ella ejecuta directamente; en *señales* para la reacciones y decisiones del operador.

La generalización, permitida por la Informática, de los procesos integrados, da nueva importancia a la capacidad de tratamiento de la abstracción. El operador que pilotea y controla un conjunto de fases, sólo conoce los elementos entrantes y los productos salientes, sin percibir etapas intermedias ni obrar directamente sobre ellas. Se reduce la importancia del cuerpo en la producción material, al reducirse el papel de la fuerza física, y uniformizarse la apariencia de los operadores en los tableros y pantallas (sean ellos obreros, empleados, técnicos).

La irrupción de la Informática en la producción y los servicios trae consigo las tendencias al *trastrueque de la organización jerárquica*, y en especial de la ubicación y peso en la misma de los conocimientos y aptitudes; con las consiguientes necesidades de transformación adaptativa. Ambos términos y su interrelación se explican por las características e implicaciones de las nuevas tecnologías. Éstas incluyen, de modo cada vez más frecuente y predominante, máquinas de tratamiento de información que integran, no gestos o procedimientos, sino saberes complejos y evolutivos (v. gr., robot pintor de carrocerías). La sociedad en proceso de informatización privilegia el conocimiento de sistemas, la comprensión de los funcionamientos individuales y grupales, y de



los modos cómo pasan las cosas en su complejidad, sus interrelaciones; más que el análisis y la transformación aislada, las comunicaciones. Plantean requerimientos biológicos y psicosociológicos, como la concentración en las actividades humanas.

Las nuevas tecnologías replantean posiciones y competencias largo tiempo establecidas; presuponen y exigen así un aprendizaje o un reciclado virtualmente permanentes; requieren una fuerte implicación personal de los trabajadores, su entrega efectiva a un modo de trabajo para la automatización de procedimientos eficaces. Se requiere todo ello de parte de un personal con fuerte capacidad para la retención de información.

Las nuevas tendencias tecnológicas y las correspondientes modalidades de trabajo apuntan a la combinación e interdependencia de un más alto grado de participación y de iniciativa de los trabajadores, a la movilización de los saberes efectivos capitalizados por el personal, y a un encuadramiento más centrado en la escucha y la coordinación que en la jerarquía autoritario-vertical.

El despliegue de la *Primera Revolución de la Informática*, iniciada en la década de 1950, parece desde los años de 1980 anunciar una *Segunda Revolución*, sobre todo a partir del desarrollo de las investigaciones sobre *inteligencia artificial*, la automatización del razonamiento lógico, la producción de nuevos componentes y los logros concomitantes en costo de material y disponibilidad de instrumentos de programación. Todo ello presagia aplicaciones rápidas, incluso el desarrollo de nuevas computadoras, capaces de tratar, no sólo datos numéricos, sino conocimientos.

Aplicaciones ya en curso o prometidas a corto plazo tocan importantes dominios de la vida pública y privada, como: la traducción automática; el reconocimiento y la síntesis de palabras o imágenes; los sistemas de ayuda a la decisión para la industria, la gestión, la economía, la medicina, el tratamiento de textos, la formación ayudada por computadora, los robots "inteligentes".

*Inteligencia artificial* es la rama de la Ciencia de la Computación que se ocupa en lograr que las computadoras actúen como seres humanos, y se usen para modelizar los aspectos conductuales del razonamiento y el aprendizaje humanos.

Usada la expresión por primera vez quizás en el Congreso de Chicago (1954), o en 1956 por John McCarthy en el Massachusetts Institute of Technology, el punto de partida de las investigaciones se encuentra sin embargo en un artículo del matemático británico Alan M. Turing (1950),

sobre máquinas capaces de pensar. Turing plantea el problema de la *simulación cognitiva*, en términos de comportamiento observable, y propone el *Turing test* para probar si una computadora es capaz de pensamiento humano. Una persona se sienta ante un teletipo aislado de dos corresponsales, otra persona y una computadora. Formulando preguntas mediante el teletipo, y estudiando las respuestas, el observador aislado trata de determinar cuál corresponsal es humano y cual es la computadora. Si ello resulta imposible, se acredita que la computadora ha pasado la prueba.

La exploración de este campo da varias líneas para buenos comienzos, seguidos luego de un cierto estancamiento. El dominio va evidenciando una complejidad insospechada; produce informaciones demasiado numerosas para el tamaño de la máquina. La “Inteligencia artificial”, los razonamientos automatizados, abarcan un número limitado de operaciones lógicas trasponibles a la máquina, y que no dan cuenta de la inteligencia humana.

El postulado de partida (una inteligencia humana que procede por hábil manejo de reglas, clasificaciones y seriaciones, y por la elaboración de descripciones formales), se ha demostrado inoperante, salvo en dominios ultra-especializados. Las pistas exploradas hasta la actualidad no han permitido producir una máquina inteligente, capaz de aprender, de comprender, de interpretar, su medio ambiente. Se ha dado en cambio, una segunda fase de investigaciones centradas en programas de aplicación de *soluciones pertinentes a problemas específicos*, con fracasos pero también con logros.

Las investigaciones transforman el problema, separan lo que en la actividad humana inteligente es trasponible a máquinas. Ciertos aspectos de la inteligencia humana, captables como conjunto de conocimientos, definiciones y reglas, son programables en computadora, a condición de disponerse de memorias gigantescas, y de capacidades de tratamiento muy rápidas. Hasta el momento actual ninguna computadora exhibe plena inteligencia artificial, capaz de simular la conducta humana.

La investigación se ha concentrado y los mayores avances se han dado en actividades intelectuales que son pequeña parte de la inteligencia, pero dan materia de trabajo. Se refieren a una media docena de *grandes sectores*: juegos; reconocimiento de formas; interpretación del lenguaje natural; resolución de problemas a través de sistemas expertos; redes neurales; robótica.

1. La programación de computadoras para *juegos*, especialmente ajedrez, también damas, es el campo de mayores avances en inteligencia artificial. Los mejores programas de ajedrez computarizado pueden derrotar a la mayor parte de los seres humanos (no a grandes maestros).

2. El *reconocimiento de formas* resulta de investigaciones motivadas por necesidades de aplicaciones: a la producción automática industrial (robots), a la *Burótica* (tratamiento de texto y de escritura). Ello da lugar a una nueva ciencia, la *Visiónica* o estudio de los procesos de identificación de objetos. La computadora debe captar las imágenes de la escena a identificar; segmentarlas y analizarlas para crear un modelo que represente la escena observada; comparar el modelo sacado de la observación y los objetos de referencia.

3. La computadora puede ser programada para *interpretación de los lenguajes humanos naturales*. Se trata de la rama más compleja y esencial de la inteligencia artificial, sobre todo porque promete las mayores recompensas a los esfuerzos. Apunta al establecimiento de la comunicación directa, por lenguaje natural, entre hombre y máquina, sin la interface del tablero, ni la necesidad de un conocimiento especializado, lo que permitiría una explosión de la informática a nivel profesional y del gran público. En el diálogo del hombre y la máquina, el reconocimiento y la síntesis de la palabra se desarrollan principalmente con miras a la interrogación de las bases de datos y de los sistemas expertos.

La programación de computadoras para comprender lenguajes naturales ha demostrado, sin embargo, ser más dificultosa de lo pensado. Los problemas pendientes tienen que ver con la complejidad de la semántica y de la sintaxis de los lenguajes naturales. El reconocimiento de la palabra se encuentra todavía en un estadio experimental. Su aplicación más avanzada es la traducción asistida por computadora, con sistemas rudimentarios que traducen de un lenguaje humano a otro, sin llegar a ser tan buenos como un traductor humano. Existen también sistemas de reconocimiento de voces que pueden convertir sonidos hablados en palabras escritas, pero no comprenden lo que escriben, se limitan a tomar dictado, siempre que se hable lenta y distintamente.

4. Los *sistemas expertos* resultan de una programación de las computadoras para realizar una tarea que de otro modo sería cumplida por un experto humano, a fin de tomar decisiones en situaciones de la vida real y solucionar problemas. Se los aplica para diagnósticos en medicina, en química, ingeniería, prospección petrolera, predicciones financieras, planes de rutas para vehículos de reparto. Algunos sistemas

expertos son diseñados para reemplazar a expertos humanos, otros para ayudarlos.

Los programas son concebidos para simular el razonamiento de expertos, autoridades en sus dominios, entrevistados por *ingenieros en conocimiento* sobre el modo de establecer sus conclusiones y tomar decisiones. Las informaciones son recogidas y programadas en serie de reglas “si [...] entonces”, que describen la experticia, son traducibles en términos que una computadora puede comprender, y permiten su consulta automática.

Los sistemas expertos existentes son muy costosos para producir, y útiles sólo en situaciones especiales. Por la insuficiencia de medios para construir, utilizar y mantener grandes bases de conocimientos, los sistemas expertos tienen todavía un dominio limitado de aplicación. Lo primordial en la inteligencia es el *conocimiento*. La inteligencia y sus funciones operan en base a *depósitos de conocimientos específicos a su disposición*, particulares a cada dominio. El estudio de los procesos utilizados para resolver un problema, es indisoluble de conocimientos utilizados en esos procesos.

5. Las *redes neurales* son sistemas computarizados que simulan la inteligencia, imitando el modo con que un cerebro humano trabaja, tratando de reproducir los tipos de conexiones físicas que ocurren en los cerebros animales. Una red neural trabaja creando conexiones entre *elementos procesadores*, el equivalente computarizado de las neuronas. La organización y los pesos de las conexiones determinan el producto. Aunque todavía con pocas aplicaciones comerciales, las redes neurales constituyen una de las áreas actualmente más activas, con éxitos en la predicción de acontecimientos cuando las redes tienen una gran base de datos de ejemplos previos a la cual acudir, en disciplinas como reconocimiento de voces, procesamiento de lenguajes naturales, predicción del clima.

6. La *Robótica* es la rama de la Ciencia de la Computación que se ocupa del diseño, la construcción y la programación de *robots*, máquinas computarizadas que pueden reaccionar a insumos sensoriales (mediante medios de visión o de otro tipos de sensores), viendo u oyendo elementos del medio ambiente, moviéndose en éste, y que son capaces físicamente (v. gr., mediante un brazo mecánico) de actuar. Los actuales robots son esencialmente máquinas-herramientas controladas por computadora, programados para cumplir algunas entre cierto número de funciones. (A la Robótica se vuelve más abajo.)

La computadora ha ido ya sustituyendo al ser humano en todas las tareas de *cálculo*; en la automatización del *cálculo numérico*, y del



razonamiento mediante un *algoritmo*. Éste es un conjunto finito de reglas determinadas que sirven para resolver un problema mediante un número finito de operaciones. Un algoritmo requiere simplicidad, el menor número posible de pasos, la no ambigüedad del conjunto de reglas, y un claro punto de detención. Los algoritmos pueden expresarse en cualquier lenguaje, neutral o de programación. La mayoría de los programas de computadora, con excepción de algunas aplicaciones de inteligencia artificial, consisten en algoritmos.

En la década de los 80 y en lo que va de la de 1990 se va entrando quizás en la fase de las llamadas *Computadoras de Quinta Generación*, máquinas especializadas en el tratamiento de conocimiento, parte de la posible tendencia de las computadoras a rivalizar con los seres humanos en todas las tareas intelectuales.

Así, un programa decenal japonés apunta a lograr la *automatización del razonamiento*, la producción en gran cantidad de nuevas computadoras capaces de tratar el elemento central de las actividades inteligentes: el conocimiento.

Son los llamados *sistemas informatizados de tratamiento de conocimientos*, compuestos de: a) una *unidad*, capaz de llegar a cien millones de inferencias por segundo; b) una *máquina-base de conocimientos*, capaz de contener un millón de hechos y más; c) un *módulo de resolución de problemas*, o *motor de inferencia*, que organizará diferentes razonamientos de unidad operante por encadenamiento adelante (deducción), encadenamiento posterior (inducción) y cooperación (razonamiento en paralelo y comparación); d) un *dispositivo gestor de base de conocimientos* para organizar adquisición, almacenamiento, utilización, de conocimientos, y e) una *interfase inteligente* que permita el diálogo hombre-máquina, en lenguaje natural, pudiendo reconocer varios millares de palabras de cien locutores diferentes.

El desafío planteado está al parecer lejos de ser enfrentado de modo cierto y exitoso. Continúan los apasionados debates sobre lo que las computadoras pueden o no hacer, hasta dónde llegan los límites de la inteligencia artificial. Las investigaciones sobre la inteligencia artificial, sus posibilidades, implicaciones y límites, han ido planteando las cuestiones del *modelo subyacente* a la sociedad en el proceso de *informatización del mundo*, la extensión y el poder del *paradigma informático*.

El tránsito de una *Sociedad Industrial*, fundada sobre la coordinación de máquinas y seres humanos para la producción de bienes, a una posible *Sociedad Posindustrial* que se organiza alrededor del conocimiento, para fines de *dominio de la gestión del desarrollo social* y



*tecnológico*, apunta a una constelación de implicaciones y problemas, de tipo *cultural, social y político*.

La creciente informatización de vastos sectores del conocimiento, y por consiguiente el desarrollo formidable de los saberes, plantean el problema del *poder* y la *dominación*, los interrogantes sobre qué grupos, organizaciones, capas sociales, tendrán acceso a todo aquello, asegurarán su gestión, determinarán sus modos de uso y sus evoluciones. Las implicaciones socioculturales y políticas conciernen ante todo a profesionales y técnicos del conocimiento, pero también a los otros componentes de las sociedades y los Estados, y a unas y otros en su conjunto.

Estos interrogantes y dilemas se irán reafirmando y amplificando, se diversificarán y proyectarán cada vez más, no sólo con las tendencias preexistentes, sino también con otras que van surgiendo por la interacción entre los cambios tecnológicos y otras fuerzas, estructuras y procesos de la sociedad, la política y el Estado. Así por ejemplo, se van perfilando fenómenos y tendencias, como las siguientes.

El desarrollo de la informática y las comunicaciones multiplicarán y reforzarán los conocimientos teóricos, abstractos, científicos; su centralidad, su primacía sobre otros tipos de conocimientos (afectivos, artísticos, empíricos, prácticos). Pueden volverse decisivos el papel y el peso de los primeros tipos de conocimiento, y de quienes los producen y controlan, para la toma e imposición de decisiones, respecto a la organización y el funcionamiento de las sociedades y los Estados, decisiones y dirección del cambio. Los nuevos desarrollos de la informática y las comunicaciones reforzarán sobre todo las orientaciones burocráticas, tecnocráticas, operativas, racionalizadoras, de las sociedades y de los sistemas políticos; pero podrían también tender a liberar nuevas potencialidades y horizontes socioculturales, al servicio de fines lúdicos, creativos, artísticos, socialrelacionales. Todo ello, y otras dimensiones socioculturales y políticas a las que luego se vuelve, dependen de las más y mejores posibilidades que vaya creando el cambio tecnológico.

El logro y aplicación de supercalculadoras de gran velocidad va adquiriendo un carácter estratégico. Se requiere fortalecer las actuales calculadoras numéricas, por ejemplo, mediante la división de tareas para calcular mejor; el recurso sistemático a las arquitecturas paralelas ya aplicadas en calculadoras científicas; la disponibilidad de varios procesadores centrales, y la ejecución simultánea de varias partes de un programa. Se preve el desarrollo de micro-computadoras que utilizan procesadores de estructura paralela, y que podrían tener desempeños impresionantes (dominio de la imagen, inteligencia artificial, reconocimiento de la palabra).

El desarrollo tecnológico tiende a combinar una programación cada vez más compleja, con una creciente accesibilidad de la computadora al usuario no iniciado, es decir, a las relaciones amistosas entre el hombre y la máquina. Nuevos instrumentos buscan perturbar lo menos posible los hábitos del usuario, compensar sus limitaciones. El lápiz electrónico permite escribir, dibujar, conversar directamente sobre la pantalla del monitor ligada a la computadora personal. La pantalla busca tranquilizar por su familiaridad. El uso de la palabra apunta al relevo total o parcial del tablero, a la computadora sin pantalla, capaz de dialogar en vivo con el operador. Nuevos sistemas de mando, a través de pulseras o anteojos transmiten a la computadora lo que el dedo o el ojo designa.

Ya desde ahora, la creciente disponibilidad de programas integrados en la memoria permanente de la computadora, multifuncionales, que hacen aparecer simultáneamente en la pantalla varias tareas, cada una en su "ventana", la posibilidad de transferencias de datos de una ventana a otra, proponen y permiten realizar tantas funciones como una media docena de programas diferentes. Permite por ejemplo acumular la gestión de bases de datos; el tratamiento de textos; la comunicación con otros sistemas; un tablero, u hoja de cálculo para operaciones sistemáticas sobre cuadros de cifras.

Se va tratando cada vez más, no sólo de simplificar la relación hombre-máquina, sino también de superar las posibilidades de los sistemas clásicos. En éstos, las computadoras están limitadas a la solución de problemas descritos bajo forma matemática y en un referencial determinista. El usuario debe convertir el problema real en un modelo matemático que requiere una sucesión de operaciones para encontrar la solución.

Las investigaciones sobre inteligencia artificial quieren precisamente abrir a la informática los dominios de los conocimientos llamados "vagos", dispersos, parcelados, a menudo de origen empírico, difícilmente representables por modelos matemáticos, y los procedimientos llamados *heurísticos*, semi-intuitivos, que los seres humanos usan para el diagnóstico y la decisión, y que guían la opción entre posibilidades, en función de conocimientos generalmente empíricos. Ello posibilitaría una ampliación considerable de aplicaciones posibles y de usos potenciales, pero también requeriría una nueva generación de computadoras que permita a los no-informáticos usar una computadora sin aprendizaje previo, con la voz, la visión, el lenguaje natural. En esta dinámica se ubica la constitución de sistemas de "tratamiento de conocimientos",

o de “sistemas expertos”, en vez del “tratamiento de datos numéricos”, como en la informática tradicional.

Para tales fines, las técnicas de inteligencia artificial subdividen y reagrupan los conocimientos del hombre en dos partes: los conocimientos que son hechos, y los conocimientos salidos de la práctica bajo la forma de reglas del tipo “si esto, entonces aquello”. A los conocimientos expresados en reglas y en hechos se agrega un procedimiento o motor de inferencia o método de razonamiento que, en función de la situación descrita en la base de los hechos, desencadena la puesta en obra del conjunto de “si [...] entonces [...]” reagrupado en la base de las reglas.

Para que el “sistema de tratamiento de los conocimientos” reproduzca correctamente el comportamiento del *peritaje* o *expertise* humano, se requiere la posesión de un buen motor de inferencia, y la puesta bajo forma adecuada de los conocimientos del experto bajo forma adecuada. Ello es tarea de los *cognicistas*, ingenieros capaces de recoger el conocimiento de los expertos para formalizarlos e introducirlos en la máquina.

Los conceptos de inteligencia artificial han ido penetrando en la producción de *bancos de conocimientos*, por analogía con los bancos de datos, libros que reúnen informaciones bien estructuradas sobre un tema, accesibles por los sistemas de tratamiento de conocimientos. También la enseñanza ayudada por computadora va dejando de estar confinada a las únicas aplicaciones descritas bajo la forma de un modelo matemático.

Los *sistemas expertos*, bases de conocimientos activados por motores de inferencia, que ya son varios centenares en el mundo, de los cuales varias decenas operacionales, podrían llegar en el futuro a dar al gran público los “consejos” de un experto simulado en la computadora.

*Interface* es todo aquello que conecta dos entidades separadas, por ejemplo la computadora y el usuario humano; programas entre sí, dispositivos entre sí, programas y dispositivos. La interface usuario/programas es un conjunto de órdenes o menús a través de los cuales el primero se comunica con el segundo. El mejoramiento de las *técnicas interface hombre/máquina* permitirá a nuevos usuarios servirse de computadoras sin ninguna formación en informática.

Las *técnicas de interface* conciernen a: 1) la palabra (reconocimiento y síntesis), sin más necesidad de teclado; 2) la imagen (visión y síntesis); 3) un lenguaje natural, y 4) el planteo de las cuestiones del modo deseado. Ello a su vez requiere nuevos conceptos de programación. Los lenguajes de programación clásicos tienen una *semántica procedimental*

que requiere del programador la precisión explícita de las tareas que la máquina debe cumplir, una tras otra, para ir a la solución del problema planteado. Los nuevos lenguajes deben tener una *semántica declarativa*, ser capaces de describir precisamente el problema planteado, para que la máquina pueda resolver los problemas sin otra intervención. El usuario dispondría así de un formalismo de alto nivel y más cercano a su pensamiento que con lenguajes convencionales. Las computadoras capaces de tratar eficazmente conocimientos serán muy diferentes de las de hoy, completamente reconsideradas y rediseñadas, con grandes capacidades de almacenamiento y de tratamiento paralelo, y nueva unidad de cuenta (LIPS o Logical Inferences per Second) que es el número de “si... entonces” por segundo. Los progresos alcanzados y a lograr requieren programas especiales, y el diseño de máquinas deliberadamente construidas para explotar tales sistemas, la continuidad del avance en la miniaturización.

Estos progresos se relacionan estrechamente con los de las computadoras personales, y responden a expectativas sociales de posesión individual, de aislamiento autonomizante, pero también de interconexión en redes locales o más vastas. dentro de un movimiento favorecido por el desarrollo de telecomunicaciones. Todo ello apunta a la tendencia a un sistema integrador de todas las utilidades de la informática y de las telecomunicaciones, la *Telemática*.

### C. La Revolución de las Comunicaciones

La segunda mitad del siglo XX presencia el ascenso de una *era o revolución de las comunicaciones*. Premisa y componente es el encuentro de la electrónica y de la numerización. La Teoría de la Información de Claude E. Shannon abre camino a la transmisión de mensajes, no más bajo forma analógica, sino bajo forma numérica. Ésta se generaliza por permitir un tratamiento de señales numéricas con menos errores, pues manipula números enteros y opera así en todo o nada; tiene capacidad y precisión mayores; ofrece un lenguaje común al teléfono y a la informática, como medio de operaciones lógicas, aritméticas, de acceso a base de datos. Ello permite, al nivel de medios técnicos, la aceleración de la electrificación y de la informatización del teléfono; y al nivel de funciones, la convergencia reforzada de las comunicaciones y de la informática. Se espera fundadamente que la electrónica y la numerización irán imponiendo su lógica y, hacia el año 2010, generalizarán una red única que vehiculará palabras, textos, imágenes, y



sostendrá una amplia gama de terminales (Red Numérica-amplia banda), con fibras ópticas.

La década de 1950 presencia el *ascenso de las comunicaciones internacionales*. Desde 1956, cuando un primer cable transatlántico pone fin al monopolio de las ondas cortas en las comunicaciones transoceánicas, se da una evolución continua en el número de comunicaciones y en su abaratamiento. La década de 1950 inaugura la era de los *satélites* artificiales, a partir del *Sputnik* soviético, lanzado el 4 de octubre de 1957, y seguido por centenares de otros, de la URSS, Estados Unidos, Europa y Asia. A principios de los años de 1960, satélites como el *Telstar* y el *Relay* comienzan a revolucionar la comunicación global. Colocados en órbitas geoestacionarias, unen señales de teléfono, radio o televisión que se transmiten de una parte de la tierra a otra.

El *Telstar* ha sido el primer satélite de comunicaciones de propiedad privada que orbitó la tierra. Construido por la American Telephone & Telegraph Co. y sus Bell Telephone Laboratories, fue puesto en órbita el 10 de julio de 1962.

El *Intelsat* (International Satellite Network), fundado en los años de 1970, provee un servicio internacional de telecomunicaciones. Los satélites climáticos han posibilitado predicciones y pueden rastrear patrones climáticos durante un periodo de tiempo.

Los satélites *Landsat* proveen fotografías que ayudan a los científicos a comprender los efectos de varios tipos de uso del suelo en el ecosistema terrestre. Estados Unidos y la Unión Soviética han usado satélites “espías” o de reconocimiento.

Los satélites realizan la posibilidad de las comunicaciones internacionales, especialmente en transmisiones telefónicas y de televisión, sin pasar por un eventual tercer país. Aumentan las comunicaciones intercontinentales encaminadas por Intelsat con disminución de costos. Los progresos de la electrónica y de los proyectiles balísticos se refuerzan mutuamente. Las comunicaciones por satélites se extienden luego, de lo intercontinental, a los sistemas nacionales o regionales.

Paralelamente a la multiplicación de los soportes de transmisión a gran distancia, como los cables y satélites, se expande la capacidad de transmisión con aplicación de nuevos procedimientos de agrupamiento (multiplexaje de caminos en una misma arteria).

Un decisivo paso a lo temporal se da con las *fibras ópticas*, posibilitadas por el progreso muy rápido de los nuevos materiales (*cfr. infra*), y que ya son operativas. Se trata de la transmisión de mensajes o de información por pulsaciones de luz a lo largo de fibras de vidrio o de plástico del grosor de un cabello. Los cables de fibras ópticas pueden



ser más pequeños y ligeros que los cables convencionales que usan alambres de cobre o tubos coaxiales, pero transportan mucha más información. Las fibras ópticas pueden guiar mensajes luminosos y transmitir, con obstrucciones cien veces inferiores a las de los cables, un número muy grande de mensajes simultáneos. Se vuelven útiles para la transmisión de grandes cantidades de datos entre computadoras, y para llevar imágenes de televisión dato-intensivas o muchas conversaciones telefónicas simultáneas. Son inmunes a la interferencia electromagnética (de la luz, motores cercanos y fuentes similares) y a las conversaciones cruzadas de cables adyacentes, y los intentos de control son más fácilmente perceptibles. Para prevenir el deterioro de una señal, las fibras ópticas requieren menos repetidores en una distancia dada que el alambre de cobre.

Las fibras ópticas comienzan a ser usadas en los equipos de comunicaciones; vinculan computadoras, transmiten señales de televisión, portan miles de conversaciones telefónicas. Han encontrado amplias aplicaciones en Medicina, donde tubos de fibras ópticas, como el endoscopio, son usados frecuentemente para examinar el interior del cuerpo sin el uso de rayos X o de cirugía exploratoria. Comienzan a ser usadas en automóviles y aviones, y se espera de ellas muchas otras aplicaciones.

Las fibras ópticas van abriendo el camino a una *mutación orto-electrónica* que tendría en el dominio de las comunicaciones el impacto que los microprocesadores han tenido en la Informática. Un aumento constante del rendimiento, y las economías de escala ligadas a los materiales de transmisión y a su mantenimiento, establecen un precio de comunicación independiente de la distancia. Las fibras ópticas proveen una riqueza de oportunidades. Las telecomunicaciones asumen función-clave en el ordenamiento del territorio, sustituyéndose en parte a los transportes. Internacionalmente, una red eficiente de telecomunicación y un nivel del precio unitario de comunicación, se vuelven factores decisivos en la localización de empresas y, como se verá, en el avance de los procesos de transnacionalización. Las comunicaciones pueden vehicular, más allá de informaciones de potencia (de cálculo), también órdenes, dando lugar así al telemando, a la telerreparación, al teletrabajo.

El paso de la conmutación electromecánica a la conmutación electrónica, de sistemas espaciales y temporales, permite economizar los gastos de mantenimiento de redes. Beneficia al usuario final también con una velocidad de selección más grande, y con nuevos servicios, v. gr. la transferencia automática de las comunicaciones desde que el

correspondiente ocupado se libera. Da mayor rendimiento en la transmisión de datos.

La electronización de la conmutación es un primer paso en el camino abierto hacia una infraestructura universal que responderá a una gama muy amplia de necesidades. Éstas corresponden hoy en su mayoría a lo profesional: mensajería electrónica, vocal o textual, telecopia, visio- o video-conferencia, videotex, teletex; hacia su uso masivo por el gran público.

Hasta hoy subsisten la multiplicación de redes; la complicación de estructuras; el uso de cada servicio separadamente, sin posibilidad de una puesta en operación de servicios compuestos; el uso no simultáneo, en un servicio, de dos o más canales de comunicación. La teleinformática acerca la realización de la vieja aspiración a integrar redes en un sistema de comunicación único, una red universal, que ofrezca al usuario el acceso a todos los servicios de comunicación, por una sola línea, con un procedimiento único de operación (numeración, imposición, mantenimiento), y la posibilidad de uso simultáneo de varios servicios.

Se va desembocando desde los años de 1980 en la conmutación opto-electrónica, la óptica integrada que reúne, en un mismo *chip* de semiconductor, a microlasers, microguías ópticas, sistemas electro-ópticos capaces de modular y amplificar señales ópticas. Por la diversidad de fuentes de progresos, y por la convergencia y la sinergia de sus aplicaciones, se está ya en un sistema unitario. Gracias a la interconexión telemática, un conjunto de compartimentos separados de la evolución tecnológica y social se van montando como componentes de un todo, se encajan recíprocamente y sobre todo se interpenetran.

#### *D. La Revolución de la Producción: los nuevos materiales*

Denominador común de estos progresos es el dominio creciente de la Física del Estado Sólido, y la disponibilidad de semiconductores minerales (silicio) y mañana orgánicos para la Electrónica y la Opto-Electrónica. Una emergente *Ciencia de los Materiales* vincula los avances en la Física del Estado Sólido (investigación de la conducta de la materia condensada) al desarrollo de materiales que representen un conjunto deseado y con frecuencia inusual de propiedades, con un vasto conjunto de aplicaciones para la satisfacción de una gama de necesidades, v. gr. modos de reducir la dependencia de recursos y energías de los países, y de mejorar su competitividad económica.

Las nuevas tecnologías y los nuevos materiales han ido de la mano. Desde el progreso de la Química en los años de 1930 y 1940, se dan el crecimiento continuo de los plásticos, la mutación en la industria de materiales, en las profesiones y tareas de concepción o diseño, y en el conjunto de objetos disponibles. Ello trae consigo una cauda de consecuencias y ramificaciones. Crea oficios y profesiones; abre mercados; revela necesidades latentes; modifica y estructura la vida cotidiana; contribuye decisivamente al perfil de la actual civilización y a sus crisis; induce e impone evoluciones culturales.

Así, el *habitat* es transformado, por la generalización del cristal de ventana, del pequeño aparato electrodoméstico, del polietileno en recipientes (basura, etcétera). El *vestido* se transforma con fibras nuevas, como el nylon (ropas flexibles de deporte, trabajo, interior). El *papel* extiende sus usos, de la imprenta, a las condiciones de vida familiar y a los modos de existencia. v. gr. con los materiales celulósicos absorbentes (pañales, periodos, incontinencia); en el deporte (planchas a vela, delta-planos, navegación a vela de competencia).

El aumento en el número va acompañado por las *alianzas de materiales*, y por el surgimiento de *materiales proteicos*.

El *silicio* tiene parte en el desarrollo de la electrónica, la informática, la energía fotovoltaica, las fibras ópticas.

Su ascenso como material estratégico encuentra competidores en los *compuestos* las alianzas o asociaciones de materiales, que ofrecen mucho más que una media ponderada de las propiedades de cada constituyente, las amplifican o exaltan. Ejemplo, los *silicones* comercializados bajo más de mil referencias (aerosoles, aceites, pastas, sólidos, para diversos usos).

La identidad de estos materiales se diluye en las nuevas realidades tecnológicas. Existen tantos materiales como modelos de piezas, y sólo la pieza existe realmente. Para un compuesto, el material no tiene existencia propia fuera de la pieza, se crea al mismo tiempo que ella durante la cocción final. Cada etapa del proceso de fabricación influye irreversiblemente en el resultado, sin posibilidad de actuar una vez terminada la pieza. Las propiedades de los materiales integran la herencia de todo el proceso que condujo de su elaboración a su puesta en forma. Los desempeños de una aleación resultan también de cada etapa franqueada desde el mineral al producto terminado. El material se borra ante la pieza para adaptarse a los servicios esperados de ella. A la inversa, la pieza depende de los materiales disponibles. Una trilogía

agrupa como indisociables al material, al procedimiento y al producto, en total interdependencia.

La reunión de más funciones en menos piezas reduce el costoso montaje. La sustitución de materiales transforma el objeto, porque el nuevo procedimiento permite aprovechar ventajas. La pluridisciplinariedad y la complejidad creciente de los problemas técnicos imponen la cooperación de profesiones diferentes.

Los nuevos problemas de los materiales llevan al replanteo del concepto del costo y del método de análisis. La opción triple: material-procedimiento-forma, se plantea en términos del *análisis costos-servicios*. Lo más importante, lo que prevalece sobre todo otro elemento es lo *inmaterial*: saber elegir, saber hacer, respecto a una *complejidad*, no al nivel del sistema, sino de las funciones, más numerosas, asumidas por cada pieza.

Para el material a la medida como objeto compuesto se requiere un *análisis global*, que desemboca en la noción de *costo global* y en los *métodos de análisis del valor*, necesariamente aplicados por *equipos multifuncionales de especialistas*. La producción de nuevos materiales requiere ante todo una *inversión inmaterial*, es decir, *saber elaborar, saber producir, saber transformar*. Industria de servicios, la producción de nuevos materiales vende ante y sobre todo *relaciones resultados-costos*, calidad de elecciones para diferentes soluciones.

Con todo ello se amplía el campo de las posibilidades. El diseñador pasa a plantear y resolver los problemas, no en términos del uso de un material dado, sino del servicio esperado, la elección del material y el procedimiento, para obtener el resultado y el producto deseados, al menor precio: *materiales a la medida*.

Ejemplar a estos respectos ha sido la evolución de los *plásticos*, nuevos materiales caracterizados por la gran diversidad y la relativa adaptabilidad. Varias decenas de polímeros de base dan varios miles de materiales distintos, con un abanico de propiedades, capaces de competir con casi todos los otros materiales. Los plásticos participan en la solución de casi todos los grandes problemas de fines del siglo XX: energía; economías (materiales, divisas); conquista de espacios aéreos y oceánicos; comunicaciones; *prodúctica*.

Los plásticos destacan por la variabilidad y adaptabilidad; su aptitud para adoptar formas complejas, que integran más funciones, y reducen costos de montaje o de transformación. Aportan economías de energía por su ligereza y su débil contenido de energía. Absorben sin deformación permanente mucho más energía que los metales. Su ligereza es de interés para constructores de automóviles y aviones (menos energía,



reducción del peso de pieza y con ello también su precio, instrumental con más duración de vida), y también para textiles, circuitos integrados, robots. Su absorción sin deformación permanente de mucho más energía que los metales, su resistencia, da empleo a los plásticos en protecciones (escudos, paragolpes), resortes de cuchilla, suspensiones. Su resistencia a la *corrosión*, favorece su uso en automóviles, hornos de cocina, bombas. Su resistencia térmica y química favorece su competencia con el vidrio. Los plásticos pueden combinar las ventajas de la longevidad de los objetos técnicos y del ahorro de recursos naturales.

El ascenso de los nuevos materiales suscita nuevos desarrollos en los especialistas de los antiguos materiales, como los metalurgistas. Se han ido dando así las *superaleaciones* (titanio, aluminio), nuevas variedades de *acero* con mejores procedimientos de fabricación y preparación (uso de automatización e informática), logros, avances en la superplasticidad de metales y aleaciones.

*Nuevas cerámicas* ofrecen soluciones nuevas. Los plásticos dejan de estar fijados en sus características macroscópicas: el metal puede ser superplástico, el plástico puede ser conductor de electricidad.

Se ha producido pues una fuerte transformación en el dominio de los materiales, y con ello la fundada expectativa de nuevas innovaciones inminentes que sigan reduciendo las fronteras entre distintas clases de materiales, e incrementen cada más la presencia de la inteligencia humana en la materia.

Ello significa además el refuerzo de las contribuciones de estos desarrollos tecnológicos a la reducción del consumo de recursos y energías, y a la mejora de la competitividad económica de países que como, los Estados Unidos y otros países desarrollados, se preocupan en promover tales desarrollos.

Los avances en tecnologías de información dependen del desarrollo de nuevos materiales: semiconductores para *chips*; superficies orientables para el almacenamiento magnético de información; fibras ópticas para nexos de comunicación rápida.

El desarrollo de nuevos materiales, desde superconductores, hasta materiales de construcción, de gran fuerza y peso ligero, es factor clave para mejorar la eficiencia en el uso de energía, para controlar y luego reducir su consumo total, sin pagar un gran precio político doméstico; y para reducir la dependencia externa y fortalecer la posición negociadora.

También en este último sentido, una creciente capacidad para diseñar materiales con propiedades muy especializadas, desde las materias primas disponibles, puede alterar las necesidades de almacenamiento de materiales estratégicos de los países y aumentar su autonomía.



### E. La producción de los objetos

La Microelectrónica y la Informática transforman profundamente las opciones sobre materiales, pero también la concepción y realización de los *objetos*. Se mejora así la producción y resultados de los objetos tradicionales, reduciendo los costos; se concibe otros nuevos; se ofrece servicios antes irrealizables.

La aplicación de la capacidad de cálculo de la computadora es introducida por las oficinas de estudio, para el cálculo por elementos finitos de estructuras y de resistencia de materiales. Se logra la elección, entre varias formas posibles de los objetos, del diseño que minimice las coacciones y evite la adopción a ciegas de márgenes muy fuertes de seguridad. Los clientes de los nuevos métodos van siendo las industrias electronucleares, aeronáuticas, de construcción naval, mecánicas, automotrices, de la construcción. El cálculo por elementos finitos se va perfeccionado, desde las estructuras planas a los volúmenes, y del análisis de coacciones estáticas al análisis de coacciones dinámicas.

A ello sigue la introducción por las oficinas de estudios del *Computer-Aided Design* (CAD), el diseño asistido por la computadora. Abarca las ayudas informáticas al proceso de elaboración de un producto industrial. Lo constituye una combinación de aparato y programa que permite a ingenieros y arquitectos diseñar cualquier cosa, desde muebles a aviones. Los sistemas CAD requieren un programa; un monitor de gráficos de alta calidad; un “ratón” o lápiz luminoso para dibujo; una impresora especial para especificaciones de diseño.

Los sistemas CAD permiten a un ingeniero ver un diseño desde cualquier ángulo con la presión de un botón y enfocar desde distintas distancias. La computadora sigue además a las otras dependencias del diseño de modo que cuando se cambia un valor, los otros valores que dependen de él cambian automáticamente en concordancia.

Los *Computer-Aided Design-Computer-Aided Manufacturing* (CAD/CAM), son sistemas usados para diseñar y manufacturar productos. Con ellos, un ingeniero puede usar el sistema para diseñar un producto, y para preparar los datos de su producción y controlar sus procesos. A ellos se puede agregar componentes de dibujo adicionales.

Se supera así los trabajos de diseño repetitivos, y se asocia la pantalla a los medios de cálculo, para visualizarlos. Junto con el cálculo por elementos finitos, se generan representaciones gráficas en el espacio y en perspectivas diversas; se evalúan tiempos de fabricación; se integran normas; se elaboran gamas de producción y programas de fabricación. Los CAD liberan la creatividad; permiten explorar rápidamente las

soluciones, compararlas, tener en cuenta desde el principio las restricciones de fabricación, montaje y mantenimiento. Es posible concebir mejores objetos, con sus cualidades y las de su proceso industrial, con reducción de tiempos y costos. Los CAD/CAM permiten a la vez más rigor y más flexibilidad en el flujo de informaciones entre diferentes servicios de la empresa, reduce su compartimentalización en beneficio de la productividad global.

Los CAD/CAM han ido creciendo en el número de unidades, de industrias donde van penetrando, como la mecánica, la electrónica, la ingeniería y la construcción civil, la construcción naval y aeronáutica, el automóvil, la construcción eléctrica, los edificios y trabajos públicos; incluso en la pequeña y mediana empresa. Tienden además al crecimiento en el mercado mundial. Son factor de replanteo de las posiciones adquiridas, de logro de mercados antes bloqueados para las empresas innovadoras.

Los CAD/CAM ayudan a concebir y a fabricar mejor productos existentes, y crean otros nuevos. La rapidez en la miniaturización de la electrónica y en el crecimiento de la potencia de los microprocesadores y su abaratamiento, permiten incorporar cada vez más inteligencia para el tratamiento y la memorización de las informaciones en un espacio cada vez más restringido y con un reducido consumo de energía. Se puede llenar mejor o crear funciones de medida, control, detección, con simplificación de las relaciones entre el operador o el usuario y la máquina.

La *Computer Asisted Production Management*, gestión de la producción asistida por computadora, es el conjunto de ayudas que la informática puede dar a la gestión de la producción industrial: cálculo de necesidades en materias primas y componentes; plan de producción; organización de la producción (orden de tareas, planificación de máquinas).

Estas funciones tienen en común la manipulación de informaciones bajo forma numérica. Se van numerizando cada vez más las informaciones, las telecomunicaciones y los instrumentos de medida, los sectores industriales. Se modifican las relaciones entre el hombre y el objeto, y del objeto consigo mismo. El hombre puede mandar al objeto de manera cada vez más simple, en lenguaje natural, a traducir electrónicamente. El usuario requiere menos esfuerzos para interpretar las informaciones provenientes de una máquina o instrumento, traducidas por una microcomputadora, puestas en pantalla o difundidas verbalmente. Por la introducción creciente de inteligencia en las máquinas, el objeto puede autodiagnosticar lo que le ocurre, detectarlo y prevenirlo, y también acceder a teleservicios para ser informados, mandados, reparados.

## F. La Transformación de la Producción

La producción industrial se va transformando por la incorporación de informaciones en cantidad y calidad crecientes, para la gestión de los recursos y procesos, y la posibilidad de intervenir en ellos, mejorar la fabricación de los objetos, antes que acabe. Ello resulta de la aplicación de la informática, sobre todo la microcomputadora, la numerización, los CAD/CAD, las nuevas herramientas de producción, como el *mando numérico por computadora*, y el *autómata programable*.

La *Prodúctica* es un neologismo/concepto referido al conjunto de equipos y procedimientos que realizan una automatización integrada de fabricaciones industriales; al abanico de tecnologías, máquinas y herramientas y, en general, la ingeniería indispensable para el manejo de los procesos de automatización. La robótica nace por la evolución simultánea de las industrias electrónicas, informáticas y mecánicas, sus sinergias, y sus resultantes las máquinas-herramientas de mando numérico, los robots, los talleres flexibles. A ello se ha agregado la disponibilidad de materiales, instrumentos y programas informáticos que conciben y dirigen los conjuntos mecánicos de mayor desempeño. Los mini y micro-procesadores, y los autómatas programables, van permitiendo el creciente desarrollo de las aplicaciones industriales de la informática, la dispersión del material informático en el conjunto del proceso productivo.

Los bienes de la *Prodúctica* se caracterizan por la vigencia del principio de *flexibilidad*. Sus máquinas se adaptan por simple cambio de programa a la producción de nuevos modelos o a reajustes cotidianos, sin necesidad de una reconfiguración de la herramienta o su abandono. Las principales categorías de bienes de la Robótica son: los robots industriales, las máquinas herramientas de mando numérico, los talleres flexibles.

Los *robots* son presentados como símbolo de la automatización, pero constituyen sólo un eslabón de la *cadena prodúctica*. Son autómatas adaptables a un medio ambiente complejo, que remplace a los trabajadores en una o varias de sus funciones. Es un sistema de cinco o más ejes, programables individualmente y capaces de movimientos simultáneos. Son piloteados por sistemas electrónicos (autómatas programables, comando numérico, tarjetas de microprocesador o mini-computadora), cuya evolución ha seguido con retraso la de su electrónica de comando, y de ella depende.

Los robots se usan ya ampliamente, desde fines de la década de 1970, en fábricas para tareas de alta precisión como la soldadura y el remache de partes de automóviles; en plantas de montaje de máquinas; en pintura y mantenimiento; en tareas peligrosas para los humanos (limpieza de desechos tóxicos, desarme de bombas), fatigosas o monótonas. Los robots pueden desempeñarse en estas tareas con velocidad y precisión superiores a las de los humanos. La década de 1980 se señala por la convergencia de los CAD/CAM y los robots. Éstos van jugando un papel cada vez más significativo en el movimiento hacia la automatización industrial.

Aunque se hayan realizado en la última década grandes progresos en el campo de la Robótica, la capacidad de los robots se reduce todavía a tareas limitadas. Los robots tienen grandes dificultades en para identificar objetos según apariencia o sentido, y todavía se mueven y manejan objetos con torpeza, por ejemplo para cumplir tareas domésticas ordinarias.

Las *máquinas-herramientas de mando numérico* se caracterizan por un desplazamiento de sus ejes no determinado por un operador sino por una unidad de mando electrónico, numérico. En su evolución, han dado lugar a los *centros de fabricación*, innovación emergente hacia fines de la década de 1960, que constituyen una *herramienta polivalente*. Son máquinas gobernadas por un comando numérico, que pueden efectuar, gracias a cambios de herramientas (que pueden ser automáticas), una gran variedad de operaciones (perforaciones, calibrado, fresado) sobre una misma pieza, sin desplazamientos.

Los centros de fabricación van convergiendo en la evolución técnica. con los comandos numéricos por computadora, los autómatas programables, los robots, la manutención automatizada, hacia los *mini-talleres flexibles*. Son sistemas automáticos integrados de fabricación, polivalentes, en los cuales piezas de todo tipo y en cantidad variable, son dirigidas automáticamente para su tratamiento por máquinas herramientas y puestos de trabajo, ligados por un sistema de mantenimiento de productos, a través de una serie de operaciones, y todo el conjunto funciona bajo control de una computadora. Su filosofía inspiradora es, no la utilización de robots o máquinas automatizadas, sino la búsqueda de la polivalencia y la reducción al máximo de los desplazamientos de piezas.

Con estos desarrollos, se va produciendo la sustitución de la *automatización tradicional o rígida*, basada en equipos dedicados a producir bienes homogéneos, por la *automatización flexible*. Es ésta el conjunto



de tecnologías basadas en la microelectrónica, que hacen posible el diseño y la fabricación de bienes relativamente heterogéneos en lotes pequeños y medianos. Es así posible la modificación de las tareas sin un cambio de equipos, mediante la introducción de nuevas instrucciones en aquéllos. Los principales componentes de la automatización flexible son: a) máquinas herramientas con control numérico (MHCN); b) robots; c) sistemas CAD/CAM; d) células flexibles de manufacturas, y e) FMS (*flexible manufacturing systems*).

El objetivo de la automatización flexible es llegar a fábricas totalmente automatizadas, mediante sistemas integrados de manufactura. Hasta ahora, los avances se han dado en la producción de equipos individuales o con sistemas parciales de integración. El principal campo de aplicación se ha dado en la industria metalmeccánica donde las series de producción son cortas; en la textil, la automatización se difunde por la maquinaria y los equipos respectivos. Los motivos de la adopción de estas tecnologías son: la disminución de los costos laborales y de trabajo calificado; la calidad; la reducción de tiempos de entrega; la mejora de las condiciones laborales; en general, los significativos aumentos de productividad.<sup>21</sup>

Finalmente, las *máquinas de visión* han ido evolucionando rápidamente para aplicarse a la inspección y el control, la identificación, la guía, la selección automática de objetos.

Si bien la *Prodúctica* ha tenido una difusión todavía relativamente modesta, la industria de la robótica industrial mantiene un considerable dinamismo, en términos del aumento de las actividades de investigación y desarrollo para la producción de innovaciones tecnológicas, la formación de un mercado mundial de la robótica, y la producción en masa de máquinas automáticas con precios descendentes.

### G. Informática y sector terciario

El sector ligado al manejo y tratamiento de la información y a la telecomunicación, crece en sí mismo, al tiempo que penetra en el sector servicios en el sentido amplio (comercio, banca, seguros), y en la industria, produciendo un "terciario del secundario". Surge así un terciario ampliado, el denominado *Tercial*.

21 La caracterización de la automatización flexible está tomada de Daniel Chudnovsky, "El contexto económico en la adopción de nuevas tecnologías", *Revista del Derecho Industrial*, Buenos Aires, año 11, núm. 33, septiembre-diciembre 1989, pp. 573-580.



La *Burótica* está constituida por la gama de máquinas y herramientas que buscan automatizar las actividades de la oficina, especialmente el tratamiento y comunicación de la palabra, del escrito y de la imagen. Se trata de racionalizar el flujo de la información, de reducir sus puntos de estrangulamiento, sus costos administrativos y por ende los gastos generales, y aumentar así la productividad de empresas y de ciertos servicios, mejorar y diversificar a unas y otros.

Oleadas sucesivas de instrumentos de burótica van incluyendo: máquinas de escribir eléctricas y electrónicas; computadoras para gestión o archivo; telex; aparatos de reproducción gráfica (fotocopia, electrocopia, *offset*). A ello se van agregando las máquinas de tratamiento de texto; el *facsimilar machine* (*fax*) para la transmisión de imágenes impresas por líneas telefónicas; la microcomputadora; la agenda electrónica; los programas de gestión de bases de datos. La Burótica se va difundiendo, del secretariado a los cuadros de oficina y a todos los niveles de las oficinas y empresas.

La instalación de la burótica es parte y refuerzo de la tendencia a la automatización y, con ello, produce y revela una creciente inadaptación de las estructuras instaladas, fuertemente burocratizadas y jerarquizadas y los modos de distribución o de decisión tradicionales; replantea los objetivos asignados, los hábitos de trabajo y de vida.

La tendencia es a la ampliación de las posibilidades que el usuario explote el material disponible sin aprendizaje de un lenguaje particular, mediante *sistemas interactivos de ayuda a la decisión* (SIAD). Con éstos, incluso los programas standard adaptados a funciones y oficios, un no-informatizado puede interrogar bases de datos, extraer de ellas informaciones buscadas, tratarlas para estadísticas y presentación gráfica de resultados, o inserción en un texto.

Los SIAD contribuyen a cambiar las relaciones de poder en la organización interna, al modificar los monopolios de información; son utilizables en microcomputadoras, de modo autónomo o en conexión con grandes sistemas; aumentan el número de los que tienen posibilidades de apreciación directa. Los SIAD son aplicables a la gestión financiera de grandes empresas, pero también de las pequeñas y medianas, en sectores de distribución, seguros, banca. Preparan la decisión, sin llegar todavía a orientarla. Nuevos avances en inteligencia artificial pueden ir extendiendo los SIAD a decisiones sobre opciones y dilemas de inversión, riesgos de créditos bancarios, gestión de portafolios, pero también para la ayuda al diagnóstico médico, y para el análisis de datos geológicos petroleros.

La continua difusión de la Electrónica y la Telemática en el *Tercial* apunta ya a la mayor eficacia por la constitución de sistemas integrados de informática y comunicación, con elementos instalados de micro-computadoras, transmisión y tratamiento de textos, computadoras multifuncionales, que comunican y comparten recursos de memorias, periféricos, entradas-salidas.

La inteligencia estalla y se reparte, para integrarse en redes locales que abren a la empresa sobre sí misma y hacia redes locales o exteriores. Las empresas ya lo hacen también en lo internacional, para articular a quienes trabajan en diferentes establecimientos de aquéllas en todo el mundo, y cuyas computadoras se intercomunican telefónicamente: correo electrónico, mensajes, órdenes, pedidos de ayuda para problemas, agenda, clasificador, en general, acceso a medios colectivos de información y de tratamiento.

Estos desarrollos contribuyen a un *replanteo del espacio* por la emergencia de una variedad de formas de *teletrabajo*. Ello se va manifestando en redes de comercialización (agencias bancarias, oficinas, seguros); *logística* (centros de distribución, servicio post-ventas, depósitos); representantes que transmiten órdenes o datos por teléfono; conductores de taxis. Nuevas posibilidades de teletrabajo serían el teletratamiento de textos y la provisión de programas a distancia, hacia domicilios o locales; las órdenes a distancia a máquinas y equipos para televigilancia.

El uso de redes a disposición del gran público contribuye a la ampliación de una masa de consumidores de más servicios financieros y de distribución: moneda escritural, cuentas bancarias o postales, expansión del cheque.

Con la teleinformática, los bancos racionalizan sus actividades y bajan sus costos; modernizan su funcionamiento interno, informatizan las contabilidades de la clientela y general, la conservación de títulos, el tratamiento de cheques. También diversifican sus actividades y aumentan su productividad, en el tratamiento de cheques, la telecompensación, la desmaterialización de títulos, con disminución de los trabajos administrativos y baja de los costos. La teleinformatización se extiende a las operaciones externas y con el extranjero, con los sistemas interbancarios de telecompensación, y la teletransmisión de órdenes a todos los bancos integrantes de una red.<sup>22</sup>

22 Didier Martres y Guy Sabatier, *La monnaie électronique*, París, Presses Universitaires de France, 1987.

La telemática cambia las relaciones entre banca y gran público, origina nuevas aplicaciones del funcionamiento automatizado externo de aquéllos, como las ventanillas automáticas, la interbancariedad en las tarjetas de crédito, los nuevos medios de pago electrónico (cartas de prepago, terminales de puntos de venta, banca a domicilio), soluciones alternativas al cheque. Las empresas pueden ir teniendo los beneficios de la conexión de sus computadoras a las de los bancos, administrando su tesorería y con una contabilidad más eficaz. El banco a domicilio abre nuevas perspectivas a los usuarios, como la transferencia de cuenta a cuenta, los servicios bursátiles a domicilio.

#### H. *Recreación de la industria, diseño, creatividad*

Electrónica y Telemática nos llevan al reemplazo de la Sociedad Industrial por una Sociedad de Servicios. La industria se transforma por un predominio de la inteligencia y una gestión de lo informático, lo comunicativo, lo inmaterial, que permite a seres humanos y sociedades dominar la técnica, tal como se ve con la Burótica, la Robótica, la *Productiva*.

La recreación o renovación de la industria se constituye y opera ante todo por la *gestión de calidad*: El bajo nivel o la ausencia de calidad se traduce en costos integrados por: las cargas financieras por anomalías (rechazos, retoques, reembolsos o indemnizaciones), costos de controles, costos indirectos (pérdida de prestigio o de mercados). La gestión de calidad tiene en cuenta los intereses y las opiniones de quienes participan en la concepción, la producción, la distribución y el uso de los productos. Se busca medir la calidad por diferentes indicadores, para su mejora, sobre todo preventiva. El objetivo es reducir al máximo o suprimir los principales defectos.

Para el aumento en la eficacia del trabajo industrial se recurre, además de la gestión de calidad, y como parte de ésta, a una crítica reconstructiva que comienza por el *análisis del valor* de un producto (variantes: *concepción para un costo objetivo*, o *diseño para el costo*), sus funciones, sus costos de fabricación y de uso, y sus posibilidades de reducción, para fijar un precio objetivo que soporte la competencia. El costo de producción se adapta al precio de venta impuesto por los consumidores. Se busca medir y lograr la superioridad tecnológica por la adecuación de las soluciones al problema planteado. El análisis del valor se aplica ya a la opción entre materiales y a los problemas energéticos.

De la gestión y del análisis del valor parten las acciones contra la llamada “fábrica fantasma”. Ésta se define como conjunto de todo aquello que no aporta valor agregado y representa un componente significativo de costos innecesarios. Las acciones se dirigen contra las averías, mediante un mantenimiento preventivo o anticipado; contra el atraso, por la aceleración o supresión de los cambios de herramientas; contra el defecto, para que todo se haga bien desde el principio; contra la inflación de los *stocks*; contra el papeleo, con el aligeramiento y la simplificación de los procedimientos administrativos; en todos los casos a través de una explotación de la informática que aumente la productividad y evite complicaciones inútiles.

A la gestión de calidad y al análisis del valor se agrega una revalorización y una redefinición del papel y las modalidades del *diseño* en la industria. Sus premisas y criterios apuntan a la movilización de los recursos intelectuales de los componentes de la empresa productora y de los usuarios de los bienes y servicios producidos; la primacía al trabajo de grupo; la integración de la forma, la función y el sentido del objeto; la liberación de la imaginación y la creatividad.

Electrónica y Telemática van teniendo nuevos usos y funciones, así como implicaciones y proyecciones hoy apenas predecibles o insospechadas. Ya estructuran el espacio intelectual, pero pueden presumiblemente ir remodelando el espacio en sentido más amplio, el paisaje, el ordenamiento del territorio, la geografía económica y humana, la cultura y la civilización. Su impacto macroeconómico sería factor importante en la asignación del espacio y de la infraestructura.

La conjunción de Informática y Comunicaciones en la Telemática se constituye en vector de informaciones, conocimientos, potencia de cálculo y tratamiento, de transmisión de órdenes a máquinas y seres humanos. Es poder decisivo en el reparto de la inteligencia y en su interconexión, que revoluciona cada vez más las organizaciones humanas. La comunicación interactiva en y de las comunidades humanas puede ser asistida por la computadora, y beneficiarse de la memoria colectiva y de la ayuda colectiva a la concepción, la creación, la gestión, la decisión.

La Telemática comienza a liberar, y puede liberar cada vez más, la creatividad de la especie de las coacciones espaciales y temporales, gracias a las transmisiones a distancia, a los encuentros y consultas que ellas posibilitan sin desplazamiento. Permite, por manejos de datos y cálculos cada vez más rápidos, explorar las hipótesis, las fantasías y visiones de los creadores de todas clases; contribuye a verificarlas y realizarlas, a multiplicar y diversificar los medios de expresión.



También en términos de modificación de las coacciones temporales y espaciales, las redes telemáticas reemplazarían en parte las redes camineras en la estructuración del espacio urbano y peri-urbano y del modo de vida (transporte, descanso, ocios y diversiones). Irían borrando las dicotomías entre barrios de habitación y de negocios, entre concentraciones urbanas y rurales.

Las modalidades y tendencias que se despliegan en el mercado de los servicios financieros se extienden o se dan ya en otros servicios, sobre todo como posibilidad de sustitución de las grandes redes de distribución por el acceso descentralizado conectado a grandes capacidades de tratamiento y bancos de datos. Las actividades en el *habitat* individual y familiar, pueden ser provistas por servicios generados en el lugar, en competencia con los proporcionados por cable (tradicional u óptico) o por el haz hertziano. Ello se daría en los ocios (videodisco, disco compacto, contra teletransmisión, televisión, telecinemateca); en la consulta de datos; en la enseñanza asistida por computadora; en el diagnóstico sobre el estado de los equipamientos o de la salud. Se irían dando también complementariedades, v. gr. entre las pruebas y registros de datos de la automedicina preventiva a domicilio, su envío por telecomunicación al médico.<sup>23</sup>

Se percibe así como las nuevas tecnologías de información y comunicaciones tienen una multiplicidad de efectos impactantes, de implicaciones y proyecciones de amplitud, intensidad y profundidad crecientes, sobre todo desde la Segunda Guerra Mundial, respecto a la existencia y la praxis de individuos y grupos, y a la organización y el funcionamiento de las sociedades y los Estados. Se dan así una serie de dimensiones sociales y políticas.

Las *nuevas tecnologías de información y comunicación* se identifican con crecientes capacidades de *recolección*, de *procesamiento* y *almacenamiento*, y de *transmisión*, a la vez en el espacio nacional, en el internacional, y en sus mutuos entrelazamientos y ramificaciones.

*Al nivel nacional*, de modo general, la disponibilidad de supercomputadoras y su mejoramiento en la velocidad de cálculo, permiten hacer más de lo mismo en menos tiempo; concebir cada vez más todo problema como calculable con costos y en tiempos razonables. Ello plantea también, sin embargo, posibilidades inquietantes o amenazadoras, sobre todo de dominación y explotación, de control y manipulación, de ins-

23 Ver Alex Mucchielli, *L'enseignement par ordinateur*, París, Presses Universitaires de France, 1987.



tauración y mantenimiento de regímenes y prácticas nocivas y destructivas de los derechos humanos.

Al nivel *internacional*, las nuevas tecnologías han venido modificando los datos y las posibilidades de organización y funcionamiento de la economía y la política mundiales, de la soberanía y la seguridad nacionales, de la diplomacia, la estrategia y la guerra.

A las dimensiones sociales, políticas y jurídicas se vuelve luego.

## 6. BIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍAS

Las Biociencias, la Biología Molecular y la Biología Celular, la Ecología, las Biotecnologías, sus avances hacia un creciente dominio del *fenómeno viviente*, constituyen una revolución científico-tecnológica en sí misma dentro de la Tercera Revolución. Las Biociencias desplazan hasta cierto punto a la Física en el papel prominente y dirigente que ésta logró en la primera mitad del siglo XX, en la comprensión de la naturaleza, pero también de lo humano. Pasan de la fase descriptiva a la de modelización, la explicación y la experimentación, para la comprensión de los procesos de vida, la creación y alteración de sus formas de vida; van borrando la distinción entre lo natural y lo sintético. Tienen, por añadidura, implicaciones significativas en lo económico y lo social, y probablemente también en lo político (nacional e internacional), en lo diplomático y lo militar.<sup>24</sup>

En la Revolución Biológica convergen los progresos en el conocimiento y explotación de los procesos básicos de la vida, con múltiples interrelaciones e interacciones de ciencias, técnicas y sectores socioeconómicos y políticos. La confluencia se da, en primer lugar, desde las técnicas biológicas básicas: ingeniería fermentaria, enzimática, celular; informática, electrónica, automatización, y la ingeniería genética en emergencia. En segundo lugar, ciencias y sus especializaciones: Citología (estudio de las células a través del microscopio), Genética, Química.

24 Kenneth H. Keller, "Science and Technology", *Foreign Affairs*, New York, vol. 69, núm. 4, 1990, pp. 123-138. Sobre la Revolución Biológica, ver *La Révolution de l'intelligence - Rapport sur l'état de la technique, Sciences et Techniques*, París, marzo 1985, que tengo muy en cuenta, así como Alexander Hellemans y Bryan Bunch, *The Timetables of Science - A Chronology of the Most Important People and Events in the History of Science*, New York, Simon and Schuster, 1988. Ver también Michael D. Biddiss, *The Age of the Masses*, Penguin Books, 1977; Yves Barel, *La reproduction sociale - Systèmes vivants, invariance et changement*, París, Éditions Anthropos, 1973; Jacques Ruffié, *De la biologie à la culture*, París, Flammarion, 1976; Watson Fuller (ed.), *The Social Impact of Modern Biology*, London, Routledge & Kegan Paul, 1971; François Gros, François Jacob y Pierre Royer, *Sciences de la vie et société - Rapport présenté à M. le Président de la République*, París, La Documentation Française/Éditions du Seuil, 1979.

En tercer lugar, sectores implicados: procreación, salud, agricultura, agroalimentos, energía, medio ambiente, defensa, industria y finanzas. La industria, que se ha apoyado sobre todo en las “ciencias duras”, Física y Química, para el logro de procedimientos “duros”, se va desplazando hacia las ciencias naturales y las biotécnicas que manipulan células, enzimas y microbios.<sup>25</sup>

Los avances en la disponibilidad de instrumentos técnicos tienen importancia crucial en los logros. A principios de siglo, el microscopio óptico demuestra la realidad de la célula como unidad básica de la vida. El microscopio electrónico revela luego sus elementos constitutivos. Hacia los años de 1950, los Rayos X ayudan a establecer la estructura molecular del ADN y a descubrir el código genético. La Informática, con la concepción asistida por computadora (CAD) y la síntesis de imagen, permite modelizar procesos microscópicos y moleculares, e ir pasando del descubrimiento empírico y la recolección al diseño y al cultivo, del microbio al medicamento a la medida.

El avance revolucionario de la *Genética* como estudio científico de la herencia, se da en las décadas recientes, pero a partir del redescubrimiento de la obra de Gregor Mendel y, más aún, se apoya en datos acumulados durante siglos.

El redescubrimiento de Mendel en 1900 desarrolla gran interés en las causas de la herencia. Los cromosomas, como portadores estructurales de las características hereditarias, ubicados en el núcleo celular, han sido descubiertos y estudiados por Walter Flemming en 1880, sin conocerse su conexión con la herencia. Ya en 1869, Federico Miescher había descubierto ácidos nucleicos en el núcleo celular, pero no los conectó con la herencia ni con los cromosomas. Desde 1907, Thomas Hunt Morgan confirma las leyes de Mendel, pero descubre también que algunas características hereditarias parecen tener lazos entre sí que actúan como si los *genes*, unidades de la herencia, se alinearan en largas filas. En 1911, Morgan demuestra que los genes alineados en los cromosomas son los agentes de la herencia.

El desarrollo en Genética es acompañado por otro en la Química. Entre 1909 y 1929, Phoebus Aaron Theodor Levene descubre dos tipos de ácidos nucleicos: el ácido ribonucleico (RNA) y el ácido deoxiribonucleico (DNA). Levene trabaja también en la naturaleza química de otros componentes en el RNA y el DNA. En los años 1930, esta Química es detalladamente explorada por Alexander Todd.

25 Ver Bernard D. Davis, editor, *The Genetic Revolution - Scientific Prospects and Public Perceptions*, Baltimore y London, The Johns Hopkins University Press, 1991.

Como otras estructuras celulares, los cromosomas contienen proteínas y DNA. Se pensó que los genes debían ser proteínas, hasta que en 1944 Oswald Avery y colaboradores muestran que las características hereditarias pueden ser inducidas por el DNA sin que una proteína esté involucrada, y que los genes deben consistir de alguna manera en DNA.

Los genetistas que van explorando las bases físicas de la transmisión de características hereditarias han estudiado la unidad de herencia, los *genes*, unidad única de transmisión hereditaria a través de sucesivas generaciones de todos los organismos vivientes. Los genes están contenidos y ordenados a lo largo del *cromosoma*. El gene está compuesto de ácido deoxiribonucleico o DNA. Cada cromosoma de cada especie tiene un número y un ordenamiento definidos de genes, que rigen la estructura y las funciones metabólicas de las células y por ende de todo el organismo. Ellos dan información para la síntesis de enzimas y otras proteínas y especifican cuando estas sustancias deben ser producidas. Alteraciones del número o el ordenamiento de los genes pueden resultar en una mutación, un cambio en los rasgos heredados.

La Química y la Física de los organismos vivientes van desembocando en el descubrimiento, por James Watson y Francis Crick, de la estructura molecular de las sustancias químicas que rigen la réplica genética. El desmantelamiento de viejas barreras conceptuales y departamentales se evidencia precisamente en la confluencia entre Ciencias Físicas y Químicas y Ciencia de la Vida.

Desde los años de 1950, algunos científicos de diferentes especialidades se esfuerzan por comprender el ácido deoxiribonucleico (DNA), que los genetistas ya saben es el portador crucial de los mensajes químicos de la herencia a través de las generaciones. Se lanza ahora una carrera para descubrir el modelo de su estructura molecular.

En 1951, el químico Linus Pauling, en colaboración con B. B. Corey, determina que la estructura de la molécula de una clase de proteínas es una hélice, o espiral de tres dimensiones. Los estudios cristalográficos de patrones de difracción de rayos X, campo inaugurado antes de la Primera Guerra Mundial por Max von Laue en Alemania y W. H. y W. L. Bragg en Inglaterra, son aplicados en este país por Maurice Wilkins y Rosalind Franklin para dilucidar la estructura del DNA.

La posibilidad que la molécula del DNA tenga algún tipo de estructura en espiral, es investigada en Cambridge por el trabajo en colaboración del químico viral norteamericano James Watson y el biofísico inglés Francis Crick. Ellos demuestran que la molécula del DNA tiene una estructura espacial en doble hélice, de la que hacen una descripción detallada. Dos espirales de azúcar-fosfato entrelazadas, ligadas por bases

complementarias de adenine-timina y guanina-citosina, dan la clave a los códigos genéticos particulares. El modelo indica el método exacto de la replicación genética. Cuando una célula se divide, las espirales se separan una de la otra, y entonces cada media molécula guía la reconstitución de su complemento perdido. Se logra así una expresión en forma química de los ciclos de la vida que los vincula con la naturaleza como un todo. Watson y Crick publican el resultado en el artículo del 25 de abril de 1953, y obtienen el Premio Nobel unos años después.<sup>26</sup>

En las décadas siguientes al descubrimiento de 1953, se van dando los aprovechamientos de los avances, tanto en la Biología Molecular como en la Biotecnología, en las ciencias y técnicas de lo viviente y en sus interpenetraciones.

El trabajo sobre ácidos nucleicos ha permitido explicar como los genes determinan todos los procesos vitales, dirigiendo la síntesis de todas las proteínas celulares. Ha explicado también la mutación como alteraciones en la estructura de genes y cromosomas. La *mutación* es en Biología un cambio súbito en un gene, que resulta en una nueva característica heredable. En los animales superiores y en muchas plantas superiores, una mutación puede ser transmitida a las futuras generaciones sólo si ocurre en el tejido del germen o célula sexual; las mutaciones en células corporales no pueden heredarse. Los cambios dentro de la estructura química de un gene pueden ser inducidos por exposición a radiación, extremos de temperatura, y algunos químicos. El término mutación es también usado para incluir pérdidas o reordenamientos de segmentos de cromosomas. La mutación que puede establecer nuevos rasgos en una población es importante para la evolución.

Algunas sustancias (colchicina) duplican el número normal de cromosomas en una célula, al interferir con la división de la célula o *mitosis*. Ésta es el proceso de división nuclear de una célula viviente por el cual los portadores hereditarios o cromosomas son duplicados exactamente, distribuyéndose las dos partes a nucleos-hijos idénticos. En la mitosis, cada célula formada recibe cromosomas que son iguales en composición y número a los cromosomas de la célula paterna. La división mitótica ocurre en células somáticas (cuerpo), y sexuales (óvulo, esperma).

La *meiosis*, proceso de división nuclear de una célula por el cual los cromosomas son reducidos a la mitad de su número original, ocurre

26 Para la historia del descubrimiento de la estructura del DNA, por uno de sus protagonistas, ver James Watson, *The Double Helix*, New York, Mentor Book, 1968.



sólo durante la formación de células sexuales (óvulo, espermatozoide). Una célula corporal ordinaria contiene dos de cada tipo de cromosomas (diploide). La meiosis produce células con un cromosoma de cada par (haploide). En la fertilización, dos células haploides se unen; el cigoto resultante contiene un número diploide de cromosomas.

En 1972 se comienza a utilizar enzimas (de restricción) para reconocer una secuencia del DNA y cortarla en un sitio específico. Otras enzimas (ligasas) son explotadas para recombinarlo. Cirujanos de la célula pueden duplicar un gene particular (*cloning*), reintroducir su copia en una bacteria y hacerla producir una proteína específica. En 1979, bacterias recombinadas por la Ingeniería Genética producen insulina.

### *Las Biotecnologías*

Principales desarrollos de la Biología son la Ingeniería Genética, y en general las Biotecnologías.

*Ingeniería Genética* designa al grupo de nuevas técnicas de investigación que manipulan el DNA como material genético de las células. La técnica de empalme de genes, que produce DNA recombinado, permite transportar genes seleccionados de una especie a otra. Los genes, porciones de moléculas de DNA, son removidos del donante (insecto, planta, mamífero, otro organismo), y empalmados en el material genético de un virus. Éste infecta bacterias recipientes de material viral y genético extraño. Cuando el virus se replica dentro de la bacteria, se producen grandes cantidades del material extraño y del viral. Esta introducción en bacterias de material genético extraño es herramienta importante para el estudio de la estructura y la regulación del gene. Su riesgo es que algún material genético deje de estar bajo control natural. La bacteria recipiente en uso es una forma modificada de *E.coli*, habitante natural de los intestinos humanos. Otras técnicas incluyen la fusión de células, que posibilita el mapeado de los genes humanos, y el trasplante nuclear, valioso para el estudio de los factores que controlan el desarrollo embriológico.

Además de los decisivos avances de la Biología en el nivel de la conducta de moléculas individuales, se ha progresado en la *Etología*, la investigación de la conducta de los animales, en especial los primates, por estudios en zonas salvajes de sus aspectos fisiológicos, ecológicos y evolutivos, y de las interacciones entre respuestas determinadas por lo ambiental y por lo genético. Etólogos y ecologistas han usado las *Matemáticas* para describir la conducta estadística de las comunidades de animales y para explicar el altruismo y otros rasgos, sobre todo en



relación con la emergencia de una pretendida nueva disciplina, la *Sociobiología*. Aplicación de la Teoría de la Evolución al estudio de las conductas animales y humano-sociales, aquélla sostiene que los patrones de comportamiento están genéticamente determinados y son gobernados por el proceso de selección natural. Estas teorías han sido usadas para explicar más o menos satisfactoriamente el altruismo animal y la conducta reproductiva y de provisión de alimentos. Han sido muy controvertidas cuando se aplicaron a la conducta humana en áreas como la agresividad, las diferencias de género, la selección de pareja, el comportamiento parental, y más aun cuando se ha intentado inferencias más generalmente sociales y políticas.<sup>27</sup>

El más notable desarrollo en Biología se corresponde con las *Biotecnologías*, que permiten explotar, con fines industriales, el conocimiento biológico, las potencialidades de los microorganismos (bacterias, levaduras, hongos) y las células animales y vegetales. Ello incluye más particularmente, con la Ingeniería Genética, las técnicas de creación de nuevos productos diseñados a la medida, como alimentos, medicamentos, fertilizantes y pesticidas, ganado genéticamente mejorado, terapias para reparación de defectos genéticos.<sup>28</sup>

El avance de las Biotecnologías, como el de la Biología en general, en los marcos de la mutación identificada con la Tercera Revolución, se beneficia con una combinación de condiciones. Una interpenetración de técnicas tiene efectos *sinérgicos*, de modo tal que el avance en un dominio científico o tecnológico abre nuevas posibilidades en dominios conexos.

Así, como se verá, el estudio por la *Microbiología* de los *microrganismos* (bacterias, virus, hongos filamentosos, levaduras, algas unicelulares) ha revelado las posibilidades de combinación de su aptitud para las grandes velocidades de metabolismo y reproducción, del tamaño microscópico, para el logro de productividades extraordinarias (una tonelada de masa microbiana en 60 horas) con temperaturas moderadas y el poco gasto consiguiente de energía. Las fermentaciones y bioconversiones explotan estas cualidades, usando un microorganismo para el

27 Ver Edward O. Wilson, *Sociobiology*, 1975; W. J. M. Mackenzie, *Biological Ideas in Politics*, Penguin Books, 1978.

28 Ver Pierre Douzou, Gilbert Durand, Philippe Kourilsky, Gérard Siclet, *Les biotechnologies*. París, Presses Universitaires de France, 1983; *Nouvelles technologies et propriété-Actes du Colloque tenu à la Faculté de Droit de Montréal les 9 et 10 Novembre 1989*, Montréal, Les Éditions Thémis, 1991, especialmente "Deuxième partie - L'appropriation du vivant"; *Biotecnología - Transformación productiva y repercusiones sociales*, número de *Sociológica*, México, Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco, año 6, núm. 16, mayo-agosto 1991.

logro de un producto específico. La fermentación usa las capacidades de crecimiento y multiplicación. Las bioconversiones logran *in vitro* reacciones químicas más eficaces que la síntesis química “natural”. El gene insertado se expresa en el organismo viviente, controla la síntesis de ácidos aminoados o proteínas. Se puede combinar en vivo la información genética de microorganismos.

La Informática contribuye a las posibilidades, logros y sinergias, como instrumento de investigación, de recolección y análisis de datos, de archivo; con la modelización, la optimización en términos de moléculas, átomos. Las operaciones y los progresos se realizan cada vez más en términos de moléculas, átomos, en tiempo real, al picosegundo electrónico. Ello trae aparejada una creciente necesidad de ingenieros especializados en control.

Las Biotecnologías son resultado, expresión y componente de crecientes capacidades de *dominación y explotación de los fenómenos vivientes*, y de *manejo del tiempo*. Con estas tecnologías se puede, por una parte, vencer al tiempo con su aceleración, producir más rápido, liberarse de largas operaciones de selección basadas en los ritmos naturales, suprimir etapas intermedias de fabricación, aumentar consiguientemente la productividad. A la inversa, es posible también fijar el tiempo, conservar y proteger entidades vivientes y necesarias para la vida durante periodos más largos, o incluso indefinidamente.

Las investigaciones y realizaciones en el dominio de la vida traen consigo una inflación de informaciones que posibilita la manipulación del tiempo en un doble sentido, de freno o de aceleración, pero siempre en favor de la productividad. Los bancos y bases de datos almacenan un creciente flujo de informaciones (materiales e inmateriales) y las perpetúan, pero pueden también tratarlas rápidamente y a distancia. Nuevos sistemas expertos (médicos, agrícolas) integran conocimientos de varios especialistas y permiten acelerar los análisis y los diagnósticos de enfermedades humanas o vegetales. Bancos de semillas vegetales, de embriones y de espermatozoides conservan un patrimonio genético elaborado en milenios por la naturaleza.

Las implicaciones abarcan cada vez más a las industrias agroalimentarias, la farmacia, la química, la energía, la agricultura, todo ello a través de la Ingeniería Fermentaria, la Enzimología, la Recombinación Genética.

Conocida desde una remota antigüedad, v. gr. en la producción de vino, cerveza, queso y pan, la *Ingeniería de la Fermentación* o *Fermentaria* transforma una sustancia orgánica (azúcar, petróleo) bajo la influencia de un fermento (enzima), para recoger los microorganismos

misimos (levadura de panadería), o un subproducto de la reacción (alcohol, antibióticos). Con los avances en Biología Genética, se dan los procedimientos de producción por fermentación y la consiguiente domesticación de los microbios para la explotación de su productividad industrial. A ello se debe la producción de acetona sintética; insulina, antibióticos, penicilina, medicamentos varios, hormonas, vitaminas; enzimas, ácidos aminados. También, levaduras, fermentos lácticos, queso, pan, cerveza. Se espera en el futuro la producción por microorganismos de medicamentos y de energía: fabricación de metano a partir de residuos agrícolas; la digestión y desintoxicación de los contaminantes industriales; la extracción de metales desde los minerales.

La mejor explotación de microorganismos retroactúa en favor de la evolución de las técnicas fermentarias, adaptadas ahora a la multiplicación de células superiores (vegetales o animales)

La Ingeniería Fermentaria realiza concretamente los beneficios de la Genética Molecular que a su vez aprovecha la ciencia y técnica de la *Enzimología o Ingeniería Enzimática*, como estudio y aplicación de catalizadores orgánicos, solubles y coloidales, producidos por organismos vivos, capaces de funcionar fuera de la célula.

Las *enzimas* son proteínas macromoleculares que funcionan como un catalizador biológico de considerable poder, provocando o acelerando reacciones químicas en los organismos vivos y en productos orgánicos. Las enzimas aceleran, a menudo por varios órdenes de magnitud, reacciones químicas en la célula que en su ausencia se producirían imperceptiblemente o de ningún modo. La enzima no es modificada permanentemente por su participación. La mayor parte de las enzimas tienen gran especificidad, reaccionan con un solo o con un pequeño grupo de componentes químicos estrechamente relacionados. Así, por una parte, la gran especificidad de acción limita la formación de productos anexos no deseados y el costo de separación entre el producto buscado y los otros. Por la otra, se necesita a veces, varias enzimas para una eficiente función catalítica. Se ha identificado unas mil variedades de enzimas.

Los procedimientos enzimáticos son empíricamente conocidos a través de una larga experiencia milenaria, como el uso de levadura para la fermentación del pan. En sus aplicaciones actuales, se busca explotar la capacidad catalítica, altamente poderosa y específica, de enzimas producidos por extracción o fermentación. Estos procedimientos son especialmente adecuados para el tratamiento en volúmenes industriales, en sectores importantes del maíz, la remolacha, la leche; quizás también

el azúcar para proveer innumerables sustancias; los provenientes del petróleo. Se dan también avances en los procedimientos de fijación de enzimas sobre o dentro de soportes sólidos, como vidrios o cerámicas, para una producción continua, sin pérdida de costosas proteínas, ni temor de contaminación.

La *Recombinación Genética* parte del hecho que todo microorganismo (bacterias, virus, levaduras, hongos, célula humana) tiene un código genético, cuyos fragmentos asumen funciones precisas. El injerto de un subprograma tal en el código de un microorganismo receptor reprograma a éste de modo que adquiere una capacidad de *biosíntesis* que no tenía antes. Es así posible disponer de productos que no se obtenían por procedimientos clásicos, ya sea por imposibilidad técnica o científica, o por costos exorbitantes. Una multitud de refinamientos técnicos permiten esperar el logro de potencialidades más prometedoras y quizás ilimitadas.

El avance de la *Microbiología* en el conocimiento de las facultades reproductivas de los microorganismos abre también posibilidades de *cultivo y fusión* de células humanas, animales y vegetales. Con ello, la obtención de vacunas virales y del interferon; la producción *in vitro*, a partir de una célula de planta, de grandes cantidades de plantas idénticas a la madre, sin enfermedades; el logro de híbridos.

Las biotecnologías se abren a un abanico de *aplicaciones* actuales y futuras: Agricultura, Agroalimentación, Medicina, Química.

En la *Agricultura* se puede disponer de crecientes posibilidades con las semillas, nuevas variedades con mejores rendimientos (trigo, maíz, arroz, soya, tomate, caña de azúcar, algodón). Se ensaya el aislamiento de genes de variedades de leguminosas fijadoras del azoe atmosférico, para introducirlos en células de plantas productoras de cereales, y suprimir así las necesidades de abonos azoados. Se busca crear o mejorar especies vegetales, modificar su resistencia a las agresiones del medio ambiente (enfermedades, herbicidas, agua salobre, aridez y sequedad, temperaturas extremas).

Las técnicas de inseminación artificial permiten transferir las características genéticas de un toro de concurso a decenas de millares de vacas, con selección de los patrimonios genéticos del macho y de la hembra. Las técnicas de transferencia genética podrían trastornar la ganadería tradicional, v. gr. con la hiperactivación del gene de la hormona del crecimiento, la posibilidad de especies animales gigantes, el consiguiendo redimensionamiento del sector. En la producción de vegetales, con la generalización de los trabajos de multiplicación *in vitro*, la superficie



del suelo dejaría de ser indispensable, abriendo el camino a una agricultura sin tierra, y a una desmaterialización de la producción de lo viviente.

En *Agroalimentación* progresan las técnicas que prolongan la vida de las sustancias: frío industrial; temperatura ultra-alta; esterilización por micro-onda o irradiación; embalaje al vacío; conservación química. Las nuevas técnicas de producción y conservación, permiten obtener nuevos productos alimenticios, v. gr. en la industria de lácteos, sopas deshidratadas, café soluble, alimentos congelados, vinos, quesos; restauración rápida (*fast foods*). Los catalizadores bioquímicos permiten obtener azúcar a partir del maíz.

Las Biotecnologías contribuyen decisivamente a la aceleración y complejización crecientes en el desarrollo de un *complejo e industria de la Agroalimentación*,

El *complejo agroalimenticio* comprende el sector agrícola, el sector de las industrias de bienes intermedios y de bienes de transformación de los productos agrícolas, estén o no destinados a la alimentación, y el sector de la distribución (mayoristas, minoristas especializados, sociedades mercantiles modernas, empresas de restauración colectiva, etcétera). Complejo e industria agroalimenticios han llegado a tener un papel altamente significativo en las estructuras de las economías nacionales, y sobre todo y cada vez, más de la economía mundial, pero también con crecientes implicaciones de política, diplomacia y estrategia, v. gr. uso de los alimentos como arma, dilema especialización autárquica vs. integración en la división internacional del trabajo.<sup>29</sup>

Bajo el impacto y estímulo de los “choques petroleros” de los años 1970 y otras crisis, y la consiguiente necesidad de replanteo de visiones, ideas y prácticas, y de aplicación de nuevas soluciones, así como de otras preexistentes pero desdeñadas (frenos económicos, psicológicos, socioculturales). las Biotecnologías y la Química encuentran sus aplicaciones también en la *gestión de la energía, las materias primas y otros recursos (aire, agua), y sus modos de producción, de uso y de consumo*. La optimización del consumo es inseparable de la optimización de la producción.

La Tercera Revolución crea en materia energética una situación de hiperopción técnica, la disponibilidad de un gran número de soluciones técnicas, a partir de fuentes renovables y no renovables. Las fuentes de

29 Ver Jacques Bombal y Philippe Chalmin, *L'agro-alimentaire*, París, Presses Universitaires de France, 1980; Dan Morgan, *Merchants of Grain*, Penguin Books, 1980; Gérard Garreau, *El negocio de los alimentos - Las multinacionales de la desnutrición*, México, Nueva Imagen, 1980.



*energías no renovables* incluyen las provenientes del agua y el viento; la geotermal (calor liberado naturalmente en *geisers* y volcanes); de las mareas marinas; la solar (almacenada y usada directamente como calor, o transformada en electricidad mediante células fotovoltaicas); la *biomasa*.

Subproductos y desechos de industrias agroalimentarias, forestales, agrícolas, pueden ser valorizados bajo forma de energía, como *carburos de biomasa*, y contribuir así a la disminución de la contaminación ambiental. La producción de *etanol* a partir de la combinación de gasolina con rapa de maíz y con caña de azúcar, la consiguiente disponibilidad de un combustible que se puede utilizar en el parque automotriz actual, se vuelve una realidad industrial a partir del “segundo choque petrolero”, y se utiliza en Estados Unidos, Brasil, y otros países. Más aún, todas las síntesis de la Química Orgánica son realizables a partir de la biomasa. Sin embargo, la producción de etanol a partir de la biomasa no llega a ser rentable, frente a la de los procedimientos petroquímicos y dada la evolución del precio de los hidrocarburos. Esta *bioindustria* se sostiene sólo con subsidios del Estado, justificados sobre todo por la regulación de los mercados de azúcar y de maíz o por la existencia de grandes excedentes. Por ahora, el precio del petróleo sigue siendo el criterio de competitividad del etanol.

La producción por fermentación del metano, el etanol, la acetona butanol, por el contrario, promete constituir una red estratégica para la sustitución del petróleo en usos químicos y carburantes; ofrece apoyo energético a empresas agrícolas, industriales y municipales, y favorece la eliminación de desechos. También va adquiriendo importancia la aceleración del proceso de degradación de hidrocarburos mediante bacterias: *v. gr.* para la descontaminación de los medios marinos o lacustres, la valorización de capas pesadas, la desulfuración de hidrocarburos, la destrucción biológica de productos tóxicos usados como herbicidas.

A la diversificación de fuentes de energía se agregan los esfuerzos e innovaciones tendentes al uso más racional y eficiente de energías y materias primas, por razones económicas de productividad y rentabilidad, de conservación de recursos y de protección ambiental.

Las Biotecnologías, especialmente la Ingeniería Genética, han ido abriendo perspectivas, ofrecido posibilidades, pero también sugerido peligros y suscitado una gama de interrogantes, sobre todo de tipo ético, jurídico, político, y luego también ambiental, en cuanto al impacto de las ciencias biológicas y médicas sobre el individuo, los grupos, la

sociedad y el sistema político. La manipulación del material genético implica tocar la esencia de lo humano, ya sea directamente, ya a través de la influencia sobre el medio ambiente.<sup>30</sup>

La multiplicación de inquietudes y resistencias públicas se ha manifestado en las constataciones de vacíos jurídicos y demandas de regulación y control, las propuestas de moratoria genética, las suspensiones judiciales de investigaciones. Las reacciones y exigencias de científicos, gobiernos, grupos de defensa de los consumidores y del medio ambiente, han obstaculizado el paso de los hallazgos de las Biotecnologías a la realización industrial. Unido ello a los azares y riesgos de la investigación y al costo del desarrollo, se ha mantenido una cierta desconfianza de inversores y empresas. Las Biotecnologías no han dejado sin embargo de progresar, sobre todo en algunos de los principales países desarrollados.<sup>31</sup>

Estados Unidos, Japón, Francia, son los países en que las investigaciones han avanzado más, en compromiso de empresas y en desarrollo industrial. El desarrollo de las Biotecnologías parece requerir la convergencia de requisitos y condiciones favorables: dimensión del mercado, necesariamente mundial, en adecuación a los altos costos y grandes inversiones, y las consiguientes exigencias de rentabilización; poder industrial y financiero de los grupos inversores, químicos y farmacéuticos; adecuada articulación investigación-producción industrial; interés y apoyo gubernamentales.

Las empresas biotecnológicas son parte de un esquema de división del trabajo, con dos grandes ejes. Uno, el de grandes compañías químicas, farmacéuticas y de alimentos, que asumen los riesgos y costos de una producción y una comercialización de muy altos requerimientos en equipos y financiamientos. El otro eje, el de las pequeñas empresas especializadas en la investigación y la innovación tecnológicas. La tendencia es sin embargo a la eliminación o la absorción de numerosas sociedades pequeñas por las macroempresas (farmacéuticas, agroalimentarias, petroquímicas), hacia la imposición de cerrojos a los mercados existentes o a corto plazo, por un número restringido de acuerdos industriales, entre actores con posición actualmente fuerte

30 Ver Álvaro Bunster, Primera parte: "La biotecnología como problema social y jurídico" y segunda parte: "El producto de la ingeniería genética y su régimen de apropiación", en Marcos Kaplan (Coordinador), *Revolución tecnológica, Estado y derecho*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas/UNAM y Petróleos Mexicanos, 1993, tomo 3.

31 Ver F. Gros *et al.*, *Sciences de la vie...*, *cit.* quinta parte; Watson Fuller, ed., *The Social Impact...*, *cit.*, parte seis.

de Estados Unidos, Japón y Europa, y hacia una proliferación de acuerdos de investigación-desarrollo a mediano o largo plazo.

## 7. MEDICINA Y SALUD

De modo a la vez paralelo y entrelazado respecto al avance de la *Biología Genética*, se van dando notables progresos en *Bioquímica* y en la contribución de ambas a una mejor *Medicina*.

Se producen por una parte innovaciones en el campo de la Medicina en sentido estricto, con poca o ninguna contribución de la Biología.

Nuevas técnicas y equipos de análisis y diagnóstico buscan combinar el funcionamiento en tiempo real y la interactividad, v. gr. mediante la convergencia de la Informática, los rayos laser y la dinámica de fluidos.

Las nuevas técnicas, en constante progreso, permiten combinar la exploración y la imaginería médicas. Los aparatos incluyen, además de los tradicionales Rayos X, los *scanners* como el *CAT Scan*, o *Computerized Axial, Tomography*. Esta técnica radiológica permite un análisis cada vez más fino y dinámico, y un diagnóstico seguro, indoloro y rápido en áreas previamente inaccesibles del cuerpo (cerebro, médula), ha revolucionado el diagnóstico en Neurología y Cancerología. El operador puede ver células vivientes y sus divisiones, determinar su superficie, diámetro, trayectoria y velocidad, analizar automáticamente las biopsias, almacenar imágenes y sus parámetros.

La técnica del *ultrasonido* usa ondas sonoras para estudiar áreas corporales de difícil acceso, con variados usos: en Obstetricia para estudiar el feto; en Cardiología para percibir daños cardíacos; en Oftalmología para descubrir problemas de retina, evitando posibles riesgos (hemorragia, infección, reacciones a sustancias químicas) de otros métodos de diagnóstico. *Amniocentesis* y otros métodos permiten diagnosticar y tratar el feto.

Los avances de la *Cirujía* se dan con los métodos de transfusión de sangre, los ya citados de diagnóstico, los antibióticos y otras *quimioterapias*, la Micro-Cirujía. Con el desarrollo de los *transplantes*, un tejido u órgano es removido y reemplazado por una parte correspondiente. Ello incluye transplantes que usan tejido (piel, hueso, cartílago) del propio cuerpo del paciente, y los que implican el reemplazo con órganos vitales (corazón, riñón) del cuerpo de otro individuo. El avance de la *Ingeniería Biomédica* ha posibilitado la implantación de partes artificiales en el cuerpo, incluso un corazón artificial permanente, y se realizan

cada vez más investigaciones para el desarrollo de órganos completamente artificiales.

Después de 1945 se prolonga y amplifica el desarrollo de la *Endocrinología* como conocimiento del sistema de control corporal compuesto por un grupo de glándulas (pituitaria, tiroides, paratiroides, adrenales, timo, páncreas, ovarios, testículos), que mantienen estable el medio ambiente interno mediante la producción de sustancias químicas reguladoras, las *hormonas*.

La Medicina del siglo XX se ha ido caracterizando por una creciente comprensión de la *Inmunología*, el estudio de la resistencia de los organismos a la infección, la conducta de organismos patógenos, los factores que capacitan al cuerpo para la resistencia a la infección, y las medidas defensivas usadas por los organismos para combatir a los patógenos invasores. El progreso en la investigación de la *inmunidad* como capacidad de un organismo para resistir la enfermedad mediante la producción de anticuerpos, va revelando una red crecientemente compleja de células y proteínas interactuantes, constitutiva del *sistema inmunológico*, hasta encontrarse con el desafío representado por el SIDA como enfermedad que destruye dicho sistema.

Con estos desarrollos se relaciona la invención de los *anticuerpos monoclonales*, moléculas que pueden ser dirigidas a un receptor específico, como la parte de otra molécula, descubrir su presencia y unirse a él.

Desde los años de 1940, se dan el desarrollo y la amplia aplicación, de la penicilina, la estreptomycinina y otros antibióticos. Se investigan los problemas de resistencia de las bacterias mutantes. Se registran los resultados producidos por antibióticos y otros medicamentos, con más éxito que en describir el modo efectivo de su operación. Se descubre el riesgo de los efectos *iatrogénicos*, producidos por el mismo tratamiento.

Las técnicas de Ingeniería Genética proporcionan aplicaciones directas. La Microbiología permite elaborar antibióticos, vacunas esteroides. La Ingeniería Genética hace disponibles proteínas para enfermedades, como insulina humana, somatostatina, hormonas de crecimiento, interferón, interleukin 2, un solvente de coágulos sanguíneos; anticuerpos monoclonales; vacunas artificiales; mejores capacidades para conjunción de tejidos en trasplantes.

La píldora anticonceptiva, —que estimula actitudes menos restrictivas hacia la sexualidad y hacia las actividades de mujeres en la sociedad—, actúan contraceptivamente pero alteran el equilibrio hormonal.

Se dan también avances notables en la *Psiquiatría*, para el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades mentales, incluidas las variedades de neurosis y psicosis, y con técnicas modernas como la Psicoterapia y el Psicoanálisis. Las técnicas de la *Psicoterapia* enfatizan la relación interpersonal entre el terapeuta y el paciente y requieren algún compromiso de éste con el procedimiento. Se trata de ayudar a los pacientes a examinar sus propias ideas sobre ellos mismos y sus vidas, y se puede reducir el tratamiento a un individuo, a una familia o a un grupo.<sup>32</sup>

Dentro del avance de la Psicoterapia se incluye la de una de sus variedades más influyentes, el psicoanálisis freudiano, la terapia de modificación de conductas, y la psicoterapia de grupo. El *Psicoanálisis* parte del postulado de la existencia de un inconsciente dinámico que influye sobre toda acción, pero obra con material no sujeto al recuerdo por procesos normales. El llamado olvido es considerado por Freud como resultado de la represión. Los mecanismos de defensa y una variedad de reacciones inconscientes son usados por los individuos para satisfacer necesidades emocionales, como la armonía entre objetivos conflictivos, la reducción de ansiedades resultantes de deseos inaceptables, la modificación de la realidad para hacerla más aceptable. Mecanismos de defensa son: la represión, el cierre del paso de ideas inaceptables a su entrada en la mente consciente; el desplazamiento; la liberación de impulsos peligrosos mediante una situación sustitutiva o mediante una actividad disfrazada; la sublimación como mecanismo constructivo que reorienta la energía sexual hacia fines socialmente valiosos. El reconocimiento consciente de experiencias reprimidas es piedra angular de la terapia psicoanalítica, que incluye instrumentos terapéuticos como la libre asociación, la interpretación de los sueños.

El Psicoanálisis de Freud y seguidores desarrolla también una teoría de la psique humana, con énfasis en el papel de los instintos de vida y de muerte, que pueden equilibrarse en un individuo bien ajustado, o producir neurosis. También, una teoría de la personalidad humana, que es dividida en tres partes: el *id*, depósito de los impulsos instintivos inconscientes, dominado por el principio del placer y deseoso de gratificación instantánea; el *superego*, censor interno o conciencia; el *ego*, mediador entre el *id*, el *superego* y las demandas de la sociedad o realidad.

32 J. A. C. Brown, *Freud and the Post-Freudians*, Penguin Books, 1976.



Igualmente notables son los avances de la Psiquiatría en la administración de sustancias químicas o drogas. La *Quimioterapia* aplicada a la mente obtiene logros en el alivio a los principales síntomas de desorden mental; en el alivio o la cura de las condiciones más comunes de tensión y ansiedad. También demuestra sin embargo, capacidades para el condicionamiento de pensamientos y conductas, por estimulantes, antidepresivos y tranquilizantes. Ello se vuelve fuente de interrogantes sobre las implicaciones culturales y políticas de los avances científicos. La Quimioterapia provee medios de contento, pero puede ser también causa de anomalías orgánicas y psíquicas de signo deshumanizante. El insuficiente conocimiento del funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso central, y de los límites entre la causación física y psicológica, impide o invalida las respuestas tranquilizadoras a los interrogantes.

El desarrollo de una creciente especialización, de una también creciente complejidad en las tecnologías de diagnóstico y terapia, la explosión de las necesidades y demandas en materias de salud individual y colectiva, plantean a la Medicina agudos problemas, sobre todo dilemas en la asignación de recursos humanos y de capital, en el financiamiento de costos, en los relativos papeles y funciones del Estado y del sector privado, sus respectivos programas, estructuras organizativas y regímenes jurídicos.

## 8. HACIA UNA CIENCIA DE LA TIERRA

Los esfuerzos desde 1945 por la constitución de una Ciencia de la Tierra continúan en parte tendencias preexistentes, y en parte dan lugar a nuevos desarrollos.

La *Geología* desarrolla la idea de que la corteza terrestre fue quebrada en un número de grandes placas que se mueven unas en relación a otras de acuerdo a patrones determinados. Ello explicaría las ubicaciones de muchos terremotos, volcanes, líneas montañosas, trincheras y fracturas en el suelo oceánico. La *Paleontología* es tratada cada vez más, no sólo como el estudio de antiguos seres vivientes, sino como parte de la Ciencia de la Tierra.

En la *Meteorología*, las predicciones sobre los estados del tiempo mejoran por la contribución de los datos aportados por satélites, radares, mejores computadoras y programas. El estudio de los cambios a largo plazo crean una creciente preocupación por las modificaciones que los gases liberados por la actividad humana van produciendo en la atmós-

fera. El llamado “efecto invernadero” puede elevar mundialmente las temperaturas como resultado del carbón dióxido y otros gases que atrapan el calor en la atmósfera, del mismo modo que lo hacen las paredes y techos de vidrio de un invernadero. También, se reduce o pierde la capa de ozono que protege la vida de excesiva radiación ultravioleta, a causa de los gases que catalizan al ozono, molécula de oxígeno de tres átomos, hacia el oxígeno ordinario con moléculas de dos átomos. El descubrimiento y la investigación de estos fenómenos y procesos van convergiendo y entrelazándose con otros emergentes o en vías de aceleración en otros aspectos y niveles del orden natural y del social, para producir las reacciones y movilizaciones individuales y colectivas que dan nacimiento a la vez a la Ecología como nueva ciencia, y a los movimientos ambientalistas como expresión política.

Desde fines del siglo XIX van apareciendo, en países como Estados Unidos, las primeras modalidades de la *conservación* como restricción deliberada y gestión racional, —por razones predominantemente económicas— del uso humano de recursos naturales valiosos (madera, pesca, caza, humus, pastajes y minerales), y como preservación de bosques y vida salvaje, parques, aguas. Desde la presidencia de Theodore Roosevelt en los Estados Unidos se van desarrollando el movimiento y la política de *conservacionismo* como parte de un enfoque total respecto al uso de recursos naturales, dando origen a una legislación al respecto.

En las décadas de 1960 y 1970, los crecientes problemas de contaminación, mengua de recursos energéticos, peligros de pesticidas, de radioactividad de las plantas nucleares, armamentismo atómico y aniquilamiento colectivo, inquietan y movilizan a millones de personas. Los movimientos juveniles desde fines de los años de 1960 incorporan preocupaciones explosivas sobre ciertos rasgos de la sociedad de masas, como el ruido, la concentración poblacional, la polución del aire y del agua, la despiadada explotación de recursos naturales, la destrucción de especies.

A estas manifestaciones subyacen, y en ellas se incorporan, grandes interrogantes sobre las premisas y tesis del Iluminismo respecto a la simbiosis entre el progreso intelectual y cultural y el mejoramiento de la civilización en general, a la continuidad o identidad entre la conquista científica y el bienestar social. Se sospecha que los científicos ven a la Humanidad y a la Tierra sólo como objeto de dominación y explotación, depósito de materias primas para experimentos cada vez más ingeniosos, sin ganar conciencia de sus reponsabilidades hacia una y otra. Se van multiplicando así las demandas y presiones para considerar el *medio ambiente* como un sistema general de relaciones delicadamente entre-

lazadas, y para restringir los supuestos avances que perturban severamente el equilibrio del conjunto, y pueden llegar a destruirlo.

En Estados Unidos y otros países desarrollados, la proliferación de *movimientos ambientalistas* va de la mano con el desarrollo y difusión de un concepto más amplio de conservación de la tierra misma, a partir y a través de la protección de la capacidad de autorrenovación de aquélla; de la emergencia de la *Ecología* como nueva ciencia, y de una legislación inspirada por aquélla.

La *Ecología* es el estudio de las interrelaciones de organismos y ambiente físico. La *Biosfera* es definida como envoltura del aire, el agua y la tierra del planeta, sistema cerrado y autorregulado en que existen seres vivos. Dentro de la Biosfera, la unidad básica de estudio es el *ecosistema*, comunidad de plantas y animales en un medio ambiente que provee las materias primas para la vida, elementos químicos (alimentos) y agua. Un ecosistema es delimitado por las características del clima, la altitud, la latitud, el agua y el suelo, y por otras condiciones físicas. La energía para alimentar las actividades vitales llega a la tierra en forma de luz solar. Por fotosíntesis, las plantas verdes capturan la energía de la luz y la almacenan en los nexos químicos de los carbohidratos, grasas y proteínas. Parte de la energía es adquirida por animales herbívoros, y una fracción de ella pasa a los animales predadores. Tales secuencias o cadenas alimenticias, se traslapan en muchos puntos. Una vez gastada, la energía para la vida no puede ser reproducida excepto por nueva exposición de las plantas verdes a la luz del sol. Las sustancias químicas de la vida son continuamente recicladas por procesos como la fotosíntesis, la respiración, la fijación del nitrógeno. La perturbación de estos ciclos por causas naturales como la sequía o artificiales como la polución, pueden alterar el equilibrio de un ecosistema. Un determinado ecosistema puede alcanzar un estadio estable y autoperpetuado, o *comunidad culminante* que, si llega a ser extenso y bien definido, es llamado un *biome*; ejemplos: la tundra, la sabana, el desierto, el bosque. La estabilidad es alcanzada por un proceso de *sucesión*, por el cual una comunidad relativamente simple (líquenes, rocas cubiertas de algas) da lugar en el tiempo a otra más compleja (bosque, tundra).

Los movimientos ambientalistas, y la afirmación científica y difusión pública de la Ecología contribuyen al surgimiento y enriquecimiento de legislaciones e instituciones protectoras (*cfr. infra*).

Las vastas posibilidades del océano en términos económicos, industriales, político-diplomáticos y militares, y las consiguientes incitaciones a la investigación y el desarrollo, estimulan los avances de la *Oceano-*

*grafía*. Ella estudia integradamente las aplicaciones marinas de la Geografía, la Geología, la Física, la Química, la Biología Marina, la Ecología, la Meteorología.

El estudio comprensivo del mar comienza con la expedición británica del Challenger en 1872-1876. Actualmente se cuentan por centenares las instituciones oceanográficas, concentradas en Estados Unidos y países industrializados. La Oceanografía tiene hoy un crecimiento explosivo, determinado por su importancia para la navegación marítima, las pesquerías, la exploración y explotación de hidrocarburos y yacimientos minerales, el tendido de cables telegráficos, los estudios climatológicos, la agricultura submarina, la marina mercante y de guerra. El número de oceanógrafos vivos y ocupados se duplica más rápido que cualquier otro sector de la ciencia, cada cuatro años.

El desarrollo de la Oceanografía es alimentado por actividades como el batiscafo Trieste que en 1960 desciende a la mayor profundidad oceánica, 12,000 metros en la Trinchera de las Marianas; o el *Deep Sea Drilling Project*, programa de los Estados Unidos, comenzado en 1964, para investigar la evolución de las cuencas oceánicas, mediante la perforación y el estudio de núcleos de sedimentos oceánicos y de la corteza oceánica subyacente. El programa usa el Glomar Challenger, un barco elaboradamente equipado, capaz de perforar a través de grandes profundidades acuáticas.

## CAPÍTULO III

### LA TERCERA REVOLUCIÓN EN SU CONTEXTO ECONÓMICO Y POLÍTICO

Ciencias y Técnicas de la Tercera Revolución son a la vez factores, componentes y resultados de una *mutación* general del capitalismo en los países centrales; de su irradiación hacia las semiperiferias y periferias mundiales; de la creciente primacía de la transnacionalización; de la instauración de una Nueva División Mundial del Trabajo; de la emergencia de una economía globalizada y de un sistema político internacional y sus interrelaciones que se caracterizan por un grado sin precedentes de concentración del poder a escala mundial.

Componentes y resultados científicos y tecnológicos de la tercera Revolución fortalecen al Estado, sus poderes y funciones, sus grados variables de intervencionismo, autonomización y rectoría. Ello incluye y se entrelaza con nuevas modalidades y alcances en la producción y el uso del derecho como instrumento de control, regulación y cambio social.

Al mismo tiempo, Ciencia y Técnica son también factores y componentes que, directa e indirectamente, contribuyen a producir una doble crisis, manifestada a la vez en vectores externos e internos al Estado-Nación, y sus entrelazamientos. La crisis se va dando, por una parte, en lo referente a la situación, los alcances y las posibilidades del Estado, sus poderes, funciones y recursos, su organización y funcionamiento, con referencia a sus relaciones con la economía mundial y el sistema político internacional. Por la otra parte, se da una crisis en las relaciones del Estado con la economía y la sociedad nacionales, sus principales actores e instituciones, el sistema político interno.

La doble crisis se manifiesta, como se verá más adelante, primordialmente en lo referente a la *soberanía* del Estado, en su cara externa y en su cara interna. Aquélla tiene a su vez correlatos en las crisis y transformaciones del derecho Internacional, y de las principales ramas



del derecho público (constitucional, administrativo, económico, penal), pero también por supuesto del derecho privado, así como en las interrelaciones entre ambos campos del sistema jurídico. Condicionados por la revolución en las ciencias y las tecnologías, Estado y derecho son a su vez factor considerable en el desarrollo, caracteres y tendencias de aquéllas.

## 1. LA MUTACIÓN EN LOS CENTROS DESARROLLADOS

Gestada como se vio en el periodo entre guerras, y acelerada en el curso de la Segunda Guerra Mundial,<sup>1</sup> la Tercera Revolución es consecuencia, componente y resultado de una gigantesca mutación histórica. Ésta se va perfilando y desplegando definitivamente a partir de 1945, y se encuentra hoy en pleno dinamismo, con fuerzas y estructuras, tendencias y realizaciones ya evidentes, pero que no son más que la punta emergida de un gigantesco *iceberg*, y la expresión sintomática de algo cuya duración, proyecciones y consecuencias son hoy apenas e insuficientemente captadas, analizadas y evaluadas.<sup>2</sup>

La vertiginosa mutación tecnológica se ubica en un proceso de reestructuración de la industria y de los flujos de comercio e inversión, que tiene como principales focos, ejes y actores, a las macroempresas y Estados de los países industrializados (Estados Unidos, Europa Occidental, Japón), y algunos de industrialización reciente (Asia Oriental y Sudoriental). Los gastos y esfuerzos de investigación y desarrollo son cada vez más una respuesta a las necesidades de competitividad entre empresas y entre Estados, y de disponibilidad y reestructuración del uso de insumos fundamentales pero de disponibilidad menguante y/o de costos crecientes (materias primas, energía, fuerza de trabajo). Se concentran en un número relativamente reducido de países, de empresas oligopólicas y ramas manufactureras. Los gastos en investigación y desarrollo siguen creciendo más que la actividad económica en los países industrializados, financiados por el sector público y luego cada vez más por el sector privado. La mayor parte de estos gastos se dan en el sector manufacturero, y dentro de él en unas pocas ramas (elec-

1 He caracterizado y analizado la Segunda Revolución Industrial en Marcos Kaplan, *Ciencia, Estado y derecho en las Primeras Revoluciones Industriales*, tomo I de Marcos Kaplan, coordinador, *Revolución tecnológica, Estado y derecho*, México, PEMEX/Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM, 1993.

2 Un balance tentativo, y ya superado por el tiempo, de las tendencias y horizontes de la Tercera Revolución, puede encontrarse en André Découfflé, *L'an 2000*, París, Gallimard/Julliard, 1975.

trónica, maquinaria, quimicofarmacéutica, aeronáutica, armamentos). Los principales esfuerzos de innovación se dan en grandes empresas transnacionales, solas o asociadas entre sí y con universidades e institutos de investigación. Las innovaciones y sus efectos transformadores, sin embargo, bajo la influencia y control de las empresas transnacionales, se difunden crecientemente en la agricultura, la industria y los servicios, de las economías de los países semiperiféricos y periféricos, y en la economía global.<sup>3</sup>

La mutación se caracteriza, *en primer lugar*, por la aplicación de la ciencia de laboratorio a la creación de tecnología y al proceso de producción. Sus principales focos, ejes y logros son, como ya antes se analizó, y se recapitula brevemente, los siguientes:

a) Las nuevas formas de energía, ante todo la nuclear.

b) La información como vasto y creciente campo, dentro del cual destacan los avances en microelectrónica y miniaturización. Sus impactos se dan en todos los aspectos de la vida colectiva e individual, ante todo en la transformación de los modos de producción, de empleo y trabajo: Electrónica, Informática, Comunicaciones, Telemática, Robótica, Inteligencia Artificial, *Prodúctica*, *Burótica*.

Con ello, se da un creciente refuerzo del componente intelectual y del potencial creativo en la producción. Como factor productivo, la información se vuelve tanto o más importante que el capital, el trabajo y la tierra. La información, los datos, los conocimientos, pueden ser obtenidos, acumulados, almacenados, manipulados, usados, por la especie humana, en modos más vastamente eficientes y en volúmenes exponencialmente mayores que pocos años atrás. Se mueven instantáneamente, en fracciones de segundo y sin limitaciones, a través de espacios y fronteras, a cualquier parte y en cualquier momento. Se va volviendo técnicamente posible (aunque social y políticamente restringibles) la disponibilidad mundial y la plena comunicabilidad de todo conocimiento, desarrollo y cambio.

La información produce impactos y transformaciones respecto a todos los aspectos y niveles de la producción, el comercio y el financiamiento, nacionales y mundiales, en sí mismos y en combinación con otras ciencias, técnicas y aplicaciones productivas. Los cambios se van dando en cuanto a qué se produce, comercializa, financia y consume; a cómo

3 Daniel Chudnovsky, "El contexto económico en la adopción de nuevas tecnologías", *Revista del Derecho Industrial*, Buenos Aires, año 11, núm. 33, septiembre-diciembre 1989, pp. 573-580.

se hace; con qué rapidez y amplitud se produce y circula la información; y quién la usa y cómo.

c) Aumento de la importancia de los materiales y de las tecnologías referidas a ellos, con la ampliación de las soluciones en recursos y procedimientos, y la consiguiente optimización de las opciones. Ello se manifiesta en el desarrollo de nuevos materiales, en la dotación de nuevas y mejores propiedades para los viejos materiales, con la reducción de costos, la mejora de fuerza y flexibilidad, pero también la creación de nuevas amenazas de competencia y de obsolescencia anticipada.

d) Aumento del dominio de los recursos, de su detección, su control y valorización.

e) Renacimiento de los objetos, por la explotación más completa y segura de los materiales, su mayor confiabilidad, las modificaciones en los datos de la competencia internacional.

f) Recreación de la industria, a partir y a través de la metamorfosis general del proceso productivo, por la penetración de la información, los nuevos métodos, la evolución del diseño, más posibilidad de creatividad, la reducción de costos.

g) Incremento del sector terciario, de los servicios en general y, dentro de ellos, del llamado tercial como sector ligado al manejo de la información, en sí mismos y en su participación o incidencia crecientes en el empleo, la producción, el comercio, el consumo, y en la estructura y funcionamiento de la sociedad, del sistema político y del Estado.

h) Dominio cada vez mayor del fenómeno viviente, por una acción humana potencialmente más inteligente y refinada, por la reducción del margen de azar y de empirismo, a través de los avances en la instrumentación, la automatización y el control. Electrónica e Informática se combinan con las Ciencias de la Vida y las Biotecnologías, para revolucionar la Agricultura y la Medicina.

Más aún, tal avance constituye a la Tercera en una bien llamada Revolución de la Inteligencia. Ella requiere, incorpora y suscita una inversión fuerte y masiva en materia gris; modificaciones en las relaciones del instrumental tecnológico y del aparato-proceso científico con la producción económica. Los efectos, sin embargo, se producen también en la estructura y el cambio sociales, la cultura y la ideología, la política y el Estado, el derecho, las relaciones internacionales. Todo ello constituye “un avance en el dominio sobre la naturaleza, mucho más sorprendente que el de la manufactura sobre la simple división meca-

nizada del trabajo. Es un avance basado en la integración de la ciencia y el capital”.<sup>4</sup>

### A. Patrón de acumulación y paradigma tecnológico-productivo

En *segundo lugar*, “un nuevo nivel de capacidades técnicas [...] ha traído consigo nuevas posibilidades e imperativos para el circuito de acumulación. Los beneficios dependen en gran parte de los inventos científicos que dan lugar a unas rentas de monopolio temporales”.<sup>5</sup>

La investigación y la innovación de los países avanzados son promovidas y realizadas por motivaciones de rentabilidad, de poder político y militar y de capacidad competitiva general, tanto nacional como, sobre todo, internacional; para exportar todo lo que se pueda de productos sofisticados con gran contenido de valor, y para importar lo menos que se pueda de ellos; para incrementar la capacidad de ataque y defensa. “Los usos más sustanciales de la ciencia en el presente —escribe Nigel Calder— dividen al mundo en arsenales y supermercados competitivos que despliegan las banderas nacionales familiares”.<sup>6</sup>

Las macroempresas, los oligopolios complejos o conglomerados, con origen y base en los países desarrollados, promueven, desarrollan y usan la ciencia y la técnica para modificar de modo consciente y deliberado el medio ambiente nacional e internacional, en vez de sufrir de modo pasivo sus consecuencias. La organización lucrativa de la producción, la distribución y la comercialización, es montada y perfeccionada a través del recurso sistemático al desarrollo científico y técnico. La investigación se vuelve una forma de inversión, y ésta se vuelve un prerequisite de aquélla. El conocimiento se capitaliza y es puesto al servicio de la acumulación, de la mercancía, del espectáculo y del poder. Investigación, descubrimiento, innovación, pertenecen, o pasan tarde o temprano a pertenecer, a la gran empresa privada. Se las promueve y usa con el punto de vista primordial o exclusivo del beneficio particular. Son colocadas bajo la protección de las patentes y del secreto, utilizadas en la competencia y en todas las formas de la guerra industrial.

Este proceso se cumple sobre todo en las nuevas industrias de la Tercera Revolución, de superior poder innovador y desestabilizante (átomo, información y telecomunicaciones, espacio). El dominio sobre

4 Robert L. Heilbroner, *Naturaleza y lógica del capitalismo*, Barcelona, Ediciones Península, 1985.

5 Heilbroner, *Naturaleza y lógica...*, cit.

6 Calder, *Technopolis...*, cit.

la información científica y técnica, como parte del dominio sobre la producción y comercialización de bienes y servicios, contribuye a la concentración y centralización monopolistas. La influencia y la actividad científicas y técnicas de las corporaciones se ejerce a la vez de manera directa y de manera indirecta. Se presenta, dentro de un esquema de división del trabajo, en parte como competencia entre el sector privado y el sector público, y en parte y cada vez más como interrelación, ensamblamiento, íntima asociación con el Estado. Al control monopolista directo se agrega el intermediado por los gobiernos que las corporaciones influyen o controlan.

La Tercera Revolución se identifica —destaca Hugo Nochteef— con un nuevo patrón de acumulación y un nuevo paradigma tecnológico-económico. Ellos se expresan en una transformación de la matriz de insumo-producto, con el cambio de sus relaciones internas, el agregado de nuevas filas y columnas, la modificación radical de los costos y precios relativos de todos los insumos de la producción de bienes y servicios. Núcleo organizador del nuevo patrón de acumulación, y factor transformador clave de la matriz de insumo-producto, es el complejo económico-tecnológico constituido por la Electrónica, y cristalizado como paradigma. Patrón de acumulación, complejo y paradigma económico y tecnológico, resultan de la respuesta dada por las grandes organizaciones estatales y empresariales de los países avanzados, a la crisis producida hacia los años 1960 por la limitación o el agotamiento de las capacidades (efectivas y potenciales) del patrón tecnológico-productivo surgido en la posguerra, para resolver las restricciones planteadas por la oferta decreciente y el costo creciente de los insumos de la acumulación (materias primas, energía, fuerza de trabajo).

El nuevo paradigma económico-tecnológico responde a las necesidades, garantiza los requerimientos y objetivos de la acumulación, de los patrones de producción, consumo e inversión, y de la reproducción ampliada del capitalismo organizado de los países centrales, de sus macroempresas y Estados. Producido por los actores con capacidad decisoria de las grandes organizaciones privadas y públicas (tecnólogos, inversores, gerentes, políticos, administradores), en función de las necesidades y objetivos, problemas y soluciones que interesan a aquéllas, el paradigma es modelo orientador y normativo, aplicado e impuesto sólo dentro de tales parámetros. Incluyente en tal sentido, es por el contrario excluyente de los descubrimientos e innovaciones, de los patrones de producción, inversión y consumo irrelevantes o divergentes respecto de tales parámetros (*cfr. infra*, las implicaciones de esta situa-



ción para el surgimiento o el refuerzo de la llamada brecha tecnológica).

### *B. Tecnología y empleo*

En *tercer lugar*, la época de la Tercera Revolución se caracteriza por la aceleración de los cambios tecnológicos, y de sus compuestos técnico-económico-sociales, y por su difusión ampliada al conjunto de sectores de actividad económica. Bajo la presión de estos cambios y sus ramificaciones, la problemática de las relaciones entre la economía y la empresa capitalistas y el empleo y, dentro de ello, la de los cambios de la estructura ocupacional, adquieren dimensiones y proyecciones sin precedentes.

Por una parte, los avances ya efectivos o potenciales de la Tercera Revolución en general, y particularmente de la *Prodúctica* (automatización y robotización), intensifican y aceleran las tendencias al desempleo en las diferentes naciones, regiones y sistemas. Tendencia histórico-estructural del desarrollo capitalista, agravada en las fases de crisis y recesión, el desempleo se vuelve algo más que un rasgo inherente y un efecto inevitable de la alternancia cíclica entre expansión y depresión, y de la intensificación de la competencia global. Se relaciona sobre todo con la profunda transformación estructural de las economías industrializadas y sus proyecciones hacia las periferias de países en desarrollo. Con ello se incrementa cada vez más el número de trabajadores (sobre todo los menos o no calificados) desplazados temporal o definitivamente del mercado laboral; se acentúa la reclasificación de los que logran permanecer o ingresar en él; se refuerzan las tendencias a la desvalorización del trabajo y al debilitamiento de los regímenes de regulación y protección en favor de la mayor flexibilización posible.

El desempleo comienza por afectar a trabajadores manuales o “de cuello azul”, poco o nada calificados pero, con la aceleración del cambio tecnológico, se va extendiendo también a los trabajadores “de cuello blanco” del terciario, a profesionales y cuadros de las nuevas clases medias.

En la indagación y el debate al respecto, se sostiene que la incorporación en fábricas y oficinas de la computadora, la automatización y el robot, de equipos cada vez más sofisticados, baratos y productivos, en

7 En este punto tengo muy en cuenta a Hugo Nochteef, “El nuevo paradigma tecnológico y la asimetría Norte-Sur”, *Revista del Derecho Industrial*, Buenos Aires, año 11, núm. 33, septiembre-diciembre 1989.

el corto plazo destruye empleos, produce y mantiene la desocupación, amplifica tensiones en el mercado de trabajo y en la sociedad.

En sentido opuesto, se sostiene por otra parte que, a mediano y largo plazo, las nuevas tecnologías crean empleos, de diferentes maneras. Computadora, automatización, robot contribuirían al indispensable aumento de la productividad, a través de la baja de los costos (especialmente de mano de obra) y de los precios, con el consiguiente aumento de la competitividad y de la demanda de productos, a escala nacional y a escala internacional. Se daría además empleo a quienes conciben y construyen los nuevos equipos y los hacen funcionar. Las nuevas tecnologías, al aumentar la productividad, rendirían más producción con menos trabajo; aumentarían los beneficios; redistribuirían dividendos, inversiones y salarios que se volverían demanda en otras partes de la economía, y con ello nuevos empleos.

La actual mutación tecnológica es causa de ganancias y pérdidas de empleos desigualmente repartidas y, en general, de desigual reparto de los beneficios de la Revolución Tecnológica, dentro de los países y en el sistema internacional. Las posibilidades de compensar los empleos que ya se pierden por la creación de nuevos empleos, se dan a mediano y largo plazo; se dan sólo parcialmente o no se dan en el corto plazo, tiempo en que los factores de desempleo siguen operando. Sólo un pequeño número de países industriales estaría en condiciones de desarrollar rápidamente el sector de bienes automatizados, equipar con ellos las industrias usuarias para volverlas cada vez más productivas y competitivas, y para repartirse así los beneficios de la mutación tecnológica.

A ello se agrega el hecho que la transnacionalización, la liberación de las relaciones económicas internacionales, las mejoras de comunicaciones y transportes, por una parte, posibilitan el desplazamiento masivo de industrias trabajo-intensivas, y con ellas de empleos industriales, a países de salarios bajos en Asia y América Latina. Por la otra, aquellos factores, parte de la Revolución Tecnológica, también posibilitan y amplifican las *grandes migraciones internacionales* que nutren, diversifican y trasforman el mercado de trabajo, a escala a la vez nacional, regional y mundial.

Tanto en los países altamente industrializados como en los países en desarrollo, las incertidumbres generadas por la competencia global y el cambio tecnológico siguen siendo constantes económicas y sociales, con múltiples implicaciones políticas. Muchos de los empleos perdidos no vuelven. La recuperación del crecimiento puede ir acompañada por una menor disponibilidad relativa de puestos de trabajo; por el mantenimiento o aumento de empleos de alta capacitación, y la disminución de

empleos para los incapaces de trabajos complejos. Grandes segmentos de poblaciones pueden quedar definitivamente aislados de la vida productiva. La eficiencia y competitividad de las empresas, en lo nacional y sobre todo en lo internacional, requieren más producción con menos trabajadores, y por ende el recorte del empleo. Con la demanda de reformas del Estado, y sobre todo de reorientación o desmantelamiento del Estado benefactor, los requerimientos de eficientismo se extienden al sector público y, con el adelgazamiento de la burocracia, contribuyen al aumento del desempleo.

El desempleo estructural y endémico se vuelve parte crucial de la problemática a cargo del Estado. El alto desempleo agobia los presupuestos y los programas sociales de los gobiernos, reduce sus ingresos impositivos. La ampliación de la división entre trabajadores calificados y no calificados, y con ello de desigualdades de ingresos, contribuye a la multiplicación y refuerzo de malestares, tensiones y conflictos, sociales y políticos.

Convertido en una de las preocupaciones centrales del Estado, los gobiernos exploran diferentes orientaciones y posibilidades de políticas para la creación o la expansión de empleos. Una de ellas refleja las presiones internas a favor del proteccionismo, contra inmigrantes y competidores extranjeros, que dé trabajo a los miembros nacionales de este estrato que tiende a convertirse en una subclase. Otra política más específica apunta a la mejora de la educación general y al *reciclaje* o re-entrenamiento en otro oficio u especialización. La creación de empleo aparece como argumento a favor de una política de atracción a las inversiones de empresas extranjeras.

Un argumento justificatorio de la insuficiencia en la creación del empleo, v. gr. en Europa, y también en América Latina, es el referido al alto costo del trabajo, por salarios y por impuestos y cargas sociales sobre la nómina a cargo de empleadores. Ello aparece en las crecientes demandas de desmantelamiento de los sistemas protectores del trabajo y de la seguridad social, para la implantación de un régimen más flexible del trabajo.

Las implicaciones de la Revolución Tecnológica respecto al empleo se entrelazan con lo referente a la ampliación de una brecha estructural en la composición de la fuerza de trabajo.<sup>8</sup>

La ciencia en el sentido amplio, y más específicamente las tecnologías, afectan

8 Ver Benjamín Coriat, *El taller y el robot - Ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la electrónica*, México, Siglo XXI Editores, 1992.

a la organización de la empresa, cambiando el carácter de la fuerza de trabajo de la que depende. Se deposita menos confianza en una masa homogeneizada de operarios sin una verdadera formación profesional que trabaja en las cadenas de montaje mecanizadas, y más en una estructura de trabajo nivelada en la que un escalón superior, formado profesional o técnicamente, diseña y mantiene el delicado e incomprensible aparato de la producción, mientras el nivel más bajo realiza las tareas fáciles, repetitivas y esenciales para que funcione dicho aparato. Así, la “alta” tecnología puede combinarse de modo provechoso con las tareas que requieren una mínima destreza; uno no tiene por qué conocer la maquinaria cuyo producto es sometido a pruebas por el obrero, aunque no pueda alterarlo o controlarlo directamente.<sup>9</sup>

Los oficios y las profesiones nacen, se desagregan y recomponen, se reestructuran diferentemente, a veces desaparecen. La introducción de nuevas tecnologías, las nuevas prácticas de las empresas que se renuevan o se instalan, las transformaciones de las actividades, las modificaciones en las relaciones hombre/máquina, dan nuevas dimensiones a la calificación de individuos y grupos como criterio estructuralmente diferenciador de la fuerza de trabajo.

Se está así en presencia de un doble movimiento a la vez articulado y contradictorio. Por una parte, con la informatización de la producción, hombre y máquina establecen una relación de funcionamiento *interactivo*. El hombre intelectualiza su trabajo; programa la máquina y sigue su ritmo. La máquina responde a las preguntas y órdenes del hombre, reacciona ante situaciones complejas, rige series de acciones precisas; todo ello en tiempo real (nanosegundo, picosegundo). Ello es una primera contribución a la inversión de la relación taylorista tradicional, de sometimiento pasivo y unidimensional del trabajador a la máquina y al cronometraje.

La multiplicación y dispersión crecientes de las mini y micro-computadoras, su velocidad de funcionamiento en tiempo real, y su consiguiente capacidad de manejar la diversidad y la complejidad, su posibilidad de infinita conexión y de comunicación instantánea con innumerables depósitos de saber, virtualmente de todo el mundo (informática, opto-electrónica, satélites), *pueden* dar a cada puesto de trabajo capacidades de cálculo, de apreciación autónoma, de decisión, desconocidas hasta el presente. Surge una contradicción con el tradicional reparto taylorista del trabajo, entre directores y diseñadores, y ejecutan-

9 Heilbroner, *Naturaleza y lógica...*, cit.



tes; entre facultades mentales y físicas; entre lugares y funciones donde se piensa y decide, y lugares donde se ejecuta. La inteligencia deja de ser patrimonio de un grupo parte de la jerarquía. Con la diseminación de la informática, comienza a repartirse el poder de ejercicio de la inteligencia, de la reflexión y la decisión. Ello conlleva, de modo en parte potencial y en parte ya real, un nuevo reconocimiento de la individualidad, de su autonomía, de su iniciativa, control y responsabilidad. La confianza en el trabajador se vuelve condición de viabilidad en el uso de técnicas avanzadas y, por lo tanto, de competitividad.

En el mismo sentido, la creciente complejidad de los problemas y las soluciones, las necesidades suscitadas por la producción y gestión de innovaciones y tecnologías de una gran cantidad y variedad de conocimientos básicos y especializaciones profesionales, imposibilitan que un científico o tecnólogo o directivo domine el conjunto de los problemas de una rama o unidad productiva, o de cualquier otro tipo de gran organización. Ello requiere cada vez más la pluridisciplinariedad, el reparto y diseminación de la inteligencia, el estímulo y movilización de la imaginación y la creatividad del personal, de su iniciativa e interés en la participación, de su realización a través del trabajo en equipo y de su sentimiento de misión compartida. La nueva sociedad industrial en emergencia requiere un nuevo tipo de saberes dominantes, el conocimiento de los sistemas, la comprensión del funcionamiento individual y de grupo, el papel de la información y las comunicaciones, para la comprensión de cómo pasan las cosas en su complejidad e interrelaciones, mas que para análisis y transformaciones aislados. Estas tendencias llevan a privilegiar las relaciones horizontales, el diálogo y la concertación, sobre el autoritarismo vertical. Las nuevas situaciones y necesidades contradicen también a un sistema taylorista que desmenuza demasiado las tareas del proceso productivo como para permitir la integración de trabajos complejos en nuevos tipos de máquina.

En las economías industrializadas, la “Revolución de la Inteligencia”, la “Era de la Información”, la “Sociedad del Conocimiento”, se identifican con cambios fundamentales en la naturaleza, la estructura y los modos de realización del trabajo. Dentro de una tendencia a la disminución relativa de la ocupación laboral en relación a la fuerza de trabajo y a la población económicamente activa, se da el aumento relativo de los empleos en trabajos calificados, con requerimientos de alta disponibilidad de información y conocimientos, en el sector terciario pero también en el manufacturero de más avanzada modernización; también el aumento de mujeres empleadas, de trabajos de tiempo parcial, y del autoempleo. A la inversa, tiende a disminuir la disponibilidad relativa



de empleos para trabajadores no o menos calificados, para los implicados directamente en la producción material de bienes, en los sectores de menor productividad y más bajos salarios. Ello impone las condiciones de una reestructuración y reclasificación permanentes de destrezas, oficios y carreras, y vuelve crucial la adquisición de mayor conocimiento a través de la educación, no sólo lo más prolongada sino también continua durante toda la vida, y de los programas de actualización y “reciclaje”, la formación de técnicos y trabajadores a niveles de alta calidad sino de excelencia. (Se vuelve luego a la problemática de la educación, sobre todo como parte de la política científica del Estado.)

### *C. Estado, guerra y fuerzas armadas*

*En cuarto lugar, se ha producido un cambio decisivo*

en la estructura social dentro de la cual se origina la acumulación. El aspecto esencial de dicho cambio, [...] ha sido la inmensa ampliación del papel económico del Estado. Las necesidades militares de la Segunda Guerra Mundial, seguidas por las necesidades políticas de la época de posguerra, proporcionaron la base —de hecho, el imperativo— para ampliar primero, y atrincherar después, un nivel nuevo de actividad gubernamental. Las cantidades gastadas por el gobierno, que tenían una media de sólo un 10 por ciento en los años veinte, llegaron a alcanzar el 30 por ciento en los años sesenta y en 1980 llegó a representar más del 50 por ciento del gasto interno de varias naciones. En todo el mundo capitalista los gobiernos se encargan de dirigir la demanda a través de medidas fiscales y monetarias que pretenden no sólo evitar los desastres del periodo de 1873 a 1893 y la terrible depresión de los años treinta, sino mantener además un nivel lo bastante alto de gastos internos para asegurar la prosperidad general. El crecimiento se convierte en la preocupación política central y el producto bruto nacional en una frase familiar por primera vez en toda la historia”.

A las interrelaciones de la Ciencia con el Estado y el derecho se vuelve luego. Cabe en cambio destacar aquí, pero también con relación al Estado, el papel específico de la guerra y las fuerzas armadas en la mutación y en la revolución tecnológica.

Como lo revelan dos conflagraciones mundiales, la *guerra*, y *fuerzas armadas* del mundo desarrollado tienen un papel decisivo en la promoción de la investigación y la innovación, a partir de las preocupaciones y objetivos de tipo interno (control, represión), y externos para la

defensa y el ataque, la preparación y la ejecución de los conflictos bélicos.<sup>10</sup>

Las guerras contemporáneas son científicas. Recurren a la ciencia que, como fuente de tecnología nueva, domina los planes de producción y operación; da más eficacia a las armas convencionales y procura otras nuevas que no lo son; ejerce influencia predominante en el desenlace de los conflictos y en la posguerra. La guerra antecedente permite adquirir nuevos datos científicos y técnicos, que emergen además en la preparación de guerras futuras. La introducción de la guerra total, al extender el alcance (espacios, poblaciones) y los procedimientos (violencia física incontrastable para imponer la voluntad, acción psicológica), estimula el uso pleno de la ciencia y la tecnología. Las potencias que poseen un aparato militar extenso y evolucionado, pueden disponer asimismo de una industria moderna, y por lo tanto crear y usar de manera autónoma las producciones científicas que caracterizan la época actual (átomo, espacio) y son en mayor o menor grado dependientes del aparato militar.

Se da la interdependencia a todos los niveles entre los efectos estratégicos y económicos de la ciencia, sus condiciones y resultados, y además entre corporaciones y fuerzas armadas (el *complejo militar-industrial* bautizado por el presidente Dwight Eisenhower). La ciencia aplicada a las industrias estratégicas impacta a través de éstas sobre la economía: progreso de ciertas aplicaciones; dominio de sistemas complejos; desarrollo de nuevos saberes técnicos; difusión de conocimientos; aumento del nivel de calificaciones profesionales; demanda de productos intermedios; introducción de bienes y procesos nuevos. Todo ello, a su turno, retroactúa sobre el desarrollo científico y técnico. La gran corporación se beneficia en todos estos niveles y aspectos: altas ganancias; financiamiento estatal de parte de la investigación-desarrollo; aceptación pública; producción de bienes que no van al mercado y no agravan el peligro de superproducción, destinados a la destrucción o a la rápida obsolescencia; ocultamiento monopólico de invenciones e innovaciones por el secreto militar; extensión de mercados externos.

El ensamblamiento entre industria moderna, subsistema científico y aparato militar (y también con el subsistema universitario), contribuye

10 Ver William H. McNeill, *The Pursuit of Power-Technology, Armad Force, and Society since A. D. 1000*, The University of Chicago Press, 1982; Allen, Francis, R. et al., *Technology and Social Change*, New York, Appleton-Century-Croft, 1975; Marcos Kaplan, *Ciencia, Estado y derecho en las primeras revoluciones industriales*, tomo I de Marcos Kaplan, coordinador, *Revolución tecnológica, Estado y derecho*, México, PEMEX/Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM, 1993.

a la ampliación de la brecha entre potencias y países intermedios y menores, en términos económicos y político-estratégicos. La ciencia nueva, sobre todo la que gira en torno al átomo y al espacio, desvaloriza las fronteras; vuelve potencialmente omnipresentes a las potencias que, para el ataque y para la defensa, engloban (de hecho y, por pactos y alianzas, también de derecho) los territorios de naciones secundarias y les imponen su voluntad.

## 2. TRANSNACIONALIZACIÓN Y GLOBALIZACIÓN

En quinto lugar, el patrón complejo de interconexiones globales que se va perfilando ya en fases tempranas del desarrollo del capitalismo y del Estado moderno, se reafirma y amplifica en la actual fase desde 1945, con la mutación económico-tecnológica y el avance de la transnacionalización y sus secuelas.

Con el progreso de la multinacionalización de actividades antes internas, el rápido crecimiento de lazos e interrelaciones complejas entre Estados, economías y sociedades, el refuerzo y entrelazamiento de redes de toma de decisiones dentro de marcos multinacionales, se puede hablar ya del ingreso en la *globalización* y, con ello, en la *mundialización* de la historia.

La escala del capital ha vuelto a expandirse. La posibilidad de desplazar personal técnico o directivo a cualquier lugar del mundo prácticamente en un solo día; la posibilidad de mantener contacto directo con los movimientos de producción de fábricas distantes; la rapidez en enviar o recibir fondos con la misma facilidad que se recibe la comunicación telefónica, todos estos factores se han combinado para poner alas al capital, [con su] habilidad [...] para moverse hacia lugares donde el coste del trabajo es inferior, o a lugares estratégicos en los que la distribución ofrece ventajas competitivas.

Un aspecto asociado a la internacionalización del capital es el nacimiento de centros financieros locales,

puntos clave de operación para los caudales de finanzas que se mueven de nación a nación cuando las tasas de intereses o las expectativas comerciales así lo justifican [...] Por primera vez, la formación social capitalista ha triunfado creando una esfera del capital que está aparentemente más allá de cualquier control político.

Así, las industrias multinacionales o las corporaciones financieras se convierten en las empresas más representativas de este periodo, jugando

[...] los papeles paradigmáticos [...] responsables de entre un cuarto y un tercio de la producción industrial mundial;

los consorcios bancarios tienen seguramente “un grado mucho mayor de concentración y alcance internacional”.<sup>11</sup>

La mutación que se ha ido produciendo en los polos y ejes del capitalismo desarrollado, por consiguiente, más tarde y en cantidad y calidad inferiores, en grados y niveles diferentes, también en las periferias, es como se dijo inseparable de la Tercera Revolución, de la transnacionalización, la Nueva División Mundial del Trabajo, la alta concentración del poder a escala planetaria, la emergencia de un sistema económico-político tendencialmente globalizante y de interdependencia asimétrica.<sup>12</sup>

Este proceso, que está lejos de haber terminado, se ha dado, desde la Segunda Guerra Mundial, en diferentes aspectos y niveles interdependientes, y a través de varias fases. Una primera fase de bipolaridad y guerra fría, de enfrentamiento de las dos superpotencias, norteamericana y soviética a la cabeza de sus bloques, y de incierta emergencia del “Tercer Mundo”, va desde 1945 a 1962 (crisis de los cohetes cubanos).<sup>13</sup>

Una segunda fase transicional se configura con el gradual desvanecimiento del duopolio nortamericano-soviético, el avance de la distensión, el debilitamiento del Tercer Mundo, va desde 1962 hasta mediados de la década de 1980. La tercera y actual fase se caracteriza por la coexistencia de una potencia unipolar en declinación relativa con otras aspirantes a la hegemonía, y la tendencia a una tri-, penta- o multi-polaridad. Los principales aspectos, niveles y fases del nuevo orden mundial en desarrollo se entrelazan estrechamente, como se verá, con la Revolución Científica y Tecnológica.<sup>14</sup>

11 Heilbroner, *op. cit.*

12 Ver Maurice Byé-G. Destanne de Bernis, *Relations économiques internationales. I. Échanges internationaux*, París, Dalloz, 1977; Mohammed Bedjaoui, *Pour un nouvel ordre économique international*, París, UNESCO, 1978; Robert Gilpin, *The Political Economy of International Relations*, Princeton University Press, 1987; Joan Edelman Spero, *The Politics of International Relations*, New York, Saint Martin's Press, 1990; John Jackson, *The World Trading System-Law and Policy of International Economic Relations*, Cambridge Mass., The MIT Press, 1991.

13 André Fontaine, *Histoire de la guerre froide*, Tome I: *De la révolution d'octobre à la guerre de Corée*, Tome II: *De la guerre de Corée à la crise des alliances*, París, Éditions du Seuil; André Fontaine, *Un seul lit pour deux rêves-Histoire de la 'Detente' 1962-1981*, París, Fayard, 1981; Adam B. Ulam, *The Rivals-America & Russia since World War II*, Penguin Books, 1977; Richard J. Barnett, *The Giants - Russia and America*, Simon and Shuster, 1977.

14 He dado un tratamiento más extenso al análisis del nuevo orden mundial emergente, en Marcos Kaplan, *Estado y sociedad en América Latina*, México, Editorial Oasis, 1984, capítulo II;



Es pertinente retomar ahora el análisis de los cambios estructurales en los centros desarrollados, que antes se ha examinado, su aceleración y profundización, sobre todo las interrelaciones entre la concentración y centralización del capital, bajo forma de conglomerados, y la Tercera Revolución Industrial y Científica.

El incesante desarrollo de las fuerzas productivas permite una elevación de la productividad, y su racionalización, el continuo refuerzo y refinamiento de las formas de dominación que los grupos concentrados de poder económico ejercen sobre trabajadores y sobre viejas y nuevas clases medias. Las condiciones y logros del nuevo patrón de acumulación y del nuevo paradigma tecnológico-productivo encuentran una amplia gama de dificultades para su reproducción y continuidad. Ellas se vinculan con las fluctuaciones y vicisitudes de la tasa de beneficio; las resistencias y demandas de grupos y movimientos afectados por viejas y nuevas formas de dominación, explotación y alienación; otros obstáculos a la reproducción ampliada del sistema. Surgen y se combinan las necesidades y posibilidades de consolidación y avance de las nuevas formas de capitalismo desarrollado en sus centros, y las de su expansión internacional, que generan o refuerzan y aceleran el proceso de largo plazo hacia la globalización económica y política.

El nuevo avance de la *internacionalización del capital* asume la forma de la *empresa transnacional*. Es ahora a nivel mundial que tienden a constituirse y realizarse los procesos de acumulación e inversión; la concentración y la centralización empresariales; la distribución y escala de sectores, ramas y unidades de la producción; la competencia entre grandes corporaciones.

La transnacionalización combina cada vez más los objetivos de maximización de los beneficios a largo plazo; la incorporación y uso de las nuevas tecnologías; el logro de capacidad competitiva a escala mundial (producción en serie, economías de escala, control de mercados, aprovechamiento de un comercio internacional en expansión); el acceso a las reservas de recursos primarios y mano de obra; en suma, producciones a bajo costo, ventas a precios altos, amplios márgenes de lucratividad.

Las tendencias a la transnacionalización incluyen, generan y refuerzan, la Nueva División Mundial del Trabajo (NDMT), y a la vez son

Ver Jean Carral, *La prise du pouvoir mondial*, París, Éditions Denöel, 1971; Paul Kennedy, *The Rise and Fall of the Great Powers*, New York, Random House, 1987; Gordon A. Craig y Alexander L. George, *Force and Statecraft-Diplomatic Problems of Our Time*, New York, Oxford University Press, 1983.



producidas, reforzadas e integradas por ella. Parte integrante y nuevo avatar del ya secular proceso de avance hacia la constitución de una economía cada vez más internacionalizada y en perpetuo movimiento hacia la globalización planetaria, la génesis y avance de la NDMT resulta de la convergencia de varios factores y procesos.<sup>15</sup>

Ante todo, la combinación de un mercado mundial del trabajo y un mercado mundial de emplazamientos industriales, ambos posibilitados y alimentados por las contribuciones tecnológicas de la Tercera Revolución.<sup>16</sup>

Por una parte, ha surgido un mercado mundial del trabajo, en el cual compiten trabajadores de países industrializados y en desarrollo, y luego también de lo que fue la Unión Soviética y su bloque. El progreso de la división del trabajo, las nuevas tecnologías y sus entrelazamientos, descomponen el proceso productivo en operaciones simples y unidades elementales, y permiten así la sustitución relativa pero en grado considerable de la mano de obra calificada por la semi o no calificada, rápida y fácilmente preparable, más barata y controlable. Progresan también los sistemas de transportes y sobre todo de comunicaciones, dimensión esta última que requiere la siguiente precisión.

El orden económico internacional de posguerra incluye un compromiso ideológico, por parte de potencias y países desarrollados, en favor de la liberalización del movimiento de bienes, servicios y capitales, pero el libre movimiento del trabajo pretende ser esfera celosamente guardada de las autoridades nacionales. Pese a ello, la década de 1980 revela que los mejores transportes y comunicaciones, y el salto en el turismo de masas, debilitan las barreras a la inmigración en momentos en que las brechas entre países ricos y pobres se vuelven enormes. Crisis económicas, regímenes políticos represivos, guerras civiles y conflictos internacionales, producen ya no sólo desempleados y refugiados temporales que terminan por regresar a sus países de origen, sino una marea de inmigrados permanentes.<sup>17</sup>

De esta manera, las inversiones, los flujos de recursos (informacionales, financieros, tecnológicos, humanos), las unidades de producción,

15 Sobre el proceso de constitución de una economía mundial, ver Fernand Braudel, *The Structures of Everyday Life - Civilization & Capitalism 15th-18th Century*, New York, Harper & Row Publishers, 1979, 1982, 3 vols.; Immanuel Wallerstein, *El moderno sistema Mundial*, México, Siglo XXI Editores, 1979, 1984, 3 vols.

16 Ver F. Fröbel, J. Heinrichs y O. Kreye, *La nueva división internacional del trabajo*, México, Siglo XXI Editores, 1977.

17 Miles Kahler, "The International Political Economy", *Foreign Affairs*, New York, vol. 69, núm. 4, 1990.

se expanden y se desplazan, se dispersan y se reintegran, de diferentes maneras. Un vasto movimiento mundial de redespliegue y de relevo, reordena y redistribuye papeles, funciones y posibilidades, respecto de regiones, países, ramas productivas, bienes y servicios, empresas, clases y grupos, organizaciones, instituciones, Estados.

Las economías de los países capitalistas centrales conservan y refuerzan en conjunto el control mundial de los grandes flujos comerciales y financieros. En ellas se mantienen y desarrollan las industrias más capital-intensivas, los focos de investigación científica y los grandes laboratorios, las innovaciones en tecnologías avanzadas de producción y en nuevos productos, sobre todo en los sectores dinámicos y de avanzada (electrónica, informática, telecomunicaciones, biotecnologías, química, armamento y energía nucleares).

Desde los mismos centros avanzados (Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia) se exportan a países en desarrollo, sobre todo los más dinámicos, recientemente industrializados o en camino de industrialización acelerada, como los "Cuatro Dragones del Pacífico", con bajos costos salariales y sociales y considerables mercados (actuales o potenciales), las industrias trabajo-intensivas y contaminantes, y algunas industrias básicas (textil, automotriz, química, electrónica, naval siderúrgica, ciertos bienes de capital).<sup>18</sup>

En el momento actual puede estarse dando otro paso más en este movimiento de reajuste estructural para la integración económica mundial.

La fuerza más importante del cambio es la globalización que está creando un nuevo orden económico internacional. Y en el horizonte se encuentran los nuevos países en desarrollo, en particular China, India, Brasil, México, Indonesia, Corea del Sur y Tailandia. De 1985 a 1992 los volúmenes de exportación de los países en desarrollo han tenido un promedio de 7.8 por ciento anual, que es tres puntos porcentuales más alto que el de los países industrializados. En sólo tres años la participación de las naciones en desarrollo en las exportaciones mundiales ha pasado de tres puntos porcentuales a 20 por ciento.

En su *World Economic Outlook* de 1993, el Fondo Monetario Internacional

18 Ver Pierre Judet, *Les nouveaux pays industriels*, París, Editions Économie et Humanisme y Les Éditions Ouvrières, 1981; Nigel Harris, *The End of the Third World - Newly Industrializing Countries and the Decline of an Ideology*, Penguin Books, 1987.

estima que la participación de los países en desarrollo en la producción mundial es de 34 por ciento [...] Igualmente, la participación de las sociedades industriales avanzadas bajó de 73 a 54 por ciento (La producción actual de la ex Unión Soviética y la Europa Oriental se ha calculado en 11 por ciento).

La globalización —y estas cifras— confirman [...] que las industrias manufactureras automatizadas, ligera y pesada, están siendo “sacadas” de las naciones industriales avanzadas y llevadas a los países en desarrollo en virtud de los bajos salarios o la nueva capacitación de su fuerza de trabajo.<sup>19</sup>

Al mercado mundial del trabajo corresponde así un mercado mundial de emplazamientos industriales. Por ellos compiten los países desarrollados de economía de mercado, los países en desarrollo, y algunos de los que fueron, pero también de los que siguen siendo, países de economía centralmente planificada, para atraerlos y conservarlos, mediante estímulos varios.

Este gigantesco movimiento de redespliegue, deslocalización y relevo, se da sobre todo por el impulso, bajo el control y en beneficio de las empresas transnacionales. Las nuevas implantaciones industriales se expanden como inversiones privadas, bajo la forma de sociedades financieras, comerciales, industriales y de ingeniería, y con la contribución crediticia de la banca internacional.

El capitalismo desarrollado responde así a las aspiraciones de industrialización de los países en desarrollo, imponiéndoles especializaciones, y convirtiéndolos en relevos para la reestructuración de la economía mundial. En el mismo proceso, el capitalismo central valoriza sus capitales de origen, se reproduce y se desarrolla al menor costo y con el mayor beneficio posibles.

Este proceso impone a países en desarrollo una especialización reestructurante, por la cual producen bienes primarios y algunos industriales a bajos precios, e importan bienes de capital, equipos y tecnologías, financiamientos externos, o confían los principales proyectos a empresas extranjeras. Las empresas transnacionales y sus Estados ofrecen a los países en desarrollo estrategias de crecimiento y modernización y ofertas globales que interrelacionan tecnología, financiamiento, inversiones conjuntas, con frecuencia como paquete único. El logro de indicadores de crecimiento cuantitativo va acompañado con el aumento de las importaciones de los países en desarrollo, sus requerimientos de divisas, y

19 Daniel Bell, “La hora del reajuste”, *El Financiero*, México, agosto 27, 1973.

con ello la permanente necesidad de aumentar sus exportaciones especializadas y sus nuevos financiamientos por inversiones y créditos exteriores.

La NDMT, tal como se la ha caracterizado tiende además a suscitar o a identificarse con un *proyecto político* de los centros de poder en los polos desarrollados, tendente a la reestructuración en un sentido cada vez más transnacionalizante del capitalismo avanzado y de sus periferias internacionales. Ello presupone y exige ciertos requisitos, rasgos y resultados, sobre todo los siguientes:

Primero, tiende a surgir una dirección compartida, de altos representantes del poder corporativo, político, tecnoburocrático y militar de los países avanzados, y de dirigentes y personal de organismos internacionales, para la unidad de mando del sistema global y del proyecto histórico, y para el logro y uso de nuevos mecanismos de dirección conjunta. Segundo, se refuerzan la concentración y centralización de poder y decisión, en particular la ciencia y la tecnología, la telemática, el financiamiento, los servicios de transporte y distribución, los instrumentos y aparatos ideológicos y de coerción. Tercero, se tiende a redefinir el modelo global de organización y funcionamiento del sistema internacional y de las sociedades, incluso en las propias metrópolis. Cuarto, se busca la integración rápida y completa de la economía y la política mundiales, en un sentido de interdependencia y cooperación crecientes, como precondition y rasgo de la variedad elegida de desarrollo. Ello requiere la redefinición de los objetivos nacionales de cada país, para su adaptación orgánica y funcional a los intereses y objetivos globales del modelo mundial a imponer. Las vinculaciones entre países, y entre sus políticas internas y externas, deben incrementarse y remodelarse para la constitución de un nuevo orden mundial de propósitos compartidos.

Este aspecto del proyecto se ubica primero, desde 1945 hasta mediados de los años de 1980, dentro de los marcos de una fractura del mundo entre dos superpotencias y sus bloques, correspondientes a dos macroespacios económicos que durante un tiempo mantienen entre sí relaciones sólo secundarias, en comparación con las relaciones entre países dentro de cada uno de ellos, y con un "Tercer Mundo" ubicado y fluctuante entre ambos. El desplome y la desintegración de la Unión Soviética, y las transformaciones en sus repúblicas fragmentadas y en los regímenes estatistas-colectivistas de su bloque, reubican ahora el proyecto y su desarrollo en un sistema mundial en transición, todavía oscilante entre la uni y la tri, penta o multi-polaridad.



Quinto, se otorga un papel primordial a las empresas transnacionales en la estructura y la dinámica del sistema global en construcción, y en sus componentes nacionales. Sexto, se tiende a la revisión del principio de soberanía, en un sentido restrictivo, y con él todo lo que implique fronteras políticas, nacionalismo, el Estado-Nación en sí mismo y en sus rivalidades y conflictos, como obstáculos a la integración transnacional. (A la crisis de la soberanía se vuelve más abajo.)

Séptimo, la NDMT, la transnacionalización, las nuevas tecnologías, el modelo y el proyecto de integración globalizante implican, en los polos desarrollados, pero también y sobre todo en las periferias de países capitalistas menores y de países en desarrollo, una constelación de factores, mecanismos y resultados de tipo *reclasificador-concentrador-marginalizante*. Modelo y proyecto de realización tienden a privilegiar una minoría relativa de actividades, sectores y ramas de la economía, de grupos, de regiones y países, en desmedro de unas y otros que en conjunto constituyen mayorías nacionales y mundiales.

En la fase de la Tercera Revolución, el sistema mundial en proceso de integración globalizante presenta cada vez más un perfil de interdependencia asimétrica, con diferencias de estructura y de ubicación en la escala jerárquica y en el sistema de dominación mundial, de los países desarrollados-centrales-dominantes, que tienen o pueden adquirir un status de potencia, por una parte, y países en desarrollo o de desarrollo insuficiente-periféricos-subordinados, con baja probabilidad de progreso autónomo y rápido y de ascenso en la jerarquía.<sup>20</sup>

Una serie de factores, mecanismos, instrumentos e indicadores constituyen y definen, cuantitativa y cualitativamente, la concentración del poder mundial y la *brecha diferencial* entre Estados-Naciones y regiones, y la creciente asimetría de posición entre aquéllos. Ellos son, por una parte, los correspondientes al grado de desarrollo alcanzado; por la otra, los económicos (comercio exterior, inversiones y financiamiento, ayuda, moneda); militares; científico-tecnológicos, cultural-ideológicos, sociales, político-diplomáticos.

Los factores e indicadores del *grado de desarrollo alcanzado* se refieren a la productividad alcanzada y a las posibilidades de incrementarla, a la capacidad para la expansión del excedente económico, y al índice de bienestar. Ello incluye territorio, población, producción y consumo *per capita* de determinados bienes y servicios (electricidad,

20 Sobre las relaciones Norte/Sur, ver Abdelkader Sid-Ahmed, *Nord-Sud: Les enjeux (Théorie et pratique du nouvel ordre économique international)*, París, Publisud, 1981; Roger D. Hansen, *Beyond the North-South Stalemate*, New York, McGraw-Hill Co., 1979.



acero), producto nacional bruto; distribución de la riqueza por grandes categorías y grupos. Indicadores complementarios pero significativos son los que buscan configurar la calidad de las condiciones existenciales, del estilo de vida, de la integración nacional, de la democratización política.

### *A. Poder económico*

El poder económico de las potencias y países desarrollados, referido a la estructura y a la dinámica de la Ciencia y la Tecnología, se constituye e integra a partir y a través del control y manejo combinados del comercio internacional, las inversiones extranjeras y el financiamiento. En estos aspectos y niveles tienen decisiva incidencia las innovaciones de la Tercera Revolución.

Las nuevas tecnologías basadas en las Ciencias (Microelectrónica, Informática, Biotecnología, Nuevos Materiales) son causa y componente de las transformaciones más generales en la estructura y la dinámica, el contenido y el volumen del comercio mundial, en las condiciones de los mercados y de la competencia internacional, en el mercado financiero mundial, y en la inversión de capitales. Las nuevas tecnologías revolucionan los procesos y sectores de la producción; los hacen más rápidos y fluidos; modifican en ellos la intensidad relativa del uso del capital y de la mano de obra en los diferentes sectores productivos; crean los nuevos materiales de propiedades especiales.

Por la incidencia de los servicios correspondientes a las nuevas tecnologías en el comercio, y su aumento como rubro dentro de aquél, las llamadas ventajas comparativas de los diferentes países residen cada vez más en la capacidad para el uso efectivo de la información; para su rápida absorción y su eficiente aplicación en la producción y la distribución; para el logro de la más alta aptitud posible de seguimiento, anticipación y adaptación rápida y efectiva a los cambios. Las ventajas comparativas, por el contrario, residen cada vez menos en otros factores como la abundancia y baratura de las materias primas y del trabajo. Ello contribuye a producir cambios en el ordenamiento global de los sectores productivos, dentro de los países, entre regiones internas y en el mundo. Divide a los países según tengan o no nuevas ventajas comparativas y costos bajos, como parte importante de los cambios relativos en la jerarquía de las naciones. Introduce modificaciones reordenadoras en los flujos comerciales y financieros mundiales, y en los circuitos mundiales de acumulación. Ejemplos significativos como los siguientes ilustran el carácter y sentido de los cambios.

Las nuevas tecnologías aplicadas a la industria cambian la estructura de los costos (Informática, *Prodúctica*, Robótica, modelado por computadora); permiten el logro de la entrega a tiempo de insumos y altos niveles de automatización; reducen o anulan las ventajas de los bajos costos laborales. Para ciertas empresas, la ubicación de las instalaciones de fabricación y los servicios para operaciones mundiales, están más determinadas por consideraciones de mercado y cliente que de proximidad a las materias primas y el trabajo barato. Es posible el envío de productos por *jet*, para entrega a cualquier lugar del globo en 48 horas o menos.

La mayor interdependencia hace cada vez más difícil definir el carácter nacional de un producto. Con la organización de las operaciones, por un número cada vez menor de agentes, a escala mundial, las partes, los componentes, los subsistemas, los bienes y servicios, se entremezclan e intercambian de maneras que hacen irrelevante los debates sobre el origen o carácter nacional del producto final.<sup>21</sup>

La tendencia al crecimiento continuo de las interrelaciones y los volúmenes del comercio mundial va acompañada por la obsolescencia de algunos flujos mercantiles, que pueden incluso neutralizar o anular nuevas oportunidades. Manifestaciones y consecuencias de todo ello son sobre todo las tres siguientes.<sup>22</sup>

En primer lugar, la economía de productos primarios y la economía industrial se desvinculan y se desarrollan de modo divergente. La producción primaria y su oferta tienden a incrementarse, especialmente en los países en desarrollo, mientras propenden a caer la demanda de los países desarrollados, las exportaciones y los precios, de alimentos, materias primas agrícolas y forestales, minerales y energéticos. Los precios de las materias primas aumentan menos que los precios de los bienes manufacturados y servicios especializados (información, educación, salud). La capacidad de las nuevas tecnologías para incrementar y diversificar la producción de nuevos materiales multiplica las amenazas contra las materias primas tradicionales. Minerales como el hierro, el cobre, el aluminio, van siendo reemplazados por sustitutos más baratos y menos insumidores de energía. Al desplome de los precios del petróleo se suma el peligro del proteccionismo, y la caída de un 40% en los términos del intercambio para los países productores y exportadores

21 Estas observaciones siguen a W. Michael Blumenthal, "The World Economy and Technological Change", *Foreign Affairs*, New York, vol. 66, núm. 3, 1988.

22 Ver Peter Drucker, "The Changed World Economy", *Foreign Affairs*, New York, primavera 1986.

de petróleo. Se vuelve improbable un desarrollo basado en un creciente intercambio de bienes de capital por materias primas, con balanza comercial favorable y disponibilidad de crédito externo.

Las posibilidades en el comercio por la disponibilidad de ventajas comparativas, ya no se definen sólo según la abundancia, el uso intensivo y el costo relativo de factores tradicionales (mano de obra, capital, recursos naturales específicos), en estructuras productivas progresivamente obsoletas. Estas condiciones están siendo erosionadas por la introducción y difusión de nuevas tecnologías en los países desarrollados. Se definen por la capacidad tecnológica para reproducir y vender productos nuevos o diversificados de manufacturas tecnológicamente intensivas.

En segundo lugar (como antes se dijo al tratar el impacto de la Revolución Tecnológica en la ocupación laboral), la economía industrial tiende a la desvinculación de la producción y del empleo. La producción manufacturera debe aumentar con menos empleo, bajo penas de menor competitividad internacional y de una baja en la producción y en la ocupación. Se tiende a pasar de la industria manufacturera de base material, con uso intensivo de mano de obra, a la industria con uso intensivo de información, conocimientos y capital (diseño asistido por computadora, automatización, robotización). La segunda expande exportaciones, aumenta el comercio de invisibles, crea empleo (y también lo desplaza).

Los bajos costos de la mano de obra van dejando de ser una ventaja decisiva en la competencia internacional; se vuelven un porcentaje decreciente de los costos totales, sobre todo en los procesos automatizados que eliminan costos ocultos (baja calidad, devolución, tiempos muertos).

Para los países de industrialización reciente o incipiente, (salvo aquellos que, como los "Cuatro Dragones del Pacífico", sean capaces de adaptarse oportunamente a las nuevas exigencias), se ven bloqueados los proyectos de desarrollo que pretenden basarse en la exportación de productos primarios (afectados por el deterioro de los términos del intercambio); en las exportaciones de productos terminados con bajos costos de mano de obra hacia países desarrollados; en una tecnología industrial no originada o basada en una infraestructura autónoma de ciencia y educación.

En tercer lugar, la economía real va siendo reemplazada por una economía nominal o simbólica. La economía real es

la capacidad productiva de una sociedad medida por su capital en maquinaria y equipo, la tasa de ahorro, la preparación de su fuerza de trabajo

y la ventaja competitiva en campos específicos, debida a una tecnología superior o a un bajo nivel salarial. Se genera entonces una tasa “natural” de crecimiento económico con base en estos factores. Las tasas de crecimiento fuera de estos parámetros suelen ser artificiales [...] La sustentación de la economía real es su productividad, que se deriva de la inversión de capital y la preparación de su fuerza de trabajo.

La economía nominal o simbólica, “dominada por el dinero” o

de resultados en dinero, es impulsada por los flujos de capital, la manipulación de los tipos de cambio conforme al valor de su divisa, la inflación artificial del capital base, el reciclamiento del capital (como en el caso de las transferencias de dinero procedente del petróleo) o las inmensas deudas adquiridas por los países en desarrollo como es el caso de los préstamos a las naciones latinoamericanas.<sup>23</sup>

Ambas economías tienden a independizarse una de la otra, siguen caminos divergentes, aflojan sus nexos o los vuelven impredecibles. La economía simbólica tiende a crecer más que la real, y a imponerle su predominio, a convertirse en fuerza motriz y timón de la economía internacional.

El auge económico mundial de los ochenta estuvo basado en la febril actividad de la economía de dinero”. Algunos autores como Peter Drucker, sostuvieron que la economía mundial había ingresado a una nueva fase en la que estos flujos de capital eran los factores decisivos de la expansión económica. Pero todo eso resultó una falacia. “Ninguna economía puede ir más allá de su base económica real por mucho tiempo [...] se llega al límite en algún momento”.<sup>24</sup>

Factor, componente y efecto de la economía simbólica, es el *nuevo mercado financiero*, al cual las nuevas tecnologías otorgan una creciente capacidad para el acceso a vastas bases de datos, para su computación compleja a velocidad fulminante, para su culminación instantánea, y para la producción de diversos efectos críticos.<sup>25</sup>

Así, como destaca W. M. Blumenthal, la información se vuelve disponible universalmente, en tiempo real, de modo simultáneo para todos los centros financieros y bancarios internacionales, y para los principales países. Los centros se unen en una sola red integrada, poco o nada aislados de los cambios y choques financieros, ocurran donde

23 Daniel Bell, “La hora del reajuste”, *cit.*

24 Daniel Bell, “La hora del reajuste”, *cit.*

25 Ver W. Michael Blumenthal, “The World Economy...”, *cit.*



ocurran. El nuevo mercado financiero mundial electrónicamente integrado, reúne prestamistas y prestatarios, recursos y riesgos, sobre una base internacional, sin consideración de fronteras. Instrumentos, mecanismos y productos financieros y monetarios se entrecruzan en la red mundial, toman la fuerza de las decisiones y acciones políticas de tipo tradicional.

Como se verá, ello tiene fuertes implicaciones políticas y estratégicas para sociedades y Estados nacionales.

El otro factor decisivo en la concentración del poder mundial, es el de las *inversión de capitales*, cuya forma dominante ha llegado a ser la *empresa transnacional*, íntimamente relacionada con las contribuciones y efectos de la Tercera Revolución, especialmente las nuevas tecnologías. Su naturaleza y sus principales caracteres e implicaciones son las siguientes:<sup>26</sup>

a) Su núcleo matriz y su centro de decisiones estratégicas se encuentran en las potencias y algunos de los países desarrollados. Se estructura y rige a partir y a través de una oligarquía interna que no deriva su poder de nadie, sino de ella misma, se autoperpetúa automáticamente y ejerce funciones privadas y públicas o semipúblicas. Su integración en el sistema político de la respectiva metrópolis es problemática. Vive en relación simbiótica con el Estado, pero es demasiado grande y poderosa para dejarse regir completamente por aquél. Puede accionar sobre variables fundamentales de la economía, la sociedad y el sistema político de la nación de origen; facilitar o contrariar las políticas y las acciones diplomáticas; crear desequilibrios internos e internacionales.

Estado dentro de su Estado, la empresa transnacional no aparece abiertamente como tal, ni termina de evolucionar hacia una transnacionalidad completa. Presiones sociopolíticas y mutuas conveniencias mantienen formalmente separados al Estado y a la empresa transnacional, aunque uno y otra se imbriquen en procesos únicos de gobierno. La empresa transnacional no deja de ser básicamente nacional por su origen, su base, su comportamiento y sus fines. Su poder es acrecentado por el de la nación-centro y por los instrumentos y mecanismos de su Estado, que puede apoyarla por medios y modos diversos, y cuyo espacio efectivo se extiende al de los recursos que la empresa transna-

26 Dentro de la vasta bibliografía acumulada sobre las empresas transnacionales, ver entre otros: Raymond Vernon, *Sovereignty at Bay*, New York, Basic Books, 1971; Richard J. Barnett y Ronald E. Müller, *Global Reach - The Power of the Multinational Corporations*, New York, Simon & Schuster, 1974.



cional controla y a los mercados y países que penetra y en mayor o menor grado influye. El Estado desarrolla un grado variable de autonomía respecto al conjunto de las empresas transnacionales; arbitra sus conflictos y los de aquéllas con otros sectores nacionales; expresa y defiende la racionalidad de conjunto del sistema y garantiza sus condiciones de reproducción.

b) La empresa transnacional es una macro-unidad, un conjunto organizado de medios, un sistema de grandes dimensiones, con un centro único de decisiones. Es capaz de autonomía en cuanto a la dirección, la administración, el financiamiento, la tecnología y el mercado. A través de la red de filiales controla establecimientos productivos y comerciales situados en varios países, aunque su ámbito y su perspectiva de operación son el mundo entero. Detenta y maneja cuantiosos flujos financieros y costosos equipos e instalaciones, un personal numeroso y calificado, una masa de empleados y dependientes.

c) El comportamiento de las empresas transnacionales combina elementos del mercado libre y de la competencia oligopólica, del mando jerárquico directo y de la acción política de múltiples facetas y niveles. Posee una política coherente, expresión de una estrategia deliberada y traducida en planes y programas, que en los cálculos incluye variables no consideradas por firmas nacionales y supone decisiones tomadas en función de alternativas internacionales y de un espacio planetario. Políticas, estrategias, tácticas, planes y programas, tienen sentido sólo si se considera a la empresa transnacional en su totalidad. Su perspectiva de conjunto condiciona el monto y el ritmo de las inversiones y de las producciones, los precios y los beneficios, las innovaciones, el destino de los ingresos, los efectos sobre importaciones y exportaciones.

d) La empresa transnacional crea su propio espacio, tecnológico-económico-funcional, por encima de las fronteras nacionales, no coincidente con los ámbitos físicos y sociopolíticos contenidos dentro de aquéllas. En función de su espacio, la empresa transnacional determina sus estrategias, sus métodos de organización y de planificación, de gestión y de control, sus comportamientos. Los intercambios emergentes de su dinámica (flujo de capital, transacciones comerciales, movimientos de personas) se vuelven en gran medida internos y autónomos. Posee su propia balanza comercial y de pagos; y en muchos casos le resulta favorable la comparación entre las cifras de sus negocios, de sus beneficios y de sus activos con las de los productos brutos y presupuestos nacionales de la mayoría de las naciones medianas y pequeñas en que se implanta. Su estrategia y sus operaciones toman en cuenta las particularidades nacionales, pero tienden a establecer la mayor unidad

posible de comportamiento en sus implantaciones, y a transformar los medio ambientes en que sus filiales operan, para uniformarlos o para sacar partido de la diversidad. Con frecuencia llegan a influir y hasta dominar a los poderes públicos de las naciones de implantación, obligados así a negociar con ella en la debilidad y en la oscuridad. Las transacciones internacionales de la empresa transnacional mezclan aspectos de derecho público y de derecho privado, y a veces constituyen tratados disfrazados (v. gr., el Iranian Oil Agreement, 1954). Los caracteres y resultados de sus acciones se vuelven frecuentemente insumos de tensiones y conflictos dentro de los países, entre ellos, entre regiones y bloques.

La distribución y el comportamiento de las inversiones de la empresa transnacional responden a consideraciones técnico-económicas, pero también a intereses de la nación y el Estado de origen, de su diplomacia y de su estrategia militar. Los objetivos de maximización del beneficio y de expansión corporativa a largo plazo se combinan con los referentes al logro de posiciones de control e influencia y a las alianzas político-militares.

La empresa transnacional contribuye a producir, en los países de implantación, tres órdenes de efectos interconectados: especialización, descapitalización, subordinación.

Efectos de *especialización*, por cuanto la empresa transnacional tiende a desarrollar sólo ramas, regiones y países que coinciden con sus esquemas de división internacional del trabajo, y en la medida que ello incrementa su acumulación y la rentabilidad de sus inversiones. Los efectos de *descapitalización* surgen del manejo combinado de las formas y modos de funcionamiento del comercio exterior, de las inversiones extranjeras y del financiamiento internacional, que resultan en salidas de recursos internos, no compensadas suficientemente por las entradas de recursos provenientes de las empresas transnacionales y Estados de las potencias y países desarrollados.

Efectos de *descapitalización*, porque una parte considerable del comercio exterior y de la inversión total de los países en desarrollo se realiza a través de las empresas transnacionales, que se concentran en sectores y ramas claves, y ejercen un poder monopólico. Su estrategia exhibe una preferencia por el más alto grado posible de integración, y por el control directo de sectores, ramas, empresas, mercados. Formas y mecanismos de penetración y dominio, que surgen de acciones deliberadas y de impactos estructurales, son: la disponibilidad de conexiones con los mercados mundiales (bienes y servicios, capitales, tecnologías); magnitud del capital y financiamiento independiente; dimensión, espe-

cialización, alta integración tecnológica; técnicas avanzadas de dirección y gestión; respaldo político-diplomático y militar de los Estados centrales; entrelazamiento con grupos nacionales; logro de tratamientos privilegiados; efecto-demostración; monopolio científico y tecnológico.

Estas formas y mecanismos por los cuales las empresas transnacionales producen e imponen los efectos de especialización, descapitalización y sobre todo de subordinación, presuponen, incorporan y suscitan la producción y el uso de las nuevas tecnologías. Ello se revela en los otros aspectos y niveles a considerar, ante todo, la problemática del poder científico.

### B. *Poder científico*

Como parte y resultado de la Tercera Revolución, la Ciencia en el sentido más amplio se vuelve cada vez más universal en su naturaleza y en su envergadura, por los problemas que trata, la escala en que sus productos (descubrimientos, invenciones e innovaciones) son diseminados, y por el impacto que produce. Por otra parte, son cada vez más desiguales los focos de emergencia de la Ciencia, sus canales de difusión, su productividad y el uso de sus resultados. El progreso científico se concentra cada vez más en potencias y países desarrollados, en detrimento y con el atraso crecientes de la gran mayoría de los Estados nacionales.

La *brecha científico-tecnológica* resulta de diferencias de intensidad y de rapidez de control mediante el *saber qué* y el *saber cómo* sobre el ambiente natural y social, para fines específicos de las sociedades y algunos de sus grupos fundamentales. Se trata de un proceso evolutivo y acumulativo, no asignable a una causa única y simple. Parte de una brecha más general, que abarca complejas disparidades (socioeconómicas, culturales, políticas, estatales, militares), en estrecha relación con la producción organizada y el uso sistemático de conocimientos y procedimientos. A su vez, la brecha científica se constituye en uno de los factores fundamentales de diferenciación entre países y de concentración del poder en la cumbre, dentro de cada país y en el sistema internacional.

Brecha y subordinación en materia de Ciencia son a la vez efectos y con causas de una situación general de interdependencia asimétrica y de jerarquía articuladora de fuertes desigualdades. Las empresas transnacionales son centros de investigación científica y de innovación tecnológica, y focos de propagación de sus resultados. Investigación e innovación se cumplen y aplican en los países-origen y base de las

empresas transnacionales, y adquieren así una coloración nacional que puede estar en contradicción con la lógica funcional y transe espacial de aquéllas. Las empresas transnacionales introducen tecnologías en los países donde se implantan, a través de subsidiarias, licencias y acuerdos, asistencia técnica a ciertas empresas locales.

La tecnología importada ha sido elaborada y se incorpora a los países de implantación en función de necesidades y decisiones externas a los mismos, sin consideración de sus condiciones específicas y de sus intereses propios. La tecnología importada no se convierte en parte integrante de las estructuras internas, salvo en un sentido físico o geográfico. Se inserta bajo la forma de enclaves sectoriales y espaciales modernizantes, en un contexto inmodificado y con efectos distorsionantes y desequilibrantes.

La transferencia de tecnología a través de las empresas transnacionales implica el uso de equipos y métodos de producción impropios o desfavorables para las condiciones y las posibilidades de crecimiento de los países de implantación, con efectos de freno o bloqueo. En muchos casos, la tecnología que se introduce ya es conocida, amortizada y obsoleta en los países centrales de origen. Suele ser capital-intensiva, antieconómica por sus costos de adquisición y mantenimiento; no expande la demanda de mano de obra, y por el contrario refuerza la tendencia a la reducción de los niveles de empleo e ingreso. Este tipo de tecnología exige un gran mercado, y refuerza la tendencia al monopolio. Contribuye a concentrar la renta, condicionando con ello por retroacción la composición de la demanda, y orientando las inversiones hacia ramas y empresas con elevado coeficiente de capital y con requerimientos de altos beneficios y grandes mercados. El énfasis en la producción de bienes de consumo duradero y suntuarios, para sectores de altos ingresos, predominantemente urbanos, conlleva la despreocupación por la apertura de otros mercados internos para capas más amplias.

La tecnología es incorporada por las empresas transnacionales bajo control monopolístico, que refuerza el ejercido sobre ramas, grupos y procesos de peso estratégico en la economía y la sociedad nacionales. La posibilidad de su uso confiere superioridad a las subsidiarias de las empresas transnacionales frente a empresas nacionales. Las empresas transnacionales consideran a la tecnología como activo vital a mantener dentro de sus filiales, mediante una política de secreto y de restricción de la difusión de descubrimientos e innovaciones recientes como parte de su supremacía. La excepción a esta regla se da en las concesiones de licencias y acuerdos de asistencia técnica a empresas nacionales, para la fabricación de un producto, a cambio de regalías sobre las ventas



o de participación en el capital de aquéllas. Mediante estos mecanismos, las empresas transnacionales refuerzan su penetración sin movilizar capital; drenan divisas; financian con recursos internos los gastos de investigación-desarrollo fuera del país de implantación, en favor de su concentración en los países centrales.

En los países receptores, las empresas transnacionales difunden algunas innovaciones, sobre todo las incorporadas en los productos mismos, o necesarias para su adaptación o producción local, pero no promueven la investigación básica ni la investigación-desarrollo.

Esta situación en ciencia y tecnología agrava la situación general de inferioridad y atraso, y es agravada por ésta.

### C. Poder cultural-ideológico

Las potencias y países desarrollados lo son, entre otras circunstancias significativas, por la capacidad para la creación de una cultura autónoma, elaborada en función de sus condiciones y necesidades específicas, y dotada al mismo tiempo de una alta capacidad de irradiación e influencia sobre el resto del planeta, en particular sobre la mayoría de países en desarrollo. La cultura de los países hegemónicos o dominantes, incluso sus componentes ideológicos, tienden a convertirse en la cultura y la ideología de los países en desarrollo, y de los países desarrollados de menor rango. Ella contribuye a la vez a constituir la concentración del poder a escala mundial, la expresa y mantiene, la refuerza y legitima.

En los países en desarrollo, la cultura e ideología entre impuestas y adoptadas, proporciona a las distintas clases, grupos e instituciones —aunque con grados y modalidades variables— las determinaciones y condiciones, los elementos, los marcos y los contenidos, de su conciencia, de su información, de sus valores, de sus patrones de actividad y comportamiento. Todas ellas receptionan e incorporan formas de producción y distribución, técnicas, conocimientos, imágenes, símbolos, pautas de consumo, modas, costumbres, ideas, métodos educativos, valores, normas, instituciones, modelos de soluciones y políticas, que provienen de las sociedades más avanzadas.

Los mecanismos y agentes de este proceso son los identificados con la red de fuerzas, relaciones y estructuras de la dominación/dependencia, particularmente: las nuevas tecnologías de información y comunicación, telemática, *productiva*.<sup>27</sup>

27 Ver Henry Bakis, *Géopolitique de l'information*, París, Presses Universitaires de France, 1987; Anthony Smith, *La geopolítica de la información - Cómo la cultura occidental domina al mundo*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986.



Ello explica las preocupaciones y los temores virtualmente universales, ante el poder de los medios electrónicos para dar información por imágenes visuales de modo a la vez efectivo y distorsionante. Ejemplos especialmente significativos entre muchos son: los temores a la distorsión de la información en la publicidad de las empresas transnacionales, vehiculadas por los medios masivos, en favor de determinados productos, superfluos, inconvenientes o nocivos. También la desconfianza por la notoria influencia de las encuestas de opinión sobre las elecciones. Asimismo, el deseo de países como Canadá y los de la Comunidad Europea de controlar, por lo menos en parte, el flujo de programas de televisión desde Estados Unidos, a fin de preservar la identidad cultural de las respectivas naciones. En el mismo sentido, la creciente capacidad de recolección, difusión y distorsión de la información mediante las nuevas tecnologías obliga a revisar los significados legales y prácticos de la noción de *privacidad* individual (*cfr. infra*).

#### D. Poder Militar

Ciencias y tecnologías son factores causales, componentes y resultados del poder económico, pero también del poder militar y de su grado de concentración mundial en favor de potencias y países altamente desarrollados. Como antes se vio, guerra y fuerzas armadas son factores fundamentales del desarrollo científico y tecnológico. El poder militar y su concentración se revelan por diversos indicadores: gastos en defensa como parte del producto interno bruto; efectivos de las fuerzas de tierra, mar y aire; tipos, cantidad y calidad de los armamentos; poder destructivo que puede exhibirse y ejercerse; capacidad de investigación científica y de innovación tecnológica disponibles para fines militares.<sup>28</sup>

El poder militar a su vez crea posibilidades que retroactúan para incrementar los poderes de los respectivos países, en lo intrínsecamente militar pero también en las otras dimensiones del poder global. La posesión de poder militar, la amenaza de uso o su utilización efectiva, confieren independencia y capacidad de negociación, de disuasión y de agresión frente a otros países y a escala mundial. Permite la intervención directa en los asuntos internos de otros países, y capacita para incorporar

28 Ver Michael Kidron y Ronald Segal, *The State of the World Atlas*, New York, Simon and Schuster, 1987; Gerard Chaliaqnd y Jean-Pierre Rageau, *Atlas stratégique - Géopolitique des rapports de forces dans le monde*, París, Fayard, 1983. Conserva interés el análisis en Nigel Calder, editor, *Unless Peace Comes - A Scientific Forecast of New Weapons*, Penguin Books, 1970.

a la constelación de una potencia los recursos militares de otros países, mediante alianzas que ella organiza y dirige (OTAN, Pacto de Varsovia).

El poder militar, con sus recursos domésticos e internacionales, sirve a los intereses y fines de los Estados y grupos dirigentes de las respectivas potencias. Protege fuentes de recursos, mercados e inversiones, rutas marítimas y aéreas. Permite participar en la carrera de armamentos y su inmensamente lucrativo mercado.<sup>29</sup> Capacita para preservar o modificar el reparto de las esferas de influencia y los equilibrios de poder internacional.

En el *nivel interno* de las sociedades, Ciencias y Técnicas pueden proporcionar, como se verá luego, capacidades de dominación, control y manipulación. En el *nivel internacional*, de los desarrollos tecnológicos dependen las bases y recursos, los instrumentos y mecanismos, de la seguridad y la defensa nacionales.

La Información y las Comunicaciones a distancia, la Telemática, proporcionan cada vez más y mejores posibilidades en cuanto a los comandos, los controles, transmisiones, la inteligencia (espionaje y contraespionaje), las bases de las estrategias y tácticas militares. Informática y telecomunicaciones, Ciencias Físico-Químicas y Ciencias de la Vida, influyen en la proliferación de las capacidades en armas nucleares, químicas y biológicas, para la destrucción en masa, y sus sistemas de lanzamiento. Las disponibilidades de tecnologías y capacidades en electrónica influyen en la fijación, el mantenimiento o la modificación de los equilibrios estratégicos globales. Con el aumento del tamaño y la complejidad de los sistemas de armamentos, su comando y su control libres de errores se vuelven más exigentes y dificultosos, y más costoso el aseguramiento de desempeños aceptables.

La posición de dirigencia y avanzada en áreas de tecnología relacionada con la computación se difunde de unas naciones a otras, incluso a otros grupos y organizaciones nacionales e internacionales. Una potencia no puede esperar retener en el futuro la ventaja militar de base tecnológica que pueda haber tenido hasta determinado momento, respecto a otros países y grupos.

Así, se ha venido dando una proliferación general de tecnologías militares y armamentos no estratégicos pero letales, como los misiles SA-7, diseñados para uso táctico contra helicópteros, pero usables contra aviones de pasajeros. Con ello ha podido producirse un crecimiento del potencial para violentos conflictos regionales en Europa y otras partes

29 Sobre el negocio mundial de los armamentos, ver Anthony Sampson, *The Arms Bazaar - From Lebanon to Lockheed*, New York, Bantam Books, 1978.

del mundo, y para el avance y la relativa invulnerabilidad de los movimientos y atentados terroristas, y de las organizaciones y actividades del narcotráfico.

Ciencias y técnicas han revolucionado en las recientes décadas, no sólo las condiciones y los alcances del poder militar en general y en sus principales dimensiones, sino también en una de especial importancia, la recolección, tratamiento y uso de *inteligencia*. Se refiere ésta al aseguramiento de información militar, política, económica o de otro tipo, usualmente sobre una nación y en beneficio de otra. Ello incluye el análisis de informes diplomáticos, publicaciones, estadísticas, prensa escrita, emisiones radiales y televisivas, así como el ejercicio del *espionaje* y el uso sistemático de sus productos.

Incorporada a la modernidad como sistema de espionaje político por el francés Fouché, y como espionaje militar por Federico II de Prusia, la *inteligencia* juega un papel cada vez mayor en las dos guerras mundiales, y va adquiriendo a la vez estructura y sistematicidad, continuidad e institucionalización, aparato e instrumental.<sup>30</sup>

Las necesidades de desempeño de los sistemas de inteligencia y recolección de información parecen ir adquiriendo cada vez más viabilidad científica y técnica. Ésta es proporcionada por la observación y las imágenes derivadas de los satélites de reconocimiento en el espacio y en una variedad de otras plataformas aéreas y facilidades terrestres; la inteligencia de señales, la inteligencia electrónica; la fotografía de larga distancia; los equipos sensores de vibraciones y micrófonos; el análisis químico y físico a distancia remota, el análisis computarizado de la información.

Analistas de inteligencia, por ejemplo de los Estados Unidos, manejan ahora

un torrente de información y datos. En medio de una proliferación exponencial de satélites y fibras ópticas, un entrelazamiento de computadoras y bases de datos, de *modems* y máquinas *fax*, de noticias cablegrafiadas durante 24 horas, y la apertura de áreas, temas y toda clase de fuentes que hasta hace poco eran protegidas, proscritas o negadas, estos analistas se están volviendo como adictos a la información, nunca lejos de una sobredosis.

30 Sobre las relaciones Ciencia y Inteligencia, he tenido muy en cuenta George A. Carver, Jr., "Intelligence in the Age of Glasnost", *Foreign Affairs*, New York, vol. 69, núm. 3, 1990, pp. 147-166. Ver también Coronel William V. Kennedy *et al.*, *Intelligence Warfare - Today's Advanced Technology Conflict*, New York, Crescent Books, 1983; Loch K. Johnson, "Smart Intelligence", *Foreign Policy*, núm. 89, 1992-1993.

Bien canalizada y explotada, esta inundación puede mejorar la calidad y exactitud de las evaluaciones y estimaciones de inteligencia, en toda clase de temas cruciales, aunque también “crea nuevas complejidades tan rápido como clarifica viejos misterios”.<sup>31</sup>

Las capacidades científico-técnicas se van aplicando a las fases sucesivas de la inteligencia: a) recolección de datos e información en bruto; b) análisis que los refina y los destila en inteligencia, con una función productora, analítica y estimativa, central al proceso global, y c) la diseminación de la inteligencia producida a quienes la necesitan en las ramas ejecutiva y legislativa de gobierno.

Con el desplome de la superpotencia soviética y la desintegración de su bloque, el componente seguridad-defensa de la información se desplaza, de las dimensiones intrínsecas del poder militar, la seguridad y la estrategia, a las capacidades para la competencia productiva, mercantil y tecnológica. Éstas tienden a reemplazar a las primeras, en duras y complejas confrontaciones, donde las aptitudes y hazañas económicas y tecnológicas se vuelven medidas más significativas de fuerza e importancia nacionales que las tradicionales de poder militar.

Los nuevos desarrollos tecnológicos, económicos, militares, sobre todo los que pueden afectar —positiva o negativamente— los intereses y la seguridad nacionales de potencias y naciones industrializadas, y que se entrelazan inseparablemente, son objeto de seguimiento y anticipación. Sus gobiernos usan y hacen pesar sus recursos diplomáticos y de inteligencia, para apoyar a sus compañías o consorcios nacionales, especialmente a las implicadas en fuerte competencia internacional. Ello incluye el espionaje de gobiernos contra empresas y de empresas entre sí, el robo de secretos tecnológicos y comerciales para el logro de ventajas (económicas, políticas, diplomáticas, y militares) de la propia nación o de sus macroempresas.

Los intereses de la seguridad y defensa nacionales se han visto además negativamente afectados por los avances científicos y tecnológicos y el desarrollo de nuevas áreas y especializaciones de *expertise*, al servicio de organizaciones y operaciones delictivas en vías de creciente internacionalización.

Ello se evidencia con el aumento de la vulnerabilidad a la penetración y manipulación de sistemas y redes de computadoras. Operadores incluso aficionados, pero también profesionales, han penetrado o plantado virus en redes informáticas: académicas, comerciales, gubernamentales,

31 Carver, *op. cit.*



militares, algunas mundiales. Con conocimiento detallado de las *finanzas internacionales telematizadas*, expertos al servicio de delincuentes de cuello blanco, narcotraficantes o terroristas, pueden penetrar y manipular de modo encubierto las redes informáticas mundialmente interconectadas a través de las cuales se maneja el grueso del negocio financiero mundial. Pueden mover o lavar dinero discretamente, hacer rápidas transferencias sin atraer la atención, consumir cuantiosos fraudes, desequilibrar catastróficamente el sistema financiero mundial.

### E. *El poder político: concentración y jerarquía*

La combinación de las diversas dimensiones de poder que se ha considerado permite evaluar el poder promedio de un Estado-Nación, compararlo con el de otros, y establecer así el grado de concentración del poder a escala mundial y la ubicación de cada unidad política en la jerarquía global. Permite asimismo analizar la conducta —efectiva o posible— de los países, en términos de su posición objetiva en el mundo, de las causas y consecuencias de su rango, y de la imagen que de ello se hagan elites dirigentes, clases y grupos, instituciones. La jerarquía está referida esencialmente a la capacidad o incapacidad de los países para adoptar políticas internas de su elección y desarrollarlas del modo que prefieran; para autodeterminar su política externa; para interactuar internacionalmente; para ejercer influencia y dominación sobre otros países. Un Estado-Nación con una dimensión significativa de poder tiende a tenerlo en las otras. La autodeterminación en lo interno y en lo externo se suponen y refuerzan mutuamente. La interacción internacional tiende a ser variable, dependiente del poder promedio de los Estados nacionales.

Los países que logran ubicarse como potencias en el escalón de la jerarquía pueden adoptar, con alto grado de independencia, las políticas internas de su elección y el modelo de desarrollo acorde con sus intereses. Adoptan asimismo, también gran independencia, políticas exteriores de conformidad con los hechos objetivos de sus realidades internas y de su posición en el mundo; con las causas y consecuencias de su rango y de su esfera de influencia; con su propia ideología de las relaciones internacionales; con la dinámica de sus interacciones con las otras potencias, países avanzados y países menores.

El nivel de poder total de las potencias determina el grado y el contenido de sus interacciones, marcadas por una dialéctica de divergencia-similaridad. Al mismo tiempo, a través de los recursos y mecanismos analizados, las potencias cuentan con un arsenal de estímulos y

disuasivos, de amenazas, sanciones y recompensas, cuyo despliegue les permite determinar o condicionar las políticas internas y externas de las naciones pequeñas y medianas, y legitimar sus exigencias e intervenciones. Pueden crear e instrumentar en su favor alianzas económicas, diplomáticas y militares, así como organismos internacionales. Estos últimos, producto del sistema mundial actual, mantienen y refuerzan sus características, ayudan a crear y reforzar, distribuir, regular y equilibrar el poder en beneficio de las potencias.

Para la gran mayoría de los Estados-Nación, la combinación de las dimensiones de poder les da una capacidad promedio más o menos reducida para la autonomía nacional, en términos de adopción de modelos de desarrollo y sociedad, y de políticas internas, así como de independencia de comportamiento internacional. La relación de subordinación hacia las potencias constituye, para casi todos los demás países, el marco de referencia fundamental; condiciona o determina sus estructuras internas y sus conductas domésticas y externas; les impone una situación y una dinámica de sometimiento y de conformación a los patrones homogeneizantes y totalizantes que provienen de los centros desarrollados. Cuando más débil y pequeña es una nación, más está su política exterior determinada por factores externos, más tiende a la adopción de una política exterior alineada según la esfera de influencia de la potencia en que está ubicada.

Por otra parte, las naciones pequeñas y débiles interactúan sobre todo con la potencia que las hegemoniza, y con los demás miembros del mismo bloque, pero su interacción directa con los países de situación similar es mínima. En el mejor de los casos, se unen mediante organizaciones de lenta emergencia, estructura rudimentaria, recursos escasos y fines limitados.

## CAPÍTULO IV

### TERCERA REVOLUCIÓN Y ESTADO

En el transcurso de la Tercera Revolución, se incrementa y complejiza la red de relaciones e interacciones de la Ciencia, el Estado y el derecho. Una y otros son a la vez factores, componentes y resultados de la mutación general del capitalismo en los países centrales, en las periferias y en el sistema mundial en su conjunto, de la cual, en su globalidad y en sus principales dimensiones, se hizo el análisis precedente. Más aún que en las dos primeras Revoluciones, las dos constelaciones de la Ciencia y del Estado y el derecho, se interrelacionan, se influyen y se condicionan, se interpenetran y se modifican, de maneras tanto indirectas como directas. Por una parte la Ciencia actúa directamente sobre el Estado y el derecho, y éstos sobre aquélla. Por la otra, la Ciencia actúa indirectamente sobre Estado y derecho, al incidir en las fuerzas, estructuras y procesos que a su vez condicionan o determinan a uno y otro. A la inversa, Estado y derecho inciden en fuerzas, estructuras y procesos que actúan como condicionantes y determinantes de la Ciencia.

La Tercera Revolución, en sí misma y como parte de la mutación global y de sus principales componentes, contribuye ante todo al fortalecimiento del Estado, de su intervencionismo, su autonomización y rectoría. Contribuye además a la emergencia y desarrollo de nuevas modalidades y alcances en la producción y el uso del derecho, en sí mismo y como instrumento de intervención, de regulación y de control, en general, y en particular en las áreas de la Ciencia y la Tecnología. El Estado y su derecho se vuelven factor decisivo en el ascenso y progreso de la Tercera Revolución, y en el desarrollo y aplicación de sus principales dimensiones científicas y tecnológicas.

Al mismo tiempo, Ciencia y Técnica, también como parte de la constelación global, directa e indirectamente, contribuyen a producir modificaciones, perturbaciones y crisis en el Estado y el derecho, y en sus relaciones con las economías y sociedades nacionales y con el sistema internacional.

En lo jurídico, particularmente, las transformaciones y crisis se van dando ante todo en el derecho internacional, en las principales ramas del derecho público (constitucional, administrativo, penal, económico), en el derecho privado, y en sus interrelaciones.

El siguiente análisis sin embargo se concentra en el derecho público, en los siguientes polos o ejes fundamentales: *a)* Estado y Política Científica; *b)* orden mundial, soberanía estatal y derecho internacional; *c)* Estado, sociedad e individuo: derecho público, y *d)* división y equilibrio de poderes del Estado: derecho público.

## 1. EL ESTADO INTERVENTOR

Las recientes transformaciones del Estado contemporáneo se dan en el contexto de la mutación histórica en la que la Tercera Revolución ocupa un papel central. Los cambios que ella genera o refuerza, inciden en el Estado como parte de transformaciones más vastas en la estructura y la dinámica del poder, en lo nacional como en lo global.

En los últimos años de este siglo, [...] la velocidad de cambio en el mundo se ha vuelto tan grande que no existen literalmente precedentes para guiarnos. Los que hacen las políticas están descubriendo que muchos de los acontecimientos que están alterando el mundo no se dan como respuesta a sus acciones, sino que son impulsados por tecnologías que ellos pueden comprender sólo de manera oscura.<sup>1</sup>

Las enormes dimensiones y complejidades y las inmensas consecuencias de la actual Revolución Tecnológica no siempre son captadas por quienes toman las decisiones políticas. Gobernantes, administradores, diplomáticos, dirigentes corporativos e institucionales, desconocen o subestiman la historia y la realidad actual de la ciencia y los científicos, sus tendencias e implicaciones, aunque ya sus logros están alterando, en modos fundamentales, las formas y los contenidos e impactos de los acontecimientos nacionales e internacionales.

El conocimiento siempre ha conferido poder a los que lo tienen y saben como usarlo, y la proliferación y disseminación de información a cantidades gigantescas de gente pueden ser, y frecuentemente son precursoras

<sup>1</sup> Sigo mucho en éste y otros puntos conexos a Walter B. Wriston, "Technology and Sovereignty", *Foreign Affairs*, New York, vol. 67, núm. 2, 1988.



de un cambio en la estructura de poder. Pero los efectos de la revolución informática van más a fondo [...]<sup>2</sup>

Las dimensiones de la Tercera Revolución, la dimensión informática ante todo, cambian, de modo perturbador y poco o nada controlado, la economía global, las estructuras sociales y de poder, las instituciones políticas nacionales, los objetivos de la política internacional y los métodos e instrumentos para lograrlos. El desajuste entre los resultados y posibilidades de las nuevas tecnologías, y el funcionamiento del proceso político, producen inquietud, cambian los sistemas de valores, pueden contribuir a las revoluciones. Como se verá más adelante, “[...] la naturaleza misma y la definición de la soberanía nacional está siendo alterada” (W. W. Wriston). Los cambios se producen en función de las viejas y sobre todo nuevas interrelaciones entre el Estado, su intervencionismo y autonomización, su derecho, por una parte, y por la otra la constelación de la Ciencia, sus resultantes e implicaciones, a la vez en la dimensión interna y en la internacional.

Desde 1945, se suceden, se acumulan y entrelazan, grandes crisis económicas, sociales, políticas y militares; la combinación de las necesidades preexistentes y emergentes y sus secuelas; los requerimientos de la reconstrucción y la modernización y del crecimiento neocapitalistas; viejos y nuevos conflictos sociales y políticos; las presiones de la democratización. A estas dimensiones nacionales se agregan y con ellas se entrelazan los imperativos de reubicación en un sistema internacional rápidamente cambiante, sometido a confrontaciones de potencias y bloques, portador en sus tendencias estructurales de reclasificación, polarización y marginalización en detrimento de la mayoría de los países, ramas y sectores de la economía, regiones, clases y grupos. Ello tiene lugar, con modalidades y consecuencias tanto comunes como diferenciadas, en las potencias y países capitalistas avanzados, en los del bloque estatista-colectivista y en los del llamado “Tercer Mundo”.

En los diversos casos de países miembros de los tres mundos y luego (con el desplome de la Unión Soviética y de Europa Oriental), de los dos más o menos identificados como Norte y Sur, esta constelación de factores, situaciones y problemas da lugar a la continuidad y a la diversificación de tendencias y variantes del intervencionismo gubernamental, del estatismo, de la planificación, la total o imperativa que viene de la etapa anterior, la parcial o flexible que surge en la posguerra.<sup>3</sup>

2 Ver Wriston, *op. cit.*

3 Ver Pierre Bauchet, *L'expérience française de planification*, París, Le Seuil, 1958.

DR © 1993.

Más recientemente, han tenido lugar las políticas y experiencias de reforma del Estado, en un sentido de reducción relativa de algunos componentes y dimensiones del intervencionismo directo, sobre todo en cuanto a las modalidades de regulación de la esfera económica, y a la declinación en peso e influencia del providencialismo benefactor. No se ha tratado de un abandono del intervencionismo y el dirigismo, menos aún de una completa desestatización, sino de una reorientación del Estado en las prioridades, los lineamientos y los contenidos de su injerencia y rectoría.<sup>4</sup> Todo ello a la vez refleja y expresa cambios significativos en las interrelaciones Ciencia-Estado-derecho, los genera y amplifica.

Entre las dos guerras mundiales y hasta 1945, la intervención del Estado avanza, como se analizó en el primer volumen de esta obra,<sup>5</sup> hasta manifestarse como *dirigismo*, injerencia estatal más sistemática y destinada a orientar la economía y la sociedad en un sentido determinado. Es un conjunto de acciones gubernamentales que no son meras reacciones inmediatas ante dificultades particulares. Se inspira en ideas y procedimientos generales, busca superar dificultades más estructurales y globales, y se coordina en políticas económicas más orgánicas y deliberadas. El dirigismo pretende atenuar las crisis del capitalismo desarrollado, dentro de sus marcos, pero con restricciones más o menos drásticas a la libre empresa, la competencia en el mercado y la propiedad. El Estado interviene para reglamentar la inversión, la producción y el reparto de bienes y servicios, la distribución de ingresos, el consumo. Sus principales instrumentos y mecanismos son:

- a) Estímulo estatal —mediante subsidios, precios, préstamos, operaciones de rescate— a ramas económicas y empresas en dificultades o no rentables, pero necesarias para reducir o suprimir conflictos.
- b) Restricción de la oferta de productos para reajustarla a un menor poder adquisitivo.
- c) Acuerdos industriales y agrícolas obligatorios.
- d) Fijación autoritaria de precios y salarios.
- e) Política de dinero barato.
- f) Ampliación de la demanda.

4 Sobre la reforma del Estado en el contexto de un país latinoamericano, ver *La reforma del Estado - Proyecto de reforma integral del Estado*, Caracas, Comisión Presidencial para la Reforma del Estado, 1988, vol. 1.

5 Marcos Kaplan, *Ciencia, Estado y derecho en las primeras revoluciones industriales*, tomo 1, en Marcos Kaplan, coordinador, *Revolución tecnológica, Estado y derecho*, México, Petróleos Mexicanos-Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 1993.

- g) Ideología y política de nacionalismo económico y autarquía. Defensa de mercados internos y expansión de los externos.
- h) Medidas de defensa del mercado interno.
- i) Extensión del sector público (empresas mixtas, nacionalizadas, estatizadas).
- j) Servicio militar para defensa nacional y reducción del desempleo.
- k) Expansión de mercados por el militarismo, el armamentismo, la economía de guerra, la guerra abierta.

El intervencionismo y el dirigismo preexistentes son retomados en la posguerra, pero reestructurados y reorientados durante la Tercera Revolución en marcha, dando lugar a una redefinición de las funciones del Estado.<sup>6</sup>

El veloz desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, de la productividad, la producción, la distribución, la inversión y el consumo, la acumulación y rentabilidad del capital, —parte de una fase de expansión sin precedentes de la economía mundial—, van siendo acompañados por dificultades en la acumulación y rentabilidad de los capitales, y por las amenazas o las realidades de contradicciones y conflictos sociales y de crisis económicas, sociales y políticas que pueden volverse explosivas y en todo caso perturbadoras o peligrosas para la reproducción y el crecimiento del sistema.

Ello se da tanto en las dimensiones nacionales como en las internacionales, por la coexistencia y conflictividad de actores y condiciones de libre competencia y de monopolio, y por divergencias y enfrentamientos entre clases y grupos, a la vez dentro de las potencias y de los centros desarrollados, entre unas y otros, entre bloques, entre Norte y Sur y, con modalidades inherentes a su naturaleza y situación específicas, dentro de los países del Sur.

Las políticas del Estado contemporáneo respecto a la Tercera Revolución, como las emergentes en el curso de la Primera y la Segunda, surgen y se explican en función de fuerzas y dinamismos operantes en las economías y sociedades de los países capitalistas avanzados, como coacciones que el Estado refleja, asume, incorpora, intenta mediar y arbitrar. Contradicciones, conflictos, crisis, revelan una vez más que las condiciones generales para la reproducción y crecimiento del sistema, para la acumulación y la rentabilidad, y para la competencia y las confrontaciones internacionales, no son aseguradas por el libre funcio-

6 Kaplan, *Ciencia, Estado y derecho...*, tomo 1, cit.

DR © 1993.

namiento y los automatismos económicos de las empresas privadas y del mercado. Las relaciones de dominación tampoco pueden ya fundarse ni reproducirse de modo espontáneo y mecánico, sólo mediante las estructuras y mecanismos de libre intercambio. Tanto o menos que en las fases anteriores, el Estado no es reductible al mítico “gendarme”, con un mínimo de funciones y poderes. La multiplicidad de problemas y dilemas, de conflictos y amenazas de todo tipo, hace cada vez más difícil o cuasimposible la representación de los intereses de conjunto del sistema por individuos o grupos aislados del sector privado, incluso los que detentan posiciones de predominio socioeconómico.

Se vuelve necesario o indispensable el continuo incremento de la injerencia del Estado en la economía y la sociedad; su definición como supremo actor político, como aparato de coerción dirigido a la vez hacia el interior y el exterior del respectivo país, con crecientes funciones de intervención, de regulación, de control, incluso un papel económico directo, todo ello con un grado creciente de rectoría. Las funciones del Estado se van ampliando sucesiva y permanentemente, dando lugar a una redefinición cuantitativa y cualitativa de la naturaleza de aquél, de su papel, del carácter de sus actividades.

Ello conlleva y refuerza la tendencia a la hipertrofia del Estado y su autonomización de la sociedad y sus principales clases y grupos. A la vez institución-aparato-grupo, el Estado se redefine o reafirma como lo que se ha llamado “capitalista colectivo ideal”, o *instancia social universal*. Lo hace en tanto asume la responsabilidad y las tareas de superar las contradicciones y conflictos de las fuerzas y tendencias estructurales del capitalismo real, de los grupos con intereses divergentes y competitivos; para la consolidación y la preservación del sistema en su conjunto; para establecer e imponer los patrones de la dominación política y dar solución duradera al problema de la hegemonía; y para el manejo de las relaciones y problemas internacionales. Tal intervención se vuelve inevitable, cada vez más amplia e intensa, deliberada y sistemática.<sup>7</sup>

El Estado lo puede hacer, en tanto es instancia autonomizada. Está dotado de autoridad, de recursos e instrumentos propios; extrae recursos de la sociedad y usa su poder para decidir y realizar sus gastos. Está separado y colocado por encima de la sociedad, de los intereses y

7 Ver Andrew Shonfield, *El capitalismo moderno - El cambio de equilibrio de los poderes público y privado*, México, Fondo de Cultura Económica, 1967; Henri Lefebvre, *De l'État*, París, Union Générale d'Éditions, 1976. 4 vols.; Ernest Mandel, *La troisième age du capitalisme*, París, Union Générale d'Éditions; Jean Marie Vincent et al., *L'État contemporain et le marxisme*, París, François Maspero, 1975; Ian Gough, *The Political Economy of the Welfare State*, London, The Macmillan Press, 1979.



presiones de sus clases y grupos, sobre el proceso de producción y de reproducción global del sistema. No está sujeto a las condiciones inmediatas del proceso de valorización, a las coacciones de la acumulación y la rentabilidad, de la competencia y el mercado, ni afectado directamente por las crisis.

En tales condiciones, el Estado puede imponer y ejercer la supremacía y la rectoría; estructurar los intereses comunes de fracciones hegemónicas o dominantes; obtener el consenso de grupos subalternos y dominados; definir y encarnar el interés general de la sociedad. Asume las funciones de regulación, intervención, control; de organización y de racionalización de la economía, la sociedad y la política en su conjunto. Garantiza el logro de niveles óptimos posibles de la producción, la realización máxima del beneficio, los patrones de distribución de recursos y posibilidades entre clases y grupos, el manejo de las contradicciones y conflictos, la obtención de la cohesión y la estabilidad a largo plazo.

La respuesta del Estado a las demandas, presiones y conflictos de actores y fuerzas sociales se da en términos de *políticas públicas*, cuyos contenidos y resultados vuelven a la economía y a la sociedad. Aquéllas se formulan y realizan a través de una variedad de motivaciones y objetivos, de formas jurídicas e institucionales, de instrumentos y mecanismos, y con una variedad también de efectos previstos o logrados. Las políticas públicas pueden así diferenciarse (analítica y heurísticamente), según los aspectos, niveles o esferas a los que corresponden (producción, circulación, sistema interno, sistema internacional, dentro del mercado o fuera y contra el mercado, etcétera).<sup>8</sup>

Con atinencia a la temática bajo examen, se considera aquí especialmente las funciones del Estado y las políticas públicas de tipo socioeconómico y científico-tecnológico, que se presentan sobre todo con referencia a determinados *polos y ejes estructurantes*: a) garantía de condiciones generales; b) coacción social; c) integración social; d) acciones anticíclicas, y e) ciencia y tecnología.<sup>9</sup>

La clasificación y caracterización de las funciones fundamentales del Estado contemporáneo en los países desarrollados, en general y en su

8 Ver Jacques y Colette Nême, *Politiques économiques comparées*, París, Presses Universitaires de France, 1977; Pierre Muller, *Les politiques publiques*, París, PUF, 1990; Jean-Claude Thoenig et al., "Les politiques Publiques", Madeleine Grawitz y Jean Leca (directeurs), *Traité de science politique*, París, Presses Universitaires de France, 1985, vol. 4.

9 Ver James O'Connor, *The Fiscal Crisis of the State*, New York, St. Martin's Press, 1973; Ian Gough, *The Political Economy of the Welfare State*, London, The Macmillan Press, 1979; Javier Braña, Mikel Buesa y José Molero, *El Estado y el cambio tecnológico en la industrialización tardía-Un análisis del caso español*, México, Fondo de Cultura Económica, 1984.

atingencia al desarrollo científico y tecnológico, tienen un sentido analítico, tipificador, orientador del análisis y esclarecedor de la problemática bajo examen. En la realidad socioeconómica y política, las funciones y actividades del Estado se ramifican y entrelazan, se superponen, compiten y cooperan entre sí, dan lugar a combinaciones de todo tipo.

El Estado interviene a partir y a través de *instrumentos y mecanismos* que corresponden a sus poderes y recursos: régimen jurídico de validez y vigencia generalizadas; una moneda generalmente aceptada; capital, crédito, fiscalidad, aduanas, subsidios, gastos, presupuestos de las administraciones públicas, empresas del sector público, etcétera.

Los *presupuestos de las administraciones públicas* (centrales, autónomas, regionales, provinciales, municipales) usan sus ingresos y gastos para la realización de las funciones y políticas públicas del Estado, según principios, intereses, motivaciones y objetivos más o menos comunes, referidos a los supuestos estructurales y dinámicos de una economía capitalista. Los *ingresos públicos* son fundamentalmente los fiscales o impositivos, la deuda pública, la inflación.

Los impuestos son y operan a la vez como ingresos fiscales, incentivos para la rentabilidad y la acumulación e inversión de capitales, y medios de legitimación por el reparto equitativo de la carga tributaria. La deuda estatal es otra forma de financiación del presupuesto que incrementa la capacidad de maniobra del Estado en sus políticas monetarias y fiscales, en su aumento del gasto, su apoyo al capital privado, y su provisión de bienestar para la legitimación integradora. Con la inflación, la emisión de papel moneda por el Estado, en condiciones de inconvertibilidad y en exceso respecto al nivel de producción, le permite pagar sus gastos no cubiertos con impuestos ni con deuda pública, y así reducir o suprimir los déficits. La inflación permite además alterar los precios relativos de los bienes y servicios, y con ello la distribución del ingreso y del poder entre grupos e individuos públicos.

A los ingresos corresponden, también como instrumentos y mecanismos de intervención estatal, los gastos públicos, tendientes a la inversión social y al consumo social.

## 2. LA GARANTÍA DE LAS CONDICIONES GENERALES

El Estado asume, sobre todo a través de las políticas socioeconómicas, un papel primordial en la acumulación y rentabilidad del capital en general y de las grandes empresas privadas y, a través de ello, en

la reproducción ampliada de la economía (y de la sociedad). Para desempeñar este papel, el Estado tiende a separarse de la economía y de la sociedad en general, y a colocarse sobre ambas, pero interviene en una y la otra a la vez desde fuera y en su interior; las influye y penetra, a la vez que es influido y penetrado por los actores y las fuerzas socioeconómicas y políticas de aquéllas.

Intervenciones y regulaciones se vuelven a la vez permanentes y siempre contradictorias, por la competencia entre empresarios individuales y consorcios respecto a los beneficios que pueden provenir del Estado, y por las presiones de clases subordinadas y dominadas. La búsqueda y el forcejeo por los beneficios de las políticas estatales contribuyen a la interpenetración del Estado y la sociedad civil.

De estas maneras, lejos de ser una presencia extraña, una acción puramente negativa, una carga sólo improductiva para la economía, el Estado interviene directamente y se integra en el proceso de reproducción; es precondition, factor y componente de la acumulación y la rentabilidad del sector de empresas privadas.

Como en las fases anteriores, el Estado sigue creando, reproduciendo, garantizando las llamadas *condiciones externas y generales de producción y reproducción* que permiten y favorecen la valorización del capital privado. El Estado opera ahora sin embargo de un modo cualitativamente nuevo e incisivo en la economía; no sólo interviene en el propio ciclo de reproducción ampliada del capital social, sino que extiende su garantía a la preservación de la unidad y la cohesión del sistema. Las intervenciones, regulaciones y controles del Estado al respecto se realizan de maneras indirectas y directas.

Las condiciones generales de producción y de reproducción del sistema no surgen ni se mantienen por el automatismo económico; no son usualmente rentables, sino deficitarias y riesgosas para las empresas del sector privado, pero resultan indispensables para la acumulación y la rentabilidad y para el funcionamiento del sistema en su conjunto. Las acciones de salvaguarda cubren no sólo las condiciones generales del sistema, sino también las condiciones particulares de valorización de empresas individuales o consorcios con papeles influyentes o decisivos en lo económico y lo político y en el contexto del sistema mundial.

El Estado, por una parte, reconoce y promueve la concentración y centralización del capital, la consiguiente extensión de monopolios, para no perturbar o favorecer una acumulación que se identifica con el progreso de las fuerzas productivas y, más en general, con la reproducción del sistema.

Esta parte de las funciones del Estado de potencias y países desarrollados se extiende a las divergencias y conflictos entre unas y otros y con países en desarrollo, en cuanto al acceso y control de zonas de inversión y abastecimiento y de mercados, mediante las políticas aduaneras, comerciales y monetarias, incluso y sobre todo mediante mecanismos e instrumentos de tipo político, diplomático y militar.

Por otra parte, y en sentido contrario, el Estado debe intervenir para atenuar o contrarrestar los efectos negativos o destructivos del proceso de acumulación; para preservar el sistema de los desequilibrios producidos por la concentración monopolista; para regular la distribución del trabajo social y los recursos de manera proporcional entre ramas de producción; para garantizar la disponibilidad en condiciones cuantitativa y cualitativamente adecuadas de la fuerza de trabajo; para preservar la paz social.

La garantía de las condiciones generales es provista por el Estado a través de funciones y actividades de intervención, de regulación y de control, incluso las otras funciones de coerción social, de integración social, de prevención de las crisis, de desarrollo científico y tecnológico, etcétera. Estas son tratadas luego por separado sólo por requerimientos analíticos, pero en la realidad se entrelazan, ramifican y superponen. Intervenciones, regulaciones, controles; se dirigen como se dijo a diferentes aspectos, niveles y esferas; a la producción y la circulación, a lo interno y a lo externo, mediante instrumentos y mecanismos destinados a operar dentro del mercado o fuera de él y en contra de sus supuestos y efectos.

Las intervenciones y regulaciones pueden darse de manera indirecta o directa. Ello se da ante todo bajo la forma de *inversión en capital social*, capital físico: medios de producción; proyectos y servicios que aumentan la productividad. Se incluye especialmente la provisión de infraestructuras económicas y sociales: energía, transporte, comunicaciones, suelo industrialmente acondicionado, renovación urbana. Con ello, el Estado provee bienes y servicios que la empresa privada requiere permanentemente, a precios bajos y estables, pero cuyos costos exceden los recursos que aquéllas podrían dedicar para su producción rentable. De manera más general, el Estado contribuye así a suplir la falta o insuficiencia de coherencia del sistema productivo, y por lo tanto a garantizar las condiciones estructurales del sistema.

La provisión de condiciones infraestructurales incluye la salud, la educación, la formación profesional, para la calificación de la fuerza de trabajo, y para la disponibilidad de una mayor capacidad en investigación científica y en innovación tecnológica, todo ello en favor de la



acumulación, la productividad, la competitividad, la comercialización, la realización y la rentabilidad, el poder militar. En estos aspectos, la motivación de la garantía de condiciones generales en parte coexiste y se entrelaza con la motivación de integración social (*cfr. infra*).

Intervenciones y regulaciones pueden estar referidas a la producción o a la circulación, al ámbito interno o al internacional. En lo que a la producción se refiere, puede imponer, a las empresas, para su constitución y su funcionamiento, determinados requisitos y patrones tecnológicos, de especialización, organizativos, de calidad, de seguridad, precios políticos.

En lo que respecta a la circulación, las intervenciones y regulaciones del Estado buscan regularla y ordenarla, a través de la imposición de normas y patrones sobre el mercado, la moneda, las transacciones comerciales, las relaciones entre productores, y entre éstos y los consumidores, todo ello en un doble nivel: nacional e internacional, sobre todo y cada vez más en lo referente a su articulación y a la necesidad de una mediación-arbitraje por parte del Estado en las competencias y conflictos entre empresas y corporaciones nacionales y extranjeras o transnacionales.

Las intervenciones y regulaciones directas se manifiestan ejemplarmente en la variedad de formas de estatización o cuasiestatización de empresas, a través de las cuales el Estado, sin dejar de ser lo que es como potencia pública asume papeles específicos de capital privado, en la producción, la circulación y el financiamiento, en principio no rentables, de bienes y servicios.<sup>10</sup> El intervencionismo y dirigismo que desembocan en diversas formas de estatización parcial o total se ha manifestado de diversas formas que integran una especie de continuo,

10 Sobre el desarrollo de la empresa pública, ver: *La empresa pública*, edición y prólogo de Evelio Verdura y Tuells, publicación del Real Colegio de España en Bolonia, 1970, 2 vols.; Pierre Baucher, *Propriété publique et planification (Entreprise publiques non financières)*, París, Éditions Cujas, 1962; Fondation Nationale des Sciences Politiques, *La planification comme processus de décision*, París, Armand Colin, 1965; David E. Lilienthal, *El valle del Tennessee. La obra de un pueblo*, Buenos Aires, Editorial Hobbs-Sudamericana, 1967; A. H. Hanson, editor, *Nationalisation-A Book of Readings*, London, George Allen and Unwin Ltd., 1963; William A. Robson, *Nationalized Industry and Public Ownership*, London, George Allen and Unwin, 1961; A. H. Hanson, *Public Enterprise and Economic Development*, London, Routledge and Kegan Paul, 1959; Centre Européen de l'Entreprise Publique, *Les entreprises publiques dans la communauté économique*, París, Dunod, 1967; *Organization and Administration of Public Enterprises - Selected Papers*, New York, United Nations, 1968; Marie France, *L'héritage, pourquoi des entreprises publiques?*, París, Presses Universitaires de France, 1972; *Les entreprises publiques en France* ouvrage collectif sous la direction de H. Sègre, París, éditions Sociales, 1975; Frédéric François-Marsal, *Le dépérissement des entreprises publiques*, París, Calmann-Lévy, 1973; *Nationalisations industrielles et bancaires*, Cahiers Français, París, núm. 214, enero-febrero 1984.

constituido sobre todo por las fases y grados siguientes, incluso sus coexistencias y combinaciones. Es importante destacar que todas estas formas intervienen en las relaciones del Estado y la Ciencia.

- a) Actividad administrativa de coacción o policia, con limitación forzosa de actividades particulares para el logro de fines de interés público.
- b) Actividad administrativa de fomento • estímulo, para la promoción o apoyo de actividades privadas que satisfacen necesidades públicas o se consideran de interés general, sin recurso a la coacción.
- c) Prestación administrativa de servicios asistenciales y sociales (beneficencia, salud, educación), sin que la administración se reserve la titularidad ni el monopolio de tales actividades, ni prohíba a los particulares su libre ejercicio. No aparece todavía la fórmula de la concesión en sentido estricto, pero se afirma la potestad reglamentaria del Estado sobre las actividades privadas, por su conexión con el interés público, y sin elevarlas a la categoría de servicios públicos.
- d) Administración pública como titular de servicios económicos, con los conceptos de servicio público y de su concesión como fórmula transaccional que respeta la explotación en manos del particular (concesionario), pero afirma la titularidad administrativa del servicio a favor del Estado concedente.
- e) La empresa mixta es forma transicional entre la actividad de la administración pública como titular de servicios de carácter económico a cargo de particulares, y como prestadora directa de tales servicios y productora sin intermediaciones de bienes y servicios. A esta forma se llega por causas opuestas: participación del Estado al rescate de empresas privadas de interés público en dificultades; creación de empresas que no pueden dejarse exclusivamente en manos del capital privado por revestir interés vital para la comunidad.
- f) Administración pública como gestora de empresas económicas.

El Estado contemporáneo configura así un *sector público* como conjunto de actividades, instituciones, órganos e instrumentos que forman parte del Estado o se hallan bajo su control directo, y le permiten intervenir de diversas maneras en el proceso socioeconómico, incluso producir y circular bienes y prestar servicios públicos. Su discriminación analítica combina criterios territoriales, institucionales y económico-financieros, que definen niveles y tipos de entes:

- a) Órganos legislativos, ejecutivos, judiciales, del gobierno central y de los gobiernos estatales (congreso, tribunales, jefatura ejecutiva y ministerios), y órganos dependientes que responden de sus actuaciones ante aquéllos (juntas de planificación, consejos, comisiones).
- b) Órganos administrativos o departamentos gubernamentales normales.
- c) Órganos auxiliares, creados separadamente con el fin de suministrar bienes y servicios destinados al uso de organismos gubernamentales, y subsidiariamente de empresas públicas o particulares (arsenales, fábricas de armamentos, talleres de reparaciones, imprentas, oficinas centrales de compras).
- d) Entidades estatales administrativas con descentralización institucional y competencia especial.
- e) Organismos creados para ejecutar programas especiales, con algún grado de descentralización funcional y presupuestaria.
- f) La *empresa pública* en sentido estricto es una entidad administrativa, agencia u organización, creada por ley general o por acto especial. Es de propiedad total o parcial, y se halla bajo la influencia y el control totales o preponderantes, del gobierno central, de los gobiernos provinciales o de colectividades públicas (se compartan o no con particulares el capital y los poderes de decisión). Está dotada de un estatuto de persona jurídica. Se la destina al cumplimiento habitual de actividades económicas, industriales, comerciales, financieras, o la prestación de servicios públicos, dentro de los marcos de una economía de mercado, con el objeto de satisfacer del mejor modo posible —inmediatamente o en lo futuro— necesidades o intereses de tipo colectivo o general, con prioridad de este fin sobre la búsqueda del beneficio (aunque sin excluirlo), y asumiendo el riesgo de la explotación. El tipo de su administración y gerencia corresponde al de las empresas privadas. Se mantiene financieramente, en todo o en parte, con recursos propios, sobre todo por las transacciones en el mercado a un precio determinado; se supone que los subsidios del Estado tienen un carácter excepcional.

La intensidad y el impacto del intervencionismo estatal, ante todo en la creación y la garantía de las condiciones generales de reproducción del sistema, se manifiesta a través de aspectos, niveles e indicadores como los siguientes:

- I. Gasto del Estado y del sector público, en términos absolutos, y como parte del gasto total y del producto bruto nacional.

- II. Participación en la oferta y en la demanda globales de bienes y servicios, para consumo e inversión.
- III. Contribución directa a la inversión global.  
Estímulo directo e indirecto a la inversión y a la actividad de las empresas privadas, para suplir sus insuficiencias y ausencias, complementarlas y reforzarlas, sin sustituirlas.
- IV. Participación en actividades esenciales, infraestructuras económicas y sociales, industrias básicas y de punta.
- V. Sostén de la ocupación laboral y, a través de ello y de otros mecanismos (seguridad social), de la capacidad adquisitiva del mercado.
- VI. Instrumentos y mecanismos: monetarios, cambiarios, crediticios, fiscales, arancelarios; regulatorios de precios y salarios; contrataciones públicas; empresas paraestatales.

La convergencia y entrelazamiento de estos aspectos y niveles multiplican las posibilidades del aparato estatal, del sector público, de las políticas económicas, del dirigismo y la planificación, para influir en la estructura, la orientación y el funcionamiento de la economía y de la sociedad; para asignar recursos y distribuir ingresos; para promover la integración de clases y grupos, los compromisos sociales y políticos, la cohesión y el equilibrio del sistema, la posibilidad de cambios más o menos progresivos dentro del orden.

El nuevo derecho económico expresa, en su nacimiento y desarrollo, la creciente importancia del Estado intervencionista, dirigista o planificador en los principales aspectos y problemas de organización y funcionamiento de las economías capitalistas (sobre todo las desarrolladas).<sup>11</sup>

### 3. COACCIÓN E INTEGRACIÓN SOCIALES

Como en toda sociedad, pero sobre todo en las sociedades del capitalismo desarrollado y, con sus condiciones específicas, en las que aspiran serlo, las relaciones sociales (de individuos entre sí, de éstos con grupos, de grupos entre sí, de todos con la sociedad y el Estado), oscilan permanentemente entre el polo de complementariedad-cooperación-solidaridad, y el polo de competencia-conflictividad-antagonismo; entre el egocentrismo individual y grupal y el sociocentrismo

11 Ver Gérard Farjat, *Droit économique*, París, Presses Universitaires de France, 1971.



colectivo; entre la rigidez de la jerarquía y la movilidad de grupos e individuos; entre el orden y el desorden. Entre ambos polos se producen oscilaciones, interferencias, combinaciones, conjugaciones, servicios mutuos; se constituye una zona intermedia de contradicciones y ambigüedades. La integración de pulsiones, conflictos y agresiones es siempre relativa e incompleta. El desorden es signo de entropía, amenaza de desintegración de la sociedad, pero da a ésta su complejidad, su diversidad, su flexibilidad, su capacidad de reorganización permanente. El orden y el desorden renacen sin cesar. La sociedad se reorganiza y se autoproduce sin cesar porque se desorganiza y se autodestruye sin cesar.

Para toda sociedad oficial y todo Estado, lo nuevo, lo diferente, lo no integrado, tiende por lo común a presentarse como perversión y peligro. Desde este punto de vista, todo Estado es instrumento de mantenimiento de las cosas en su orden tradicional consagrado y de lucha contra la entropía. El Estado sólo admite las modificaciones que aseguran el mantenimiento del orden del cual es guardián. El desorden producido y encarnado por grupos e individuos es absorbido sin cesar por el Estado, a través de la organización; es recuperado y metamorfoseado en su contrario por medio de la jerarquía; o bien es expedido fuera del sistema como desviación, o mantenido en la periferia como marginalidad.

Mediante sus funciones y políticas de *coacción social* y de *integración social*, el Estado entrelaza dos momentos-procesos en parte contradictorios y opuestos, en parte complementarios y convergentes.

*Por una parte*, momento de la *coerción*, el Estado crea y reproduce, refuerza y amplifica, su *monopolio legalizado de la violencia*, que es así institucionalizada, oficializada y organizada. En general, absorbe de manera en principio exclusiva y excluyente una amplia gama de medios de decisión y de dirección de la sociedad y de regulación y orientación de las actividades de clases, grupos e individuos. Ello incluye y se relaciona con la estructuración y el funcionamiento de la burocracia pública, las fuerzas armadas, la policía, los tribunales.

Con ello, el Estado ya comienza a realizar, aunque sólo en parte, su autoinstitución como instancia suprema sobre las clases y grupos y entre unas y otros, y a consagrar la supremacía de elites dirigentes y gobernantes y de grupos socioeconómicamente dominantes; la regulación de las relaciones entre las principales clases, grupos e instituciones; el establecimiento de un cierto equilibrio entre sus divergencias, conflictos y antagonismos; la preservación del sistema.

Con tales fines, y como momento ya de integración más que de pura coerción, el Estado incluye un *subsistema de control*, constituido por

el conjunto de instrumentos, mecanismos, decisiones y acciones, en variable grado legítimas y/o legales, que el Estado aplica para el mantenimiento de clases y grupos dentro de los límites correspondientes a las características y necesidades estructurales del sistema. El subsistema de control, que despliega gran variedad de expresiones y modos de operación, regula las demandas sociales, en su número y en sus alcances y formas de manifestación y combina la coacción y la inducción de consenso.

El Estado atenúa así, ajusta o suprime los conflictos derivados del choque de intereses encontrados. Reconoce o impone formas de compromiso social y político y de cooperación interna. Ello incluye: la cooptación de individuos talentosos, enérgicos, representativos de grupos influyentes; los acuerdos voluntarios entre grupos; la negociación y el arbitraje obligatorio; las formas regulares y periódicas de adquisición y transmisión de poder. Puede así integrar el país, crear y mantener la unidad nacional y un sistema de lealtades nacionales, para fines internos y para la mejor regulación de las relaciones con el exterior.

Junto con el momento-proceso de coacción social, en competencia-complementariedad-convergencia, se da el momento-proceso de *integración social*.

Las funciones y tareas de garantía de las condiciones generales de producción y reproducción del sistema y de coacción e integración sociales se relacionan entre sí y con las otras funciones y actividades. Entre todos estos subconjuntos pueden darse convergencias, entrelazamientos, coproducción de fuerzas y tendencias, pero también pueden surgir áreas, situaciones y procesos de conflicto. Las decisiones y acciones del Estado interventor o dirigista no son ni pueden ser neutras respecto a las relaciones y conflictos sociales, *v. gr.* entre empresarios, y de éstos con otros grupos, y de sectores nacionales con sectores externos. Aquéllas reaccionan sobre la competencia, modifican la distribución del excedente, favorecen o perjudican a diferentes grupos, obligan a todas las clases y grupos a la actuación política en defensa de intereses generales y particulares. Todo ello vuelve a retroactuar en refuerzo de la autonomía del Estado.

La Tercera Revolución es coetánea de un extraordinario desarrollo de las funciones y políticas de *integración social*, de su entrelazamiento con las de creación y mantenimiento de las condiciones generales de reproducción del sistema de las que tienden a formar parte. Algo más tarde y en la actualidad se va dando también una crisis de las funciones de integración social, manifestada en las vicisitudes experimentadas por el llamado Estado benefactor o providencial.

El Estado interventor, dirigista, a veces más o menos planificador, tiende a ser (de hecho nunca ha dejado completamente de serlo), un Estado benefactor o providencial.<sup>12</sup>

En respuesta a las posibilidades creadas y a los problemas y conflictos socioeconómicos planteados por el nuevo patrón de acumulación y por el emergente paradigma tecnológico-productivo (ver *supra*), el Estado usa su poder, a través de sus *políticas públicas*, de la *extensión de la legislación social y económica*, de la reestructuración de las formas y contenidos de los recursos y gastos de los presupuestos públicos, de intervenciones tanto directas como indirectas, para el cumplimiento de sus funciones de integración. Garantiza y reajusta la *reproducción de la fuerza de trabajo*. Mantiene la *población no trabajadora*. Regula, reduce o suprime los *conflictos*. Combina los requerimientos de la acumulación capitalista con los de la legitimación ideológica y política del sistema.<sup>13</sup>

Con miras a la reproducción ampliada del sistema, el Estado benefactor busca garantizar la continua *reproducción de la fuerza de trabajo*, su conservación física y psicológica, su renovación por la contribución de las nuevas generaciones. Lo busca y hasta cierto punto lo logra, mediante el aseguramiento de ingresos y poderes de compra de los bienes y servicios de consumo (alimento, vestido, vivienda, salud, transporte, recreación) necesarios para la restauración regular de la capacidad de trabajo.

En el mismo sentido, el Estado garantiza la permanencia y desempeño de la *familia*, cuya estructura y funciones son radicalmente alteradas por el propio desarrollo capitalista, la urbanización y la industrialización. Ello se manifiesta ante todo en la disociación entre producción y consumo-reproducción, entre el asalariado y el ama de casa; y en el debilitamiento del control familiar y comunitario. El Estado benefactor interviene para reforzar las estructuras familiares y de parentesco, en favor de la reproducción y el mantenimiento de la población, mediante infraestructuras de de servicios necesarios al trabajador, y para el mantenimiento de grupos que no trabajan: niños, ancianos, enfermos, incapacitados, mentalmente disminuidos. Su sostenimiento es compartido por la familia ante todo, pero también por el Estado, a través de pensiones, seguros, planes jubilatorios, servicios

12 Sobre la temprana presencia de un componente benefactor en el Estado liberal clásico, ver M. Kaplan, *Ciencia, Estado y derecho en las primeras revoluciones industriales*, cit.

13 Sobre el Estado benefactor, ver: Ian Gough, *The Political Economy of the Welfare State*, cit.; Pierre Rosanvallon, *La crise de l'État-providence*, París, éditions du Seuil, 1981; Robert L. Heilbroner, *Naturaleza y lógica del capitalismo*, Barcelona, Península, 1990.

de salud. El Estado asume además el sostenimiento del excedente continuo de fuerza de trabajo desocupada que, como se vio, tiende a incrementarse con el propio avance tecnológico de la Tercera Revolución.

La disponibilidad de la fuerza de trabajo es garantizada además por instrumentos y mecanismos de regulación de las condiciones de trabajo (higiene, seguridad, jornada laboral, descanso); de los salarios; de las condiciones de vida en los espacios urbano-industriales (vivienda, agua, alcantarillado); de los medios de transporte y comunicaciones, y de la infraestructura en general.

El Estado benefactor se hace así cargo cada vez más de los gastos en los necesarios medios de consumo social o colectivo, los proyectos y servicios de todo tipo, especialmente seguros sociales. Estos gastos son económica y socialmente (también políticamente) orientados y reproductivos.

La intervención reguladora del Estado deriva así en parte de la creciente incapacidad de las familias trabajadoras para atender sus propias necesidades con los ingresos provenientes de la venta de la fuerza de trabajo de sus miembros. El sistema estatal de conservación de la fuerza de trabajo realiza un proceso de socialización de necesidades. El Estado provee directamente bienes, servicios y beneficios, ya sea gratis o a precios reducidos. Utiliza los sistemas impositivos y de seguridad social de modo redistribucionista. Regula las actividades privadas de individuos y corporaciones y la naturaleza y calidad de los valores de uso provistos a los trabajadores. Da empleo directo dentro del propio aparato gubernamental.

Consumo colectivo de bienes y servicios por los trabajadores se refieren a: viviendas subvencionadas, instalaciones para ocio y recreación, transportes, vías de acceso a los centros de trabajo o consumo, guarderías, hospitales, atención médica. Los seguros sociales cubren los riesgos económicos de los trabajadores (vejez, enfermedad, invalidez).

La garantía de reproducción de la fuerza de trabajo por las políticas sociales del Estado apunta no sólo a lo actual sino a lo generacional-futuro, a la capacidad de la familia para la cría y socialización de los niños: educación, salud, mantenimiento, vivienda.

En sociedades como las desarrolladas, sometidas por los incesantes avances tecnológicos y la división del trabajo en flujo a cambiantes exigencias y capacidades productivas, la garantía de reproducción de la fuerza de trabajo se extiende, además de los aspectos cuantitativos, a los cualitativos. Éstos se refieren a los gastos estatales en el llamado *capital humano*, es decir en educación por una parte, y en investigación



y desarrollo por la otra, dimensiones en las cuales es improbable o incluso imposible que las empresas privadas dediquen suficientes recursos, por los problemas de enormes costos en condiciones de alto riesgo e incertidumbre.

En el sentido más amplio, la *educación* abarca los aspectos y problemas de la socialización, la capacitación y la especialización de la fuerza de trabajo en distintos niveles, la formación profesional, el reajuste continuo de calificaciones, la disciplina, la motivación, la conducta, la estructura de personalidad. La *educación* se entrelaza con el las funciones del Estado en cuanto a la *cultura*, la *ciencia* y la *tecnología*, como la financiación de programas de investigación básica y de innovación tecnológica (*cfr. infra*).

Las funciones examinadas del Estado contemporáneo contribuyen decisivamente a la acumulación y rentabilidad del capital. Lo hacen ante todo a través de las múltiples modalidades de garantía de la reproducción de la fuerza de trabajo; de su disponibilidad; de sus modificaciones necesarias en naturaleza, extensión y distribución; del aumento de su productividad; de la reducción de los costos de reproducción directamente pagados por las empresas, y el consiguiente aumento de las tasas de beneficio.

Por añadidura, la seguridad económica de los trabajadores contribuye al mantenimiento de relaciones menos conflictivas entre el capital y el trabajo, más adecuadas a la acumulación; reduce la necesidad de métodos policiales de control. Ayuda —en condiciones de capacidad productiva excedentaria que requieren la constante ampliación del mercado interno o externo— a mantener niveles mínimos de demanda efectiva. El Estado de bienestar preserva así la armonía social, y se vuelve factor decisivo de legitimación y consenso.

Las funciones y recursos del Estado, que se orientan como se ha visto a la garantía de las condiciones generales de reproducción del sistema, al sostén de la rentabilidad y la acumulación, a la coacción e integración sociales, incluyen en sus objetivos y despliegues las acciones contrarrestantes de las tendencias autodestructivas y críticas del propio sistema. Ello incluye las políticas ambientales y las anticíclicas.

#### 4. PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Desde los comienzos de la modernidad, el capitalismo primero y luego también el sistema de economía centralmente planificada, y en ambos la industrialización, las aglomeraciones urbanas en metrópolis y

megálópolis, la continua transformación científica y tecnológica de la producción, el crecimiento de los servicios, los modos de vida y consumo que conllevan los estilos de desarrollo prevalecientes en diferentes sistemas, generan y sobre todo refuerzan y multiplican tendencias de destrucción del medio ambiente como base material de la producción y la reproducción, “fuerza productiva gratuita”.

Los diferentes sistemas comparten la concepción de una especie humana separada de la naturaleza, fuera y por encima de ella, en oposición antitética, predestinada a conquistarla, dominarla, explotarla y destruirla. Aquéllos no producen ni reproducen más, y por el contrario deterioran y destruyen, un número creciente de elementos del medio ambiente natural, y con ellos sus condiciones generales de producción.

Ello se manifiesta en fenómenos diversos pero entrelazados, como el agotamiento de recursos no renovables, especialmente energéticos; la producción creciente de residuos no reciclables por la naturaleza; las transformaciones geográficas y climáticas, a veces irreversibles; la insalubridad de las aglomeraciones urbanas; la desorganización de los espacios físicos y sociales.

La multiplicidad de formas y consecuencias del deterioro o destrucción del *medio ambiente*, unida a la influencia y presión de los movimientos ecologistas y de la nueva Ciencia de la Ecología, incitan a los Estados, sobre todo los de los países más desarrollados, a intervenir. Aquéllos movilizan recursos sociales y hacen cuantiosos gastos para la compensación política y administrativa de los daños y las destrucciones, y la preservación de lo que queda del medio ambiente, a través de acciones *a posteriori* y preventivas. Se crea un gran número de *leyes, instituciones y órganos de restricción y protección*. Unas y otros se han ido aplicando a la regulación de la calidad del aire y del agua, al ruido, los pesticidas, las sustancias tóxicas, el lanzamiento de desechos al océano; a la preservación de especies en peligro y tierras vírgenes. Tienden además a extenderse, de la lucha contra molestias y amenazas, a las preocupaciones más políticas por el marco y la calidad de la vida, el urbanismo, el uso racional de los recursos naturales, la estética de la industria y de la vida colectiva, la reducción y solución de los conflictos sociales ligados a la problemática del medio ambiente.<sup>14</sup>

En Estados Unidos, la *National Environmental Protection Act* (NEPA), promulgada por el presidente Richard Nixon en 1970, declara

14 Ver Michel Bosquet (André Gorz), *Ecologie et politique*, París, Le Seuil, 1978; *The State of the Earth Atlas*, editado por Joni Seager, New York, Pluto/Simon & Schuster, 1990; Jacques y Colette Nême, *politiques économiques comparées*, París, Presses Universitaires de France, 1977.

política federal la consideración del impacto ambiental de las actividades gubernamentales. La ley establece el Council on Environmental Quality, que fija la política ambiental del gobierno federal. Crea sobre todo la *Environmental Protection Agency* (EPA), para desarrollar y hacer cumplir los patrones federales (su director es luego elevado a rango de gabinete).

La NEPA es una agencia independiente dentro de la rama ejecutiva del gobierno. Sus funciones son la reducción y el control de la contaminación del aire y el agua, el ruido, la radiación, y la garantía de seguridad en el manejo y disposición de sustancias tóxicas. La EPA asume la investigación, control, establecimiento y cumplimiento de los patrones nacionales al respecto.

La NEPA requiere que el gobierno federal prepare los *environmental impact statements*, declaraciones sobre la evaluación de las posibles consecuencias de las operaciones de otras agencias federales o con financiamiento federal, que resulten en detrimento de la calidad del medio ambiente.

La NEPA, así como otras leyes estatales y locales dictadas a fines de los años de 1960 y principios de los años de 1970, requieren que estas declaraciones sean completadas antes que los principales proyectos de desarrollo puedan comenzar. Esta legislación también autoriza a los ciudadanos para demandar al gobierno y a la industria por el incumplimiento de los patrones gubernamentales. La EPA apoya las actividades anticontaminantes de estados, municipalidades y grupos públicos y privados. Tiene poderes para imponer el cumplimiento de lo dispuesto por las Clear Air Act y Clean Water Act, y otras leyes ambientales que se aplican también a la industria privada.

## 5. FUNCIÓN ANTICÍCLICA Y PLANIFICACIÓN

El incremento y la diversificación de los aspectos y áreas de la producción económica y de la reproducción social que se han ido incorporando en las condiciones generales de la producción que el Estado debe garantizar y financiar, contribuyen a la extensión de sus funciones hacia intervenciones más reguladoras de sentido anticíclico y planificador.

La experiencia de crisis generales y sectoriales previas a la Segunda Guerra Mundial han inducido el refuerzo y el refinamiento del instrumental del Estado para la regulación de la producción y la circulación y el debilitamiento de los sacudimientos producidos por la sucesión de

expansión-crisis-depresión-relanzamiento del proceso. El Estado de los países desarrollados busca asumir un *pilotaje global*. Cuenta para ello con un aparato de análisis económico y previsión como sistema de alarma anticipada (grupos de expertos, institutos de investigación, información sistemática). A ello se agregan la política monetaria y fiscal para la regulación de la inversión y el consumo; las garantías del riesgo; los subsidios a la exportación; el crédito; el uso del derecho; la técnica del presupuesto.

La *planificación* en sus dos principales variedades, la total o imperativa, y la parcial o flexible, representa una culminación y un salto en el proceso moderno y contemporáneo que parte de la formación del Estado-Nación y va avanzando hacia su mero intervencionismo primero y su dirigismo luego.<sup>15</sup>

Constituye toda planificación una intervención deliberada basada en un conocimiento racional mínimo del proceso socioeconómico y político y de sus leyes. Se presenta como un conjunto de medios, instrumentos, mecanismos y procesos sociales, por los cuales los actores, estructuras y movimientos que constituyen la sociedad y contribuyen a modificarla, son controlados de modo consciente e integrados en la totalidad, de modo tal que se pueda diseñar, dominar y conformar el porvenir de ésta en un sentido determinado.

Toda planificación presupone una estrategia de desarrollo, es decir, un cuerpo orgánico de decisiones sobre una serie de opciones económicas, sociales, ideológicas y políticas. Las decisiones sobre aquéllas deben resultar en un plan suficientemente preciso como para ser guía efectiva de las actividades, programas y proyectos de los órganos públicos de intervención y planeamiento, y de los destinatarios (nación, subconjuntos, sectores, grupos, instituciones regiones). Las decisiones deben tomarse deliberadamente y referirse unas a las otras, de modo de proporcionar un plan relativamente coherente. La planificación puede ser sectorial, nacional o supranacional y, sobre todo, diferenciarse en los dos grandes tipos: la parcial, flexible, indicativa, y la total, centralizada, imperativa.<sup>16</sup>

15 Sobre la planificación parcial y flexible ver: J. Fourastié y J.-P. Courthéoux, *La Planification économique en France*, París, Presses Universitaires de France, 1968; Lucien Nizard *et. al.*, *Planification et société - Actes du Colloque d'Uriage, octobre 1973*, Presses Universitaires de Grenoble, 1974; Pierre Pascallon, *La planification de l'économie française*, París, Masson et Cie., éditeurs, 1974.

16 Para una caracterización de ambos tipos ver, además de lo sugerido en la cita 15, Guy Caire, *La planification*, París, Éditions Cujas, 1972; Marcos Kaplan, "El intervencionismo del Estado en la economía y el desarrollo: Marco teórico, conceptualización y esquema analítico", en Marcos Kaplan *et. al.*, *Regulación jurídica del intervencionismo estatal en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.



La planificación reviste especial significación para la problemática bajo examen, en tanto las políticas de desarrollo científico y tecnológico son un caso particular de aquélla, y en ella se subsumen. Es pertinente aquí retomar el examen de las relaciones entre Ciencia, Estado y Derecho.

## 6. CIENCIA Y PODER

En las condiciones en que se ha ido creando la Tercera Revolución en marcha, la Ciencia está más estrechamente entrelazada que nunca con el subsistema político de cualquier país, sobre todo los altamente desarrollados. Es parte de un orden social también integrado por el subsistema político; es afectada por ambos y los afecta.<sup>17</sup>

El conocimiento científico se ha vuelto cada vez más poder potencial o efectivo para clases y grupos, naciones y gobiernos, en términos de creación y uso de recursos y riquezas, de prestigio e influencia, de capacidad militar, dentro de los países y entre éstos, en el sistema internacional. Al incrementar el dominio sobre la naturaleza, la ciencia expande el ámbito de la iniciativa colectiva y, por tanto, de la política. El poder de la ciencia y la técnica se vuelve cada vez más poder humano. Sus éxitos y sus fracasos son imputables a individuos, grupos y sociedades, y no a fatalidades físicas o sobrenaturales. La ciencia y la técnica son también, en efecto, poder de unos hombres sobre otros, factor y mediación en la dominación y la explotación, la agresión y la destructividad.

El conocimiento científico equivale así virtualmente al poder, pero tiene poco valor en sí mismo, si no es acompañado por la capacidad para tener acceso a él y usarlo efectivamente, y ello depende de fuerzas, estructuras, instituciones de tipo económico y sociocultural, de actores, procesos y ordenamientos políticos. Todo ello expresa, configura y condiciona el medio ambiente en cuyo seno y dentro de cuyo marco la ciencia surge, existe y funciona. La creación y aplicación de la ciencia, y sus consecuencias, dependen cada vez más de su generación, de su difusión y de su captación por sociedades, grupos e individuos, y cada

17 Ver Jean-Jacques Salomon, *Science et politique*, París, Seuil, 1970; Stanford A. Lakoff, editor, *Knowledge and Power, Essays on Science and Government*, New York, The Free Press, 1966; William R. Nelson, editor, *The Politics of Science*, Londres-Toronto, Oxford University Press, 1968; Daniel S. Greenberg, *The Politics of American Science*, Penguin Books, 1969; Hilary Rose y Steven Rose, *Science and Society*, London, Pelican, 1970; *(Auto)critique de la science*, Texts réunis par Alain Jaubert y Jean-Marc Lévy-Leblond, París, Seuil, 1973.

vez más producen efectos que sólo pueden ser enfrentados y manejados en términos sociales y, sobre todo, políticos.

Toda decisión y actividad relacionadas con las condiciones de creación y uso de la ciencia y sus resultados tienen carácter político. Las decisiones y actividades científicas no se definen por sí mismas. Son el resultado final de los intereses, necesidades y exigencias de subconjuntos, sectores y grupos; de sus juicios de valor sobre prioridades configuradas en programas de naturaleza política y de sus poderes. Surgen y se desarrollan por los concursos y los conflictos de múltiples influencias particulares, y dentro de una estructura de poderes que ellas expresan, refuerzan y modifican, y sobre todo lo cual por añadidura se ejerce siempre algún tipo de arbitraje político.

Toda política directa o indirectamente referida a la ciencia está condicionada en mayor o menor grado por la estructura y la dinámica del sistema político, y en todo momento revela la coexistencia de tres conjuntos de dimensiones y variables, relativamente autónomos, que configuran a la investigación y a la ciencia, simultáneamente, como elemento constitutivo, objeto, motivación, de la acción política.

La ciencia es elemento de la acción política. Interviene en su orientación general y en la del sistema político en su conjunto. Se inserta en el proceso de apertura del conocimiento necesario para la acción. Define una forma de acción que reduce la incertidumbre e impone un tipo de racionalidad a través de todas las fases del proceso de decisión. En segundo lugar, la ciencia es objeto de las decisiones y actividades políticas. La ciencia es, en tercer lugar, al mismo tiempo motivación, finalidad y resultado deseable de la acción política. Ninguna estrategia de grupo u organización puede ignorar que el sistema político es la arena en que se enfrentan las fuerzas sociales implicadas y preocupadas por el desarrollo científico. Invenciones e innovaciones determinan e integran diversos procesos en distintos subsistemas de la sociedad, bajo la forma de conflictos entre actores sociales, de alternativas y opciones, de imposiciones y resistencias. Tensiones y conflictos se expresan e insertan en las luchas de organizaciones políticas, desembocan en el subsistema político como modificaciones y perturbaciones a enfrentar y regular.

La política aparece así como obstáculo o como estímulo para el desarrollo científico, en función de que los factores y variables relevantes para aquél estén sometidos al control y al uso por y para clases, grupos y elites hostiles al cambio o favorables a él y a la creación, acumulación y empleo de conocimientos sobre las cosas y las personas.

El *ambiente político general de la ciencia* es el resultante de la existencia e interacción de fuerzas, estructuras y procesos, de actores-agentes o sujetos (clases, grupos, organizaciones, instituciones, individuos), cuyas motivaciones, actitudes y productos constituyen en conjunto el marco y el ámbito dentro de los cuales la ciencia emerge, es condicionada, desarrollada y utilizada, para la satisfacción de necesidades e intereses de la sociedad global o de sectores de la misma. En su análisis debe tenerse en cuenta el papel de quienes ocupan posiciones clave en el sistema de poder (autoridad, orientaciones, decisiones), y el de las fuerzas sociales que ellos representan, que los influyen, apoyan o resisten, en una red de interrelaciones, convergencias o conflictos de intereses, de fines y de medios.<sup>18</sup>

*Componentes* de este ambiente político general son: a) el personal o comunidad de la ciencia; b) las instituciones económicas y sociales (empresas, sindicatos, entes culturales, universidades); c) los grupos de interés y de presión y los factores de poder (fuerzas armadas, iglesias, corporaciones, medios masivos de comunicación); d) fuerzas, movimientos, partidos políticos, y e) el Estado.

## 7. CIENCIA Y ESTADO

Con la Tercera Revolución culmina el largo proceso de establecimiento de una relación entre Estado y Ciencia cada vez más compleja, contradictoria y ambigua, cuyo origen y evolución en las dos primeras Revoluciones se analizó anteriormente.<sup>19</sup>

Esta relación, manifestada sobre todo en la idea y la imagen de un *Estado científico*, autoproclamado y proyectado como tal a las respectivas naciones,

tiene por objeto una realidad sin fronteras, modos de organización de las sociedades y de funcionamiento de los gobiernos, proyectos sociopolíticos que están presentes en países de regímenes diversos, que existen tanto

18 Ver Marcos Kaplan, *Ciencia, sociedad y desarrollo*, México, UNAM, 1987.

19 El análisis de la relación Estado-Ciencia en las dos primeras Revoluciones se hizo en Marcos Kaplan, *Ciencia, Estado y derecho en las primeras revoluciones industriales*, cit. Importantes análisis comenzaron ya en: Don K. Price, *Government and Science*, New York, Oxford University Press, 1962, y *The Scientific Estate*, University Press, Oxford-Londres-New York, Oxford University Press, 1965; OCDE, *Problems of Science Policy*, París, 1968; OCDE, *Ministers Talk about Science*, París, 1965; Council of Europe-OCDE, *Science and Parliament*, París, 1965; O.C.D.E., *Review of National Science Policy Series*, serie de volúmenes individualizados en nota posterior; C. P. Snow, *Science and Government*, New York, Mentor Book, 1962.

en el Oeste como en el Este del Hemisferio Norte y se manifiestan por briznas o tendencias en las instituciones de las naciones del Hemisferio Sur.

Es una realidad “que se acuerda tanto con la gerencia democrática como con el autoritarismo del Estado-partido y se insinúa por intermedio de las técnicas de industrialización en los países en busca del desarrollo”.

En un doble movimiento, por una parte,

las *actividades científicas*, —[...] disciplinas experimentales que tienen por objeto la materia inanimada y la vida— penetran cada vez más profundamente en la vida de las sociedades que se han ido industrializando y que por ello, poco a poco, por causas que se refieren a la vez a las exigencias de la productividad y a las necesidades militares, la organización de las ciencias y las técnicas que son sus corolarios, se vuelven un asunto de Estado [...] Esta situación de hecho trae consigo la aparición de instituciones sin precedentes en cuyo seno poder y saber anudan relaciones originales que modifican los dos términos en presencia; [...] de lo que resulta una mentalidad, una “ideología” que induce, según la previsión de Nietzsche, una nueva sacralidad.

Por otra parte, “al mismo tiempo que se diferencian socialmente y que se industrializan, las sociedades avanzadas [...] se encuentran [...] obligadas a pensarse a sí mismas como conjunto empírico complejo, a intentar prever sus crisis y dificultades [...]”. Es por ello que sus intelectuales, para “*conocer las leyes que gobiernan la realidad social en su globalidad*”, inventan las Ciencias Sociales, inspiradas por “la idea que una disciplina de observación, hasta de experimentación, imitada del modelo de las ciencias naturales o inspirada por éste, es capaz de dar a la política un instrumento controlado y eficaz, y ello hasta sustituirse a las teorías, aleatorias y subjetivas”.

El Estado contemporáneo llega así a pretenderse Estado científico

bajo este doble aspecto. Más aún, de manera más general, esta evolución que alcanza, por una parte, la estructura económico-social (las fuerzas productivas) del Estado-Nación y, de otra parte, el orden de su gestión, corresponde a una renovación de la función de la racionalidad en la política [...] La *gestión política*, [...] tan antigua como el hecho del poder [...], se instala ahora en particular desde el segundo tercio de este siglo, como *técnica científica* de gobierno, definiendo las sociedades políticas como máquinas que deben formular como problemas los estados o disposiciones que las asaltan y a calcular soluciones y medios de aplicación



La “racionalización de la sociedad”, “la entrada masiva de la ciencia, de sus modelos, de su ideología” en el interior del Estado, la “cientificación de éste”, tienen múltiples implicaciones.<sup>20</sup>

La Ciencia se han vuelto irrevocablemente un asunto de Estado. Es parte cada vez más grande e influyente del orden social. Ha ido adquiriendo un significado concreto, decisivos efectos prácticos, importancia vital, para clases y grupos, grandes empresas, para la sociedad y para el gobierno y administración del Estado. Aporta la promesa del crecimiento, de la productividad, del bienestar, del poder, de la capacidad ofensiva y defensiva, de la supervivencia. Es prerequisite de la importancia y la influencia internacionales, en términos de competitividad económica, prestigio, fuerza política, diplomática y militar.

La transformación progresiva del Estado-Nación en Estado científico se manifiesta también bajo otro aspecto. Que el Estado invoque al liberalismo o al socialismo, la obligación en que se encuentra cada vez más claramente de velar por sí mismo por la seguridad y el bienestar de los ciudadanos lo obliga a recibir como de su resorte los problemas cada vez más numerosos y a encontrarles soluciones. El gobierno de un Estado industrial [...] sólo puede salvaguardar su prestigio interior y exterior si su gestión permite un aumento del ingreso nacional por cabeza de habitante, si aumenta las “expectativas de vida” de la población, si mantiene a ésta en buena salud, si es capaz de prevenir las crisis mediante técnicas apropiadas. Ahora bien, finalmente el desarrollo de la ciencia y sobre todo de sus aplicaciones industriales constituye el medio más simple de engendrar un dinamismo social que, por artificial que sea, constituye un a manera de estímulo constante gracias al cual las contradicciones fundamentales pueden ser resueltas o enmascaradas.

Así, en el espacio del Estado científico, se introduce [...] una calificación más precisa y más pesada de los ‘valores’ empíricos que se había dado la sociedad positiva nacida del capitalismo privado. La marejada industrial que no se puede ni se quiere más dominar y que no se debilita sino en ocasión de crisis graves, engendra una imagen singular de la felicidad [...] la de un crecimiento y una diversificación indefinidas de la producción, de la circulación y del consumo, de una libertad igualmente indefinida de actividades múltiples y de posesión de utensilios, signos exteriores a la vez de prosperidad, de goce y de seguridad, de una igualización masiva de las posibilidades todos “en la partida”[...] (Ello) teje al mismo tiempo una red de necesidades que determinan tan

20 François Chatelet y Évelyne Pisier-Kouchner, *Les conceptions politiques du XXe siècle*, París, Presses Universitaires de France, 1981, p.604.

DR © 1993.

estrechamente la vida cotidiana que la felicidad empírica no aparece más que en los insterticios azarosos de la coacción.<sup>21</sup>

Para el Estado, la Ciencia adquiere decisiva importancia por aquellas razones, y porque además le proporciona eficacia operativa en lo interno y en lo externo (administración, servicios sociales, obras y empresas públicas, competencia internacional, seguridad y defensa). La Ciencia permite al Estado satisfacer y manejar la opinión pública; realiza y consolida la voluntad de poder de gobernantes, políticos, funcionarios y técnicos.

Al mismo tiempo, como ya se indicó, el conocimiento científico se ha vuelto cada vez más un poder que, a su vez, constituye el significado real de la Ciencia. Aunque la intención subjetiva del investigador no deje de ser la búsqueda del conocimiento, éste se halla desde la modernidad destinado a fundar y a realizar una filosofía práctica de dominación y explotación del mundo natural y social, de aumento de la productividad y el beneficio; arrastrado a volverse factor objetivo de aquélla, sobre todo a través de su realización en la técnica. La concepción y el uso de la ciencia se definen y concretan por fines similares a los del sistema en que ella emerge y sobre el cual apoya sus progresos.

La Ciencia moderna y sus practicantes, con la euforia creada y alimentada por la vivencia de una creciente capacidad para operar sobre el mundo y dominarlo, desarrollan una mística propia que lleva a afirmar y a persuadir que lo bueno para el saber lo es para la sociedad y el poder, y viceversa. A partir de una situación cada vez más favorable y que parece ilimitada, la Ciencia busca el poder y lo trata como instrumento de su progreso. Ofrece sus servicios a la gran empresa y al Estado, gravita con sus resultados sobre la una y el otro.

Como se dijo con otras palabras en el capítulo inicial,

[...] por elitista que siga siendo, la *investigación científica* se vuelve asunto de equipos de científicos [...] cada vez más numerosos, que utilizan un material cada vez más pesado y complejo y se desarrolla en unidades que son en sí mismas verdaderas fábricas, implicando división del trabajo, jerarquía, programación estricta de las tareas, definición de un plan de rentabilidad teórica, un cierto secreto —en la medida en que interviene una competencia que toca a la preeminencia estratégica, a la dominación industrial y al prestigio nacional— y una red mundial de información y comunicación. En este nivel, se produce necesariamente,

21 Chatelet y Pisier-Kouchner, *Les conceptions politiques...*, cit.

tan considerables son las inversiones financieras, una participación del Estado que completa la de las empresas privadas o se sustituye completamente a ellas. Hoy, por ejemplo en el dominio de la electrónica, la investigación, en sus aspectos más teóricos como en sus aplicaciones más banales, es tributaria de un sistema enmarañado de capitales provenientes de Estados interesados en su posición internacional y de sociedades multinacionales ávidas de conquistar mercados. La ciencia entra *directamente* en las fuerzas productivas; de golpe adquiere su *status*; se constituye no sólo como hecho inmediatamente político, sino también como elemento de la política.

Estrategia —guerra y diplomacia— imperialismo industrial —ineluctabilidad de la búsqueda del beneficio máximo— desarrollo científico y técnico, son en adelante indisociables [...]. Una larga cadena de construcciones que van de los laboratorios del Massachusetts Institute of Technology a las fábricas sembradas en el mundo entero, a las bases nucleares, a las escuadras submarinas y, desde ellos, a los múltiples subcontratistas que parcelan y especifican el producto y a los puntos de venta “donde se unen, con los mejores precios, las mercancías del mundo entero”, del tractor y la calculadora electrónica al alimento para perros.<sup>22</sup>

Al mismo tiempo, el aumento de su escala de actividad, del número y del costo de sus investigaciones y necesidades, obliga a la Ciencia a solicitar promoción, apoyos y favores, y a ver así reducida o suprimida su autonomía.

El Estado, a su vez, trata a la ciencia y a sus especialistas como un medio. Apoya y favorece sus actividades en función de éstas y de los servicios que prestan; puede volverse su principal sostén, a veces su motor fundamental de desarrollo, como patrón y mecenas, a través sobre todo del otorgamiento de demandas y medios para la investigación y la innovación. Gobernantes y administradores convocan a consejeros científicos; se rodean de ellos; recogen y usan sus opiniones autorizadas y sus soluciones técnicas; los incorporan en cierto grado a sus decisiones.

Al mismo tiempo, el Estado tiende a convertir a la ciencia y a los científicos en sus instrumentos; trata a una y otros como tales, convirtiéndolos en problema, objeto, componente y resultado de su poder y de sus políticas. Dadas las relaciones entre Estado y gran empresa, su interés compartido por la ciencia, su participación mancomunada en el financiamiento y realización de aquélla, emerge una situación de control público-privado sobre universidades, fundaciones e instituciones de in-

22 Chatelet y Pisier-Kouchner, *op. cit.*

vestigación-desarrollo. En sus orientaciones, en sus actividades y productos, la ciencia se somete a los imperativos del Estado y, en parte a través suyo, de grupos de intereses privados, para fines internos y externos. La ciencia cae en la subordinación instrumental respecto a intereses y objetivos de beneficio, poder, gloria, capacidad destructiva.<sup>23</sup>

Los objetivos y mecanismos de la ciencia y del Estado tienden a identificarse; sus fronteras se atenúan o borran. La ciencia sirve al Estado e influye en sus decisiones. El Estado apoya y defiende a la ciencia, y al mismo tiempo la usa, la controla y selecciona; la subordina a sus valores, a sus fines y conflictos; influye en su naturaleza y en su destino. El Estado incita a científicos y técnicos a la adopción de una conciencia de servidores gubernamentales a la vez que de trabajadores dedicados al bien público. Se reduce o desaparece la neutralidad de los científicos, enfrentados a las antinomias de la ética de la responsabilidad. El poder del conocimiento tiende a transformarse así en conocimiento del poder, en un saber que el Estado concreta y centraliza en una escala y grado sin precedentes. El modelo de civilización productivista-eficientista-consumista-disipatorio expresa y refuerza también a este nivel la nueva relación entre ciencia y poder político. Esta relación presenta además algunos aspectos e implicaciones que es pertinente tener en cuenta.<sup>24</sup>

En continuación de tendencias que provienen de las dos primeras Revoluciones, el incremento de las funciones y poderes del Estado, y el desarrollo crecientemente acelerado de ciencias y técnicas, son en parte concomitantes y paralelos pero en parte y sobre todo se entrelazan, se presuponen y refuerzan mutuamente, aunque como se vio con el refuerzo y primacía del término Estado de la relación.

En la fase de la Tercera Revolución, se sigue incrementando la injerencia y el uso por el Estado de técnicas y ciencias, y en dominios, antes correspondientes a individuos y grupos privados. Estas ciencias y técnicas extienden los campos en que se aplican; tienen alcances masivos y producen impactos más fuertes y trascendentes; exceden las posibilidades individuales y grupales, dejan de ser puramente privadas, no pueden ser abandonadas al sector privado en exclusividad, conciernen cada vez más a la sociedad. Siguen atrayendo así cada vez más la atención y el interés del Estado. Éste puede seguir incrementando su

23 Sobre las relaciones políticas entre Estado y Ciencia en una potencia ver Daniel Greenberg, *The Politics of American Science*, New York, Penguin Books, 1969.

24 Ver Marcos Kaplan, *Modelos mundiales y participación social*, México, Fondo de Cultura Económica, 1974.



potencial técnico y extender sus poderes de todos los modos posibles, y puede también pagar los costos de la investigación-desarrollo y sus aplicaciones, responder a sus demandas de apoyo, mediar en la adaptación de la sociedad a la técnica. Con todo ello el Estado establece un contacto creciente con la técnica, nutre su propio desarrollo, transforma su estructura y sus prácticas, y se ve al mismo tiempo incitado a intervenir en aquélla y controlarla.

En contacto con técnicas más numerosas y eficaces, el Estado se ve obligado a tomar injerencia en esferas de la realidad y de la acción que aquéllas han ido convirtiendo en intereses públicos. Busca apropiarse, controlar y usar de diferentes modos las técnicas, sobre todo las que producen mutaciones significativas. Asume políticas y acciones deliberadas para su desarrollo.

Con ello, el Estado acepta o promueve su propia transformación; modifica y racionaliza sistemas y procedimientos (administrativos, financieros, judiciales, policiales, militares, educacionales); adapta o crea técnicas administrativas, introduce máquinas en su organización.

El Estado se adapta a las nuevas técnicas, a la vez que las incorpora y domina; en conjunto se vuelve un enorme organismo técnico. Intervencionismo y dirigismo, nacionalizaciones y estatizaciones, obligan al Estado a revisar técnicas de organización y administración aptas para incorporar los cambios y para redistribuir poder internamente en los espacios y niveles del propio Estado, con repercusiones en su estructura y efectos decisivos como los que antes se consideró, y que adquieren especial intensidad y envergadura durante la Tercera Revolución.

La proliferación de técnicas incorporadas por el Estado se da respecto a las funciones, dominios y actividades tradicionales (política, administración, justicia, finanzas, guerra), pero sobre todo a las no tradicionales: industriales, comerciales, de servicios; seguridad social; coordinaciones e inspecciones; técnicas psicológicas (propaganda, orientación vocacional, psicotécnica); medios de comunicación masiva; investigación y desarrollo, para la guerra y para la paz; técnicas médico-biológicas; planificación (macroeconómica, sectorial, urbana, regional, de transportes). Cada una de las técnicas principales comprenden técnicas subsidiarias, instrumentos y mecanismos complejos, métodos especializados. El Estado se ve obligado a ser técnico, y las técnicas lo necesitan como sustentador, usuario, promotor o realizador.<sup>25</sup>

25 Jacques Ellul, *The Technological Society*, cit.

La red de interrelaciones e interacciones del Estado con las ciencias y las técnicas repercuten también, de modo creciente y en varios aspectos y niveles, en la esfera política, y en los derechos público y privado, dimensión a la que luego se vuelve. Repercuten además en el significativo fenómeno de la diferenciación-entrelazamiento en el seno del personal público de políticos, burócratas, tecnócratas, tecnoburócratas.

El Estado moderno incluye dos órdenes de acción, política y administrativa, que se diferencian y se interrelacionan en diferentes grados y modalidades. Exhibe además una tendencia al desarrollo del poder administrativo, identificado con el poder de la burocracia pública primero, de la tecnocracia y quizás la tecnoburocracia luego, modalidades que en parte se suceden, en parte coexisten y se superponen, compiten y se entrelazan. Ello se ha dado en tres grandes estadios.

En un primer estadio, la función administrativa es asumida por el poder político, que niega autonomía a los órganos de aquella y los absorbe de hecho. El Estado es órgano e instancia de formulación y transmisión de las decisiones que interesan a la sociedad y a sus principales componentes. Como tal, filtra las demandas provenientes de la sociedad, define prioridades y orientaciones para su tratamiento, su jerarquización, las condiciones de su acceso al sistema administrativo encargado de la ejecución de decisiones y acciones tendentes a realizar las condiciones de reproducción y los fines del sistema. Entre la sociedad y el poder político como sistema de decisión se inserta el subsistema administrativo como instrumento y correa de transmisión del segundo, sometida a su control y orientación.

En un segundo estadio, surge o se fortalece la distinción entre el poder político y la administración. Ésta tiende a volverse cuerpo independiente y centro de decisiones. A partir de la dotación de sus propias capacidades y competencias, la administración desarrolla sus propios instrumentos y mecanismos, sus propias redes y criterios de reclutamiento, sus aptitudes técnicas, sus poderes y funciones. Tiende a distanciarse y autonomizarse respecto al poder político, a establecer incluso su propio principio de legitimación.

En un tercer estadio, la administración sigue afirmando su autonomía como poder, y comienza a competir con el poder político, a subestimarlos y desvalorizarlos, a transferir en su propio favor algunos de sus poderes y prerrogativas.

Capa social encargada de la administración de los asuntos públicos, la burocracia es además un tipo de organización, un cuerpo especializado de funciones, un personal, un aparato y un patrimonio, un sistema institucionalizado de poder, saber y técnica. Se estructura a través de

una jerarquía vertical de mando y obediencia, para la elaboración y ejecución de normas, decisiones y actividades.

Como sistema cerrado, la burocracia y sus sistemas administrativos tienden a adquirir la preponderancia en el manejo de los asuntos públicos.<sup>26</sup>

Con las tres Revoluciones, de manera creciente hasta culminar en la actual, la complejidad de los problemas a resolver y de los retos a enfrentar por el propio desarrollo y sus límites, la tecnificación del conjunto de la actividad administrativa del Estado, y también de las grandes corporaciones del sector privado, su impregnación por las posibilidades y motivaciones de la técnica, van generando y diferenciando nuevos grupos y capas de científicos y técnicos de todo tipo. Como funcionarios administrativos en el Estado y en los sectores público y privado los miembros de esta capa, en virtud de sus capacidades técnicas, se sienten capaces de decidir o de determinar las opciones de los políticos oficialmente responsables, más por consideraciones de eficacia técnica que de exigencias políticas, y en variable medida adquieren y ejercen preponderancia en la dirección de los asuntos públicos. Ello implica tendencias al ascenso irresistible de expertos y técnicos, a la reducción del papel y el poder del político y a su progresiva confusión con el papel y del poder del experto, a la ósmosis progresiva entre técnicos públicos y privados como integrantes de la nueva capa.<sup>27</sup>

Entre burocracia y tecnocracia no existe una distinción neta ni una oposición tajante, sino superposiciones, lazos estrechos, apoyos mutuos, tendencias a la integración en una *tecnoburocracia* como alianza de las capacidades y poderes de organización y de competencia técnica.

## 8. CIENCIA Y FUNCIONES DEL ESTADO

El precedente encuadre general de las relaciones entre Ciencia y Estado se especifica más con el examen de las funciones y papeles que

26 Sobre la burocracia ver: Robert Merton *et al.*, editores, *Reader in Bureaucracy*, New York, The Free Press, 1952; *La bureaucratie*, número de la revista *Arguments*, París, núm. 17, 1960; Joseph La Palombara, editor, *Bureaucracy and Political Development*, Princeton University Press, 1963; Henry Jacoby, *La burocratización del mundo*, México, Siglo XXI Editores, 1972; Pierre Birnbaum, *Les sommets de l'État*, París, Seuil, 1977; Michel Crozier, *Le phénomène bureaucratique*, París, Seuil, 1971; Jacques Chevalier y Danièle Loschak, *La science administrative*, París, Presses Universitaires de France, 1980; *L'administration publique - Recueil de textes préparé par les Instituts Belge et Français des Sciences Administratives*, París, A. Colin, 1971.

27 Sobre la *tecnoburocracia*, ver: Jean Meynaud, *La tecnocracia ¿Mito o realidad?*, Madrid, Editorial Tecnos, 1968; Henri Lefebvre, *Position: contre les technocrates*, París, Gonthier, 1967; Alvin Gouldner, *The Future of Intellectuals and the Rise of the New Class*, New York, Continuum, 1979.

aquél asume, sobre todo las de institucionalización, legitimidad y consenso y legalidad; coacción y control sociales; cultura y educación; organización socioeconómica; relaciones internacionales.<sup>28</sup>

### *A. Funciones de institucionalidad, legitimación-consenso, legalidad*

Desde comienzos de la Edad Moderna se va dando un proceso orientado claramente a una creciente institucionalización de la práctica y la comunidad de las ciencias y las técnicas. El mismo se manifiesta ante todo por nuevas formas y métodos de información y organización, los llamados “colegios invisibles”, las academias y otras sociedades, las formas de intercambio de conocimientos y resultados. El proceso organizativo, a niveles nacionales e internacionales, interactúa con el patrocinio del Estado (apoyos, equipamientos, proyectos, financiamientos, demandas), para impulsar la institucionalización de la ciencia. Ello es parte del proceso a partir y a través del cual el Estado, las elites dirigentes y los grupos dominantes, definen un estatuto rector de la investigación científica y de sus productos, acorde con la primacía de distintos intereses, necesidades y valores, y con las necesidades sociales predominantes. La institucionalización de la ciencia tiene un papel central en la determinación del status social de aquella, de los científicos y técnicos, y de las condiciones, formas y resultados de su práctica. Ello culmina con la reciente difusión de la función estatal de política científica que luego se considera.

La Ciencia tiene además una definición dentro de las funciones estatales de legitimación y consenso. A través de su identificación (histórica, práctica, ideológica) con los poderes temporales, y de su creciente conversión en servidora del Estado, la Ciencia asume un papel dinámico en la justificación de aquél. Contribuye así a fundar, a mantener y a reforzar su legitimidad y el consenso positivo a su respecto.

El Estado contemporáneo, sobre todo el de las potencias y países desarrollados, se caracteriza por considerar

que el saber producido por las ciencias de la naturaleza y por las ciencias del hombre y de la sociedad, así como las técnicas de apropiación y de transformación que de ellas resultan, constituyen la guía por excelencia

28 Sobre las funciones del Estado en sus incidencias respecto a la Ciencia, ver Marcos Kaplan, *Ciencia, sociedad y desarrollo*, México, UNAM, 1987, capítulo primero, III-3 y 4.



del buen gobierno y la única que puede permitir la edificación de una sociedad mundial ordenada y feliz. El Estado hace suyas las creencias progresistas nacidas en el siglo pasado según las cuales el desarrollo de las ciencias y de las técnicas, llevado a un indefinido aumento cualitativo y cuantitativo de los bienes, es la clave del orden y del bienestar. Y si él constata que este desarrollo provoca a veces desarreglos graves, es una vez más a la tecnología que el recurre para remediarlos [...]<sup>29</sup>

Gobernantes y administradores, sobre todo los sectores tecnoburocráticos, basan y convalidan el poder del Estado por el recurso a la ciencia. En cualquier sistema o país —capitalista o socialista, desarrollado o atrasado— la ciencia juega un papel constitutivo. Es poder del Estado y de la gran empresa, y de las tecnoburocracias que integran y sirven a uno y a la otra.

La ideología del cientificismo atribuye a la Ciencia, a sus productores y a sus usufructuarios en el Estado y en la gran empresa, los caracteres de racionalidad, objetividad, universalidad y necesidad, y la consiguiente aptitud para establecer leyes positivas. Éstas expresan y rigen un orden natural ascendente desde lo físico y lo biológico hasta lo humano y social. La ley natural pasa a ser ley normativa (moral, jurídica, social, política). El Estado se presenta a sí mismo, y al orden político que encarna y corona, como basado en el orden natural que la Ciencia descubre e interpreta, y que las concreciones técnicas de aquélla dominan y manejan; como corporización de una racionalidad práctica, capaz de erigirse por encima de los intereses nacionales y de la humanidad.

La Ciencia se vuelve así otra fuente más de la fuerza del Estado. Con la caución de su racionalidad universal, nutre la autoridad que aquél postula extraer de la voluntad general. Contribuye a constituir, mantener y prestigiar al Estado, incrementando sus poderes y amplificando sus funciones. Como discurso coherente, la Ciencia afirma contribuir a la reabsorción o solución de contradicciones y conflictos, y a la propuesta de opciones socioeconómicas y políticas *v. gr.* a través de la modelización, la simulación por computadora, la econometría, los métodos previsionales.

Parte de la constelación de funciones de *institucionalización*, *legitimación* y *consenso*, es la legalidad, es decir, el *derecho*, que se retoma al concluir el análisis de las relaciones entre la Ciencia y las funciones del Estado.

29 Chatelet y Pisier-Kouchner, *op. cit.*

## B. *Funciones de coacción y control sociales*

A través de los instrumentos y mecanismos correspondientes a las funciones específicas de coacción y control social, en convergencia y entrelazamiento con los de las otras funciones, el Estado detenta y ejerce el monopolio legalizado de la violencia, y de los medios de decisión y orientación respecto a la actividad y la dirección de la sociedad. Se erige así en instancia suprema sobre y entre las clases, los grupos y las instituciones; regula sus relaciones y crea equilibrios relativos entre unas y otros, para la preservación del sistema; ajusta, atenúa o suprime los conflictos de intereses. Para ello reconoce o impone formas de control y de compromiso social y político y de cooperación (acuerdos voluntarios, negociación y arbitraje obligatorio, establecimiento de formas regulares y periódicas de adquisición y transmisión del poder). Coacción y control sociales apuntan a la integración del país, la creación y mantenimiento de la unidad nacional y de un sistema de lealtades nacionales, para fines internos y para las relaciones con el exterior.

La Ciencia en el sentido amplio —se ha dicho aquí en varias oportunidades y a ello se vuelve luego— ha jugado y juega cada vez más un papel decisivo en el otorgamiento al Estado de capacidades de coacción y control sociales. Ello se da en términos de coacción física abierta y desnuda, actualizada o potencialmente desplegable en cualquier momento, pero también de control permanente y de coacción psicosocial y política, como la llamada tecnología del control político, y su uso en los proyectos de instauración del llamado nuevo orden interior.<sup>30</sup>

La multidimensional capacidad de coacción y control que la Ciencia va otorgando al Estado puede incluso ser monopolizada y distorsionada por éste en detrimento de los valores, motivaciones, contenidos y objetivos de aquélla, hasta ser revertida contra grupos e instituciones de la propia Ciencia.<sup>31</sup>

30 Université de Vincennes, Pierre Dommergues *et al.*, éditeurs, *Le nouvel ordre intérieur*, Paris, éditions Alain Moreau, 1980; Carol Ackroyd, Karen Margolis, Jonathan Rosenhead, Tim Shallice, *The Technology of Political Control*, Penguin Books, 1977.

31 Sobre la situación del científico en Estados totalitarios, ver: Roy A. Medvedev, *Let History Judge-The Origins and Consequences of Stalinism*, New York, Vintage Books, 1973, capítulo XIV; Zhores A. Medvedev, *The Rise-and Fall of T. D. Lysenko*, New York, Anchor Books, 1973; Joachim C. Fest, *The Face of the Third Reich*, Pelican Books, 1972, capítulo: "Professor N.S.D.A.P": The Intellectual and National Socialism; Richard Grunberger, *A Social History of the Third Reich*, capítulos 19 y 20.

### C. Funciones culturales y educativas

Sociedades contradictorias, conflictivas, complejas, en permanente movimiento, necesitan para mantenerse y desarrollarse un *subsistema* con capacidad para generar y definir significados. El mismo está constituido por el conjunto de *informaciones organizativas* (conocimiento, *saber cómo* o técnica y *saber qué* o ciencia, y de *reglas generativas* (valores, normas, patrones de personalidad y de comportamiento), que en conjunto constituyen y definen la *cultura*. Ésta contribuye así a la garantía de las condiciones generales de reproducción del sistema, a la socialización, la regulación y la integración colectiva de los componentes de la sociedad, a través de un actor con papel específico. El Estado define y jerarquiza los intereses y objetivos de la sociedad global, que determinan alternativas y opciones respecto a la asignación de los recursos culturales a los diversos subsistemas. Esta afectación tiene necesariamente un carácter ideológico, reflejado en los valores predominantes, en los conceptos clave y en las actitudes fundamentales que se refieren a la cultura, la ciencia, la técnica y la educación que prevalecen en una sociedad y época dada.

A partir y a través de las formas y contenidos de cultura, ciencia y técnica que el Estado a la vez co-produce, incorpora y asimila, y del sistema educacional, el Estado asume funciones y realiza objetivos, como los siguientes:

- a) Socialización e interiorización de valores y normas que posibilitan la producción y la reproducción regulares del sistema, sus cambios inherentes y desarrollos.
- b) Conservación y transmisión del acervo histórico (tradición, cultura, formas de organización y funcionamiento), como contribución a la cohesión, equilibrio y continuidad de la sociedad.
- c) Incorporación de las nuevas generaciones a la sociedad, por la asimilación colectiva de la tradición, del sistema de valores, de la enseñanza de solidaridades (entre individuos y grupos, de éstos con la sociedad y el Estado).
- d) Preservación de la cohesión colectiva de los adultos.
- e) Preparación de grupos e individuos para papeles económicos, sociales, culturales y políticos.
- f) Selección y formación de las elites intelectuales y profesionales que se hacen cargo de la constitución y el funcionamiento de los centros de elaboración, de difusión y de aplicación de los modelos cultural-ideológicos y científico-técnicos predominantes.

- g) Provisión a elites dirigentes y grupos dominantes de los elementos necesarios para su control del aparato productivo y del subsistema científico-técnico como requisitos y componentes indispensables para la estructura de poder vigente.
- h) Formación del personal especializado para el servicio de las estructuras técnicas existentes.
- i) Entrenamiento de los científicos y técnicos asignados a formas superiores de investigación e innovación.
- j) Elevación de la masa de población a un determinado nivel técnico, cultural y moral que corresponda a las necesidades de desarrollo del sistema.
- k) Creación y refuerzo del conformismo general, para la legitimidad y consenso respecto al Estado y al sistema social.<sup>32</sup>

Como ya se vio,<sup>33</sup> la ciencia incorpora elementos de la cultura y de las ideologías, las integra, es condicionada y determinada por ellas, pero también desarrolla sus propios elementos cultural-ideológicos, incluso la subcultura específica de los científicos y técnicos, y retroactúa a su vez sobre la cultura y las ideologías.

#### D. Organización colectiva y políticas socioeconómicas

Bajo la forma y por intermedio de estas funciones, y de las políticas que las cristalizan y realizan, el Estado ejerce acciones generales y específicas sobre la orientación, la estructura y el funcionamiento de la economía y la sociedad. Regula la disponibilidad, la asignación y el uso de los recursos, y la distribución de bienes, servicios e ingresos, entre sectores y objetivos. Reconoce, evalúa y jerarquiza las necesidades colectivas, y moviliza los medios para su satisfacción. Regula o administra servicios públicos. El Estado promueve y co-realiza el crecimiento, la modernización y el desarrollo; organiza y coordina a la sociedad y a sus principales actores, aspectos y niveles, en los marcos de estrategias de conjunto (mero intervencionismo, dirigismo, planificación).

32 Para un tratamiento más amplio de las relaciones cultura-ciencia, ver Marcos Kaplan, *Ciencia, sociedad y desarrollo*, México, UNAM, 1987. También, Georges Gurvitch, *Los marcos sociales del conocimiento*, Caracas, Monte Avila, 1969; A. L. Kroeber y Clyde Kluckhohn, *Culture - A Critical Review of Concepts and Definitions*, New York, Vintage Books; Victor Hell, *L'idée de culture*, París, Presses Universitaires de France, 1981; Jacques Ruffié, *De la biologie à la culture*, París, Flammarion, 1976; Edgar Morin, *Le paradigme perdu...*, cit.

33 Ver Marcos Kaplan, *Ciencia, Estado y derecho en las primeras revoluciones industriales*, cit.



El intervencionismo estatal contemporáneo, que se ha dado en mayor o menor grado en todos los sistemas, se manifiesta en modalidades y con indicadores como: *a)* aumento del gasto público; *b)* participación en la oferta y en la demanda de bienes y servicios, para el consumo y la inversión; *c)* contribución directa a la inversión global, y estímulo directo e indirecto a la inversión y a la rentabilidad y acumulación de las empresas privadas; *d)* participación en actividades esenciales: infraestructura económica y social, industrias básicas, investigación científica e innovación tecnológica; *e)* mantenimiento de la ocupación laboral y, mediante ello y otros mecanismos (seguridad social), de la capacidad adquisitiva del mercado, y *f)* multiplicación y entrelazamiento de instrumentos y mecanismos de tipo monetario, cambiario, crediticio, fiscal, arancelario; de regulación de precios y salarios; de contratación pública; de empresas paraestatales.

Con el intervencionismo estatal

se reconoce a la administración una función esencial de control, de regulación y de animación de la vida económica: su papel es actuar de modo que el crecimiento sea regular, continuo, armonioso, si es necesario corrector de los efectos de las leyes capitalistas y en actuación sobre los elementos constitutivos del sistema; le pertenece, por una estrategia voluntarista e intervencionista, planificar el desarrollo, superar los bloqueos, compensar las distorsiones, eliminar las estructuras superadas. La administración no se contenta pues con preservar los equilibrios existentes, sino que procede también a las transformaciones estructurales necesarias a la adaptación y supervivencia del sistema capitalista: aparece por ello como agente privilegiado de reproducción del espacio económico que ella ha penetrado progresivamente. Pero la dominación administrativa va mucho más allá en la medida de la emergencia de los problemas sociales, sistemas de intervención social o de asistencia cada vez más complejos y diversificados que han sido establecidos por la administración, y estos sistemas cubren la totalidad de la vida individual y colectiva —al precio de una punción cada vez más importante sobre los recursos de la nación—; los medios de información, de cultura, de educación, largo tiempo abandonados a la iniciativa privada, son tomados a cargo o controlados por el Estado; en cuanto al dominio que la administración ha adquirido sobre el ordenamiento del espacio y el cuadro de vida, ello le da un medio privilegiado de normalización de los comportamientos.

Esta “dilatación del espacio administrativo” lleva a una “imbricación más neta de los espacios económico y administrativo”, pero ellos “no se superponen sino encajan uno en el otro; guardan su autonomía

relativa, en el marco de las leyes estructurales de funcionamiento de la sociedad capitalista”.<sup>34</sup>

En la medida, y con la acumulación de aspectos y niveles, en que esta intervención se da, el Estado incide directa e indirectamente en todo lo que sucede en las esferas de la investigación científica, de la innovación tecnológica, y del desarrollo y las aplicaciones. La intervención estatal en la ciencia puede traducirse, separada o combinadamente, en:

- Demandas y apoyos, de tipo directo e indirecto, en relación con los polos y centros de investigación e innovación, para el logro de soluciones a problemas que interesan al propio Estado, a la sociedad en su conjunto, a grupos fundamentales.
- Creación política, legislativa, administrativa, de condiciones directa o indirectamente favorables para la investigación y la innovación y sus aplicaciones, y consagración jurisprudencial de las decisiones y acciones al respecto.
- Formulación y aplicación por el Estado de una doctrina y de estrategias y tácticas, en favor del avance de la ciencia, y su concreción bajo las formas del financiamiento y asignación de otros recursos y apoyos, y de asunción directa de tareas científicas y tecnológicas.
- Un papel fundamental en la intervención del Estado en la ciencia lo tienen sus empresas públicas. Su incidencia puede ser positiva o negativa, por acción y por omisión, indirecta y directa.

Las empresas paraestatales pueden constituirse en agentes autónomos de progreso científico y técnico, y producir adelantos significativos, en la investigación y en la innovación, en los sectores donde pueden ejercer una acción más inmediata y orientadora: agricultura, ingeniería de obras públicas, infraestructuras (centrales eléctricas, caminos, diques, transportes y comunicaciones), industrias básicas (siderurgia, petroquímica, nuclear), administración pública. Pueden desempeñar un papel central en la emergencia y en la propagación de la investigación y la innovación autónomas y, al mismo tiempo, en la adaptación y el mejoramiento de la ciencia y la técnica importadas. Están en condiciones de planear e imponer exigencias de racionalización tecnológica y de modernización científica a las empresas privadas que con ellas se relacionan y que de

34 Jacques Chevallier y Danièle Loschak, *op. cit.*  
DR © 1993.

ellas dependen en diverso grado. Pueden incorporarse al sector público y utilizar de manera más amplia y racional los recursos humanos de la inteligencia científica y técnica que los respectivos países generan y con frecuencia no usan o malgastan.

En la medida que todo ello ocurre, el Estado —por sus comportamientos, por lo que hace y por lo que deja de hacer, por sus efectos directos e indirectos—, demuestra su capacidad o incapacidad, mayores o menores, para promover el progreso de la ciencia y de la técnica; para tomar decisiones adecuadas en los aspectos, niveles y problemas donde las variables científicas y técnicas son de importancia decisiva, y para insertar estas actividades en los procesos de crecimiento o de desarrollo. El Estado puede o no constituir polos o focos de creación científica y de innovación técnica, e influir positiva o negativamente en su creación y en sus resultados, en sus itinerarios de propagación y en sus usos. Puede o no hacer surgir estructuras institucionales y organizativas con eficacia para constituir en su conjunto un ambiente político que maximice y optimice el rendimiento socioeconómico y cultural de la ciencia y de la técnica. Puede o no favorecer la emergencia y la actividad de agentes-motores, capaces de promover y de dirigir el desarrollo socioeconómico y científico-técnico y, más particularmente, de atraer, animar y movilizar el potencial de investigación y de innovación disperso en diferentes grupos y niveles.

## 9. RELACIONES EXTERIORES Y CIENCIA

La función estatal de relaciones exteriores ha ido adquiriendo una alta relevancia para la ciencia, desde el punto de vista de la dialéctica entre *internacionalización* y *nacionalismo*.<sup>35</sup>

En sus multifacéticas dimensiones y consecuencias, la Revolución Tecnológica contemporánea exhibe en grados sin precedentes la importancia de la *dimensión internacional* para el desarrollo científico.

La ciencia se ha ido volviendo cada vez más mundial por los problemas que asume, por la escala de la difusión y el grado de impacto

<sup>35</sup> Ver Marcos Kaplan, "La concentración del poder político a escala mundial", *El Trimestre Económico*, México, vol. XLI, núm. 61, enero-marzo 1974; Marcos Kaplan, "Lo viejo y lo nuevo en el orden político mundial", en Jorge Castañeda, compilador, *Derecho económico internacional*, México, Fondo de Cultura Económica, 1976; Marcos Kaplan, *Ciencia, sociedad y desarrollo*, cit., capítulo tercero; Alexander King, "Science International", en M. Goldsmith y Alan MacKay, editores, *The Science of Science*, Penguin Books, 1966; J. J. Salomon, *Science et politique*, París, Éditions du Seuil, 1970.

de sus resultados y productos. Las relaciones científicas y las formas de cooperación internacionales en la investigación se han ido desarrollando de modo esporádico, espontáneo, desordenado y no planificado, en respuesta a una variedad de motivaciones y presiones.

La ciencia va adquiriendo una *naturaleza* cada vez más *universal*. Es internacional por esencia, concepto, espíritu, significado, tradiciones, formas y mecanismos operacionales. Parte de la estructura total del conocimiento, el descubrimiento científico no puede surgir ni sobre todo desarrollarse sino de modo internacional. Los fenómenos y leyes de la naturaleza existen y operan en medios (mares, cielos) que no reconocen fronteras humanas. Las verdades científicas no son nacionales, sino iguales en todas partes. Se logran y se manifiestan mediante un lenguaje único, procedimientos parecidos, experiencias equivalentes, normas comunes. Es así posible su reconocimiento unánime al margen de consideraciones localistas y nacionalistas. Muchas investigaciones deben ser realizadas en sedes geográficas particulares. La ciencia experimental no puede limitarse al intercambio principista y pasivo del investigador puro, y debe organizar su trabajo internacionalmente, por conveniencia económica, intelectual, técnica, o porque no puede obrar de otro modo.

La ciencia contemporánea emerge así como obra común acumulativa, cuyo avance depende cada vez más de la interdependencia y colaboración en tareas y progresos por científicos y técnicos del mundo entero, de la publicidad de conocimientos y descubrimientos, de la correspondencia, los viajes, las reuniones, el uso de libros y publicaciones periódicas que permiten y atestiguan la continua transferencia de ideas e informaciones por encima y más allá de las fronteras.

A ello se ha ido agregando la multiplicación de academias nacionales y de sus relaciones mutuas, la creación de uniones científicas internacionales para las principales disciplinas y temas, las reuniones internacionales para intercambio y discusión de ideas y documentos, y para la formulación y lanzamiento de esquemas mundiales de investigación. Se generaliza la aceptación internacional de los resultados de las investigaciones realizadas en diferentes países, y el libre flujo de información. La fuga de cerebros atestigua en cierta medida el carácter internacional del conocimiento científico.

Ha ido emergiendo así una red mundial de intercambio y cooperación entre investigadores sin consideración de su nacionalidad. Se ha ido constituyendo de modo gradual e informal una comunidad científica internacional de realidad relativa que, con frecuencia, expresa opiniones comunes, y que llega en ocasiones a contradecir posiciones políticas nacionales de países y gobiernos. Comienza a formularse el postulado



de la especificidad supranacional de la ciencia, como base para la trascendencia de incompatibilidades emergentes de intereses e ideologías nacionales, y como modelo de humanidad sin fronteras al servicio de la especie. Se sostiene que la naturaleza de la ciencia y de quienes la practican promueve el *cosmopolitismo de las relaciones personales*.

Al mismo tiempo, no se ignora que la línea de *universalismo cooperativo* coexiste, se entrelaza y se contradice con otra línea de *nacionalismo competitivo*, y con el antes considerado fenómeno-proceso de la *brecha tecnológica*. (Ver *supra*.) La expansión global de la ciencia y la tecnología va acompañada por su distribución no uniforme, desigual, polarizada, entre regiones y países. Ello se da en términos de ubicación y control nacionales de los focos de emergencia y de producción, de los itinerarios de propagación, de las tasas de productividad, del uso de los resultados.

Durante el siglo XIX y hasta el intervalo entre las dos guerras mundiales, las relaciones entre científicos de diferentes países aumentan en número e intensidad, y asumen nuevas formas, por una mayor necesidad de cooperación y por un incremento del interés de algunos gobiernos por la ciencia y la tecnología. El proceso se refuerza y extiende después de 1945, por los rasgos y efectos de la Segunda Guerra Mundial y sus secuelas, por los problemas y conflictos del periodo posbélico, especialmente la confrontación en “Guerra Fría” de las dos superpotencias y sus bloques y las difíciles relaciones entre el “Norte” y el “Sur”, y por el tremendo avance de la Tercera Revolución y su aceleración creciente. Se vuelve directo e irreversible el interés de los Estados por la ciencia y la tecnología, tanto las que ocurren dentro de las fronteras como en las experiencias de intercambio y cooperación y la revelación de intereses bilaterales y multilaterales de los Estados-potencia y desarrollados.

Parte importante del desarrollo de la cooperación científica y tecnológica internacional es la combinación de la participación gubernamental y la de las corporaciones multinacionales, que aumentan en número, poder y envergadura de acción, y tejen una red de acuerdos privados entre sí y con sus filiales, incluso subsidiarias comunes de diferentes orígenes y con implantación en diversos países, en todos los casos con implicaciones científicas y tecnológicas de considerable importancia.<sup>36</sup>

36 Ver Meir Merhav, *Dependencia tecnológica, monopolio y crecimiento*, Buenos Aires, Ediciones Periferia, 1972; Raymond Vernon, *Sovereignty at Bay*, Basic Books 1971; Stephen Hymer, *Empresas multinacionales: La internacionalización del capital*, Buenos Aires, Ediciones Periferia, 1972; Christopher Tugendhat, *The Multinationals*, Pelican Books, 1973; Graham Bannock, *The*

La cooperación científica internacional se expande y diversifica, en términos de: número; escala; tipo de participantes; motivaciones, objetivos, significados; medios; áreas y niveles (investigación fundamental y aplicada, desarrollo); formas de organización, dirección y administración; perfil de evolución; impacto en la vida científica, técnica y económica de los países, y valor de sus resultados para éstos, las empresas públicas y las privadas. La cooperación internacional se da bajo formas no gubernamentales e intergubernamentales. La segunda incluye, no sólo los acuerdos entre dos o más gobiernos, sino también los que surgen y operan a través de la Organización de las Naciones Unidas y sus agencias, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OECD), la Comunidad Económica Europea,<sup>37</sup> organizaciones regionales con actividades especializadas, la Organización del Tratado del Atlántico Norte, etcétera.<sup>38</sup>

## 10. POLÍTICA CIENTÍFICA

Las relaciones entre la Ciencia y el Estado, las funciones que éste asume y poderes que ejerce respecto a la primera, se condensan y culminan en la *política científica*. En el sentido más amplio, ella engloba el conjunto de intervenciones, decisiones y actividades de distintos poderes coexistentes en una sociedad dada, tendentes a obstaculizar o estimular el progreso de la investigación científica y la aplicación de sus productos, con referencia a determinados objetivos (socioeconómicos, culturalideológicos, políticos, militares).<sup>39</sup>

Sobre variedades nacionales de políticas científicas, ver: Organization for Economic Co-Operation and Development, *Reviews of National Science Policy*, volúmenes dedicados al Reino Unido y Alemania, Ja-

Juggernauts-The Age of Big Corporation, 'Pelican Books, 1973; R. Barnet y R. Muller, *Global Reach-The Power of Multinational Corporations*, New York, Simon & Schuster, 1974; L. Villecourt, "International Scientific Relations: Forms of Cooperation", en OCDE, *Problems of Science Policy*, París, 1968; OCDE, *Ministers Talk about Science*, París, 1965.

37 Ver Robin Gaster "Research and Technology Policy", en Leon Hurwitz y Christian Lèquesne, editores, *The State of The European Community - Policies, Institutions, and Debates in the Transition Years*, Boulder Colorado, Lynne Rienner Publishers, 1991.

38 Para un tratamiento más amplio de la cooperación científica internacional, ver Marcos Kaplan, *Ciencia, sociedad y desarrollo*, México, UNAM, 1987, capítulo tercero.

39 Ver Marcos Kaplan, *La ciencia en la sociedad y en la política*, México, SEP-Setenta, 1975; Steven Dedijer, "Research Policy. From Romance to Reality", en Goldsmith y Mackay, *The Science of Science*, cit.; S. Dedijer, "Politique de la science, genèse et évolution", en *Politique de la Science et écart Technologique, Cahiers de l'I.S.E.A.*, Genève, Librairie Droz, tomo III, núm. 4, abril 1969; *Recherche et activité économique*, sous la Direction de François Perroux, París, Armand Colin, 1969.

pón, Estados Unidos, Unión Soviética, París, 1967, 1968, 1969 respectivamente.

La necesidad de la política científica surge de la insuficiencia de las acciones espontáneas de actores actuantes en un medio dado para el logro de una maximización y una optimización que se considera deseable, y de la consiguiente necesidad de un arbitraje decisivo entre fuerzas y poderes en concurso y conflicto.

La política científica tiene como presupuesto e idea reguladora una cierta noción de progreso: ¿Qué novedades (teorías, descubrimientos, invenciones, innovaciones) y qué

frutos de ellas deben surgir y propagarse, con qué velocidad y en qué direcciones, a qué costos y con qué beneficios, para quiénes? Ella engloba respuestas a distintas alternativas, bajo formas de decisiones y opciones. Supone un esquema de la sociedad, a mantener, modificar o reemplazar. Busca beneficiar subconjuntos dentro de un conjunto, de modo desigual en relación a otros. Da prioridad a ciertos progresos, elige focos o polos de formación e incremento de la información científica, itinerarios de propagación y formas de concreción de los progresos en el seno del conjunto. Reparte de cierto modo recursos escasos para obtener, al menor costo, el mejor resultado deseado. La política científica es siempre una respuesta específica a cuestiones básicas interconectadas: ¿Qué ciencias y qué técnicas son buenas? ¿Para qué y para quiénes? ¿Cuánto? ¿Cómo?

Una política científica puede ser nacional o gubernamental. La nacional está constituida por el conjunto de políticas científicas correspondientes a las unidades de los subsistemas político, social, productivo, educativo y científico propiamente dicho. La gubernamental se configura como el conjunto de medidas de intervención de los poderes públicos en relación a la ciencia. Una política científica puede o no ser explícita. Puede concretarse o no en planes, programas, proyectos. Puede o no establecer una comunicación más o menos regular y armónica con otras políticas, incluso la política económica general del Estado.

El análisis de una política científica no puede menos que referirse a dos dimensiones esenciales. En primer lugar, el *ambiente político general* de la ciencia que antes se tuvo en cuenta.

En segundo lugar, los elementos constitutivos e indicativos de la existencia y grado de desarrollo de una política científica: su ideología; el grado de desarrollo de las organizaciones de investigación; el grado de desarrollo de los órganos centrales de política científica y de su integración en el sistema nacional de decisiones; la emergencia y fun-

cionamiento de un subsistema de información y comunicación científico-técnicas.

En tercer lugar, el contenido y los resultados de la política científica intrínsecamente considerada: *a)* formación: instituciones y órganos, personal, producción; prospectiva de objetivos y tiempos; medios materiales, financieros y humanos: usos de conocimientos e innovaciones; *b)* dispositivo del personal, equipos y materiales, en unidades de investigación e innovación; *c)* financiamiento, y *d)* Cooperación internacional.



## CAPÍTULO V

### TRANSFORMACIONES DEL DERECHO PÚBLICO

#### 1. SOBERANÍA ESTATAL Y DERECHO INTERNACIONAL

Con su omnipresencia y su influencia múltiple, Ciencias y Tecnologías, en especial los sistemas integrados de información total y comunicación global, sometidos a una creciente centralización nacional e internacional, penetran y operan en el interior de los espacios nacionales. Por otra parte, desvalorizan las fronteras e invaden y ocupan los espacios externos (marítimos y aéreos) de Estados y naciones. En ambos sentidos afectan la *soberanía* estatal-nacional.

Los Estados soberanos que defienden celosamente su espacio interno y sólo aceptan compromisos limitados hacia afuera, no dejan de ser afectados y modificados cada vez más por una constelación de fuerzas, estructuras y dinámicas económico-políticas. Su soberanía estatal-nacional es sometida a coacciones y exigencias que le imponen formas de suprasoberanía, de hecho o por consenso y *de jure*. Surgen y perduran discrepancias y brechas entre dos polos de la nueva situación histórica, que plantean grandes interrogantes al respecto.

Por un lado, la idea o concepto de la soberanía estatal como poder para realizar actos no sujetos a control de otro poder ni anulables por otra voluntad humana (Hugo Grotius), y por lo tanto como lo propio de “un pueblo que determina su propio destino dentro de los marcos de un aparato político nacional”. Esto se constituye como principio a la vez normativo y analítico, moral y científico, que proporciona los términos de referencia y el alcance explicativo de la teoría política y las ciencias sociales en general, pero también de una parte considerable del Estado y su soberanía; de su naturaleza y realidad, de su práctica y de su destino histórico.<sup>1</sup>

1 Una síntesis crítica de este problema se encuentra en David Held, *Political Theory and the*  
DR © 1993.

Por otro lado, existe y opera cada vez más influyentemente “el sistema económico real de producción, distribución y cambio que de muchos modos sirve para limitar o minar el poder efectivo o el alcance de las autoridades políticas nacionales”. Discrepancias y brechas, múltiples interrogantes, se plantean a través de importantes desarrollos del siglo XX, algunos ya analizados, y otros como los siguientes.<sup>2</sup>

Las dinámicas de la economía mundial y del sistema político interestatal, producen inestabilidades y dificultades dentro de los Estados y entre ellos, que exceden el control de cualquier polo aislado. Ello incluye ante todo el crecimiento acelerado de la integración de los mercados comerciales y financieros internacionales, y las cambiantes estrategias de las corporaciones internacionales.

La interconexión de los mercados financieros, cuyo crecimiento —como se dijo— supera el de los mercados comerciales, que se va dando desde el nacimiento mismo del capitalismo, adquiere ahora una intensidad y envergadura sin precedentes. Ellas provienen sobre todo de la velocidad de transmisión, ligada a los avances en la tecnología de computación y telecomunicaciones, y de la escala de los flujos financieros a través de las fronteras nacionales.

Parte importante de la soberanía tradicional de los Estados nacionales la han constituido sus facultades de *emisión de moneda y fijación de su valor*. “Hoy, la tecnología lleva los juicios del mercado sobre el valor de las monedas a todas partes del planeta en pocos minutos”. Lo hace mediante el

nuevo sistema galopante de finanza internacional, no construido por políticos, economistas, banqueros centrales o ministros de finanzas, ni por conferencias mundiales de alto nivel, sino por la tecnología. La interconexión del planeta por las computadoras y la telemática crea el mercado financiero global, que va reemplazando los acuerdos de Bretton Woods y las estructuras políticas. Si sólo unos pocos políticos reconocieron las posibilidades de la comunicación global instantánea, los traficantes de dinero del mundo llevaron inmediatamente sus tráficos a la nueva infraestructura electrónica global, creando un nuevo sistema monetario internacional gobernado por el patrón de la información”.

Modern State, Stanford University Press, California, 1989, capítulo 8, “Sovereignty. National Politics and the Global System”. Ver también Marcos Kaplan, *Estado y sociedad en América Latina*, México, Editorial Oasis, 1984, capítulo 2.

2 Sobre la naturaleza e implicaciones de la integración financiera internacional he tenido muy en cuenta W. Michael Blumenthal, “The World Economy and Technological Change”, *Foreign Affairs*, New York, vol. 66, núm. 3, 1988; Miles Kahler, “The International Political Economy”, *Foreign Affairs*, New York, vol. 69, núm. 4, 1990.

Hoy, la información sobre las políticas diplomáticas, fiscales y monetarias de todos los países es transmitida instantáneamente a más de 200,000 pantallas en cientos de oficinas comerciales en docenas de países. Con las últimas informaciones, los traficantes juzgan el efecto de nuevas políticas sobre los valores relativos de la moneda del país y en consecuencia compran o venden.

Nueva realidad decisiva, el mundo está unido electrónicamente, sin dejar lugar alguno para esconderse, para confirmar las políticas monetarias y fiscales consideradas sólidas, o impedir que los políticos y gobernantes evadan sus responsabilidades por acciones imprudentes. Ello tiene consecuencias más draconianas que el viejo patrón oro, que además llegan más rápido.

Con los avances tecnológicos, el patrón de vigencia universal, la nerviosidad de las nuevas estructuras mundiales de poder, la rápida diseminación de información, cambian las sociedades y los modos de operar de los gobiernos, sobre todo a través de lo que Walter B. Wriston llama “el nuevo voto global sobre las políticas fiscales y monetarias de las naciones”.

El patrón informático de la economía global ha llegado para quedarse. El mercado financiero mundial no retrocederá a sus viejas fronteras nacionales. El dinero y las ideas cruzan fronteras porosas, reducidas a líneas en los mapas, de una manera y con una velocidad sin precedentes. Los mercados ya no son ubicaciones geográficas, sino datos en pantalla transmitidos desde y hacia cualquier punto del mundo. Los juicios de miles de traficantes, traducen las acciones de los gobiernos en modificaciones de los valores monetarios. Los mercados revelan y evalúan las políticas de los países, y sus gobiernos, que no pueden renunciar al patrón informático, ni escapar del sistema, son presionados para implementar políticas monetarias, fiscales, salariales de solidez aceptada, para armonizarlas, y para reforzar la cooperación financiera internacional. En esta medida, los poderes soberanos de los Estados se ven una vez más afectados.

El *mercado financiero mundial electrónicamente integrado* plantea un problema de *gobernabilidad* a los países, a los Estados y empresas, a las principales clases e instituciones sociales, y al orden mundial. Se abre una brecha entre la tasa de cambio tecnológico y la tasa de ajuste a los cambios por parte de quienes toman las decisiones, es decir, el gobierno, las fuerzas e instituciones políticas, los empresarios, que no pueden absorber ni controlar las incertidumbres, las dislocaciones y desequilibrios.

La autonomía de las políticas económicas de los gobiernos nacionales se ve constreñida en la medida en que los controles sobre el capital se vuelven cada vez menos efectivos, y en que los mercados financieros captan y evalúan los errores políticos y económicos de aquéllos con retrasos cada vez menores. De manera general se ven particularmente afectadas la autonomía y la eficacia del Estado, en el manejo de la macroeconomía dentro de un mundo renovadamente pluralista en la interdependencia asimétrica. La economía nacional deja de ser autónoma y unidad del análisis económico y de la política económica. La economía mundial se vuelve central y determinante de la economía nacional. La tecnología torna rápidamente obsoletas la noción tradicional de soberanía y las políticas y legislaciones restrictivamente nacionales. Ello es cierto sobre todo en cuanto a las políticas y legislaciones monetarias, cambiarias, fiscales, comerciales, industriales, sociales. Es también cierto en cuanto a las políticas de lucha contra las nuevas formas de delincuencia que incorporan los más avanzados recursos tecnológicos (economía criminal en general, delitos financieros, narcotráfico).<sup>3</sup>

Las economías aisladas ya no responden como antes a las medidas gubernamentales de tipo tradicional. El curso de los acontecimientos económicos se vuelve más difícil de comprender y de prever, por parte de gobiernos que se enfrentan a factores, fuerzas, procesos y resultados difícilmente interpretables, predecibles o controlables, en un medio ambiente de incertidumbre e inestabilidad económicas sin precedentes, tanto en lo interno como en lo internacional. El cambio tecnológico revolucionario en un mundo más interdependiente vuelve insuficientes los esfuerzos de ajuste al cambio, de grupos e instituciones nacionales, pero también de los internacionales, lo mismo que las capacidades disponibles para realizar reformas de alcance mundial que logren el ajuste a las nuevas tecnologías y a sus consecuencias.

Al debilitamiento o anulación de la capacidad de control de los gobiernos nacionales no sucede una forma superior de control por el mercado financiero internacionalmente integrado. Los mercados que lo componen (incluidos sus grandes operadores), se revelan ciegos en los años previos a la crisis de la deuda, e inclinados a reaccionar en sentidos exageradamente optimistas o pesimistas, con base en informaciones incompletas. La unión de los principales países y centros financieros y bancarios internacionales en una red integrada única, lleva a una situación ya permanente o estructural de menor o nulo aislamiento respecto

3 Ver Marcos Kaplan, *Aspectos sociopolíticos del narcotráfico*, México, Instituto Nacional de Ciencias penales, 1989; *id.*, *El Estado latinoamericano y el narcotráfico*, México, Porrúa, 1991.



a los choques y cambios, ocurran donde ocurran. Ello puede dar lugar a cadenas de colapsos, como ocurre a partir del *crash* de Wall Street en 1987. Se duda que los mecanismos existentes (Federal Reserve de Estados Unidos, consultas de bancos centrales, prestamistas de última instancia) puedan lograr que el sistema soporte choques más severos y sostenidos que el de 1987.<sup>4</sup>

Las nuevas tecnologías no han logrado debilitar • suprimir definitivamente las restricciones y controles de las exportaciones e importaciones en los mercados de bienes y servicios tan efectivamente como con los mercados financieros, pero han permitido refinar los métodos y prácticas de los comerciantes para evadir las medidas restrictivas de los gobiernos.

De manera más general, los avances científicos y las nuevas tecnologías introducen cambios trascendentes en la definición de los intereses geopolíticos de las potencias y países desarrollados, y la situación de los que no lo son, y replantea así los objetivos nacionales. Ello se evidencia en el secular y siempre actual problema del acceso a las áreas de *materias primas críticas*, cuya importancia relativa cambia. El cable de fibra óptica reemplaza al cobre; la arena se vuelve materia prima para los *chips* de computadora; el barro es base para la producción de la cerámica superconductora. Un gran interrogante se abre respecto al petróleo y sus usos. La introducción de los *tankers* superpetroleros reduce el interés del Canal de Suez en beneficio del Cabo de Buena Esperanza. Los avances científicos inducen cambios en las prioridades diplomáticas y estratégicas.

La erosión del control de los Estados sobre la organización y el funcionamiento de organizaciones e instituciones, y sobre la vida y el trabajo de los habitantes, se va dando tanto para Estados-Nación cerrados sobre sí mismos, como lo fue la URSS y los países del bloque soviético, como para los Estados-Nación más o menos abiertos del capitalismo desarrollado y del mundo en desarrollo. "Soberanía nacional y prominencia política han implicado tradicionalmente el poder del gobierno para regular grandes sectores de la sociedad, de la salud y de la industria pesada". En comparación con la era industrial *stricto sensu*, es creciente la dificultad de ejercer tal poder en la era de la información. Una fábrica de acero se presta al control del gobierno; su producción masiva puede ser fácilmente medida y regulada por el gobierno en cada punto de su proceso. En la nueva era de la información, el medio de

4 Ver Miles Kahler, *op. cit.*

producción típico es un hombre en una computadora, con acceso a bases de datos en todo el mundo, que diseña *microchips* comparables en complejidad a toda una instalación siderúrgica. Con ello está en condiciones de fabricar programas de *software* que comprenden una secuencia codificada de pulsaciones electrónicas que eluden cualquier control de exportación, y manejar una línea de producción en cualquier parte del globo. Una vez más, el desarrollo tecnológico va abriendo una brecha económica entre los intereses de los empresarios y la autoridad de los gobiernos nacionales.<sup>5</sup>

Si bien la organización global de la producción en sectores como el petróleo comenzó hace ya muchas décadas,<sup>6</sup> es hacia la década de 1980 que tal fenómeno se va desarrollando, generalizando y adquiriendo primacía, como antes se vio, bajo la forma de *fábrica global*. En busca de modalidades de articulación de su capital con las ventajas tecnológicas que se erosionan rápidamente y con el trabajo barato, las empresas transnacionales de los países industriales de economía de mercado desarrollan como se vio sedes de producción y abastecimiento en todo el mundo. Buscan mejorar su posición competitiva por arreglos cooperativos (acuerdos de licencia, *joint ventures*) con firmas que en otros contextos serían sus rivales. Los ritmos diferentes de la integración en los mercados de capitales, de bienes y de trabajo, influyen en el desarrollo de estrategias cada vez más complejas de las empresas transnacionales.

Estas estrategias de firmas gigantes pero también medianas, van borrando la distinción entre país de origen y país huésped. Las redes de interconexiones de las corporaciones, el entrecruzamiento de sus intereses, complican la definición de lo que es el interés económico nacional; hacen menos probables los esfuerzos restrictivos tanto nacionales como internacionales, su efectividad y sus efectos benéficos.<sup>7</sup>

Caso ejemplar de este juego de fuerzas y procesos que es parte muy significativa de los factores causales, rasgos y resultados de la Tercera Revolución, es la *internacionalización del fenómeno informático*, resultante —en el análisis de Jorge M. Bekerman que tengo muy en cuenta en lo que sigue— de tres causas concurrentes.

Primero, los productores y comercializadores de *hardware* y *software* actúan en mercados que trascienden los Estados nacionales. Instalan

5 Walter B. Wriston, "Technology and Sovereignty", *cit.*

6 Ver John M. Blair, *The Control of Oil*, New York, Vintage Books-Random House, 1978; Miguel Ángel Fernández Delgado, *Desarrollo histórico de las formas jurídicas para el control y conservación del petróleo*, tomo II en Marcos Kaplan, coordinador, *Revolución tecnológica, Estado y derecho*, México, PEMEX/UNAM, 1993.

7 Ver Kahler, *op. cit.*

plantas productoras de partes en diversos países, según las economías de escala y los incentivos de cada localización; integran partes en otros países, intercambian información y tecnología entre matriz y filiales; venden a partir de países que no son los de origen de los productores.<sup>8</sup>

Segundo, la internacionalización se vincula con la naturaleza de una informática que no respeta fronteras políticas, salta sobre las que se le oponen, amparada en el reconocimiento internacional de derechos y libertades.

Tercero, el desarrollo de las telecomunicaciones, las redes interconectadas de transferencia electrónica de información, fondos y valores, hacen desaparecer las barreras de tiempo y espacio, geográficas y políticas, con efectos integradores y concentradores en la economía mundial. En constante desarrollo e implantación en la economía mundial, la informática produce desequilibrios en otras áreas de la economía mundial, suscita creatividad y nuevas demandas. Las entidades financieras usan la informática para el ordenamiento y la agilización de sus actividades y operaciones; le descubren nuevas potencialidades; le demandan técnicos y tecnologías, medios materiales y lógicos para la realización de sus posibilidades.

Por sus realidades y potencialidades, la informática asume un papel crucial y una posición dominante en la economía mundial; modifica la importancia relativa de bienes y servicios; diferencia a los países desarrollados según sus grados de dominio y avance en información y comunicaciones; opera como instrumento de dominación y explotación de aquéllos sobre los países en desarrollo, contribuye decisivamente a la ampliación de la brecha entre unos y otros.

A partir de los puntos de vista e intereses contrapuestos de los países desarrollados entre sí, y de éstos con los países en desarrollo, la naturaleza crecientemente internacional de la informática ha hecho surgir problemas jurídicos en relación a la protección del individuo, del *software* y de las bases de datos, manifestados en el enfrentamiento de legislaciones, doctrinas y jurisprudencias.

Las categorías y significados tradicionales de las leyes sobre el derecho de propiedad intelectual, por ejemplo en lo referente a cosas corporales e incorporeales, han desdibujado sus límites por los avances tecnológicos. Los activos intelectuales se vuelven cada vez más abstractos e intangibles. La internacionalización de la economía mundial

8 Ver Jorge M. Bekerman, "Informática: su regulación jurídica internacional 'vis-à-vis' la brecha tecnológica", en Gérard Farjat *et al.*, *El derecho y las nuevas tecnologías*, separata de la *Revista de Derecho Industrial*, Buenos Aires, núm. 33, 1990.



hace perder sustento al sistema de propiedad intelectual. Los Estados Unidos y los otros países desarrollados que son productores de *software* y buscan protegerlo como derechos de autor, y mediante la defensa de su patentabilidad en fortalecimiento de su monopolio, aplican sanciones comerciales a quienes los infringen y esgrimen la amenaza de costosos pleitos para productores de los países en desarrollo. La patentabilidad del *software* refuerza la alta capacidad general de investigación y desarrollo de los países avanzados, en consiguiente detrimento de la capacidad de producción y exportación de *software* de los países en desarrollo.<sup>9</sup>

De esta manera, las nuevas tecnologías son factor y componente decisivo en la internacionalización de los procesos económicos en gran número de esferas clave: comunicaciones, producción, comercio, finanzas; aumentan radicalmente la movilidad de las unidades económicas y la sensibilidad mutua de mercados y sociedades. Mediante la revolución del transporte y las comunicaciones, aquéllas erosionan las fronteras entre mercados separados, que son condición de las políticas nacionales autónomas. Se reduce en consecuencia, como se dijo, la posibilidad misma de una política económica nacional, en lo general y en lo sectorial. Las políticas monetarias y fiscales de los gobiernos nacionales, son dominadas por los movimientos en los mercados financieros internacionales. Los niveles de empleo, inversión e ingreso dentro de un país son con frecuencia subordinados a las decisiones de ubicación productiva de las empresas transnacionales. Aun cuando éstas tienen una base nacional claramente establecida, sus intereses se definen más por su rentabilidad global y su posición financiera general que por los del país de origen y, con mucha más razón, al margen de los intereses de los países de implantación.<sup>10</sup>

A los papeles y efectos restrictivos y erosivos de la soberanía estatal-nacional que provienen de las fuerzas y procesos de la economía y las finanzas internacionales, se agregan otros, en parte antes analizados, convergentes desde la estructura altamente concentrada del poder mundial, las potencias hegemónicas y bloques de poder, los organismos internacionales, el derecho internacional (*cfr. supra*).

El funcionamiento del sistema internacional, caracterizado por la existencia de potencias hegemónicas, alianzas y bloques de poder, contribuye a reducir la soberanía del Estado como actor diplomático y estratégico-militar, de acuerdo al lugar que ocupe en la escala jerárquica

9 Ver Bekerman, "El derecho y las nuevas tecnologías", *cit.*

10 Ver David Held, *Political Theory...*, *cit.*; Miles Kahler, *op. cit.*



mundial. Lo pueden restringir en la iniciación de políticas exteriores; en la realización de preocupaciones estratégicas; en la elección de tecnologías militares. Le imponen —en un mundo donde se mantienen o acentúan las tendencias normales a la acumulación de medios de guerra, y a los conflictos regionales y localizados—, la participación en la carrera armamentista y el sometimiento a los actores y fuerzas que la controlan y usufructúan.<sup>11</sup>

La tendencia a la atenuación de los límites entre lo externo y lo interno, lo internacional y lo nacional, se evidencia en el área de la *seguridad* del Estado. Las alianzas-bloques —la OTAN o el Pacto de Varsovia, y otros—, generan una preocupación permanente por la estabilidad interna de sus miembros, condición vital de la cohesión política y militar de la coalición. El temor a los enemigos externos y a los (reales o supuestos) enemigos del interior, induce y justifica que las cuestiones internacionales de seguridad invadan las cuestiones políticas internas. Justifica también que cuestiones de indudable interés nacional, susceptibles de alta controversia, puedan ser colocadas más allá de la discusión pública, atribuidas sólo a ciertos órganos y cierto personal del aparato del Estado, en detrimento de la participación de otros órganos y otra parte del personal, y en detrimento de la naturaleza y vigencia del derecho público y del Estado democrático soberano. Este aspecto es uno de los que inciden, como se verá luego, en la crisis del derecho constitucional.

El impacto de las nuevas tecnologías en el manejo de las cuestiones diplomáticas y estratégicas es difuso y multidireccional. Informática y telecomunicaciones inciden en la definición de imágenes, tendencias y alternativas. Por una parte, puede sesgar la información, manipularla y usarla para endurecer diferencias entre Estados y naciones, e incitar a conflictos. Por otra parte, aquéllas pueden crear públicos informados y políticamente activos y movilizables. Puede en este segundo sentido restringir la autonomía e iniciativa del Estado para la guerra aun en los casos en que una potencia puede tener el privilegio de actuar al margen de las restricciones impuestas por la pertenencia a una alianza.

La tradicional prerrogativa de un gobierno soberano de perseguir lo que define como su interés nacional por medio de la guerra, está hoy severamente circunscrita por los efectos de la tecnología de información. El impacto de la televisión sobre los aspectos monstruosos de la violencia a través de los armamentos altamente tecnificados, los costos

11 Ver Anthony Sampson, *The Arms Bazaar*, cit.

humanos en muertes y mutilaciones, incluso la revelación pública de cuestiones consideradas secretas por razones de seguridad, generan en los Estados Unidos, y en menor grado en sus aliados de la OTAN, fuertes corrientes de opinión y movimientos que contribuyen a imponer al gobierno norteamericano la búsqueda de una paz negociada en la guerra de Vietnam. Consciente de esta restricción, el gobierno de Gran Bretaña limita severamente la cobertura de las operaciones en la guerra de las Malvinas por la prensa escrita y sobre todo televisiva. Un gobierno democrático bajo las luces de la televisión ya no podría llevar a cabo una operación militar sostenida con fuertes bajas, lo que significa de por sí una alteración sustancial de un aspecto importante de la soberanía.<sup>12</sup>

La creciente incapacidad de los gobiernos soberanos para regular los asuntos e intereses nacionales exclusivamente de acuerdo a su propia definición, tiene profundas implicaciones en materia de política exterior, seguridad y estrategia. El monopolio gubernamental que pretendió tener la Unión Soviética sobre las fotografías tomadas desde el espacio, es quebrado por el lanzamiento en febrero 1986 del satélite privado francés SPOT. La empresa francesa publica fotos del desastre nuclear de Chernobyl en la primera página de los periódicos de todo el mundo, y obliga así al gobierno de la URSS a admitir la gravedad del acontecimiento. En este como en otros casos, el poder del uso de la información se desplaza del Estado al sector privado. Lo que SPOT revela sobre Chernobyl podría ser revelado sobre las sedes militares de los Estados Unidos. No puede haber una censura de los Estados Unidos sobre las fotos de SPOT como la hubo de hecho con las fotos del LANDSAT norteamericano. En adelante, una agencia noticiosa internacional podría comprar su propio satélite de alta resolución. Potencias y Estados de países desarrollados pueden ya ofrecer la venta de imágenes de alta calidad a cualquiera, fuera de sus fronteras, que pague el precio requerido. Las reglas nacionales de los Estados Unidos, y las de cualquier otra potencia o nación desarrollada, que limitan el poder de los satélites civiles, van siendo erosionadas y privadas de efectividad. Se plantea así cada vez más un choque en el espacio y un dilema general, entre lo que pretenden los guardianes de la seguridad nacional, por una parte, y los partidarios del derecho a la información. “[...] Se está volviendo progresivamente más difícil para las naciones afirmar lo que no es cierto si el ‘espía en el cielo’ no está controlado por el gobierno”.<sup>13</sup>

12 Walter B. Wriston, “Technology and Sovereignty”, *cit.*

13 Wriston, *cit.*

El problema de la adaptación a una nueva definición de la soberanía bajo el impacto de las nuevas tecnologías ha venido afectando, no sólo a los Estados democrático-liberales y a las sociedades abiertas, sino también a los Estados autoritarios o totalitarios y a sus sociedades más o menos cerradas. Los problemas de la Unión Soviética al respecto han sido

de doble tipo: primero, los regímenes comunistas han confiado siempre en alguna medida en su capacidad para controlar lo que sus ciudadanos ven y oyen. Este control está comenzando (en 1988. M. K.) a deslizarse, y desde el punto de vista de los Soviets, la situación de volverá mucho peor. Además de que las fronteras se van volviendo cada vez más porosas a las transmisiones de televisión y radio, estudios en el Center for Information Policy Research de Harvard revelan que los ciudadanos de los países de Europa Oriental tienen poca dificultad en lograr acceso a las videocasetas; el número de ellas disponibles en Moscú crece diariamente. La KGB está preocupada que las videopelículas sean usadas para *magnitizdat* —palabra acuñada para la “publicación de cintas”— por grupos políticos opositores.

El segundo gran problema del Estado soviético ha sido si la URSS seguiría teniendo una posición dirigente en materia de ciencia.

La moderna investigación científica requiere crecientemente la capacidad para tener acceso a bases de datos gigantescas en lugares remotos. Si el acceso es limitado a un muy pequeño número de científicos, el progreso será más lento. Por otra parte, la apertura de supercomputadoras y bases de datos a grandes números de hombres y mujeres afloja obviamente el control del Estado sobre los datos, y el dilema seguirá agravándose.<sup>14</sup>

Más generalmente, el mundo está cubierto hoy por una vasta y densa red de regímenes y organizaciones internacionales y transnacionales referidas a lo económico-financiero (Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional), lo militar (OTAN, ex-Pacto de Varsovia), lo científico, y a determinados espacios (regional como la Comunidad Europea, oceánico, aéreo) (*cfr. infra*). El desarrollo de estas organizaciones (públicas, corporativas, no gubernamentales), contribuye a los cambios en las estructuras y formas de decisión en la política mundial, en un sentido transnacional-globalizante, y por lo tanto restrictivo de la autodeterminación del Estado-Nación soberano.

<sup>14</sup> Wriston, *cit.*

Aunque de manera lenta e incompleta, con avances y retrocesos, el *derecho internacional* se desarrolla en el sentido del sometimiento de gobiernos, grupos, organizaciones e individuos a nuevas regulaciones. El reconocimiento, aunque aún sin el respaldo de instituciones con capacidad coercitiva, de ciertos derechos y deberes, trasciende las pretensiones soberanas de los Estados nacionales.

En resumen, la multiplicación de fuerzas y lazos transnacionales y de procesos globalizantes, de intensidad y velocidad crecientes, estimulan nuevas formas de jerarquización y decisión colectivas, que involucran a Estados, organizaciones intergubernamentales, grupos de interés, presión y poder internacionales. Políticos, gobernantes, administradores, sienten y opinan que ya no controlan muchos de los factores que determinan el destino de un Estado-Nación. Fuerzas internacionales limitan las opciones del Estado, o imposibilitan realizar determinadas políticas nacionales. Correlativamente y a la inversa avanza la multi o transnacionalización de decisiones y actividades antes domésticas, y se intensifica el entrelazamiento de sus redes dentro de marcos multinacionales.

Las restricciones afectan la soberanía con aspectos, niveles y alcances diferentes. Pueden resultar en una situación *de jure*, de debilitamiento o pérdida de ciertos aspectos de la soberanía formal; de disminución del control legal y efectivo sobre los instrumentos y procesos de determinación de los intereses, objetivos y lineamientos políticos. O bien, puede ser *de facto*, como pérdida de autonomía y capacidades políticas y económicas para realizar estas políticas una vez fijadas. En otras palabras, puede darse la pérdida de la soberanía del Estado, o su mantenimiento pero con disminución de su autonomía para realizarla.

Las fuerzas examinadas se combinan para restringir la soberanía formal y/o la libertad de acción de los Estados; borran las diferencias entre políticas domésticas e internacionales; cambian las condiciones de toma de decisiones políticas y de realización de las acciones políticas, su contexto legal, institucional y organizativo, las prácticas administrativas. Se oscurecen así las responsabilidades y las capacidades de control de los Estados nacionales.

Los grados, alcances y efectos de las restricciones y retos a la soberanía varían y deben ser calificadas, según los casos, las etapas históricas, los espacios, el interjuego de las condiciones económicas y las políticas, de las internacionales y las nacionales. El avance de la transnacionalización y de la globalización no llega a cumplirse de manera uniforme en todo el mundo y para todos los Estados-Nación, ni a tener un carácter absoluto y definitivo. La economía mundial y el



sistema político interestatal tienen desniveles y discontinuidades; crean brechas y nichos; abren espacios de autonomización y refuerzo de soberanía para Estados-Nación que quieran y tengan las capacidades para aprovecharlos. Factores condicionantes son la ubicación de los Estados-Nación en la economía global, en la división internacional del trabajo, en un bloque de poder, en relación al sistema legal internacional, y a las principales organizaciones internacionales. Las tensiones y conflictos particulares entre lo económico y lo político suelen ser diferentes en el interior de distintas esferas, y entre ellas, como se ha revelado en las confrontaciones Oeste-Oeste, Norte-Sur y Este-Oeste.

Los Estados están así desigualmente integrados en la economía mundial y en el sistema político internacional. Los actores y procesos políticos nacionales pueden ser más o menos fuertemente influidos por fuerzas y dinámicas globales en algunos países, o nacionales o regionales en otros. Algunos Estados pueden tratar de aislar relativamente sus economías de las redes económicas transnacionales, mediante los intentos de restauración de fronteras, de separación de mercados, de extensión de las leyes nacionales para el control de factores con movilidad internacional. Pueden también adoptar políticas de cooperación o de integración con otros países, como la Comunidad Económica Europea, la ALADI, el Grupo Andino. Los Estados siguen ejerciendo su soberanía; aceptan restricciones a la misma, pero adquieren nuevas capacidades para regular mejor fuerzas y relaciones transnacionales que están más allá de su control efectivo, y pueden involucrarse en nuevas formas de participación e intervención políticas. También de estas maneras los Estados renuevan sus derechos y obligaciones a través del sistema internacional.<sup>15</sup>

Aun en un complejo mundo interdependiente, la soberanía *de jure* y la *de facto*, como idea y como praxis sigue siendo una fuerza poderosa y compelente, especialmente respecto a la capacidad del Estado para ejercer su poder coercitivo. En conjunto, los Estados siguen no dispuestos u opuestos a someter sus disputas con otros Estados al arbitraje de una autoridad superior (Naciones Unidas, corte internacional, otros cuerpos de igual naturaleza). Todo Estado sigue preservando celosamente su derecho de ir a la guerra.

15 Sobre las experiencias de integración supranacional, ver Ramón Tamames, *Estructura económica internacional*, 15ª ed., Madrid, Alianza Editorial, 1991; Leon Hurwitz y Christian Lequesne, editores, *The State of The European Community - Policies, Institutions, and Debates in the Transition Years*, Boulder Colorado, Lynne Rienner Publishers, 1991; Marcos Kaplan, "El sistema de las relaciones políticas y económicas entre los países latinoamericanos: tendencias y evolución futura", *Integración Latinoamericana*, Buenos Aires, núm. 108, diciembre 1985.

Las restricciones provenientes del sistema internacional y de las tendencias a la transnacionalización y a la globalización no significan, hasta ahora, el total debilitamiento o la condena a la extinción del Estado-Nación ni de su soberanía y autonomía de ejercicio. Significan sí infracciones a la soberanía y restricciones a la autonomía, e imponen los interrogantes respecto a la idea de una soberanía ilimitada e indivisible en la teoría y en su ejercicio real.

Los Estados y las corporaciones de potencias y países desarrollados se apoyan en las nuevas tecnologías para la penetración de los espacios contenidos dentro de fronteras nacionales, pero también para la invasión de los nuevos espacios marítimos y aéreos, y en ambas dimensiones co-producen o refuerzan los procesos y formas de restricción de la soberanía y de destrucción del medio ambiente.

### *Las Nuevas Fronteras Marinas y Espaciales y el Derecho Internacional*

El mar, última frontera humana en el planeta, es objeto de una rivalidad encarnizada, entre Estados y corporaciones de potencias, países industrializados y en desarrollo, centrales y periféricos, ribereños y marítimos. La diversificación y la confrontación de intereses resulta de las posibilidades de dominación y explotación, de acceso a una incalculable riqueza en recursos y posibilidades, que océanos y mares ofrecen, en términos económicos, político-diplomáticos y estratégicos; y del grado de disponibilidad de las nuevas ciencias y tecnologías marinas.<sup>16</sup>

La *frontera marina* abarca tres *espacios* principales. En primer lugar los bordes continentales, que prolongan los continentes bajo el mar, son propiedad de ribereños y susceptibles de explotación inmediata. En segundo lugar, las grandes cuencas oceánicas profundas. En tercer lugar, las cadenas mediooceánicas. Cada uno de los espacios tiene requerimientos tecnológicos específicos para la exploración y explotación de la amplia gama de recursos que en ellos se acumulan, todos en mayor o menor grado de importancia crítica. Los principales recursos marinos son: petróleo, nódulos polimetálicos, arenas, placeres submarinos, pesca. A ello se agregan las posibilidades de uso del mar para fines de guerra.

Los recursos en el *petróleo* marino aumentan de modo continuo y rápido. Se los explota en plataformas continentales y pequeñas cuencas oceánicas poco profundas. Para la explotación de los recursos potencia-

<sup>16</sup> Ver Tony Loftas, *The Last Resource - Man's Exploitation of the Oceans*, Penguin Books, 1970; Brenda Hotsfield y Peter Bennet Stone, *The Great Ocean Business*, New York, Mentor Books, 1972.

les en fosas profundas existen necesidades tecnológicas de largo plazo, referidas a la exploración, la explotación y producción, el almacenamiento y transporte, el apoyo (observación, mantenimiento, reparación, intervenciones en profundidad).

Los *nódulos polimetálicos* son minerales marinos, agrupados en concreciones esféricas, de composición variable, dispersos en el fondo de los océanos, en la superficie de los sedimentos. Su explotación requiere campos de exploración, recolección industrial (dragado, procedimientos hidráulicos), tratamiento económico; avances en la investigación y desarrollo. Implican por lo tanto grandes dimensiones y capitales, riesgos técnicos y financieros. De ello sólo pueden hacerse cargo grandes sociedades mineras (Estados Unidos, Japón, Canadá, Alemania, Francia), y grandes consorcios que reúnen a las principales de aquéllas. También, por consiguiente, un régimen jurídico de los grandes fondos marinos a definir que garantice a los inversores una explotación satisfactoria. Lo mismo ocurre con otros recursos marinos, como las arenas, y los placeres submarinos, es decir, concentraciones de minerales pesados provocados por la acción selectiva de olas y corrientes.

Industrias pesadas de primera transformación, van abandonando sitios mineros terrestres, en favor del borde del mar, para aprovechar la mutación científica y tecnológica posibilitada por el avance de la Oceanografía, que vuelve disponible a bajo precio los minerales de toda proveniencia. Los recursos minerales que la humanidad necesita tendrían cada vez más de los fondos marinos.

La pesca es actividad cada vez más vital para la vida económica. Ofrece alimento relativamente barato a poblaciones de países industriales o en vías de industrialización, que abandonan la agricultura para trabajar en las ciudades, o disponen de una superficie arable restringida, o ven obstaculizado su desarrollo agrícola. Factor compensador de desequilibrios alimentarios, la pesca abre además perspectivas a otras industrias: tratamiento y distribución del pescado; producción de harina de pescado; comercio mayorista y minorista; construcción naval; fabricación de implementos y máquinas de pesca y otras industrias conexas. La pesca es creadora de empleos, fuente importante de divisas.

Las expectativas de aumento de la población mundial, de sus ingresos y consumos, autorizan a esperar el aumento de la demanda y el aprovisionamiento de pescado, y con ello de las incitaciones a la explotación hasta el límite del rendimiento potencial de los recursos ictiológicos clásicos. Las pesquerías proporcionan casi una cuarta parte de la oferta mundial de proteína animal, pero enfrentan amenazas de diversas fuentes. Es posible la caída del potencial de *stocks* de pescados clásicos, la



desaparición de especies actualmente consumidas, la entrada en el mercado de otras que son hoy de poco interés comercial. Se plantean las necesidades de un aumento notable de la producción piscícola, y de regulación de los recursos existentes; de nuevas tecnologías de producción, distribución, comunicaciones e infraestructuras; de una gestión de los recursos pesqueros para proteger especies sobreexplotadas o que lo serán pronto; de rápido desarrollo de la *aquacultura* para evitar la disminución del consumo por habitante.

Estos desarrollos replantean las condiciones y las alternativas de la explotación y de la distribución de los nuevos recursos oceánicos (piscicultura, agricultura y minería submarinas), y también de defensa y ataque militares. Determina además un grave conflicto entre intereses nacionales e internacionales, corporativos y sociales. Las potencias y corporaciones implicadas en la competencia o lucha por el mar buscan imponer sus intereses y motivaciones en términos de lucratividad y poder. Afirman que los recursos submarinos no son ni deben ser de nadie, pertenecen a quien sea capaz de apoderarse de ellos, retenerlos y explotarlos. Despliegan conductas de rapiña agotadora: exceso de pesca con ayuda tecnológica; destrucción de especies; polución del agua; robo y uso malicioso (económico y militar) de recursos. Todo ello, reforzado por un desconocimiento arrogante de la ecología de la vida marina, crea o agrava la posibilidad de destrucción del medio ambiente oceánico.

Los fondos marinos se vuelven además objetivo estratégico de primera importancia, susceptible de dar nacimiento a una carrera armamentista tan costosa y destructiva como la espacial. Los progresos tecnológicos que han posibilitado la explotación de los recursos económicos de los fondos (submarinos y otros vehículos, técnicas para pasar largos periodos bajo el agua, televisión y sensor, métodos de perforación en profundidad) son susceptibles de utilización militar. La mayor parte de la investigación al respecto ha sido cumplida por grupos militares (en Estados Unidos, y en la ex-URSS).<sup>17</sup>

Los fondos marinos confieren superiores ventajas estratégicas y tácticas. Dan capacidad de disimulación frente a los proyectiles balísticos y los satélites de observación, y también frente a los armamentos clásicos (torpedos). Es posible constituir depósitos de proyectiles ofensivos y defensivos, en promontorios submarinos, cerca del propio terri-

17 Sobre las implicaciones estratégicas de los océanos, ver Gérard Chaliand y Jean-Pierre Rageau, *Atlas stratégique - Géopolitique des rapports de forces dans le monde*, Paris, Fayard, 1983, pp. 52 y ss.



torio o del territorio del enemigo potencial. Es posible también establecer talleres de reparación submarinos, depósitos de navíos submarinos, materiales, estaciones de reconocimiento, centros de comunicación. La inmersión de hidrófonos y otros procedimientos de registro sonoro, cuyos datos son transmitidos a tierra y tratados por computadoras, permiten registrar movimientos de submarinos a partir de sus bases.

Se han ido planteando numerosos problemas de soberanía. Se crean los peligros de pujas provocativas entre navíos (mercantes, científicos, pesqueros, mineros y militares), y de enfrentamientos armados para asegurar el control de las alturas submarinas y para destruir los instrumentos del enemigo o impedirle asegurar el dominio de posiciones clave o de defensa de sus instalaciones. Ello se ve agravado por el hecho que las ventajas científicas y tecnológicas y las capacidades financieras están disponibles sólo para las grandes potencias, agravándose aún más el desequilibrio entre países ricos y pobres, y con ello las posibilidades de abusos y conflictos. Se multiplican las amenazas siniestras a la vida oceánica y a las actividades pacíficas. El agua de océanos y mares es envenenada por el petróleo, los detergentes, los pesticidas, la prueba de armas, la difusión de elementos radiactivos (desechos terrestres, submarinos nucleares). El agua del océano afecta vastos ciclos ecológicos en los que interactúan diferentes especies entre sí y con sus medio ambientes. La seguridad en el planeta está en peligro cuando una nación o una corporación puede afectar impunemente a otra, a otras, o a todas.

La distribución, acceso y uso de los recursos marinos enfrenta opciones fundamentales: intereses nacionales vs. el internacionalismo del patrimonio común de la humanidad, intereses particularistas vs. intereses colectivos, países ribereños y potencias marítimas. Las respuestas se organizan en diferentes posibilidades.

En una primera, de colonialismo submarino, se ve a los recursos oceánicos como parte de una nueva frontera abierta, pertenecientes a los que se apoderan de ellos. En el otro extremo, los recursos oceánicos, en tanto patrimonio común de la humanidad, pertenecen a la Organización de las Naciones Unidas, que podría arrendarlos a naciones o compañías a cambio de regalías sobre la riqueza extraída. Entre ambos extremos se ubican alternativas intermedias.

La alternativa de la internacionalización de los fondos oceánicos enfrenta una gama de objeciones y obstáculos. Unas y otros provienen de la oposición de intereses creados y posiciones tomadas, instalados y operantes: nacionales, corporativos, comerciales; laborales; militares y navales; diplomáticos; ecologistas. A ello se agregan, en refuerzo de los obstáculos, las dificultades en el logro de un consenso simultáneo de

todas las grandes potencias (presionadas por considerables fuerzas internas), y de la mayoría mundial de países en desarrollo; así como las situaciones y posiciones divergentes de países ribereños y países marítimos.

En esta materia (como en otras similares), la obsolescencia del *derecho internacional* frente al avance tecnológico se manifiesta en la carencia o inadecuación de normas obligatorias y de autoridades supranacionales con jurisdicción e imperio. La Convención de 1964 sobre soberanía estatal de los minerales de la plataforma continental ignora la dimensión de los fondos marinos. Un primer Tratado de Desmilitarización de los Mares, firmado por 67 países el 11 de febrero de 1971, resulta notoriamente insuficiente. Se mantiene la gravitación e inercia de que cada Estado pretenda imponer su propia visión del problema y tener acceso creciente a los espacios y recursos marinos, con las consiguientes consecuencias de multiplicación de conflictos entre poderes desiguales. Se plantea la necesidad de un nuevo tratado más global y universalmente aceptado.

Como acuerdo internacional que regula el uso y explotación de los océanos, la Tercera Convención de las Naciones Unidas sobre *Derecho del Mar*, firmada en 1982 por 138 Estados, prescribe una minería limitada y estrictamente controlada en el lecho marino; establece en general el límite de 12 millas para las aguas territoriales; da a los barcos de todas las naciones el derecho de “paso inocente” a través de estrechos cruciales; fija regulaciones anticontaminantes internacionales. La mayor parte de las naciones industriales se oponen a las restricciones para la minería del fondo del mar, pero las del Tercer Mundo, principales beneficiarias del acuerdo, favorecen el Tratado y crean la mayoría que permite hacerlo pasar. En 1982, los Estados Unidos votan contra el Tratado. En 1987, la Convención ha sido ratificada sólo por 14 Estados, 46 menos de lo requerido. En todo caso, el Tratado ha comenzado a modelar un régimen oceánico interestatal.

Los Estados ribereños reclaman *zonas económicas exclusivas* que se extienden 200 millas náuticas fuera de la costa o 350 millas y más en la plataforma continental.

En el proceso de establecer y extender las zonas económicas exclusivas, aun el más pequeño de los territorios insulares tiene un valor enorme. Una tercera parte de los mares (que en sí mismos cubren 70% de la superficie del planeta, todos sus recursos petroleros y minerales fuera de la costa, y la mayor parte de sus pescados marinos) quedan vinculado de esta manera.

Las muchas áreas en que las zonas económicas exclusivas se traslapan son áreas de conflicto potencial. Algunas de ellas han causado o exacerbado disputas ya existentes [...] La aceptación general de las zonas económicas exclusivas, y de las [...] zonas pesqueras exclusivas ha restringido la estampida a la extensión de aguas territoriales, que son reserva reconocida del derecho estatal. El límite normal para las aguas territoriales parece ahora establecerse en 12 millas marítimas. Esto es sustancialmente más que las tradicionales tres millas todavía afirmadas por las viejas potencias marítimas (Reino Unido, Estados Unidos y otras) pero mucho menos que las reclamaciones de algunos países latinoamericanos y africanos que extienden el límite de sus zonas económicas exclusivas.<sup>18</sup>

El avance en el *espacio*, como segunda nueva gran frontera, ha sido también posibilitado por las Ciencias y Técnicas de la Tercera Revolución, generado y reforzado por múltiples estímulos: militares, económicos, productivos, comerciales, políticos, diplomáticos.

La invasión del espacio se cumple ante todo con la mayoría de los satélites, un 60 % o más, que han sido diseñados y lanzados para fines puramente militares: carrera armamentista, guerra de inteligencia en el espacio; satélites espías, de vigilancia y alarma temprana, de comunicación militar, de navegación, misiles antisatélites. Es prácticamente imposible, sin embargo, distinguir precisamente entre satélites militares y comerciales; los de un tipo pueden cumplir funciones asociadas con los del otro.

La comercialización del espacio comienza en 1962, con el establecimiento por el Congreso de los Estados Unidos de la Communications Satellite Corporation (COMSAT), compañía privada a cargo de las comunicaciones por satélite nacionales, comienzo de un desarrollo de signo libreempresista.

Los satélites comerciales comienzan a ser usados para las transmisiones telefónicas, por telex, y servicios de datos; para las comunicaciones internas de las corporaciones; la transmisión facsimilar de periódicos y documentos; la televisión.

Primer país en el uso del espacio para fines comerciales, y por años único proveedor de lanzamientos de satélites comerciales, los Estados Unidos comienzan a sufrir luego una fuerte competencia de otros países que se incorporan a la carrera espacial.

Esta carrera en general, y sobre todo las operaciones por satélite, plantean grandes problemas. Éstos se refieren sobre todo a: contenido

18 Michael Kidron y Ronald Segal. *The New State of the World Atlas*, New York, Simon and Schuster, 1987.

de las transmisiones; propiedad de los satélites; patrocinio y contenido de los programas (comercialismo, publicidad, trivialización y desinformación, o calidad y funciones de educación y culturización); dominación a través de la tecnología espacial. A falta de un control internacional, la soberanía nacional se ve amenazada por la proliferación de actividades unilaterales • multilaterales que dominan los canales, hacen sus propias reglas, irradian e imponen la ideología y la cultura de las naciones ricas, en confrontación y en detrimento de las propias de la mayoría de naciones pobres del planeta.

Estos problemas y conflictos plantean así dilemas interconectados de política internacional: ¿desarrollo por la empresa privada o por el Estado?, ¿preservación u obsolescencia de la soberanía nacional?, ¿rivalidad o colaboración internacionales?, ¿desregulación absoluta • control internacional?, ¿interdependencia equitativa o hegemonía cultural irresistible?

## 2. CIENCIA Y DERECHO

Los nexos e interrelaciones de la constelación Ciencia (ciencias básicas y experimentales, tecnologías, técnicas, investigación y desarrollo) y el derecho, de las fuerzas, estructuras y procesos de una y otro, los resultados de tales nexos e interrelaciones son, como se dijo (tomo I), directas e indirectas.

La Ciencia afecta al derecho y le impone modificaciones. Ello se da ante todo en los cambios y consecuencias que la Ciencia puede traer aparejados en los llamados *niveles y dimensiones de conocimiento, invención e innovación*, como base y fondo de normas jurídicas particulares y del ordenamiento jurídico en su unidad y generalidad. La Ciencia puede condicionar o determinar el horizonte o la gama de problemas, en un sector de la vida social, o en su conjunto; vuelve necesarias las soluciones a los problemas jurídicos que emerjan o deriven de los hechos.<sup>19</sup>

Investigaciones, descubrimientos, innovaciones, sus concreciones e impactos en los fundamentos y marcos tecnológicos de una sociedad, pueden producir cambios en normas particulares, pero también en los principios jurídicos y en los valores, como pensamientos rectores de una determinada regulación, y cambios en el sentido de la regulación en general.

19 Ver Luis Díez Picado, "Cambio social y evolución jurídica en la sociedad de la información", *Revista de Derecho Industrial*, Buenos Aires, año 8, núm. 22, enero-abril 1986.



El incremento en la cantidad y en la calidad de las investigaciones, descubrimientos e innovaciones pueden, en determinadas situaciones históricas, incidir en el corazón mismo del sistema jurídico, en sus principales formas y contenidos. Ello se ha dado con particular fuerza y relieve en la situación contemporánea, sobre todo en la actual fase de la Tercera Revolución, por la continuidad, la intensificación y la profundización del desarrollo capitalista que sigue cada vez más convirtiendo a la novedad, la movilidad y la incertidumbre en elementos decisivos de la vida social, a tener muy en cuenta por el derecho.

Con las nuevas ciencias y tecnologías, y con las tradicionales en transformación, sobre todo cuando ellas y sus aplicaciones tecnológicas plantean problemas importantes para los cuales no hay precedentes, el derecho debe —en todo caso debería— avanzar a grandes pasos, proponer respuestas más o menos inmediatas. Ello es cierto sobre todo para ciertas áreas que en determinadas épocas tienen mayor evolución que otras. El derecho debe hacerse cargo de la elaboración, formalización y regulación de prácticas nacientes o próximas a nacer.<sup>20</sup>

Con la Tercera Revolución, la Ciencia afecta al derecho en sus principales actores, componentes y procesos, en especial los siguientes:

- Instituciones, como formas y redes constitutivas de la organización social.
- Valores, como juicios sobre la necesidad o conveniencia de determinados comportamientos.
- Principios jurídicos, inspiradores o rectores de determinadas regulaciones.
- Normas generales y particulares, como decantación o cristalización de experiencias en las soluciones de casos, y como ligazón de supuestos de hecho y consecuencias jurídicas.
- Ramas del Derecho sustantivo y del Derecho procedimental.
- Formas de almacenamiento, suministro o acceso a la información jurídica.
- Autoridades como fuentes de derecho.
- Sujetos titulares de derecho, litigantes en conflictos.
- Personal del derecho: jueces, abogados, legisladores, policía, otros administradores y ejecutores de la ley.
- Organizaciones: legislativas, judiciales, policiales, administrativas, despachos privados.

20 Ver Gérard Farjat, "Nuevas tecnologías y derecho económico", *Revista de Derecho Industrial*, Buenos Aires, Año 11, núm. 33, septiembre-diciembre 1989, pp. 519-541.

- Recursos: financieros, de infraestructura, información y su procesamiento y comunicación.
- Casos litigiosos que requieren solución.
- Proceso y procedimientos para la solución de litigios.
- Decisiones de los casos.
- Debate jurídico de tipo argumentativo y razonado.
- Motivaciones y fundamentos de las decisiones.

Las Nuevas tecnologías se entrelazan con la modificación de distintos componentes del régimen jurídico, de valores, principios, conceptos, normas reguladoras; con la aparición de nuevas modalidades en la creación del derecho, y con cambios de puntos de vista sobre sus fuentes, su naturaleza y contenido, sus modos de organización y funcionamiento.

Modificaciones en los componentes del régimen jurídico por impacto de las nuevas tecnologías son las nuevas formas de apropiación de conocimientos, de los secretos industriales; la patentabilidad de los programas informáticos; las nuevas formas y tipos de contratación, de transferencia de tecnología, de suministro de conocimientos o informaciones.<sup>21</sup>

El sistema jurídico —destaca con razón Gérard Farjat— no ha sido afectado sino transformado por las nuevas tecnologías. En primer lugar, con la aparición de derechos subjetivos, sobre todo el derecho de propiedad sobre la materia viviente. La Genética y las Biotecnologías ofrecen nuevas posibilidades (manipulaciones genéticas, alquiler de úteros), a su vez sacuden la noción de sujeto de derechos, cuando la persona se vuelve cada vez más sujeto y objeto de derechos, a través de la comercialización de las relaciones humanas, en virtud de la cual todos los derechos de la personalidad pueden ser objeto de relaciones patrimoniales.<sup>22</sup>

Las nuevas tecnologías han determinado directa e indirectamente cambios muy significativos en el *régimen del contrato*. Entre los factores de transformación destacan: la concentración empresarial; la urbanización; la uniformización de la vida; la organización institucional de los grupos; la ideología de la seguridad social, asumida y expandida por el Estado benefactor y por su creciente prestación de servicios sociales; las conmociones sociales y políticas (crisis, guerras, revoluciones, reformas).

21 Díez Picado, "Cambio social y evolución jurídica...", *cit.*

22 Farjat, "Nuevas tecnologías...", *cit.*

Entre otros, destacan como efectos de esta constelación de fenómenos y procesos: la uniformización de los contratos; la difusión y el ascenso de los contratos de adhesión al predominio en la vida económica; el control público sobre los términos, y por consiguiente la imposición de nulidades, la variación y la incorporación obligatoria de cláusulas por la autoridad pública; el desarrollo de la teoría de la imprevisión; el papel significativo de la negociación colectiva. Pese a la visión mítica que se ha mantenido al respecto, la libertad de contratación se ha convertido en una libertad atenuada de elegir a que contrato adherir (W. Friedmann).

De esta manera, se han manifestado una creciente institucionalización del contrato; las incidencias y modificaciones vitales del derecho contractual; el papel de las funciones co-legislativas de los grupos privados; y en general, la creciente interpenetración de los elementos del derecho público y del derecho privado.<sup>23</sup>

La mutación tecnológica ha modificado el sentido de los principios y el enfoque del derecho de daños civilista. Éste ha comenzado por estatuir el viejo principio “el que la hace la paga”. Introduce luego el principio humanista de valoración ético-social de la actitud y del comportamiento del individuo, que debe pagar sólo cuando media culpa. Con las nuevas tecnologías, el principio de responsabilidad subjetiva por culpa no es enteramente sustituido, pero comparte ahora la primacía con el principio de la responsabilidad por creación de un riesgo y beneficio consiguiente.<sup>24</sup>

En el área del negocio, las nuevas formas de transmisión de los conocimientos y mensajes modifican el viejo principio de la voluntad contractual o negocial, lo sustituyen por el principio declaracionista por la realización fáctica, sin ningún tipo de declaración siquiera de los contratos.<sup>25</sup>

Nuevas modalidades en la creación del derecho se ejemplifican en las normas de origen contractual y profesional, los códigos de conducta, las comisiones especiales, los observatorios de evaluación de tecnologías.<sup>26</sup>

Así, en el análisis de Gérard Farjat, las nuevas tecnologías son factor de desarrollo de normas de origen *contractual y profesional*. Contratos y estudios jurídicos se vuelven centros de elaboración del derecho; por

23 Ver W. Friedmann, *Law in a Changing Society*, Penguin Books, 1964, capítulo 4.

24 Díez Picado, “Cambio social...”, *cit.*

25 Díez Picado, “Cambio social...”, *cit.*

26 Farjat, “Nuevas tecnologías...”, *cit.*

ejemplo, los códigos de conducta que anteceden o superan los usos y costumbres. Las nuevas tecnologías también legitiman el papel de las *comisiones*, organismos mixtos de análisis de los desarrollos del saber y del poder tecnológico, como la Comisión Nacional de Informática y Libertades de Francia, creada por ley del 6 de enero de 1978. Los *observatorios jurídicos* examinan y dictaminan respecto a cuestiones legales vinculadas al desarrollo de las nuevas tecnologías, especialmente la informática. Ejemplos de ello son el observatorio jurídico creado en Francia por decreto del 26 de febrero de 1988, y la Office of Technology Assessment del Congreso de los Estados Unidos.<sup>27</sup>

Tal como examina y sugiere Díez Picaso, las nuevas tecnologías pueden producir impactos modificatorios en los fundamentos materiales de las normas jurídicas y del ordenamiento jurídico general, en los principios y valores, en el ser mismo del derecho tal como se lo ha conocido y practicado en los últimos 15 siglos. Se destaca sobre todo la posibilidad de fuertes y profundos cambios como los siguientes.<sup>28</sup>

En coexistencia con el derecho escrito, la informática da lugar a nuevas formas de almacenamiento, suministro y acceso de la información jurídica contenida en masas crecientes de leyes, sentencias y opiniones de juristas. La informática da lugar a nuevas formas de documentación y de prueba. El aparato tecnológico abre nuevas posibilidades de apoyo al proceso: grabación de declaraciones testimoniales, formulación automatizada de ciertos tipos de demandas y de sentencias. Las nuevas tecnologías podrían ir ya contribuyendo a un alivio de los diferentes actores y prácticas del derecho, y a la consiguiente dinamización de éste, v. gr. por la informática de gestión en las oficinas de justicia y despachos profesionales; el almacenamiento y recuperación de informática jurídica; la informática decisional. Estas posibilidades, por otra parte, pueden dar lugar a la esquematización, la elementarización y minimización del debate jurídico y de las decisiones.

A la inversa, si las nuevas tecnologías impactan directa e indirectamente en el derecho, éste puede proporcionarles una regulación jurídica necesaria para su desarrollo; por ejemplo, con la consideración de los programas como bienes jurídicos, el reconocimiento de derechos subjetivos, el tipo de derecho de propiedad sobre ellos, los contratos a que da lugar el fenómeno informático, la comercialización de los servicios de los bancos de datos, etcétera.<sup>29</sup>

27 Farjat, "Nuevas tecnologías...", *cit.*

28 Luis Díez Picaso, "Cambio social y evolución jurídica...", *cit.*

29 Luis Díez Picaso, *op. cit.*



### 3. NUEVAS TECNOLOGÍAS Y DERECHO PÚBLICO

Los múltiples nexos e interacciones, las mutuas ramificaciones y consecuencias, que se van dando entre las nuevas tecnologías, el Estado y el derecho son, como se ha visto, complejas y en mayor o menor grado contradictorias.

Estado y gobiernos son afectados por los nuevos desarrollos de la Ciencia en general, y de las nuevas tecnologías en particular, por sus posibilidades y por sus efectos. Las incorporan y utilizan, las subordinan y controlan. Ellas se vuelven, en todas las regiones y sistemas del planeta, uno de los factores fundamentales en el creciente intervencionismo y en el considerable grado de autonomización del Estado, y al consiguiente debilitamiento de la sociedad y del individuo en relación con aquél.

Al mismo tiempo, Ciencia y nuevas tecnologías generan o refuerzan necesidades, problemas y exigencias; crean limitaciones externas e internas a la supremacía del Estado; de diversas maneras afectan la relación de aquél con la sociedad y el pueblo, la naturaleza y el modo de funcionamiento del sistema político y del gobierno republicano y representativo, hasta la estructura y la vigencia de la Constitución y el régimen jurídico. De todas estas maneras contribuyen a la transformación del derecho público en general, y a las ramas de los derechos constitucional, administrativo, penal, económico, incluso sus diversas áreas, sectores y subdisciplinas.

La Tercera Revolución, en sí misma y en sus ramificaciones, proyecciones e impactos, mina el orden político y el orden jurídico tradicionales; modifica las condiciones que originaron el sistema y sus instituciones; revela insuficiencias y vacíos, introduce distorsiones y desequilibrios, impone revisiones. Ello ha contribuido incluso decisivamente a una crisis del derecho constitucional clásico, basado en un sistema de quintuple equilibrio: entre el Estado y la sociedad; entre el poder del Estado y los poderes privados; entre el Estado y los derechos y libertades del individuo; entre el poder central y los poderes locales; entre los poderes públicos mismos.

#### *A. Crecimiento global y centralización del poder*

Las modificaciones y reajustes se dan ante todo en las relaciones del Estado con la sociedad civil y con la Nación en su conjunto.

Las revoluciones científicas tecnológicas, sobre todo la Tercera en pleno despliegue, crean sociedades industriales, urbanizadas, mecaniza-

das, las expanden y diversifican. Generan y alimentan masas de grupos e individuos en estrecho contacto, interdependientes unos de otros y de la satisfacción de necesidades fuera de la propia esfera de control. Grandes fuerzas organizadas e institucionalizadas se enfrentan en todas las formas de competencia y conflicto. Crisis (económicas, sociales, políticas), guerras, revoluciones, los esfuerzos para prevenirlas o para superar sus consecuencias, grandes empresas colectivas, requieren movilizaciones controladas. Grupos organizados en confrontación reclaman el arbitraje estatal. Masas de individuos y grupos enteros aspiran a la estabilidad y la seguridad, con predominio sobre la aspiración a la libertad, y aceptan limitaciones inherentes o consiguientes a esta opción.

El ascenso de gigantescas corporaciones empresariales, y de otros agrupamientos y organizaciones sociales, debilita, reduce o cuasi suprime la base individualista del derecho. El individuo tiende a ser reemplazado por el grupo; deriva su identidad y su significación de la pertenencia a uno o a varios grupos, a una colectividad, que se vuelven unidades fundamentales del orden político y del orden jurídico. Este desarrollo se manifiesta en varias áreas del derecho.

Desde hace décadas, por ejemplo, la Corte Suprema de Justicia de los Estados Unidos, sin dejar de hablar en términos de derechos y libertades personales, ha ido construyendo un derecho constitucional de la asociación grupal. En el derecho del trabajo, el Estado norteamericano ha ido estimulando y al mismo tiempo controlando la organización sindical; ha ayudado a construir un sistema de jurisprudencia industrial, derivado de las interpretaciones de los estatutos y, sobre todo, de los acuerdos resultantes de la negociación colectiva entre grupos y corporaciones de distinto tipo.<sup>30</sup>

La incidencia de las nuevas tecnologías se manifiesta en otras tendencias, formas y contenidos de las relaciones laborales, y del derecho del trabajo destinado a regularlas, con frecuencia de diferentes signos, contradictorias y hasta conflictivas.

Las nuevas tecnologías —observa G. Farjat— pueden, por un periodo histórico de duración indeterminada, implicar desequilibrios y fracturas sociales, tensiones y conflictos de todo tipo. Ellas traen consigo el incremento de la productividad y de la rentabilidad, pero también —como se analizó antes— una disminución de las posibilidades de empleo y trabajo productivo, ante todo en los países en desarrollo, pero también

30 Arthur Selwyn Miller, "Science Challenges Law: Some Interactions between Scientific and Legal Changes", en Stuart S. Nagel, editor, *Law and Social Change*, Beverly Hills/London, Sage Publications, 1970.

crecientemente en los países capitalistas desarrollados y en los ex-países socialistas.

Las nuevas tecnologías podrían estar produciendo una división de la estratificación y de las sociedades a escala mundial, entre una clase trabajadora activa de tiempo completo, y una masa marginal de subdesocupados y desocupados, separadas por diferencias cuantitativas y cualitativas. Se daría una tendencia histórica a la creación y ampliación de una creciente brecha tecnológico-cultural, —incluso la aparición de nuevas castas— entre quienes saben y quienes no saben, los capacitados para manejar la información, las computadoras y la telemática, y los que no sean capaces de elevarse a ese nivel cultural-técnico. Este proceso se caracterizaría por la tendencia a la nivelación hacia abajo. En estas condiciones podría llegarse a una división jurídica, entre un derecho del trabajo reservado a minorías, y un derecho tradicional para el resto, y ello tanto en la globalidad mundial como en los espacios estatal-nacionales.<sup>31</sup>

En sentido inverso, en las empresas de los países desarrollados que trabajan con alta tecnología, ligadas a la innovación y expuestas a la competencia, se dan tendencias al redescubrimiento del capital humano, del valor agregado aportado por el hombre en competencia, de la creatividad, el profesionalismo, la energía y la iniciativa, como indispensables para el perfeccionamiento de tecnologías avanzadas y sistemas organizativos complejos y flexibles. Se especula o hipotetiza que ello podría ir reemplazando las relaciones de trabajo autoritario-verticales, y las estructuras piramidales, por otras que formen empleados calificados, innovadores y creativos, con poderes de conocimiento, participación y discusión, y con directivos de formación multidisciplinaria. Las nuevas tecnologías irían tomando un lugar prominente en un nuevo derecho del trabajo. Motivaciones y consecuencias similares irían modificando la participación en las relaciones entre empresas, entre sucursales de una misma empresa, y entre la gran empresa con sus proveedores y distribuidores en un sentido de colaboración y de respeto de cierta autonomía en las decisiones.<sup>32</sup>

Las nuevas tecnologías se vuelven un factor considerable en la acentuación de los fenómenos de dominación, de concentración y centralización de las capacidades de decisión y acción, en favor del Estado y el sector público, y/o de las corporaciones y consorcios privados. Aqué-

31 Farjat, "Nuevas tecnologías...", *cit.*

32 Farjat, "Nuevas tecnologías...", *cit.*

llas producen tales efectos, por la magnitud de las inversiones requeridas, y por el poder que confieren.

Los fenómenos y procesos que se viene de considerar, así como aquéllos examinados en fases anteriores del análisis, son parte decisiva de la explicación de lo ocurrido con la expansión del Estado, de sus funciones e intervenciones; de la expansión de sus órganos, agencias, aparatos, instrumentos y mecanismos; del número de sus funcionarios y técnicos, de sus poderes y controles. El Estado contemporáneo, sobre todo el de potencias y países altamente desarrollados, incrementa y centraliza su poder global, y lo ejerce respecto a la sociedad civil y a la nación en su conjunto. Ello replantea, por una parte, sus relaciones con las grandes corporaciones privadas, en general y específicamente en relación al desarrollo científico y tecnológico. Por otra parte replantea, siempre en un sentido de incremento y centralización del poder, las relaciones del Estado con la población en su conjunto.

La Ciencia y las nuevas tecnologías han contribuido al crecimiento de las macroempresas y consorcios privados. Unas y otros pueden generar o reforzar formas y relaciones de poder nacional e internacional en tanto gozan de monopolio jurídico como titulares de derechos de propiedad intelectual en Informática, Comunicaciones, Biotecnologías, con significativa influencia en la organización social y el control político. Al reforzar los poderes económicos privados, las nuevas tecnologías contribuyen a una privatización de los polos de organización social, reforzada por la invocación al mercado como legitimación esencial. La capacidad científica y tecnológica es factor decisivo que contribuye a la integración por corporaciones y consorcios en sistemas de gigantescos centros privados de poder y co-gobierno. Lo son en la medida en que siguen una lógica política en su organización y funcionamiento y sobre todo en sus actividades y operaciones; toman decisiones de importancia social, nacional e incluso internacional; actúan de acuerdo con el gobierno, como agencias de co-administración pública.<sup>33</sup>

De esta manera,

la línea —que siempre ha sido más tenue de lo que muchos supusieron— entre lo público y lo privado en los Estados Unidos de Norteamérica está siendo borrada. Puede verse una convergencia de poder económico y poder político, cuyo rótulo podría ser “el Estado tecno-corporativo” [...] Claramente visto en la industria armamentista, está aun más difundida —y va más allá de las empresas industriales y comerciales como tales

33 A. Selwyn Miller, “Science Challenges Law...”, *cit.*



para abarcar a otros grupos tales como los granjeros— H. L. Nieburg (*In the Name of Science*, Chicago, Quadrangle, 1966), describiendo a los productores de armamentos, dijo: “[...] la industria [norteamericana] en una escala enorme se ha vuelto el agente de un sistema económico fundamentalmente nuevo que se parece a la vez a la empresa privada tradicional y al Estado corporativo del fascismo”.<sup>34</sup>

Si este fenómeno contribuye al desarrollo de nexos y entrelazamientos entre el Estado y las corporaciones, incluso a una red de relaciones simbióticas entre ambos, no deja de plantear problemas en cuanto a las respectivas cuestiones y espacios de intervenciones y funciones, incluso en lo que respecta a la Ciencia y a las nuevas tecnologías, con repercusiones para los individuos, los grupos y las sociedades. Estos problemas no han podido menos que ser recogidos por el Estado y el derecho, sobre todo en los estados de derecho, en particular por el derecho público en general; por los derechos constitucional y administrativo, por el derecho civil y el penal. Las Nuevas Tecnologías han tenido especial incidencia en el emergente derecho económico general, y algunas de sus ramas y especializaciones, como el nuevo derecho de la política científica o del desarrollo científico y tecnológico.

Como bien destaca Gérard Farjat, los principales interrogantes, dilemas y opciones al respecto son: ¿Debe prevalecer un enfoque privado, con desregulación, distribución de la propiedad, privatización de todo? O bien, ¿deben las nuevas tecnologías ser absorbidas por el derecho público, o reguladas por un derecho mixto? ¿Deben prevalecer las normas del derecho nacional o del derecho internacional? En acertada opinión de Farjat, las decisiones al respecto deben ser motivadas, no sólo por opciones ideológicas, sino por las experiencias políticas y los hechos jurídicos del pasado y del presente, como los siguientes.

Las tecnologías de la Información y la Telemática —subraya Farjat— han sido desarrolladas, no por países de planificación central, sino de economía liberal o mixta. Las estructuras administrativas clásicas, del “Estado gendarme”, no se adaptan a la economía y a la sociedad contemporáneas. El desarrollo de las nuevas tecnologías no justifica la mano invisible del mercado, la desregulación total, la ausencia del Estado, justamente por razones de eficacia económica. “[...] El papel del Estado ha resultado determinante en el desarrollo de las nuevas tecnologías, en todos los países capitalistas, y sobre todo en Francia”.

34 A. Selwyn Miller, *cit.*

Las “tres revoluciones culturales que han llevado al Japón” a colocarse entre los países más desarrollados se han producido como consecuencia de la iniciativa de los poderes públicos”. En Alemania después de Bismarck, el papel del Estado ha sido considerable. En los Estados Unidos se ha dado la decisiva acción del Estado, especialmente como contratista y como organizador de los programas de defensa y desarrollo espacial.

Gracias a una política voluntarista de los poderes públicos, Francia ha recuperado su retraso (en las nuevas tecnologías) y se ha convertido en algunos sectores en líder mundial [...] La política del Estado ha tenido varios aspectos[...] Como en todos los países avanzados, los poderes públicos han actuado en favor del desarrollo de industrias y de la investigación [...] El Estado ha desarrollado la utilización de estos productos [...] Los créditos han sido abundantes para el equipamiento informático de los establecimientos de educación. La política del Estado se ha extendido al gran público con la distribución gratuita del MINITEL [...], y la provisión y difusión de una gama de productos que han jugado un papel de “enganche” y provocado una explosión de servicios informáticos. Los poderes públicos franceses han desarrollado por este medio la formación y el nivel cultural del pueblo; pero además han creado un nuevo mercado. Esto prueba el carácter dogmático de [...] los liberales radicales. Hasta ahora, la investigación en nuevas tecnologías y en derecho de la organización económica se han realizado en todos los países en el mercado de la economía mixta. Es una lección a tener en cuenta para los países en desarrollo.<sup>35</sup>

### *B. Estado, Poderes Privados, derechos Individuales*

Las nuevas tecnologías contribuyen además de modo decisivo al replanteo de las relaciones entre el Estado y los poderes privados, por una parte, y de uno y otros con los derechos y libertades del individuo. Más particularmente, los impactos de las nuevas tecnologías de información y comunicación, y de sus efectos sobre las vidas de los individuos, los grupos y las sociedades, unos y otros de creciente amplitud, intensidad y profundidad sobre todo desde la Segunda Guerra Mundial, se dan a partir y a través de sus crecientes capacidades de recolección, de procesamiento y almacenamiento, y de transmisión de información. Ello se ha ido produciendo a la vez en el espacio nacional, en el internacional, y en sus entrelazamientos y ramificaciones mutuas.

35 Farjat. “Nuevas tecnologías...”, *cit.*

Incesantemente incrementado cuantitativa y cualitativamente en su personal y su aparato, sus poderes y recursos, y con el servicio de las ciencias y tecnologías de la Información y la Comunicación, pero también de otras ciencias y técnicas como la Medicina y la Psiquiatría, el Estado sobre todo pero también en grados y con modalidades diferentes, los poderes privados, pueden realizar el encuadre político, administrativo, policial y cultural-ideológico de la Nación, y un grado virtualmente ilimitado la *intrusión en la vida privada* para un creciente control del individuo.

El Estado puede disponer de un sistema *informático integrado* que se ha ido constituyendo con el surgimiento y acumulación de la prensa escrita, la radiotelefonía, el cinematógrafo, la televisión, los transportes, las computadoras, las comunicaciones, los registros desarrollados a partir y a través de las múltiples formas de injerencia gubernamental. El Estado puede usar el sistema informático integrado para reunir informaciones sobre virtualmente todos los individuos, ciudadanos u habitantes, de una sociedad dada. Lo hace para variados fines, como el impuesto a la renta, la seguridad social, la seguridad pública, la policía, la medicina y la salud. La intrusión en la vida privada se realiza mediante la necesidad y el requerimiento de la variable masa de documentación que justifique el cumplimiento de obligaciones y trámites y la obtención de posibilidades y beneficios: ejercicio de derechos electorales, permiso para conducir, impuestos, responsabilidades familiares, educación, identidad étnica o racial, adhesión religiosa, registro de virtualmente todos los principales aspectos de la vida individual (y colectiva). Debe recordarse al respecto que el Estado ha ido asumiendo responsabilidades y decisiones antes inherentes a la familia amplia y a la comunidad local (educación, procreación, asignaciones familiares), la regulación más estrecha de instituciones familiares (situación de la mujer, divorcio, adopción, relaciones patrimoniales entre familiares).<sup>36</sup>

A ello se agregan las posibilidades incrementadas de invasión de la privacidad sin debido proceso que provee el espionaje tecnológico, especialmente el electrónico. Ello abarca, entre otros instrumentos, los micrófonos, las pequeñas cámaras fotográficas, las grabadoras de sonido y de imagen, el control telefónico, los estetoscopios electrónicos, los telescopios acústicos, los rayos X para correspondencia, los marcadores fluorescentes invisibles para el rastreo de individuos.

36 Ver Gérald Messadié, *La fin de la vie privée*, París, Calmann-Lévy, 1974.

La Tercera Revolución es entre otras cosas una era de policía tecnificada: helicópteros y trampas de velocidad; computación para control de tráfico; identificación de coches robados; información sobre sospechosos buscados; holografía o técnica fotográfica laser para rápida identificación de huellas digitales; huellas vocales (distribución de frecuencias); detector de mentiras. Las técnicas de detección al aire libre, v. gr. mediante fotografías tomadas desde aviones y satélites, y aplicadas primero a fines militares, cartográficos, de incendios de bosques, son extensibles a los fines policíacos.

El espionaje tecnológico, especialmente el electrónico, ha sido desarrollado por una combinación de razones militares, políticas, criminales, comerciales. Se lo ha utilizado y justificado sobre todo en función de las necesidades de inteligencia para la defensa y la seguridad nacional, para la policía y la seguridad pública, y sobre todo, especialmente durante la "Guerra Fría", para el entrelazamiento si no la identificación pura y simple entre ambas necesidades y motivaciones. En sus diversas modalidades, fases y combinaciones, no han dejado de estar presentes los intereses y las motivaciones del control político.<sup>37</sup>

Las necesidades propias de aumento cuantitativo y de mejora cualitativa de ambos tipos de vigilancia y control (policía orientada al interior, inteligencia orientada hacia el exterior), frente a las demandas y desafíos de una nueva era, plantean espinosos problemas administrativos, burocráticos, legales, constitucionales, filosóficos. Se trata sobre todo de los problemas implicados en realizar las funciones de la policía para la seguridad pública, por una parte, para la inteligencia y la contrainteligencia frente a reales enemigos externos, por la otra, en una sociedad libre y abierta, con un sistema legal basado en la doctrina de presunción de inocencia. En un Estado de derecho, ello debe permitir a la sociedad, por una parte protegerse a sí misma efectivamente, sin cambiar su naturaleza en el proceso, y por la otra, supervisar y controlar a las agencias de policía y de inteligencia permitiéndole al mismo tiempo ser óptimamente efectivas.

Estados, sistemas políticos y gobiernos, incluso sus comunidades policiales y de inteligencia, enfrentan hoy el desafío conceptual y organizativo planteado por la erosión de distinciones jurisdiccionales tradicionales: exterior vs. doméstico, privado vs. público y gubernamental, económico vs. político, militar vs. civil, responsabilidades de inteligencia

37 Ver Carlos Ackroyd *et al.*, *The Technology of Political Control*, Penguin Books, 1977; Pierre Dommergues *et al.*, *Le nouvel ordre interieur*, París, Éditions Alain Moreau, 1980.



vs. responsabilidades de policía, responsabilidades federales vs. las estatales y locales, y en lo exterior, amigo vs. enemigo.<sup>38</sup>

La situación-proceso que se analiza lleva a la creación de *prontuarios* o *dossiers* con más información personal de la necesaria y conveniente, integrada en grandes bancos de datos. Ello puede crear o reforzar la erosión de las exigencias tradicionales de privacidad y secreto como principal defensa del individuo contra la dominación, la manipulación, la regimentación, las presiones hacia el conformismo y el sometimiento. El individuo no tiene en principio derecho a saber qué información a su respecto existe en los archivos, ni qué uso se hace de ella; sólo tiene en el horizonte como límite el de la mayor o menor ineficiencia gubernamental.

En el análisis de un investigador francés,

en Francia deja de existir el secreto del impuesto desde el 1º de julio de 1974. Hay cada vez menos secreto médico, [...] secreto de la instrucción judicial, [...] secreto bancario. Los instrumentos de espionaje electrónico alcanzan hoy la perfección. Los ficheros son cada vez más numerosos y mejor tenidos. Pronto, gracias a la computadora, podrán ser reunidos en un solo gran fichero central. Con ello no habrá más secreto ni vida privada.

Es ciertamente normal que la colectividad se proteja contra aquéllos de sus miembros que estarían tentados de destruirla o de someterla a pillaje; que ella busque identificar a los que complotan; o que mida la solvencia de los que piden dinero en préstamo y que se informe sobre la salud de los que demandan ser curados gratuitamente.

Pero esta intrusión colectiva en la vida privada toma hoy proporciones inquietantes, a causa de las fantásticas posibilidades ofrecidas por la electrónica. Mañana, algunos hombres, algunos funcionarios dispondrán del poder exorbitante de saberlo todo sobre los otros, y para siempre.<sup>39</sup> Pues la memoria electrónica no conoce el desfallecimiento ni el perdón.

Ante la invasión de la privacidad por la tecnología del *dossier*, se ha ido planteando cada vez más la necesidad de establecer claras definiciones técnicas y legales para la regulación del contenido y la veracidad de la información, sus usos legítimos e ilegítimos, los límites más allá de los cuales la intrusión es molesta y peligrosa. El trabajo recién ha comenzado, sus logros técnicos no han sido demasiado significativos, y en general han sido hasta ahora insuficientes o inadecuados los

38 Ver Georges A. Carver, Jr., "Intelligence in an Age of Glasnost", *cit.*

39 Ver G. Messadié, *La fin de la vie privée*, *cit.*

esfuerzos de los juristas (funcionarios gubernamentales, abogados practicantes, investigadores académicos) para enfrentar estos problemas. Entre los principales interrogantes y vacíos al respecto se cuentan los siguientes.

¿Cómo asegurar la privacidad y la seguridad, y cómo diseñar los mecanismos de identificación que permitan el acceso al propuesto banco nacional de datos, solamente para aquéllos que necesitan saber, y cuáles son los tiempos y circunstancias en que deben saber? ¿Qué propiedades de la privacidad tienen valor social y deben ser preservadas? ¿Cómo distinguir con precisión el tipo de información al cual se debe prohibir el acceso? ¿Cuáles son los mecanismos legales, jurisdiccionales y constitucionales que están implicados en todo ello?<sup>40</sup>

A estas preocupaciones responden leyes como la francesa del 6 de enero de 1978 que, frente a los peligros que involucra el uso de ficheros informatizados, busca proteger a los individuos contra los atentados a la identidad, a los derechos del hombre, a la vida privada, a las libertades individuales o colectivas. De acuerdo a la misma los ficheros informatizados deben ser declarados ante la Comisión Nacional de Informática y Libertades (CNIL), organismo independiente, que verifica la observancia de las prescripciones legales. Las personas deben ser notificadas si la información que suministran a empresas y otras organizaciones será informatizada, y sobre la identidad de los destinatarios de la información. Las personas fichadas pueden acceder a los ficheros, oponerse al registro de datos íntimos (antecedentes raciales, opiniones políticas y religiosas, pertenencia sindical); pueden pedir la rectificación o la eliminación del contenido.

La comercialización de los bancos de datos puede hacerse a escala nacional o internacional. Los datos informatizados son comercializables, pero con ciertas condiciones, como el consentimiento expreso (ley alemana), o el derecho de la persona fichada a la oposición a la transmisión de los datos que le incumben.<sup>41</sup>

Similar intencionalidad refleja la Ley francesa del 6 de enero de 1988, sobre las operaciones de promoción, oferta y venta por vía telemática. Se aplica a las compras a distancia o *telecompras*, por correspondencia o por catálogo, que usan las técnicas de telecomunicación:

40 Sobre las amenazas a la privacidad, ver Nigel Calder, *Technopolis - Social Control of the Uses of Science*, London, Panther Science, 1970.

41 Sigo en este punto a Elie Alfandari, "La protección de los individuos frente a las nuevas tecnologías", en G. Farjat *et al.*, "El derecho y las nuevas tecnologías", Buenos Aires, Editorial Depalma, 1990.

correo, telégrafo, telemática, videotransmisión, u otras a inventarse; y establece una serie de medidas de protección al consumidor.<sup>42</sup>

El uso de las nuevas tecnologías crea o refuerza otras amenazas a los derechos y libertades del individuo, como formas de ataque, manipulación y control de su *psiquis*. Ellas incluyen entre otras, el descubrimiento y aplicación de catalizadores del cerebro, lo que entre otras denominaciones se ha bautizado como una “Química para la Tiranía”. Se trata de nuevas drogas y gases que afectan la condición y la actividad mentales y el estado de ánimo; ayudan al control de desórdenes; inducen docilidad y alegría; borran hechos represivos de la memoria; controlan y uniformizan los estados de ánimo y las respuestas para adecuarlas a los patrones considerados socialmente adecuados por los tomadores de decisiones.<sup>43</sup>

La problemática de la protección del ser humano abarca también los rasgos provocados por la energía atómica, los productos químicos, el deterioro o destrucción del medio ambiente, los efectos negativos, peligros actuales y potenciales, de la aplicación de las nuevas tecnologías a la persona física o moral.

nuevas tecnologías [las biotecnologías] tienen por objeto directo el cuerpo humano • sus derivados; otras, tales como la informática o la telemática, pueden concernir al hombre en su intimidad. Así, pues, los peligros potenciales para el hombre son evidentes. El progreso técnico del trasplante de órganos ha obligado a buscar un número cada vez más grande de donantes, más o menos voluntarios, y a escala mundial (tomados, notoriamente, en los países pobres en beneficio de los países ricos). Los fetos son utilizados en la cosmetología, los genes humanos para las innovaciones en el dominio vegetal, los niños pueden ser producidos de modo artificial, en un número muy elevado y de modo selectivo (fecundación *in vitro*, embriones congelados, clones).

[...] Correlativamente, los riesgos económicos son considerables. La puesta a punto de estas tecnologías ha sido, frecuentemente, realizada por organismos de investigación ligados a empresas que quieren evidentemente, obtener renta de sus inversiones. Ellas quieren asegurarse el monopolio de explotación —por medio de patentes, por ejemplo— y lograr la conquista de los mercados, lo que lleva a considerar al objeto de la investigación, es decir, a la persona, como un producto. Algunos países están ya en este camino; otros dudan, pero temiendo que en nombre de principios morales sufrirán un perjuicio económico (confrontar

42 Alfandari, *cit.*

43 Ver Nigel Calder, *Technopolis*, *cit.*

la cuestión de la venta de armas). Pero hoy hay reacciones en todos los países<sup>44</sup>.

Ciencias y nuevas tecnologías de la Tercera Revolución dan oportunidades crecientes de intervención en los procesos de la vida humana, desde la concepción a la muerte, planteando con ello complejos problemas políticos, jurídicos, éticos. Aquéllas dan lo que se ha calificado como un poder cuasidivino para manipular a las personas a través de hechos de la vida que ya no son invariantes. Por ejemplo, la concepción es separable de la actividad sexual y de reproducción. Drogas, hormonas, nutrientes pueden estimular el desarrollo supersaludable de órganos o miembros, producir individuos más o menos cerebrales o atléticos. Puede dar lugar a la realización de diferentes opciones de *eugenesia*, negativa o positiva, con grandes variaciones en las respuestas éticas, políticas, jurídicas.<sup>45</sup>

Las variedades de *eugenesia negativa* pretenden salvaguardar los genes humanos existentes contra mutaciones, y prevenir, por la legislación o por la terapia, la propagación de genes malos (por radiación cósmica, radioactividad natural de la Tierra, movimiento de moléculas al azar, u otros agentes causantes de anormalidades genéticas).

La *eugenesia positiva* propone el estímulo a lo que define como las buenas combinaciones genéticas. Ello incluye la inseminación artificial; la implantación de huevos; la selección de padres; los niños de probeta; el uso del conocimiento del material genético y su código para crear nuevos genes, o combinaciones improbables de gentes; eventualmente, la producción de distintos tipos de seres humanos, diferenciados por sus aptitudes físicas, intelectuales y psíquicas.<sup>46</sup>

Al mismo campo problemático corresponden los *trasplantes*, a los cuales ya antes se hizo referencia. Ello ya incluye, o puede llegar a incluir, la gama de posibilidades de restauración o refuerzo de órganos, o el desarrollo de otros nuevos, artificiales; el mantenimiento de la juventud en tejidos y órganos; el tratamiento del envejecimiento como cuestión química. Los trasplantes plantean problemas jurídicos y redefinen principios y conceptos; v. gr. el de muerte, ahora por detención del cerebro, no del corazón.

Las nuevas tecnologías han creado mayores posibilidades de experimentos médicos sobre los seres humanos, a veces conducidos sin co-

44 Elie Alfandari, *cit.*

45 En este punto tengo muy en cuenta el cuadro trazado por Nigel Calder, *Technopolis*, *cit.*

46 Calder, *Technopolis*, *cit.*



nocimiento del paciente, por médicos que actúan de acuerdo a sus particulares convicciones sobre lo que es científicamente exacto y tecnológicamente adecuado, y sobre el bien individual o general; por ejemplo, la medicación masiva sin consentimiento de las personas (fluorificación del agua), o las decisiones técnicas y estratégicas que elevan el nivel de radiación en una región o país.

Las reacciones políticas y legislativas al respecto han llevado a distintas tendencias y tipos de intervención. Una de ellas rehusa intervenir en lo jurídico, y prefiere dejar hacer a los científicos y tecnólogos en función de los dictados de su conciencia (profesional y ética). Otra tendencia propugna una intervención al nivel de las normas del derecho secundario (instrucciones administrativas), para cambiar rápidamente el texto cuando sea necesario. Una tercera propone una intervención al nivel superior, de la ley o de la constitución, en base a que los derechos del hombre son de interés para toda la nación, no sólo para determinadas corporaciones o administraciones. Existen también propuestas de intervención al nivel internacional, para la protección de los derechos del hombre en ese marco y escala, y para la reglamentación de los mercados.<sup>47</sup>

La intervención político-jurídica puede tener como objetivos la prohibición o el permiso. La intervención para prohibir multiplica las interdicciones y las infracciones penales o económicas, v. gr. respecto al aborto, a la maternidad por sustitución (madres portadoras), o al uso del cadáver. La intervención para autorizar se propone impedir que la experimentación científica no se dé en un medio jurídico contraproducente. "Leyes paraguas" para científicos les permiten obrar con licitud, hasta con impunidad. Una intervención intermedia se propone autorizar la experimentación científica dentro de ciertos límites, para conciliar intereses individuales y colectivos, morales y económicos, en la medida que sean conciliables.

El derecho positivo ha venido buscando soluciones mediante una técnica de balance de ventajas y desventajas de las nuevas tecnologías, para la colectividad, los grupos y los individuos. Se da especial importancia a la exigencia del consentimiento del individuo para cualquier ataque a su intimidad o a su cuerpo, para la explotación de los componentes de su persona, de su cuerpo y de su mente. Ello tiene especial relevancia respecto a los transplantes, la donación de órganos en vida, de sangre, de espermatozoides. Ejemplos son la ley francesa del 22 de diciembre

47 En este punto vuelvo a seguir a Elie Alfandari, *op. cit.*

de 1976 o ley Caillavet, sobre extracción de órganos sin acuerdo en vida por el interesado; la Ley francesa del 20 de diciembre de 1988 sobre protección de personas ante experimentaciones médicas.

En el mismo campo se halla el problema de la decisión de aceptabilidad • inaceptabilidad de las *drogas psíquicas*, y de la atribución de poderes por el Estado para imponer las soluciones adoptadas, incluso la criminalización de dichas sustancias, con la consiguiente posibilidad de una interferencia drástica, de control y dictado, de las vidas individuales.<sup>48</sup>

### C. Nuevas tecnologías, Sistema Político, División de Poderes

Las nuevas tecnologías producen una multiplicidad de impactos y cambios en las condiciones básicas, las formas y los contenidos de la política y del sistema político. Entre ellas se destaca en lo que sigue algunos cambios significativos en los supuestos y modos de organización y funcionamiento del sistema político en general, y de la división de poderes del régimen constitucional democrático-liberal.

La Ciencia y las nuevas tecnologías, como se dijo, traen consigo, generan o refuerzan, tendencias predominantes a la centralización y a la tecnificación de la vida política y administrativa; a la toma de decisiones y a sus realizaciones en un marco nacional; a la uniformización de grupos, organizaciones e instituciones, de regiones y naciones completas. Individuos, oposiciones sociales y políticas, cuerpos electorales, tienen cada vez menos competencia técnica para pretender ejercer algún grado de control sobre el Estado en general y sobre el Ejecutivo en particular. No existe, o es insuficiente, lo que se ha denominado estilización de la vida política, es decir, la presentación de las políticas y acciones gubernamentales en términos simples y comprensibles, y con una localización precisa de las responsabilidades. Es cada vez más desigual el reparto de medios de información y comunicación de masas entre el Estado y la sociedad, entre el gobierno y la oposición. Son insuficientes en sí mismos y en su vigencia los medios de control, las elecciones generales y parciales, el *referendum* y el plebiscito.<sup>49</sup>

La creciente dificultad o la cuasi imposibilidad de comprender los nuevos fenómenos tecnológicos con sus implicaciones económicas y

48 Ver Marcos Kaplan, *El narcotráfico latinoamericano y los derechos humanos*, México, Comisión Nacional de Derechos Humanos, 1993.

49 En este punto y otros conexos tengo muy en cuenta André Hauriou, *Droit constitutionnel et institutions politiques*, cit., pp. 530-552.

sociopolíticas, se vuelven factor contribuyente a la vez que componente significativo de tendencias generalizadas en todo el mundo a la despolitización. Se privilegia el interés por los proyectos concretos más que por las perspectivas ideológicas. Se genera o refuerza la desconfianza y el menosprecio hacia el viejo tipo de político representante y hacia las formas políticas tradicionales. Como fenómeno compensatorio, bajo el empuje de elementos irracionales en un mundo donde la técnica asedia al hombre, se afirman también las tendencias a la personalización del poder, al refugio en y bajo la autoridad del jefe carismático, al que se atribuye poderes mágicos, de padre y protector, oído y visto por técnicas audiovisuales, capaz de encarnar la voluntad de crecimiento y modernización y de controlar a los técnicos que la realizan.<sup>50</sup>

Así, en el caso ejemplar de los Estados Unidos, se destaca que la calidad, la velocidad, la naturaleza de la información difundida por los medios de masas, alteran de muchas maneras la relación pueblo-gobierno.

La tecnología de información ha hecho a la vez posible y políticamente beneficioso para los políticos hacer de lado las estructuras políticas tradicionales que sostenían el proceso ordenado de gobierno, y en lugar de ello moverse hacia las cámaras de televisión para impulsar una cuestión particular. A medida que los dirigentes hacen esto, el cemento tradicional de la disciplina partidista y del gobierno por consenso empieza a disgregarse. Las confrontaciones adversarias hacen buen drama televisivo pero pueden con frecuencia llevar a malas decisiones políticas.

Las agendas nacionales e internacionales son cada vez más establecidas por los medios de masas, en el sentido que los que hacen las políticas deben gastar una buena parte de su tiempo y energía tratando lo que los medios han identificado ese día como crisis o seudo-crisis. Las verdaderas cuestiones, el pensamiento deliberativo y los planes estratégicos de largo alcance son con frecuencia víctimas de las acciones de control de daños que puedan requerirse en un momento dado. En tales circunstancias, el viejo bipartidismo en asuntos exteriores norteamericanos ha caído presa de nuevas divisiones. Los llamados *docudramas* (dramas documentales) de la televisión, en parte hecho, en parte ficción, han intentado incluso cambiar el registro de los acontecimientos pasados. La fusión de medios de masas y acontecimientos ha creado una situación en la cual, según Daniel Boorstin, una “proporción cada vez mayor de nuestra experiencia, de lo que leemos y vemos y oímos, ha llegado a consistir de seudo-acontecimientos” [...]

50 Hauriou, *op. cit.*

Este tipo de información rara vez es base sólida para buenos juicios sobre las políticas.

[...] el gobierno representativo, concebido por los padres fundadores, ya no funciona del modo originariamente buscado. Quizás debamos pensar de vuelta las viejas relaciones pero, por el momento, el uso de la tecnología de información ha superado de lejos al proceso político.<sup>51</sup>

Estas implicaciones políticas de las nuevas tecnologías, constatadas por numerosos analistas desde ángulos y para países diferentes, por ejemplo en relación a los Estados Unidos, pueden contribuir incluso a crear la posibilidad de una esclerosis del sistema político; de complejización descontrolada, desadaptación e ineficiencia, de los procesos políticos, gubernamentales y administrativos. Se argumenta en ese sentido que el sistema constitucional mantiene los controles y la división y el equilibrio de poderes, establecidos desde los orígenes como nación soberana, en contradicción con los grandes cambios y nuevas condiciones, sobre todo con los requerimientos de eficacia y eficiencia nacionales.

Ello impediría a los gobiernos gobernar, y obstaculizaría o paralizaría las decisiones sobre reformas impopulares pero indispensables. Las políticas nacionales se arrastrarían o detendrían. El sistema electoral contribuiría a distorsionar o a paralizar las decisiones. Los *lobbistas* y sus cabildeos, los comités de acción política, otros grupos de interés y de presión, con sus particularismos y sus prejuicios respecto a diferentes reformas, perseguirían y coaccionarían a políticos, legisladores y administradores.

En el mismo orden de análisis, la opinión pública y el electorado no serían asistidos por los medios masivos de comunicación que, preocupados más por los beneficios y las audiencias a lograr e incrementar que por informar, simplificarían los problemas políticos complejos, desinformarían o mistificarían, y no ayudarían a razonar ni a criticar. Los partidos tendrían un papel desideologizante y despolitizante. Medios masivos y partidos contribuirían a producir o a reforzar una baja capacidad de información, de debate racional, de indignación y de movilización cívica.

Ciencia y Nueva Tecnología inciden y contribuyen a modificar uno de los supuestos fundamentales del régimen constitucional clásico, con el *crecimiento hipertrofiado del Poder Ejecutivo*, la *pérdida de la im-*

51 Wriston, *op. cit.*



*portancia relativa del Parlamento, la resultante erosión de la división de poderes en el gobierno.*

Con la complejización de la economía y de la sociedad, la diversificación de actores sociales (sus representaciones, organizaciones e instituciones, sus divergencias y enfrentamientos), la gravedad de ciertas áreas problemáticas (defensa, seguridad, crecimiento y modernización, conflictos sociales, legitimidad y consenso), los incrementos tendenciales de la centralización del poder político y del intervencionismo socioeconómico y autonomización del Estado, la multiplicación de las políticas públicas, la extensión de la legislación económica y social: todo ello da lugar a los flujos de poderes y a la centralización creciente de las decisiones políticas en las cumbres del aparato estatal propiamente dicho, la cúpula político-administrativa constituida por la rama ejecutiva del gobierno, su personal y su aparato.

El Parlamento deja de ser la sede y el foro para la formulación, articulación y defensa de los intereses particulares de diferentes clases, grupos e instituciones en competencia, y de los intereses generales del sistema, para la negociación, la transacción, el arbitraje, de sus contradicciones y conflictos. La garantía de la continuidad (social, política, sistémica), pasa cada vez más del Parlamento al Ejecutivo.

La importancia en permanente incremento de las intervenciones económicas y sociales del Estado se traduce en el crecimiento geométrico de leyes, decretos y reglamentos. Ello vuelve prácticamente imposible a los políticos profesionales el conocimiento y preparación de la legislación. El Parlamento carece de capacidad institucional, y sus miembros individuales de formación experta, para tratar las múltiples políticas públicas, tomar decisiones económicas, sociales y políticas muy técnicas, controlar y orientar efectivamente las cuestiones científicas y tecnológicas. Parlamento y legisladores se prestan poco para la elaboración y revisión de estas últimas, aparecen como incompetentes y subordinados respecto al Ejecutivo. En cuestiones científicas y técnicas, en sí mismas o como dimensiones significativas de otras cuestiones de peso, las funciones del Parlamento tienden a reducirse a dar fuerza legal, con base en informaciones limitadas, a decisiones ya tomadas a nivel ministerial. Esta situación contribuye a la baja del prestigio y de la autoridad del Parlamento.

A la inversa, el incremento y acumulación de personales y entes tecnificados, de recursos, instrumentos y mecanismos científicos y tecnológicos, se concentra alrededor del Poder Ejecutivo y en su interior. El Ejecutivo puede usar más y mejores medios de análisis, información, decisión y control (investigación operativa, computadoras,

sondeos, medios audiovisuales); conoce y aprovecha mejor el momento político para consultas y decisiones (v. gr. para la disolución del Parlamento y la convocatoria a nuevas elecciones).

El intervencionismo y autonomización del Estado, la hipertrofia del Ejecutivo en detrimento del Parlamento, la acumulación creciente de las decisiones políticas en las cumbres del aparato gubernamental propiamente dicho, la concentración y centralización de los grupos de poder socioeconómico, la articulación no oficial o privatizada de los intereses de clases y grupos, se corresponden, se siguen en paralelo y entrecruzadamente. Importancia creciente adquieren los *lobbies* privados, v. gr. en los Estados Unidos las fundaciones, los grupos de planificación de políticas, los *think tanks* y las *task forces*. Los *lobbies* son expresión de intereses particulares de grupos y organizaciones empresariales, de gran, mediana y pequeña dimensión. Su papel primordial es incidir en los procesos de formación y aplicación de las decisiones políticas al nivel del Estado, en el Parlamento, pero sobre todo en el Ejecutivo; realizar negociaciones decisivas con la administración; tener la iniciativa en la formulación de proyectos o de modificaciones de leyes; ejercer así un poder de control en última instancia de la legislación en curso.<sup>52</sup>

La insuficiencia si no el agotamiento del Parlamento y de la ley ante los problemas a resolver se ha expresado en el cambio de la *jerarquía de las normas jurídicas*, especialmente entre ley, decreto y reglamento; en las formas de extensión de los poderes de la administración, como el poder reglamentario; en el refuerzo de la *delegación legislativa*, como la ley-cuadro en la cual el Parlamento da los principios generales y los decretos del Ejecutivo fijan los detalles.

El establecimiento de reglas generales que rijan la conducta de las personas y de las instituciones, en especial la de la administración, pertenece tradicionalmente al Parlamento y no al gobierno. Sin embargo, el Parlamento nunca ha podido monopolizar el poder de estatuir por regla general. Tradicionalmente, la administración siempre ha tenido el poder de fijar las reglas que rigen el funcionamiento interno de la máquina administrativa mediante circulares [que] constituyen una verdadera legislación administrativa. Por otra parte, al lado del poder legislativo parlamentario ha aparecido un poder reglamentario reservado al gobierno o a las altas autoridades administrativas para completar la legislación o facilitar su aplicación. De hecho, este poder reglamentario ha beneficiado más a la administración, que dispone de recursos técnicos suficientes para elaborar

52 Ver Ernest Mandel, *La troisième age du capitalisme*, París, Union Générale d'Éditions, 1978.

textos, que al Gobierno. en la época moderna, en la mayoría de los Estados, el poder de estatuir por regla general atribuido al gobierno —y por lo tanto de hecho a la administración— se ha desarrollado considerablemente. La actividad del Estado moderno implica la adopción de medidas generales, cada vez más numerosas, cada vez más técnicas. El Parlamento ha debido reconocer su incompetencia, y se ha descargado de su trabajo por dos técnicas diferentes.

Las leyes de iniciativa parlamentaria son cada vez más raras. Los proyectos coherentes preparados por la administración son sometidos al Parlamento por el gobierno —cuando la Constitución lo permite— o por diputados de acuerdo con el Ejecutivo.

Por otra parte, el Parlamento ha delegado al gobierno, y de hecho a la administración, en hipótesis cada vez más numerosas, el cuidado de dictar medidas generales. En adelante, la elaboración de las reglas generales se ha vuelto una de las principales actividades de la administración. La legislación administrativa se ha vuelto por su volumen más importante que la legislación parlamentaria. La administración parece ser la única en detentar el poder de adaptar la regla a la diversidad de los casos concretos, a la multiplicidad de las intervenciones estatales. Más que obstinarse en añorar los tiempos en que el Parlamento elaboraba el mismo las reglas generales, conviene tratar de perfeccionar los medios por los cuales el poder político puede controlar la legislación administrativa.<sup>53</sup>

Es notable a este respecto la evolución del caso francés.

Tradicionalmente en Francia, en el dominio de la elaboración de las reglas de derecho, generales e impersonales, el principio era la primacía y soberanía del Parlamento. Esta situación se traducía por dos principios complementarios. La soberanía parlamentaria se expresaba por una parte por el poder dado al Parlamento de votar leyes en todos los dominios, y por la otra por la subordinación general de los textos elaborados por el gobierno a los textos dictados por el Parlamento. Carácter ilimitado de los poderes del Parlamento, carácter subordinado de los poderes del gobierno, esta solución prevalecía de manera general en el derecho público francés hasta 1958.

[...] Los autores de la Constitución de 1958, por el contrario, se han esforzado en repartir el trabajo de dictado de la norma de derecho entre el Parlamento y el gobierno. La misma constitución delimita los dominios respectivos de la ley y del reglamento. Esta delimitación tiene un valor constitucional y no puede ser eludida. Los fundamentos de este sistema se oponen a los principios tradicionales con vigencia antes de 1958.

53 Charles Debbasch, *Science administrative*, 4ª ed., París, Dalloz, 1980, pp. 70-71.

El carácter ilimitado de los poderes del Parlamento ha desaparecido. El Parlamento sólo puede votar leyes en las materias que le son expresamente reservadas por la Constitución (artículo 34), las otras materias pertenecen al gobierno. Por otra parte, segunda proposición resultante de la primera, dado que existen materias en las cuales no hay más leyes, el gobierno se ha liberado en estos dominios de su subordinación respecto del Parlamento.

El resultado de esta modificación ha sido aumentar muy considerablemente el poder del gobierno en la elaboración de las normas de derecho. Sin duda, este poder aprovecha en teoría al gobierno y no a la administración, pero cómo desdeñar el hecho que el texto propuesto por los administradores sea a menudo retomado sin ninguna modificación por el gobierno, cuando que, si hubiera sido presentado antes de 1958, habría sido transformado en su letra y a menudo en su espíritu por la discusión parlamentaria. En adelante, los funcionarios disponen de prerrogativas suficientes para asegurar la proyección en el derecho de la menor veleidad.

Las prerrogativas de los funcionarios son igualmente muy grandes en el dominio reservado al Parlamento. Éste puede en efecto delegar temporariamente una parte de sus poderes, permitiendo al gobierno, a través de ordenanzas, durante un plazo limitado, tomar medidas que son normalmente del dominio de la ley. Estas delegaciones han aumentado, durante plazos más o menos largos (de cuatro meses a un año), a veces en proporciones notables, el poder reglamentario del gobierno y por tanto el papel de los funcionarios. Aun en los dominios en que el Parlamento se ha reservado, los textos preparados por el gobierno se benefician de un tratamiento de favor gracias a diferentes armas previstas por la Constitución o por el reglamento de las Asambleas [...]

En Gran Bretaña, con el largo predominio de la idea de soberanía parlamentaria, el poder reglamentario de la administración ha ido adquiriendo un peso creciente, bajo el nombre de “legislación delegada”, en favor de una gran variedad de autoridades. El Parlamento puede delegar al gobierno el poder de legislar en cualquier dominio, pero también tiene el primero competencia ilimitada para intervenir en cualquier dominio. En los Estados Unidos se ha ido también imponiendo la legislación delegada, y la administración. Esta posee además un poder “cuasilegislativo” para fijar por adelantado las reglas generales que ella aplicará en casos particulares, cuya participación en el gobierno federal excede la de la legislación del Congreso.<sup>54</sup>

54 Debbasch, *Science administrative*, cit., pp. 74-75.



Los desequilibrios institucionales en las instituciones políticas de las democracias liberales se dan también entre el poder del Estado central y los poderes locales, tanto en los Estados federales (Estados Unidos) como en los tradicionalmente centralizados o unitarios (Francia).

En los Estados Unidos, el *federalismo*

se ha vuelto moribundo como principio viable de gobierno. Una nación con supercorporaciones y con planeación económica (aun en la forma norteamericana mínima de planeación) ya no puede ser auténticamente federal. Las empresas gigantescas y la planeación central requieren políticas unificadas si no uniformes a través de toda la nación. La economía norteamericana es nacional, descentralizada en un orden político fragmentado, con la consecuencia que los estados se están volviendo rápidamente anacronismos en el cuerpo político. Son más importantes como distritos administrativos para políticas centralmente establecidas —tanto públicas como privadas— que como unidades políticas separadas.<sup>55</sup>

El poder federal ha ido creciendo en los Estados Unidos, no por las modificaciones a la Constitución de 1787, sino por el aumento de importancia política de los asuntos asignados por aquélla al Estado federal; por la creciente tecnificación de la vida administrativa y política; por el proceso de autoacumulación de poderes que es inherente al intervencionismo y al dirigismo; por el aumento de las capacidades financieras y técnicas del Estado federal, cada vez más superiores respecto a las de los estados y gobiernos locales, y de las consiguientes facilidades de toma y ejecución de las decisiones. Es el caso de la defensa nacional (investigaciones atómicas y espaciales); del comercio interestatal; de las medidas anticíclicas; de las tareas de adaptación del capitalismo a las exigencias integrantes o resultantes de las Revoluciones Tecnológicas. El sistema federal central, fuertemente organizador, uniformador y concentrador, crea o refuerza una tendencia a la declinación relativa de los recursos locales de estados y condados.<sup>56</sup>

En Francia, la centralización político-administrativa tradicional se prolonga y amplifica con las tendencias y prácticas del intervencionismo, dirigismo, planificación flexible, y de los proyectos y logros en el reordenamiento del territorio, productoras de un progresivo debilitamiento relativo de las finanzas autónomas de departamentos y comunas, que a su vez retroactúan en favor de la centralización.

55 Arthur Selwyn Miller, "Science Challenges Law", en Stuart.

56 Nagel, editor, *Law and Social Change*, cit., p. 110.

## D. *El derecho administrativo*

Los efectos directos e indirectos de la Revolución Tecnológica han contribuido a un doble proceso: la adquisición de un papel cada vez más importante del derecho administrativo, en la economía y la sociedad, y en la vida individual; y la entrada en crisis de ese derecho, manifestada en la discusión sobre su dominio de aplicación, y en la definición de sus nociones fundamentales. Ambos procesos han sido estudiados, ante todo en el caso francés, pero también en otros importantes casos nacionales.<sup>57</sup>

La importancia adquirida por el derecho administrativo durante el siglo XX se revela en el hecho de haber llegado a tomar injerencia en un creciente número de espacios y fenómenos sociales, rigiendo así relaciones y situaciones jurídicas infinitamente más numerosas y variadas que antes. La invasión de la vida pública y privada por el derecho administrativo se correlaciona básicamente con el fenómeno político y estatal, si bien ello se manifiesta a partir y a través de una variedad de causas como las siguientes:

1. Las revoluciones científicas tecnológicas y sus múltiples aplicaciones e incidencias; v. gr. electricidad, circulación automovilística, transporte camionero, radiodifusión, aviación comercial, enseñanza y organización técnicas, etcétera. A este impacto, perceptible como se vio ya desde la Segunda Revolución, se agregan luego —también antes se lo dijo—, las incidencias e implicaciones de la Tercera Revolución (energía nuclear, electrónica y computación, telemática, biotecnología).

2. Evolución de la población, en sí misma consecuencia de la Revolución Científica, a lo que se agregan los efectos de sus principales rasgos y tendencias; v. gr., problemas planteados por la explosión demográfica, el desplazamiento de la población rural hacia las ciudades; la necesidad de una legislación urbanística; el reparto inadecuado de los habitantes en el territorio; las migraciones internas e internacionales; la cuestión de la vivienda; la coexistencia en un mismo territorio nacional de zonas y regiones de desarrollo hipertrofiado y de relativo subdesarrollo, y la consiguiente creación de desequilibrios de todo tipo.

57 Ver Marcel Waline, "Prefacio" al *Juris-Classeur Administratif*, vol. 1, publicado bajo la Secretaría de Redacción del profesor G. Liet-Veaux, París, Éditions Techniques, 1963, 5 tomos. Ver también Jacques Chevallier y Danièle Loschak, *Science administrative*, cit.; Debbasch, *Science administrative*, cit.; W. Friedmann, *Law in a Changing Society*, cit., especialmente parte cuatro Public Law.

3. El impacto de dos guerras mundiales, y de los efectos generados por las mismas (ya examinados en el tratamiento de la Segunda Revolución Industrial, tomo I).

4. El desarrollo, en las elites dirigentes y en los medios políticos y gubernamentales, de una concepción más amplia sobre el papel del Estado y su intervención en materia económica (empresas mixtas, nacionalizaciones, corporaciones públicas, dirigismo y planificación, reorganización de actividades productivas como la agricultura).

5. Nuevas preocupaciones e intervenciones del poder público en materia social (seguridad y bienestar sociales, Estado benefactor, extensión del número y contenido de los derechos).

6. Nueva tendencia corporativista del Estado, expresada en la creación de órdenes de las profesiones liberales, confiadas a la dirección de autoridades electas por sus miembros, bajo control de tribunales administrativos; y el consiguiente otorgamiento a dichas órdenes de cierta participación en el poder público, todo lo cual extiende más aún el dominio del derecho administrativo.

Éstas y similares causas contribuyen al desarrollo y perfeccionamiento del derecho administrativo, de sus normas, contenidos y técnicas y, en general, a la extensión de su dominio. En ello debe tenerse en cuenta el enriquecimiento de los capítulos tradicionales y su creciente complejidad, por el esfuerzo de un número creciente de especialistas (investigadores y docentes, jueces, funcionarios, abogados litigantes). La jurisprudencia se esfuerza en replantear permanentemente su propia obra de desarrollo y reajuste, para perfeccionarla y adaptarla a las cambiantes condiciones sociales y políticas.

Tras sus primeros grandes desarrollos, el derecho administrativo ha ido exhibiendo, en Francia, y en otros importantes casos nacionales, síntomas de crisis, sobre todo en dos aspectos básicos.

El primero se refiere al dominio de aplicación. Ello incluye las cuestiones de los límites que separan los ámbitos del derecho público y del derecho Privado; la aplicación de las normas positivas y los criterios jurisprudenciales de uno y otro; las competencias de los tribunales administrativos y judiciales. En estas cuestiones ha venido creándose una creciente incertidumbre, demostrada por la progresión numérica de los casos contenciosos de jurisdicción y competencia.

El criterio general de discriminación de las situaciones a ser juzgadas, ya sea por los tribunales administrativos en base a las reglas del derecho administrativo; o, por el contrario, por tribunales judiciales en base a las reglas del derecho privado, ha sido buscado teóricamente en las cuatro direcciones siguientes.

1. Según la naturaleza jurídica de las personas en cuestión (el litigio contra una colectividad de derecho público debe resolverse por tribunales administrativos).

2. Según la naturaleza de la actividad que haya dado lugar al proceso (todo servicio público sería actividad administrativa, necesariamente regida por el derecho público).

3. Según la naturaleza del acto que haya dado lugar al litigio (situaciones litigiosas a resolver con ayuda de reglas del derecho público y por tribunales administrativos serían únicamente aquellas en que la Administración ha usado de alguna prerrogativa propia del poder público).

4. Criterio de utilidad pública, y de su primacía sobre los diferentes intereses privados, como único denominador común de todas las reglas de derecho administrativo. La idea de utilidad pública, que domina toda la jurisprudencia sobre los límites de la aplicación del derecho público y, por lo tanto, sobre la competencia de los tribunales administrativos, hace la síntesis de todas las ideas de competencia; es una idea madre del derecho público, aunque no sea criterio fácilmente utilizable en la práctica. El jurista que debe operar en la práctica se ve reducido a constatar que, en general, el derecho administrativo rige, y las jurisdicciones administrativas son competentes para apreciar, las situaciones y relaciones jurídicas disímiles que surgen en la interacción de particulares o personas de derecho privado.

El segundo aspecto de la crisis se refiere al replanteo de las definiciones de las categorías jurídicas de base del derecho administrativo. A diferencia del derecho civil, las nociones de base del derecho administrativo no tienen definición legal; y aquéllas sobre las cuales parecerían haber existido acuerdo han sido frecuentemente replanteadas. El derecho administrativo describe el régimen aplicable a la gestión de los servicios públicos, por colectividades públicas, por acciones de funcionarios que utilizan especialmente el dominio público; y precisamente en esta situación no se sabe más cómo definir con exactitud el servicio público, el establecimiento público, el funcionario, el dominio del Estado.

Finalmente, la Ciencia y las nuevas tecnologías están así entrelazadas con los cambios y crisis del derecho constitucional clásico. Éste,

elaborado en Occidente y que se presenta como un sistema de reglas animadas de una gran coherencia lógica, se enfrenta desde hace varias décadas, con medio ambientes políticos, económicos, sociales, culturales, muy diferentes de aquéllos en los cuales nació y ha sufrido, por este hecho, distorsiones considerables. Puede preguntarse desde ya si se trata



sólo de concesiones o de retrocesos momentáneos, o bien si se marcha hacia tipos de instituciones políticas totalmente nuevas, que se alejan progresivamente del derecho constitucional clásico.

Este problema es importante porque recubre de hecho el problema del porvenir de la democracia occidental; la que reposa sobre la separación de poderes, es decir, la distinción entre gobernantes y censores de los gobernantes, el pluripartidismo y las elecciones disputadas, el respeto de las libertades individuales.

Pretender indicar ahora el sentido de una evolución de la amplitud de la que se desarrolla<sup>58</sup> bajo nuestros ojos, es naturalmente muy riesgoso.

58 André Hauriou, *Droit constitutionnel et institutions politiques*, Paris, Éditions Montchrestien, 1966, p. 553.

# ÍNDICE

Prólogo . . . . .	7
-------------------	---

## CAPÍTULO I

### CARACTERES Y TENDENCIAS

Caracteres y tendencias . . . . .	11
-----------------------------------	----

## CAPÍTULO II

### CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, TÉCNICAS

1. Matemáticas . . . . .	23
2. Astronomía, cosmología y exploración del espacio . . . . .	23
3. Física . . . . .	29
4. Energía nuclear . . . . .	31
5. Ciencias y tecnologías de la información y las comunicaciones . . . . .	46
6. Biología y biotecnologías . . . . .	84
7. Medicina y salud . . . . .	96
8. Hacia una ciencia de la Tierra . . . . .	99

## CAPÍTULO III

### LA TERCERA REVOLUCIÓN EN SU CONTEXTO ECONÓMICO Y POLÍTICO

1. La mutación en los centros desarrollados . . . . .	104
2. Transnacionalización y globalización . . . . .	116

## CAPÍTULO IV

## TERCERA REVOLUCIÓN Y ESTADO

1. El Estado interventor . . . . .	142
2. La garantía de las condiciones generales . . . . .	148
3. Coacción e integración sociales . . . . .	154
4. Preservación del medio ambiente . . . . .	159
5. Función anticíclica y planificación . . . . .	161
6. Ciencia y poder . . . . .	163
7. Ciencia y Estado . . . . .	165
8. Ciencia y funciones del Estado . . . . .	173
9. Relaciones exteriores y ciencia . . . . .	181
10. Política científica . . . . .	184

## CAPÍTULO V

## TERCERA REVOLUCIÓN Y DERECHO PÚBLICO

1. Soberanía estatal y derecho internacional . . . . .	187
2. Ciencia y derecho . . . . .	206
3. Nuevas tecnologías y derecho público . . . . .	211

*Ciencia Estado y derecho en la tercera revolución*, editado por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, se terminó de imprimir el 30 de mayo de 2000 en los talleres de Formación Gráfica, S. A. de C. V. En la edición se utilizó papel cultural de 70x95 de 50 Kgs. para los interiores y cartulina couché de 162 Kgs. para los forros.

Tiraje: 1.000 ejemplares.