

# LA EPOCA DE LA SUPERESPECIALIZACION

UN año es un lapso de tiempo demasiado breve para que en él se produzcan acontecimientos destacados en el amplio campo de la ciencia. Además, el desarrollo de la ciencia es muy lento y sus hallazgos son fruto de una larga preparación. Incluso de muchos años, y es por eso porque son tan raros. Esta afirmación está en radical contradicción con innumerables declaraciones de políticos, empresarios, ideólogos, incluso de científicos, de que la ciencia se encuentra sometida a un proceso de cambio trepidante, que es la actividad que cambia con más rapidez en nuestra época. Esto no es verdad; en el caso más favorable, esta imagen de la ciencia es el resultado de confundir la ciencia con su base (la recogida de datos) y con sus resultados la técnica (mejor dicho, la innovación empresarial). En la mejor tradición, la ciencia es un cuerpo organizado, sistemático, de conocimientos de los procesos de la realidad objetiva. De hecho, en la imagen popular de la ciencia se confunden tres niveles de conocimiento (de actividad) claramente distintos: la ciencia como conjunto orgánico de conocimientos de los procesos objetivos de la realidad, independientes de la acción humana; la ciencia aplicada, ciencia experimental o método de descubrimiento y de invención, que consiste en la búsqueda de datos concretos con el auxilio de aparatos para intervenir en los procesos reales, y la tecnología como aplicación de los conocimientos anteriores a la invención y producción de artefactos, mercancías o servicios.

Para entender bien el proceso de desarrollo de la ciencia conviene considerar brevemente cómo se llegó a la situación de confusión hoy dominante. La ciencia moderna tiene su origen en el Renacimiento, cuando se quiebra el empirismo y su complemento necesario, el principio de autoridad, por la aparición de la experimentación. En el empirismo, la acción del hombre y los procesos objetivos se confunden; por la experimentación, los científicos aprenden a separar la acción del hombre del proceso objetivo que tiene lugar en la realidad; esto es, los científicos descubren el método para estudiar los procesos reales sin deformarlos, o pudiendo saber en qué grado los han deformado. El paso del empirismo a la experimentación tuvo consecuencias tras-



Los hombres se dedicaron a esquilmar a la Naturaleza. Ahora, ésta pasa factura: respiramos un aire contaminado, caminamos sobre una tierra sucia y pronto no quedará agua limpia que beber, los peces mueren envenenados a millares... El problema es tan grave y extenso que los expertos no aportan más que minisoluciones, porque son expertos en miniciencias.

ELOY TERRON

## LA FORMACION DE LA MANO DE OBRA CIENTIFICA Y TECNICA ES HOY UN PROBLEMA CRUCIAL DEL QUE NO SE VISLUMBRAN SINTOMAS DE RESOLUCION.

centadales para la ciencia, ya que de organizar los conocimientos humanos sobre las necesidades humanas (organización subjetiva) se pasó a buscar en los mismos procesos objetivos, en su naturaleza integradora y determinante, el esquema o trama organizador de los conocimientos singulares y concretos, el nacimiento de la concepción científica del universo.

La experimentación se convirtió en un potente auxiliar de la ciencia, y ella fue quien la hizo avanzar a pasos de gigante, pero, precisamente por su enorme eficacia para el conocimiento del mundo

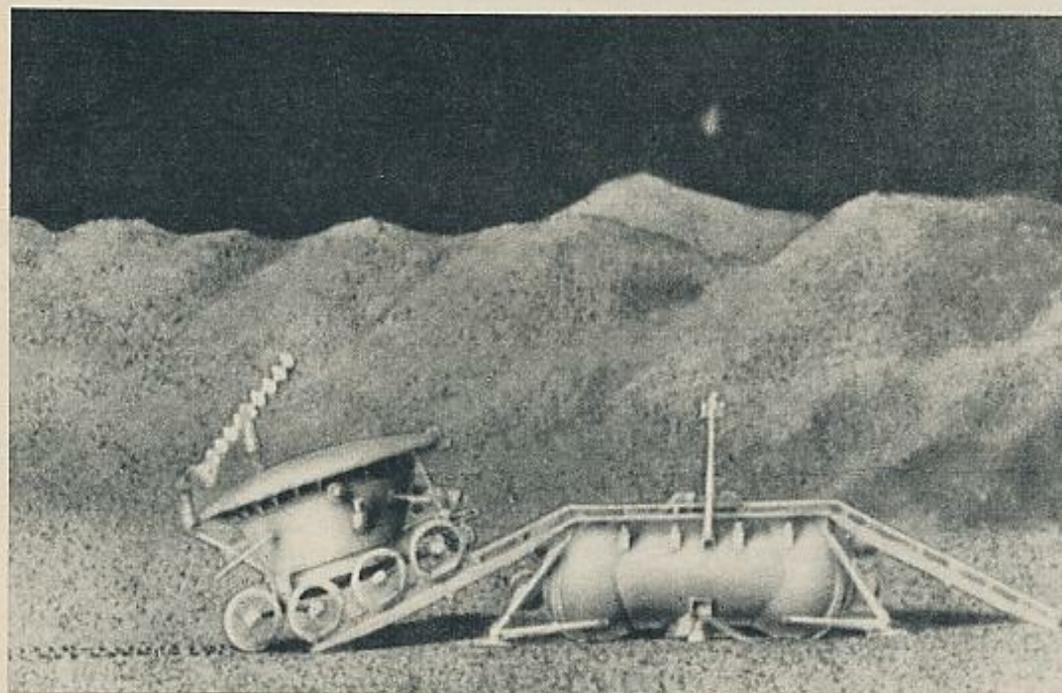
real, se convirtió en un verdadero rival de la ciencia. La experimentación se reveló como una actividad tan brillante, por sus éxitos, que muchos científicos se entregaron de lleno a ella con abandono de la genuina función científica, que consiste en organizar los conocimientos objetivos hallados. Insensiblemente, la experimentación se transformó en método de descubrimiento y de invención, que acabó por convertirse en una verdadera fuerza productiva, mejor aún, en una potente herramienta para obtener beneficios y potenciar la competitividad de las em-

presas, en la base de la innovación. Pronto los empresarios se dieron cuenta del valor de la ciencia aplicada y la convirtieron en fuerza de producción sometida a la disciplina empresarial y condicionada por los intereses empresariales, de manera que en la ciencia experimental se produjo una profunda mutación: de perseguir el conocimiento de los procesos objetivos pasó a estar determinada por el hallazgo de resultados realizables comercialmente, lo que equivale a decir que ya no tiene como finalidad determinante el conocimiento de la realidad; por eso se ha transformado en método de descubrimiento e invención.

A continuación voy a resumir la situación de cada uno de estos tres niveles del conocimiento, la ciencia, la ciencia aplicada (la experimentación convertida en método de descubrimiento e invención) y la tecnología en los primeros diez u once meses de este año 1970.

### Estado actual y necesidad de desarrollo de la ciencia

Es lógico que la ciencia, como conocimiento general de la realidad, sea poco cultivada y no tenga atractivos. Son muchas las razones que abonan esta afirmación. En primer lugar están los grandes éxitos comerciales de la ciencia aplicada; en segundo lugar, la actual inclinación a la irracionalidad con el fomento consciente del confusio-nismo; en tercer lugar, la exaltación de lo nuevo, de lo fácil, del libertarismo y de la indisciplina intelectual; en cuarto lugar, paradójicamente, el especialismo, con sus consecuencias inmediatas, renacimiento del principio de autoridad y total ausencia de crítica, y por último, las tendencias ideológicas del capitalismo. Precisamente por esto nunca los hombres tuvieron tanta necesidad de los conocimientos generales que podrían proporcionarles las ciencias fundamentales. Es tan patente esta necesidad que incluso en los Estados Unidos, donde domina el más crudo pragmatismo científico, se busca «la ampliación del conocimiento de los procesos objetivos» bajo diferentes etiquetas, como investigación básica, fundamental y hasta pura, sin darse cuenta que la ciencia aplicada, lo mismo que la tecnología, implican un ensanchamien-



El programa «Apolo» sufrió la más dura de sus pruebas: la nave «13» contorneó la Luna, pero tuvo que regresar a la Tierra después de una avería (en la fotografía, el canciller Brandt, invitado a Cabo Kennedy, felicita al vicepresidente Agnew tras el éxito inicial del lanzamiento; detrás de ellos, Von Braun sigue al cohete). Los soviéticos lanzaron recientemente el «Luna 17», que depositó en nuestro satélite un vehículo automático para exploración.

to constante del conocimiento de la realidad objetiva.

Como el cultivo intencional de la ciencia en su nivel más elevado de abstracción es prácticamente nulo, estimo que es importante señalar las consecuencias de este abandono y su necesidad. La brevedad de este trabajo obliga a una simple enumeración.

1. La formación de la mano de obra científica y técnica se ha convertido en los países adelantados en un problema crucial del que no se vislumbran ni síntomas de resolución. Formar científicos y téc-

nicos implica estructurar su conciencia con un entramado científico básico, sacado de la misma realidad, que les sirva para integrar y organizar la oleada de datos aislados e incongruentes que les lleguen para que prosigan el desarrollo de las ciencias. Pero será imposible alcanzar esto sin que las distintas ciencias básicas proporcionen a los jóvenes constelaciones de leyes y teorías que sean integrables entre sí para constituir un todo único, como la realidad única de donde han salido esos conocimientos.

2. Por el camino del **especialismo** se ha ido tan lejos que los procesos de la parcela de realidad enfocada por el especialista han dejado de tener sentido. Sólo la posesión de un conocimiento integrado de la realidad puede sacar al especialista de su callejón sin salida. Goethe dijo algo impercedero a este respecto: «Cuando estudies la Naturaleza, no pierdas de vista ni el conjunto ni el detalle».

3. Ahora se habla mucho de la necesidad de trabajar en equipo en la investigación científica, pero nadie ha analizado todavía qué exi-

gencias plantea la investigación en equipo. Entre sus exigencias objetivas está la organización del equipo conforme a niveles de abstracción y generalización crecientes del conocimiento; sin la posesión de un nivel interdisciplinario de conocimientos, no hay equipo, sino hombres trabajando aislados en una organización formal.

4. Un grave obstáculo al desarrollo de la ciencia y de las ciencias aplicadas es la ausencia total de crítica que depure y simplifique el cuerpo de conocimientos de cada rama de la ciencia. En ausencia de crítica se ha impuesto de nuevo el principio de autoridad que permite que se den pifias fenomenales (más adelante se cita una). Pero la crítica es imposible sin un desarrollo de la ciencia, y ésta es impensable sin aquélla.

5. Sólo con la luz de las ciencias más generales y abstractas es posible echar una mirada hacia el futuro para tratar de saber a qué puede dedicarse un país con alguna ventaja; esto es, en qué sector de la producción puede ser competitivo en el mercado internacional. En los países atrasados, la ciencia es vital, al menos para saber con alguna seguridad a qué pueden dedicarse con éxito.

6. Los hombres hasta ahora se han entregado apasionadamente a esquilmar la Naturaleza para alimentarse o para enriquecerse, sin darse cuenta que la Naturaleza tiene sus leyes. No se puede romper el equilibrio alcanzado entre las especies sin pagar las consecuencias. Ahora nos encontramos con el aire sucio, las aguas de los ríos y mares sucias, estamos ensuciando toda la superficie de la Tierra; el aire de extensas regiones se hace irrespirable, aumentando, por ello, las enfermedades; pronto no quedará agua limpia que beber. Pero este problema es tan grave y extenso que los expertos no aportan más que minisoluciones, cataplasmas. Es necesaria una consideración global, pero sólo disponemos de miniciencias.

7. La producción de alimentos para una población creciente exige también un enfoque global y en dos sentidos. Primero hay que estudiar la tendencia del desarrollo humano, pero desde todos los aspectos posibles, no sólo desde el demográfico; es posible que un estudio global descubra tendencias sorprendentes en la conducta de los hombres a reproducirse. Después hay que estudiar las verdaderas fuentes de alimentos (sin perder tiempo en las imaginarias) para disponerse a explotarlas racionalmente. (En este campo, y con una conciencia clara de las más diversas implicaciones y exigencias, nuestro compatriota F. Córdón está elaborando una obra que hará época.) Finalmente, será necesario evaluar la po-

# LA EPOCA DE LA SUPERESPECIALIZACION

blación óptima y adoptar medidas racionales y humanas para mantenerla.

8. Los hombres y mujeres de hoy están viviendo en medio del más desolado confusiónismo. Vivimos en la época de la ciencia y de la técnica, de los viajes perfectos, exactos, a la Luna, pero los hombres nos encontramos sin orientación; vivimos en una situación brutalmente paradójica: en las fábricas, oficinas, almacenes, transportes, etc., reina la máxima racionalización; fuera de ahí, el hombre queda abandonado. Se han barrenado las concepciones religiosas del mundo, tan aparentemente firmes y sencillas, pero están surgiendo por todas partes sucedáneos de los más burdos y abrutales pseudocientíficos. Se plantea por las grandes publicaciones (periódicos, revistas y libros); empresas comerciales ofrecen resolver las más graves decisiones personales por medio de computadoras electrónicas mediante un módico pago; renace la brujería, la magia y todo un mundo de ritos y fórmulas afines; desaparecen los directores espirituales religiosos, pero se imponen los directores espirituales pseudocientíficos. Se plantea como necesidad perentoria que los científicos beneficien la ingente inmensidad de datos «científicos» y que elaboren conjuntos coherentes, claros y simples de conocimientos que integrados nos proporcionen una imagen orientadora, tranquilizadora y armónica de esta realidad en que vivimos.

De esta breve enumeración resulta que las tareas que esperan solución de la ciencia son inmensas y urgentes. Es necesario que los científicos se den cuenta de este aspecto fundamental de su trabajo y que cada uno labore un poco en esa dirección. Este sería el aspecto humano, moral o social del trabajo de investigación.

## Las ciencias aplicadas

Las ciencias aplicadas, o sea, la metodología del descubrimiento y la invención, nacen, como se ha dicho, de la transformación de la experimentación (en cuanto método de verificación de hipótesis y de forzar la obtención de datos nuevos) en fuerza productiva al servicio de las empresas y como base de la innovación industrial. (Es bien sabido que en los últimos veinte años la innovación ha sido la fuente principal de beneficios empresariales.) Antes, la experimentación era un auxiliar de la ciencia, una ayuda valiosísima para desarrollar el conocimiento de los procesos reales; en esta etapa, los datos proporcionados por la experimentación se integraban directamente en el cuerpo de teoría correspondiente. Pero cuando la experimentación se convierte en base de la innovación industrial, los

datos tienen un valor nuevo, tienen valor económico, porque su acumulación y clasificación pueden ahorrar tiempo, esto es, dinero; además, el interés se centra en la obtención del nuevo producto, del nuevo procedimiento; se pone la atención en el resultado. El viejo cuerpo de teoría, antes dominante, se convierte en un auxiliar, en apoyo de la innovación. A medida que las empresas se dan cuenta del valor de la experimentación como fuente de beneficios, se crean cada día nuevos laboratorios industriales (empresariales), en los que reciben empleo y remuneradores sueldos un número creciente de científicos. Crece vertiginosamente la acumulación de datos; se multiplican las publicaciones; irrumpe la marea de congresos, conferencias, simposios, semina-

rios, etc.; llega un momento en que se impone el terrible dilema «Publish or perish!» («¡Publica o perece!»). Los científicos tienen que superespecializarse si quieren tener una remota posibilidad de saber algo de lo que se hace en su rama (deseo vano, porque las empresas ocultan cuidadosamente aquello que pueda beneficiar a las rivales). Las antiguas grandes ciencias, arrastradas por este proceso, estallan en innumerables especialidades; estas son las ciencias aplicadas.

Antes había las grandes ramas de la ciencia: matemática, astronomía, física, química, geología, biología, psicología, etc.; ahora existen las ciencias aplicadas «vedettes», las especialidades de avanzada, y a su cultivo se aplican los científicos mejor pagados y el mayor número; estas ramas suelen ser la base de los grandes beneficios y hasta el fundamento del poder de las grandes naciones. Como es natural, en estas ciencias aplicadas y en sus correspondientes tecnologías es donde se dan los éxitos más espectaculares y asombrosos. Mencionaré las principales con los hallazgos más resonantes en 1970.

En primer lugar merece ser citada la física nuclear, la megaciencia por excelencia, por los gigantescos instrumentos y los recur-

sos aplicados. En ella no se han producido hallazgos notables en 1970; sólo cabe mencionar los grandes programas de trabajo, la construcción por el CERN en Ginebra de un gigantesco acelerador de partículas; otro ha comenzado a trabajar en Dubna (URSS), por ahora el mayor del mundo. Numerosos estudios importantes están en marcha, nuevas centrales nucleares de diferentes tipos, la investigación de un procedimiento para transformar la energía térmica nuclear en energía eléctrica para evitar las pérdidas que se producen en el paso intermedio de las turbinas de vapor. También se ha conseguido «ver» por vez primera el átomo y se ha descubierto al elemento 105 por rusos y norteamericanos casi simultáneamente.

En segundo lugar debe mencionarse la investigación espacial y la balística, que ha alcanzado los éxitos más resonantes desde la fecha memorable del 21 de julio de 1969, en que el primer hombre llegó a la Luna. La investigación del espacio no debe reducirse a las exploraciones astronáuticas pilotadas o automáticas, le corresponde todavía a la astronomía, auxiliada por los nuevos y potentes instrumentos, el mayor peso en este estudio. En este año se han descubierto las primeras moléculas orgánicas (que no quiere decir vivas) en los espacios estelares. A la investigación del espacio con vehículos contribuyen otras muchas ciencias aplicadas a las que hay que atribuir algunos de los grandes éxitos: la electrónica, la balística, la química de los carburantes, la metalurgia, la mecánica, etcétera.

Otra ciencia aplicada muy destacada es la electrónica. En ella se ha continuado el estudio de los semiconductores y se ha acelerado e intensificado la investigación de las «ondas de superficie», que abren inmensas posibilidades; también continúa el estudio de nuevas computadoras.

Otra ciencia «vedette» es la química de los plásticos y la de las aleaciones, en las que se han realizado hallazgos menores, pero no grandes sorpresas.

En el grupo de las ciencias aplicadas biológicas está, en primer lugar, la terapéutica (impulsada por la industria farmacéutica y, detrás de ella, las gigantescas empresas químicas y petrolíferas), entre otras cuyas novedades están el descubrimiento de las múltiples acciones de las prostaglandinas, la vacuna contra la rubéola, la utilización de marcapasos atómicos, el primer trasplante de nervios, etcétera; en segundo lugar está la biología molecular, que ha cumplido progresos notables; entre otros, un retrodescubrimiento (aquí se advierte la ausencia del nivel abstracto de la ciencia biológica) que el ácido desoxirribonucleico ADN no es sintetizado por la polimerasa ADN, por cuyo descubrimiento recibió el profesor A. Kornberg el Premio Nobel en 1959; se ha descubierto el mecanismo de la actividad muscular, un análisis de hemoglobina humana y de diversos monos ha revelado una estrecha semejanza de la primera con la del chimpancé y la del gorila; otras ciencias, como la genética, la biología marina, la microbiología, han realizado notables contribuciones a la mejora de la producción agrícola (buen ejemplo de esto es el Premio Nobel de la Paz a Ernest Borlaug), a la protección de las especies marinas, a la lucha contra la polución de las aguas y de los campos (se investiga la demolición microbiana de los plásticos y de los detergentes), etcétera. Mención especial merecen los esfuerzos que se están realizando para impedir la acelerada degradación de la Naturaleza.

## La tecnología en 1970

Así como las ciencias aplicadas son fundamentalmente analíticas (los aparatos de análisis son los prácticamente dominantes), la tecnología (o sea, la aplicación de conocimientos a los fines prácticos de idear o perfeccionar nuevos productos o procedimientos de obtención) es, por el contrario, fundamentalmente sintética; es decir, la ciencia aplicada separa, mientras la tecnología reúne. Efectivamente, la invención de artefactos ha resultado en muchos casos de la feliz conjunción de dos ideas que en las ciencias aparecían muy separadas. Sin embargo, el carácter esencial de la tecnología consiste en la aplicación de los conocimientos disponibles a la solución de los problemas con que tropieza el hombre para satisfacer sus necesidades (básicas o culturales). El carácter sintético de la tecnología armoniza con el carácter sintetizador de la ciencia en su nivel más abstracto, porque toda organización, estructuración, integración de datos reales resulta de un esfuerzo sintetizador, unificador. En términos económicos, mejor dicho, empresariales, la tecnología es la realización comercial de la ciencia aplicada.



Dentro del transporte aéreo, aparte de la entrada en servicio del gigantesco «Jumbo», han seguido las pruebas de los «supersónicos» comerciales. En la fotografía, el «Concorde», anglo-francés, en vuelo.

**ANTES, LA EXPERIMENTACION  
ERA UN AUXILIAR DE LA CIENCIA;  
HOY ES LA BASE DE LA INNOVACION INDUSTRIAL,  
Y EL VIEJO CUERPO DE TEORIA  
HA PASADO A SER SU SERVIDOR.**

Después de exponer los principales hallazgos de las ciencias aplicadas, aquí casi no cabe más que añadir algunas realizaciones concretas, más sobresalientes, en cada sector. Porque las innovaciones industriales en los artefactos de uso cotidiano son innumerables; gracias a ellas las empresas aumentan su producción y sus ventas.

Dejando de lado a la tecnología nuclear, en los vuelos espaciales se ha proseguido el programa «Apolo», con el lanzamiento del «Apolo 13», el 11 de abril, que contorneó la Luna, pero tuvo que regresar a la Tierra por haberse producido una avería importante, una explosión corto la corriente y el oxígeno del módulo de mando, con graves dificultades, pudo regresar a la Tierra. Los soviéticos continuaron su programa «Cosmos», que ya debe andar por los 385 ó 390; para la exploración de la Luna lanzaron el «Luna 16», que se posó suave-

mente sobre nuestro satélite, recogió automáticamente muestras del suelo y regresó con ellas a la Tierra, y el 10 de noviembre lanzaron el «Luna 17», que depositó un pequeño vehículo, el «Lunajod 1», para la exploración automática de la superficie lunar; estos dos lanzamientos son una muestra de lo que se puede conseguir en la investigación de aquellos lugares a los que el hombre no tenga acceso sin riesgos graves.

Tanto los éxitos norteamericanos con los «Apolo» como los soviéticos con los «Luna», revelan el enorme dominio tecnológico en los sectores de la navegación aérea, de la balística, de la metalurgia, de los combustibles y, sobre todo, de la electrónica. Es este otro sector de la tecnología en rápido desarrollo y con unas posibilidades de progreso enormes, gracias a los nuevos hallazgos, ya citados, de la ondas de superficie y

en el campo de los semi-conductores. Entre los progresos de este sector destacan las comunicaciones (radio, televisión, radiotelescopios, teledirección, etc.) y las computadoras electrónicas, con el teleproceso o teletratamiento de datos; en estas dos ramas, la empresa norteamericana IBM anuncia el lanzamiento al mercado de la computadora IBM 370 y del nuevo sistema de teletratamiento de datos CALL-360. En el sector de la electrónica tiene también importancia la construcción de un gigantesco microscopio electrónico que ha permitido «ver» el átomo.

En el sector de los transportes aéreos merecen lugar destacado la puesta en servicio del avión Boeing 747 «Jumbo», con cabida para casi 400 pasajeros, y los vuelos de pruebas de los «supersónicos» «Concorde» y Tu-144, que muy pronto entrarán en servicio en las líneas comerciales. ■ E. T.

*Lumen*  
**EDHASA  
ESTELA  
BARRAL  
ANAGRAMA**  
*Fontanella*  
**Península**



**BARRAL EDITORES**

LA CELOSIA, Alain Robbe-Grillet.  
GUERRA DEL TIEMPO, Alejo Carpentier.

**LUMEN**

LA FRANCIA BURGUESA, Charles Morazé.  
BESOS DE MADRE, Bruce Jay Friedman.

**PENINSULA**

DIALECTICA DE LA PERSONA,  
 DIALECTICA DE LA SITUACION,  
 Carlos Castilla del Pino.  
 DICCIONARIO PARA OCIOSOS,  
 Joan Fuster.

**ANAGRAMA**

VIDA Y OBRA DE SEGISMUND  
 FREUD (I), Ernest Jones.  
VIDA Y OBRA DE SEGISMUND  
 FREUD (II), Ernest Jones.

**ESTELA**

PARABOLAS PARA UNA PEDAGOGIA  
 POPULAR, Celestin Freinet.  
LA AUTOPISTA, Jaime Perich.

**EDHASA**

LAS CABEZAS TROCADAS, Thomas Mann.  
BALTHAZAR, Lawrence Durrel.