

EL NUEVO PAPEL DE LA
CIENCIA EN NUESTRA EPOCA

historia y sociedad 12

SUPLEMENTO

MEXICO, 1968:

CONTRA LA REPRESION, POR LA DEMOCRACIA

[MANIFIESTOS, DECLARACIONES Y UNA CRONOLOGIA]



SUMARIO:

- | | |
|--|--|
| 1 EDITORIAL
<i>Por la democracia política y la autonomía universitaria.</i> | 60 <i>El papel del ingeniero en la ciencia.</i>
Jorge Maksabedián |
| 8 <i>El resguardo de la herencia ideológica de Marx.</i>
Héctor P. Agosti | NUESTRAS ENTREVISTAS |
| 15 <i>El nuevo papel de la ciencia en nuestra época.</i>
Bonifati Kedrov | 66 <i>Un profesor de México en la Universidad Humboldt de Berlín.</i>
Raquel Tibol |
| 27 <i>Características de las ciencias naturales contemporáneas.</i>
Nikolai Ovchinnikov | 73 LA CRITICA |
| 43 <i>Las matemáticas en la historia.</i>
Arturo Azuela | "El descubrimiento de Marx" por Godelier. |
| 48 <i>La revolución científica y técnica actual: significado y perspectivas.</i>
Guennadi Danilin | SUPLEMENTO |
| | México 1968:
Contra la represión, por la democracia.
<i>Manifiestos, declaraciones y una cronología.</i> |

historia y sociedad

REVISTA CONTINENTAL DE HUMANISMO MODERNO
No. 12. III Año. Abril-Junio de 1968
Cuatro números anuales
Dirección: Alvaro Obregón 286, desp. 406
México 7, D. F.

Autorizada en lo tocante a la Cultura y a la Educación por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas ilustradas de la Secretaría de Educación según oficio 23 CCPRI/68 de fecha 22 de febrero de 1968.

CONSEJEROS:

Héctor P. Agosti (Argentina), Herbert Aptheker (USA), Federico Brito Figueroa (Venezuela), Nicolás Buenaventura (Colombia), Jorge Carrión (México), Enrique Gil-Gilbert (Ecuador), Eli de Gortari (México), N. M. Lavrov (URSS), César A. de León (Panamá), Eduardo Mora (Costa Rica), Ramón Ramírez (México), Stanley Reyerson (Canadá), Wenceslao Rocos (México), Emilio Sereni (Italia), Jean Suret-Canale (Francia), Volodia Teitelboim (Chile).

PRECIO: en el país, \$ 12.00 / en el extranjero, Dls. 1.50

SUSCRIPCIÓN ANUAL: en el país, \$ 40.00 / en el extranjero, Dls. 5.00

NUMERO ATRASADO: en el país, \$ 20.00 / en el extranjero, Dls. 2.50

COMITE DIRECTIVO: Enrique Semo, *director*; Roger Bartra, *jefe de redacción*; Raúl González, *secretario*; Raquel Tibol y Federico Wilkins, *asistentes*.

REDACCION: Daniel Cazés, Alberto Híjar, Cecilia Rabell, Boris Rosen, Madalena Sancho.

COLABORADORES: Héctor P. Agosti, Arturo Azuela, Jorge Maksabedián, Alfredo Tecla.

DISTRIBUCION: Ediciones *Historia y Sociedad*. Apartado Postal 40-039, México 11, D. F.

Por la democracia política y la autonomía universitaria

Las agresiones del poder público a los estudiantes y a los ciudadanos que junto con aquéllos han participado en multitudinarias manifestaciones pacíficas y enmarcadas en los derechos que preserva el artículo 9o. de la Constitución, han puesto en relieve diversos problemas de la vida de la nación que no se refieren únicamente a cuestiones de reforma educativa o académica y ni siquiera a conceptos anacrónicos de autonomía universitaria o integridad del sistema educacional tecnológico.

La agresión a los estudiantes, extendida a los ciudadanos de cualquier condición, se completó con una vasta y pesada campaña de falacias, mentiras, calumnias y rumores dirigida contra los estudiantes, contra el movimiento estudiantil en su conjunto y también —usándolas como víctimas propiciatorias del ansia oficial de más presos políticos— contra las organizaciones políticas de auténtica oposición, ya sean de izquierda o simplemente democráticas.

Abarcó así la sistemática y brutal represión, y abarca aún —de donde deriva la actualidad del problema— agresiones “granaderiles” y de diversas policías secretas, aún cuando públicamente malafamadas, y casi todas anticonstitucionales; intervenciones bazuca al hombro y bayoneta calada en los fusiles de alto poder del Ejército Mexicano; campaña de rumores y desinformación pertinax del pueblo por todos los instrumentos de propaganda (cine, radio, televisión y prensa) que integran el oneroso aparato publicitario del poder, y en fin, la solicitud por orden superior de las voces del coro de las organizaciones

obreras y campesinas sometidas al charrismo y de todo tipo de partidos e instituciones oficializados que a la par que llenaban de lisonjas al presidente de la República, deturpaban con ferocidad y exigían más represión a los estudiantes y a los grandes sectores del pueblo que los acompañan en su lucha.

Signos positivos surgidos al calor de aquella fueron, por una parte, la activa respuesta y resistencia estudiantiles; por otra, la protesta enérgica y la solidaridad monolítica de amplias capas de intelectuales, maestros, artistas, profesionistas y técnicos, y por último, la unidad de que dieron prueba estudiantes de los más disímiles orígenes, rebasando así el rupestre estadio de las rencillas de carácter deportivo o las querellas por celos académicos o presupuestales.

La evidente ocupación militar, quebrantadora tanto de la autonomía universitaria como de la integridad física y moral del Instituto Politécnico —y posteriormente el cerco impuesto a la UNAM y al IPN por tropas, tanques y carros blindados con toda clase de armas modernas, que de facto constituye una intervención a tales autonomía e integridad— no ha doblegado el espíritu de lucha de estudiantes y maestros. A los de aquellas instituciones se han agregado, concientes de los nexos populares y nacionales del problema, los de escuelas como la Nacional de Agricultura de Chapingo, las Normales y los centros de Capacitación para el Trabajo Industrial. La solidaridad de la periferia, de las universidades y tecnológicos de los estados no se hizo esperar. Ni siquiera reduciendo la lógica al absurdo —y así lo prueba la unánime acción estudiantil y de los maestros e intelectuales— se puede afirmar que no hubo “jurídicamente” lesión de la autonomía universitaria. La hubo, y grave, si la autonomía no se reduce merquinamente a un criterio de libertad académica, legislativa y administrativa de las universidades a cambio de la renuncia, por parte de estudiantes, profesores y funcionarios universitarios, de sus derechos políticos y sociales y de su obligación de participar activamente —con pasión y con las luces que les da su carácter de sector minoritariamente beneficiado por conocimientos y cultura— en los grandes problemas que cada día con mayor urgencia plantean al pueblo las injustas estructuras económicas, políticas y sociales prevalecientes. Frente a la pretensión de que la autonomía así entendida reduzca a la juventud estudiosa del país a la condición de reserva humana de técnicos, científicos y humanistas al servicio de una sola clase social privilegiada y dueña de la riqueza social, se levantó la conciencia estudiantil y de los profesores e intelectuales para exigir una universidad e instituciones de educación superior abiertas al pueblo, a hijos de obreros, hijos de campesinos, hijos de empleados públicos y

privados, y, en fin, a todos los mexicanos y no como ahora a unos cuantos afortunados.

Los acontecimientos de julio, los de estos mismos días, demuestran que en el seno de las instituciones de enseñanza superior — pese a la acción sistemáticamente cegadora de la clase y el gobierno en el poder — existen corrientes capaces de conducir este movimiento al lugar que le corresponde en la lucha por una democracia real al lado de las grandes capas del pueblo que comparten este objetivo. Es por ello que la lucha estudiantil y de los profesores — sin falsas ilusiones ni apresuramientos, pero también sin caer en utópicos reformismos como meta — se ha inscrito en el campo de la defensa de la Constitución, en el de la reconquista de las libertades políticas en aquella consignada como derechos de los ciudadanos y en la demanda de libertad de asociación sindical y campesina. Es por ello, asimismo, que la exigencia de libertad para los presos políticos, y de derogación de los artículos anticonstitucionales y represivos del Código penal adquiere su sentido más amplio: el de la necesidad de ensanchar el terreno de ejercicio de la democracia y no únicamente el de sentimental compasión por quienes sufren injusta cárcel o por sus familiares colocados en penosas condiciones económicas y sociales.

Y es precisamente por todo ello, que el movimiento estudiantil, llevado por la dialéctica de los acontecimientos y la certidumbre de que existe una nueva conciencia que rechaza lo viejo, lo caduco, lo inerte que se manifiesta en la ideología de la clase dominante, tuvo que chocar con la agresión y las fuerzas represivas del gobierno que cuando no puede lograr que su ideología se acepte acude al garrote como al método aplastante para que la letra con sangre entra. De ese choque por necesidad, surgió la afluencia del movimiento estudiantil a la gran corriente nacional de lucha por la democracia sostenida en la defensa de los derechos constitucionales. Prueba de esa vital confluencia es que la gravedad de los hechos llevó a eminentes profesores, académicos, investigadores y trabajadores intelectuales, a adherirse activamente a la lucha y a declararse por la defensa de las libertades democráticas apoyando los pliegos de demandas estudiantiles.

El movimiento estudiantil, sus dirigentes y sus miembros no pueden ignorar a estas alturas, no lo ignoran, que las medidas antidemocráticas con las que se trató de acallar la protesta, forman parte indisoluble de la práctica generalizada en vigor que limita los derechos de la clase obrera y de los campesinos, y coarta la libertad de acción de los organismos opositores o simplemente independientes del gobierno. Las demandas presentadas combinaron con realismo las exigencias de que se respetara

en verdad —no con apelaciones a abstracto juridicismo— la integridad de las instituciones educativas y el clamor por la restauración plena de los derechos constitucionales. De esta manera se comprobó, en la práctica, el principio inderogable de que el movimiento estudiantil no puede circunscribirse a la universidad ni reducirse a la revisión de horarios y calendarios académicos, sino que se nutre de la necesidad del pueblo y se intercomunica con los problemas nacionales en medio de los cuales no forma isla sino integral porción orgánica. Ahora los estudiantes deberán probar que llevarán al cabo la lucha por la reforma de la educación superior, pero que ésta no puede triunfar si no se integra a la cotidiana y muchas veces tácita lucha por la educación popular y por la reforma radical de las estructuras que hacen a aquélla imposible. Para insistir: plantear el problema de la reforma educativa dentro del marco de la lucha por el fortalecimiento de la democracia en todos y cada uno de los varios aspectos y niveles de la vida nacional.

El debate, amplia y profundamente sostenido por los estudiantes y maestros, acerca de la autonomía universitaria, liquidó obsoletas nociones y criterios insertados en la anacrónica ideología que imponen el gobierno y la clase dominante. Con aquella ideología —disfraz del carácter antidemocrático de la oligarquía— los sectores más reaccionarios como punta de lanza, defienden la intervención militar mediante: 1) el estrechamiento del concepto de autonomía hasta la mínima expresión que la anula y cancela, 2) la identificación malévolamente de autonomía con supuestos anhelos estudiantiles de extraterritorialidad, y 3) la atribución calumniosa a los estudiantes —correlativa de tal propósito de sustraer el territorio universitario del de la nación—, de un absurdo reclamo de patentes de impunidad, fueros y privilegios.

Concomitantemente el gobierno y su coro reaccionario exigieron hacer de los estudiantes y maestros universitarios, de los intelectuales y técnicos todos, una zona sustraída de la política nacional, sin derecho a participar y en proponer soluciones a los problemas nacionales si antes no demostraban ser dóciles a los dictados y a la política del grupo y la clase en el poder. Resultaba así la flagrante contradicción: quienes pregonan que la autonomía no es extraterritorialidad —conforme al principio de que México escapa a los influjos del ritmo internacional y aun se ufanan de la insularidad del país respecto al mundo y a las leyes del desarrollo histórico—, al mismo tiempo reclaman una extraña extraterritorialidad para los estudiantes, sus maestros y los intelectuales reducidos a tareas académicas y administrativas so pretexto de que tal exilio de la responsabilidad política y social es la esencia de la autonomía. El movimiento

estudiantil, con clara visión y acierto, rechazó tan extravagantes y reaccionarias nociones. Nadie ignora que esos mezquinos supuestos ideológicos los sostiene desde hace tiempo el imperialismo norteamericano, tozudo adversario de la autonomía de las universidades latinoamericanas. Pero también hace mucho tiempo que la autonomía de las universidades se entiende como el gobierno tripartita de profesores, egresados y estudiantes indisolublemente unidos al derecho y al deber que tienen los estudiantes de participar activamente en la solución de los grandes problemas del país y solidariamente asociados a las masas trabajadoras, de obreros y campesinos, que padecen los aspectos más sombríos de aquellos problemas y del sistema vigente de explotación. La autonomía entendida como la quieren imponer los sectores más retrógrados y aliados en su mayoría del imperialismo, condena irremisiblemente a los estudiantes al aislamiento, tiende a crear una juventud sumisa de espaldas a su época y a sus obligaciones como seres sociales, y más lejos aún; propone a encadenar a los profesionistas, a los intelectuales, a los técnicos y a los científicos para mantenerlos al exclusivo servicio de la oligarquía y la clase en el poder.

Ni impunidad, ni privilegios, esto lo ha rechazado tácitamente la comunidad estudiantil al pugnar por la creación de instituciones de cultura superior efectivamente abiertas a todo el pueblo, y explícitamente los ha negado cuantas veces le ha sido posible usar los breves resquicios del pasado aparato de desinformación, propaganda y distorsión de la verdad. Este justo concepto de autonomía, que no es aislamiento ni extraterritorialidad, que no acepta el ostracismo de estudiantes e intelectuales del seno del pueblo, será el único que transformará las instituciones de educación superior, de investigación científica y de aplicación técnica de los conocimientos más avanzados, en los sectores más sensitivos y lúcidos de la conciencia social de la nación y contribuirá así a "esa transformación que está echando abajo las columnas de la sociedad en que vivimos".

Si es cierto, y lo es, que la humanidad sólo se plantea problemas que puede resolver, los estudiantes, intelectuales y universitarios se han planteado problemas idóneos de su tiempo y capacidad. La validez de tal aserto la confirma la joven generación estudiantil que, como sector sensitivo de nuestra sociedad, defiende las mejores causas de México y del mundo. Es el estudiantado el que ocupa siempre una de las primeras trincheras en la lucha contra el imperialismo. ¿Cómo entonces acusarlo, al soslayo, sin mala fe o mendacidad, de poner "en peligro la integridad territorial de la República, en cumplimiento de normas de un gobierno extranjero"? Los estudiantes saben muy bien cuál es el único gobierno extranjero que no sólo en

vías de hecho amenaza el territorio nacional y compromete la independencia económica y política del país. Y contra eso, contra el imperialismo norteamericano luchan y seguirán luchando.

La responsabilidad con que los estudiantes y maestros han ejercido sus derechos ha ampliado la base política y social de la lucha universitaria y estudiantil en general, ha dado importante contribución al caudal de las reivindicaciones nacionales y todo ello sin menoscabo de la necesaria, pero correlativa, reforma que urge en los niveles académico, científico y administrativo. No por acaso, sino precisamente por la aguda conciencia de que México es parte del ancho mundo, al desencadenarse la ola de represión los estudiantes mexicanos demostraban su irrestricta e incondicional solidaridad con la Revolución Cubana. El movimiento juvenil ha dado pruebas de que cuando se lo propone puede no sólo actuar con gran energía, sino con amplio y profundo sentido de responsabilidad.

No prosperan por ello las maniobras para enfrentar, mediante la propalación de rumores y calumnias, a estudiantes con sus padres y madres, a jóvenes con sus hermanos adultos, y conducir paulatinamente a la nación a un tácito estado de guerra civil. Padres, hermanos, hijos, hombres jóvenes, esposos y esposas, todo el pueblo mexicano no sólo ha participado en el movimiento estudiantil sino que espontáneamente, más allá de lo que se afirma confiando en el monopolio publicitario y en el peso que el Poder mismo confiere, el pueblo, sus varios sectores, han contribuido sin presión ni amenazas —mucho menos mediante coacción física— a sostener económicamente una lucha que ya es propia y común a todos los mexicanos. Ni los estudiantes ni las masas trabajadoras —a las que la práctica antidemocrática de los sindicatos al servicio patronal, oficial y privado pretenden organizar en grupos fascistas de represión contra sus hermanos o hijos— (si algunos, muy pocos hijos de obreros logran estudios superiores) caerán en la trampa de enfrentarse cuando su lucha converge a idénticos fines: cambiar las injustas estructuras actuales, reformar la educación superior en armonía con aquel cambio cambio y abrir de veras las puertas de las instituciones de enseñanza las masas hasta ahora desposeídas de bienes materiales y culturales, tanto como de derechos políticos concretos.

7

En el curso de este proceso, que compete a todos en la medida que universitarios y no universitarios están comprometidos en él, y también porque de lo que se trata es de hacer a la educación reflejo de los anhelos populares, hay que descartar la peligrosa idea de que serán las escuelas o los estudiantes los que por sí mismos aisladamente podrán resolver los graves problemas del país. Por eso, al luchar por llevar al cabo una reforma democrática de la educación superior, y aun de la primaria y media sin la cual aquella marcha con pies de barro, una reforma que considere, analice y estudie todas las grandes o pequeñas demandas no sólo políticas y sociales sino científicas y didácticas para hacer avanzar el sistema educativo estancado hoy en día, habrá que inscribir y expandir estas exigencias del movimiento estudiantil en el contexto más amplio y de más lejano alcance del movimiento nacional por un cambio democrático del país en su conjunto.

2

El resguardo de la herencia ideológica de Marx*



HECTOR P. AGOSTI

1. Hace ya rato que los profesores universitarios y los políticos burgueses más inteligentes han dejado de agredir frontalmente al marxismo. No faltan algunos que —como el profesor Frankel, de la Columbia University, en el reciente coloquio internacional convocado por la UNESCO— reconozcan en Marx virtudes de “moralista” y disminuyan, en cambio, la importancia de su contribución a la ciencia contemporánea. Algunos de estos ejemplares fósiles pueden pervivir, sin duda alguna, y sirven espléndidamente como sujetos de comparación. Pero nadie que no quiera cubrirse de ridículo puede sostener en nuestros días criterio tan insolente. Por ello la técnica es diversa. Es una técnica que, apoyándose en la atracción indudable que el marxismo ejerce sobre grandes masas populares y sobre amplios sectores de la intelectualidad, especialmente en sus promociones más jóvenes, procura presentarse como una versión “moderna” del marxismo, opuesta a la esclerosis, al conservatismo y al dogmatismo que representarían los partidos comunistas. Son, en definitiva, las diferentes corrientes que, con el pretexto de “completar” a Marx, tratan de adicionar a las formas exteriores y aparentes del pensamiento marxista diversos contenidos de la ideología burguesa. Creo que es la desnaturalización más sutil, y por lo tanto la más peligrosa, que la herencia de Marx soporta en nuestros días. Pero todo ello tiende, en definitiva, a disminuir, cuando no a disipar directamente, el principio rector establecido por Marx y Engels en el **Manifiesto comunista**: “La emancipación de los trabajadores será obra de los trabajadores mismos”.

2. La limitación del tiempo me obliga a presentar estas cuestiones de manera esquemática y casi telegráfica, por lo cual presento desde ya mis excusas.

* Discurso pronunciado el 31 de mayo de 1968, en Moscú, durante la sesión conmemorativa del sesquicentenario del nacimiento de Carlos Marx, organizada por el Instituto del Movimiento Obrero Mundial de la Academia de Ciencias de la URSS.

Yo diría que estas cuestiones se dividen en dos grandes grupos: las aparentemente "científicas" y las directamente políticas, siendo que las primeras inciden rotundamente sobre las segundas.

La principal de las objeciones "científicas" es la que pretende instalar, en nombre del marxismo, una contradicción entre la ciencia y la ideología. Nadie ignora que la palabra "ideología" asume una doble representación en el pensamiento marxista: es, por un lado, elemento de la superestructura general de la sociedad y, por lo tanto, en la sociedad antagónica, elemento de la lucha de clases, y es, asimismo, testimonio de la deformación de la conciencia por las ilusiones, o sea, por ese fenómeno de la falsa conciencia que Engels analizó tan sabiamente en sus cartas a Mehring. En Marx y Engels la crítica a la "ideología" es únicamente crítica a la falsa conciencia; pero ellos han subrayado —y Marx lo hizo con fina ironía en muchos pasajes de *El Capital*— que en las ciencias sociales el investigador es, al mismo tiempo, objeto y sujeto de la investigación. La novedad del marxismo ha consistido, precisamente, en que por primera vez brindó la posibilidad de una ciencia social rigurosamente objetiva que es, asimismo, expresión de la ideología revolucionaria de la clase obrera. De manera, pues, que cuando algunos profesores universitarios, y a veces desde posiciones que se presumen de izquierda, quieren arrebatar al marxismo toda impostación ideológica, lo que están rechazando en realidad es la ideología revolucionaria de la clase obrera, sin la cual el marxismo sería una filosofía más, apto para permitir explicaciones provechosas, pero despojado sin duda de toda capacidad para transformar el mundo.

A partir de esta concepción presuntamente científica se desprenden otras que tienen consecuencias políticas indudables. En primer lugar, y manejando arbitrariamente los datos proporcionados por el proceso de la revolución científico-técnica en cuanto a la composición orgánica del proletariado contemporáneo, se llega a la conclusión —es la tesis de Marcuse y otros— de que la clase obrera de hoy no es la descrita por Marx, que en las llamadas "sociedades de consumo" se han atenuado, y hasta casi desaparecido, los límites entre burguesía y proletariado, y que, por lo tanto, las transformaciones futuras quedarán reservadas a los intelectuales en un proceso de crecimiento progresivo de la sociedad, que ya habría refutado en los hechos la ley del empobrecimiento relativo y absoluto de la clase obrera bajo el capitalismo, enunciada por Marx.

Esta hipótesis subsidiaria tiene afluentes y desprendimientos. En los países dependientes y semicoloniales, y particularmente en la América Latina, no falta algún teórico irresponsable que acuse a la clase obrera de coparticipar de los beneficios capitalistas y de haber perdido, por lo tanto, su condición principal de protagonista en las transformaciones sociales. De allí se deduce que la "novedad" consistiría en negar esa función histórica de la clase obrera y de su partido, en poner entre paréntesis al pasado, en una operación casi sartreana que lo rechaza sin reconstruirlo, y en erigir a los campesinos y a la pequeña burguesía intelectual como conductores de una revolución continental. Pero hace ya casi medio siglo que estas "novedades", también entonces

como ahora decoradas por un marxismo *sui generis*, pretendieron sustituir al pensamiento "esclerosado" y "dogmático" de la clase obrera organizada en sus partidos comunistas. Haya de la Torre, por ejemplo, pregonó esa novedad en la década del veinte. Fue entonces magistralmente rebatido por el peruano José Carlos Mariátegui y el cubano Julio Antonio Mella, que previeron su evolución futura. Los hechos lo confirmaron como servidor político e ideológico del imperialismo yanqui con su famosa teoría del espacio-tiempo histórico, que pretendió ser una "modernización" de Lenin, al tratar de probar que en la América Latina el imperialismo no era la "última", sino la primera etapa del capitalismo.

A partir de aquí, igualmente, se desprenden otras adulteraciones. Por un lado nos encontramos con la difusión de la fábula de "los dos Marx", según la cual existiría un Marx "joven", de acento fundamentalmente humanista, y un Marx "maduro" que habría sofocado aquellos hallazgos por las necesidades de la propaganda política. Es la tesis de Erich From y de los pensadores católicos que aspiran a una especie de "cristianismo marxista", todo lo cual induciría a creer que el socialismo, caracterizado por la supresión revolucionaria de la propiedad privada de los medios de producción, es la negación del "reale Humanismus" de que hablaba Marx, es decir, de la posibilidad concreta del "hombre total", que sólo puede establecerse a partir de la asunción del poder político por la clase obrera.

Juntamente con esto, una de las deformaciones más activas en la América Latina, y especialmente en su cono sur, es la del llamado "marxismo nacional", que pretende decorar con elementos prestados del marxismo las doctrinas del nacionalismo burgués. Para esta corriente, lo nacional resulta lo típico y sustancial, y todo planteo de los deberes internacionalistas de la clase obrera viene a convertirse en una especie de colonialismo político con relación a los problemas más candentes de la vida del mundo. A partir del "marxismo nacional" proliferan las más variadas manifestaciones del nacionalismo burgués, y la lucha de clases resulta remplazada por la lucha nacional, cuya importancia Marx destacó con tanto vigor con respecto a los países oprimidos, pero cuya vigencia no atenúa, ni mucho menos anula, la lucha de clases y la función histórica del proletariado. Pero esta lucha de clases es traspuesta, en todo caso, al plano de las relaciones entre los países; no, sin duda, en el muy justificado que advierte que la contradicción esencial de nuestra época es la existente entre el socialismo y el capitalismo, sino en el sentido de oponer a los "países pobres" y los "países ricos", prescindiendo del sistema social que rige a algunos de los llamados "países desarrollados" y tantas veces con menosprecio del sistema socialista mundial.

3. Ya se ha visto, por consiguiente, hasta qué punto las diferentes "modernizaciones" del marxismo tienden a desnaturalizar aquel enunciado del **Manifiesto comunista** acerca de la liberación de los trabajadores. Ya se trate, por un lado, de amputarle al marxismo su carácter "ideológico" en nombre de la "ciencia"; ya se trate de confundirlo con un humanismo abstracto, de esencia puramente ética, destituido de las posibilidades efectivas para conquistar el "humanismo real"; ya se trate de disolver las fronteras que separan a la

clase obrera de la burguesía, o bien aludiendo al nuevo carácter de la composición orgánica del proletariado en las sociedades económicamente desarrolladas, o bien imaginándolo complicado con el sistema general de explotación de las masas del campo en las sociedades semicoloniales, dependientes o en vías de desarrollo; ya se trate de exagerar los costados nacionales del problema social, inventando una oposición antagónica entre "países centrales" y "países periféricos", según una terminología que pusieron en boga los economistas burgueses de la CEPAL, la consecuencia es siempre la misma: rebajar, hasta casi disiparla, la noción de que la emancipación de los trabajadores ha de ser obra de los trabajadores mismos.

Pero simultáneamente con ello, y acaso porque los extremos se tocan, algunas exageraciones izquierdizantes, supuestamente inspiradas en aquel lema de Marx, lo desfiguran hasta convertirlo en la caricatura de un "frente obrero" desgajado de la realidad concreta, arrebatando de esta manera a la clase obrera la posibilidad de forjar una política de alianzas reales sin las cuales su solo podría convertirse en "el canto del cisne". La deformación del pensamiento de Marx ha alcanzado en este terreno manifestaciones muy explícitas, hasta el punto de configurar fijaciones sectarias que, en caso de prosperar, conducirían al aislamiento y, por lo tanto, a la derrota de la clase obrera. Es que aquí se trata, también, de un retorno a la infancia del movimiento obrero, una especie de marcha hacia atrás de la historia. En su carta al norteamericano Bolte, del 23 de noviembre de 1871, Marx recuerda que "el desarrollo del sistema de las sectas socialistas y el del movimiento obrero siempre están en relación inversa entre sí", señalando que "mientras se justifica (históricamente) la existencia de las sectas, la clase obrera no está aún madura para un movimiento histórico independiente", y que "tan pronto como alcanza su madurez, todas las sectas son esencialmente reaccionarias"¹.

Esas notas de la infancia del movimiento obrero se perciben en muchas actitudes políticas de un llamado "marxismo nuevo". Es, en el terreno de la práctica política, un retorno a formas superadas del socialismo premarxista, incapaz de absorber no sólo la enseñanza de Marx sobre la metodología política de la clase obrera, apuntada especialmente en el *Manifiesto* y en *El 18 Brumario*, sino también en la rica experiencia del movimiento revolucionario internacional, especialmente después de la revolución rusa de 1917. Pero es que ese retorno al pensamiento premarxista en el terreno de la política concreta encuentra su equivalente en el retorno al pensamiento prelógico, y por lo tanto al pensamiento antidialéctico, en el terreno de la elaboración presumiblemente teórica, tal como es posible advertir en algunos de los intentos de "modernización" del marxismo antes reseñados.

Ese infantilismo puede tener, asimismo, consecuencias desgraciadas. No es difícil descubrir, por ejemplo, que con el pretexto de superar los vicios de la socialdemocracia se parte lisa y llanamente, a banderas desplegadas, contra las necesarias relaciones que existen entre la lucha por la democracia y la lucha

¹ Carlos Marx y Federico Engels, *Correspondencia*, Edit. Cartago, Buenos Aires, 1957, p. 213.

por el socialismo. Lenin supo decirnos en su tiempo que "así como es imposible un socialismo victorioso que no realizara la democracia total, así no puede prepararse para la victoria sobre la burguesía un proletariado que no libre una lucha revolucionaria general y consecuente por la democracia"². Pero en las deformaciones actuales del marxismo, y con el recurso de combatir el liberalismo burgués, se pasa al desahucio de las libertades democráticas que, por la dialéctica de la historia misma, se convierten en una circunstancia que las clases dominantes ya no pueden soportar sin sobresaltos. El marxismo resulta, una vez más, remplazado por el nihilismo, en una posición que, por muchos motivos, se vincula con el "rechazo" total del pasado, característico del idealismo existencialista: un "rechazo" total del pasado que puede conducir hasta las aberraciones de la llamada "revolución cultural". Y el marxismo, en cuyo nombre se producen tales abominaciones, queda confundido así —insisto— en las vaguedades de un pensamiento precrítico que retrotrae la historia del socialismo al nivel de la utopía y del mito.

4. Hay, sin duda, un desarrollo del pensamiento moderno y de la investigación científica, que se producen al margen del marxismo, y cuyas conquistas el marxismo necesita asimilar críticamente. El marxismo no es un dogma, y Marx supo enseñarnos el método imprescindible para absorber la menor partícula de verdad —el "grano racional"— que puede encerrarse en la investigación no marxista. Pero si los principios elaborados por Marx no son el dogma de ninguna nueva secta, tampoco son una especie de *no man's land* donde, en virtud de aquel carácter antidogmático, cada quien pudiera echar cualquier simiente con el propósito de mejorarlo. Quiero decir con ello que la racionalidad que pueda encerrarse en los campos ajenos al marxismo no cabe convertirla en un dogmatismo invertido, en una especie de sectarismo de signo opuesto en virtud del cual todo lo "moderno", todo lo "positivo", estaría representado por lo que escapa al llamado marxismo ortodoxo.

Sin embargo, por este camino de un "marxismo renovado" se aproximan a las cuestiones de nuestro tiempo y a las luchas sociales de nuestros días muchos jóvenes que creen estar aprendiendo un marxismo auténtico en esas rutas extraviadas. Y ello suscita ante nosotros delicados problemas de metodología, que por un lado nos permitan absorber los hallazgos nuevos de la revolución científico-técnica sin ninguna de las negaciones *a priori* que en el pasado obstruyeron tantas investigaciones, y que por otro nos conceda reivindicar la pureza de la herencia ideológica de Marx, recuperando para su expresión legítima, sin agravios aunque con firmeza, a las nuevas —y a veces también a las viejas— generaciones seducidas por los abalorios de la novedad. En este mundo que gira hacia la izquierda, aun aquellos caminos extraviados son un signo elocuente, y lo serán aún más en la medida en que logremos rectificarlos con nuestra lucha ideológica, tan intransigente cuanto persuasiva.

No podría escapárenos que entre estos caminos extraviados hay por momentos algo así como un rebrote de antiguas concepciones pequeñoburguesas emparentadas con el voluntarismo anarquista del siglo XIX, que a veces invo-

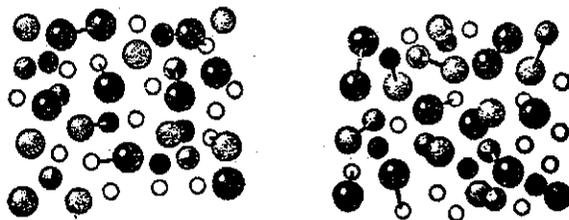
² V. I. Lenin, Obras Completas, Edit. Car'tago, Buenos Aires, 1977, t. XXII, p. 151.

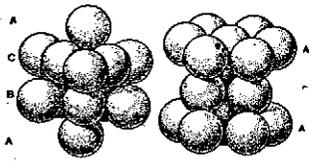
can a Marx y otras lo denigran, pero que siempre giran en torno de Marx. Es evidente que por debajo de esta impostación subyacen causas objetivas originadas fundamentalmente (creo) en el nivel de las fuerzas productivas, porque el desarrollo de la industria moderna, sobre todo en las condiciones de la revolución científico-técnica, ha acrecentado el papel de la ciencia y de la técnica —y de la cultura en general— como fuerzas directamente productivas, y ha aumentado, por consiguiente, la función de los intelectuales en su vínculo estricto con la producción. Hay ahora, pues, una relación inmediata entre la intelectualidad pequeñoburguesa y el proceso productivo, todo lo cual tiene que reflejarse necesariamente en fenómenos correlativos en el nivel de la conciencia histórica. En los países de la América Latina, donde esa situación se conlleva juntamente con las deformaciones provocadas por la penetración y el dominio imperialistas, ello determina una inclusión cada vez más activa de dichas capas en la batalla política y ello ocasiona, igualmente, difíciles problemas en el terreno de la ideología, pues es sobre todo dentro de dichos estratos sociales donde con mayor agudeza se manifiestan las tendencias hacia el “marxismo renovado” o hacia el voluntarismo anarquista. Pero tales fenómenos, a la vez negativos y positivos, no se reducen al campo de los países dependientes. Se manifiestan también en los países altamente desarrollados de Europa, según lo demuestra la experiencia más reciente, y ello podría inducirnos a examinar con mayor cuidado la objetividad de la base social que los determina y la posible explosión ideológica que los expresa con alguna frecuencia. Engels se refirió alguna vez al “frenético pequeñoburgués” para calificar, sin ánimo peyorativo, una actitud como la que nos preocupa. Pero ahora se trata de un hecho más asiduo, más generalizado, y ello nos obligará a dedicarle, alguna vez, un cuidado más minucioso en su examen.

5. Porque de este hecho real —que reclama una política positiva de la clase obrera para encuadrar en las filas revolucionarias a las masas pequeñoburguesas, cada vez más radicalizadas— han sacado algunos supuestos teóricos la conclusión de que serán esos sectores, y no la clase obrera a la que se califica de aburguesada, los encargados de producir la transformación revolucionaria de la sociedad, emancipando de paso a la clase obrera. La enseñanza fundamental de Marx, fundada en la objetividad de la historia, quiere ser de esta manera postergada, y al no depender ya de los trabajadores mismos su propia emancipación, el pensamiento político se retrotrae al limbo de la utopía y el proceso revolucionario se aniquila nuevamente en las especulaciones de gabinete o en las aventuras desenfundadas e irreales.

Marx nos enseñó a pensar en términos de realidad concreta, en los términos de una realidad modificable por los datos de la misma realidad; pero nos mostró las líneas generales de un proceso histórico, fundado en la misión de la clase obrera, que la experiencia de un siglo no ha hecho más que ratificar. Y ello nos obliga a preservar la pureza de esa herencia, entendida como un principio y como un método. En el momento actual las clases dominantes acuden a la represión para sofocar la lucha democrática de los trabajadores, pero recurren principalmente a la batalla ideológica y a la falsificación del

marxismo, para debilitar al menos lo que no pueden vencer. Ello nos fuerza aun más a una contienda ideológica para la cual podemos contar con armas poderosas. Pues el marxismo es una ciencia y una ideología: una ciencia porque ha permitido introducir la legalidad dialéctica en el examen de los fenómenos sociales, y una ideología porque, fundándose justamente en la verdad científica, incorpora concientemente a esos fenómenos sociales el pensamiento transformador del proletariado. El marxismo sería inconcebible sin esa doble impostación, a la vez teórico-práctica, a la vez objetivo-subjetiva: revolucionaria, en una palabra. Desde ese ángulo estricto, su preservación es la garantía de su renovación, justamente porque la preservación de la herencia de Marx equivale a mantener la juvenil lozanía de su pensamiento sin dogmas.





El nuevo papel de la ciencia en nuestra época

BONIFATI KEDROV *

EL progreso de la ciencia moderna ha adquirido un carácter vertiginoso y se acelera cada vez más. Durante la vida de una misma generación se producen actualmente cambios tan profundos en todas las esferas de la ciencia, por la significación relativa de sus descubrimientos, que antes se realizaron en el transcurso de muchos decenios, siglos e incluso milenios. Esta regularidad, señalada ya por Engels, aparece con particular relieve en nuestros días.

Los historiadores clasifican las fases iniciales de la civilización humana según el material con que el hombre primitivo fabricaba sus instrumentos de producción; de ahí que se hable de las edades de piedra, de bronce o de hierro. Las épocas históricas posteriores se clasificaron ya según la fuente de la energía utilizada por el hombre (siglos del vapor, de la electricidad y de la energía atómica). A la época actual se le podría llamar también **siglo de la ciencia**, puesto que este factor espiritual (ciencia) ha llegado a ocupar un

* Académico y director del Instituto de historia de las ciencias naturales y la técnica de la Academia de Ciencias de la URSS.

lugar tan notable en la vida y en el progreso de la sociedad como el que antes podía sólo corresponder a los objetos (diversos tipos de materiales o diversas formas de energía).

La creciente influencia de la ciencia en la vida contemporánea y la importancia de su papel en todas las esferas de la actividad humana, plantean necesariamente complejos problemas filosóficos a los que los científicos dan soluciones distintas y contradictorias. Entre estos problemas revisten particular interés los relacionados con las ramas novísimas de la ciencia, la técnica y la producción modernas, como la física nuclear, la cosmonáutica, la automatización y la cibernética, la biología molecular, la genética físico-química y otras. A estas ramas **estratégicas** les pertenece sin duda el futuro y en ellas es donde se manifiesta con mayor diaphanidad el nuevo papel general de la ciencia. Por eso, el presente artículo presta gran atención precisamente a estas ramas, tomando en consideración ante todo la experiencia de medio siglo de desarrollo de la ciencia soviética.

El núcleo de los problemas filosóficos que nuevamente vuelven a plantearse debido al actual progreso científico-técnico sigue siendo, en rigor, el viejo problema filosófico sobre la relación existente entre lo espiritual y lo material, entre la conciencia y el ser, y la mutua influencia entre estos dos elementos. La única diferencia es que en la presente situación histórica este problema se formula de manera distinta a la luz del papel creciente de la ciencia.

Acercas del factor determinante del progreso científico-técnico actual

No cabe duda de que los últimos adelantos de la ciencia y la técnica obedecen al impetuoso desarrollo anterior de las ciencias naturales, en primer lugar al de la física. Un testimonio de ello, son, por ejemplo, las realizaciones logradas por la física nuclear y la energética atómica, pues en esta rama de la actividad científica y productiva, el progreso de la física precedió al de la técnica e hizo posible éste. En efecto, las vías y los medios de aprovechamiento técnico de la energía del átomo fueron descubiertos después de investigar profundamente, durante muchos años, toda la esfera de las transformaciones nucleares, es decir, a base del estudio "frontal" de la misma.

Un observador superficial podría concluir que la correlación entre el desarrollo de la ciencia, por una parte, y el de la técnica y de la producción, por otra (o sea, entre los factores espirituales y materiales del progreso social), ha cambiado en principio, adquiriendo un carácter radicalmente distinto. Anteriormente, a los siglos XVIII y XIX, la industria y la técnica con sus demandas y necesidades prácticas impulsaban a la ciencia. Para satisfacer

las nuevas necesidades técnicas de la sociedad, la ciencia tenía que descubrir nuevas leyes de la naturaleza y nuevas fuentes de energía, así como preparar o encontrar nuevas sustancias y estudiar sus propiedades y transformaciones. Por tanto, la ciencia dedicada a la esfera correspondiente de los fenómenos de la naturaleza recibía un estímulo poderoso; más aún, la práctica hacía surgir frecuentemente ramas del saber científico por completo nuevas.

Así ocurrió con la termodinámica, nacida en el segundo cuarto del siglo XIX de las necesidades planteadas por el empleo de la máquina de vapor y por el problema concreto de elevar su rendimiento. Otro caso semejante es el del principio de la electricidad, que inicialmente debía satisfacer las demandas sociales en cuanto a los nuevos medios de comunicación (transmisión rápida y segura de información a grandes distancias, mediante el telégrafo) y de alumbrado (intensidad, bajo costo y seguridad contra los incendios) y, luego, a las fuentes de energía de gran potencia (dínamos). Todo esto lo prometía de antemano al hombre el relámpago bien conocido, y la ciencia (física) buscó y encontró los procedimientos para "domar" la electricidad y ponerla al servicio de la sociedad.

De ahí la conocida tesis, formulada por Engels en la última década del siglo XIX en una carta a H. Starkenburg, de que las necesidades de la técnica impulsan adelante la ciencia mucho más que una decena de universidades, donde se elabora y se enseña preferentemente el conocimiento teórico. Una idea análoga se encuentra en *La dialéctica de la naturaleza*, donde se indica que si antes se hablaba de que el desarrollo de la producción obedecía a la ciencia, ésta, en realidad, debe incomparablemente más a la producción.

En cuanto al planteamiento actual de este problema en relación con la mencionada tesis de Engels, existen tres puntos de vista distintos. El primero corresponde a un enfoque dogmático que niega el carácter esencialmente nuevo de las relaciones que en la época contemporánea existen entre la ciencia y la técnica, entre las ciencias naturales y la producción, respecto a la que prevalecía el siglo XIX. Estiman posible repetir, en las condiciones actuales, la tesis de Engels sin ninguna corrección ni precisión y pensar que la teoría influya sobre el progreso científico-técnico general en las mismas proporciones relativamente limitadas que en tiempos de Engels.

Los adeptos del segundo punto de vista consideran que ha llegado la hora de revisar los postulados marxistas cardinales. En su interpretación de los nuevos datos de la vida contemporánea poniendo en tela de duda las propias bases del marxismo. Al ver los cambios producidos en las relaciones entre la ciencia y la producción y el papel cada vez más activo de la ciencia respecto a la técnica, se apresuran a concluir que ésta y aquélla han cambiado mutuamente de lugar y que la ciencia ha pasado a ser el factor principal de todo el progreso científico-técnico convirtiéndose en la fuerza motriz del desarrollo de la técnica, de la industria y de la producción. Por consiguiente —dicen—, el factor espiritual (la ciencia) determina en la actualidad el material (la producción y la técnica).

Los dos criterios mencionados nos parecen incorrectos, no dialécticos, y, por tanto, contrarios al espíritu del marxismo; no tienen en cuenta, en general, lo nuevo aparecido en las relaciones entre la ciencia y la técnica, entre las ciencias naturales y la producción, o bien interpretan erróneamente los nuevos fenómenos, hi-

peretrofiándolos y por ello tergiversando el **quid** del asunto. En virtud de esto, ambos puntos de vista deben considerarse como inconsistentes, pues no permiten apreciar la situación de manera concreta, con arreglo a la propia realidad.

A nuestro juicio, la solución justa se da cuando se tiene en cuenta en todos sus aspectos lo nuevo que aporta la situación histórica contemporánea a la esfera de las relaciones entre la ciencia y la técnica, entre las ciencias naturales y la producción. El estudio de estas relaciones en la actualidad muestra que la esencia del asunto no ha cambiado porque la fuente de desarrollo de la ciencia la constituye en **última instancia**, como antes, las necesidades del progreso técnico, las exigencias de la industria y de la producción, es decir, todo lo que puede llamarse práctica histórico-social.

Sin embargo, las relaciones entre la ciencia y la técnica, entre las ciencias naturales y la producción, revisten ahora una **forma** distinta de la existente en los tiempos a que se refiriera Engels. Este cambio formal de la conexión recíproca de los aspectos espiritual y material del desarrollo científico se toma a veces erróneamente por un cambio esencial, como una prueba ficticia de que el ser no determina ya el pensar, sino que por el contrario este último determina el primero. Es verdad que la ciencia y la técnica han cambiado de lugar en el progreso científico-técnico general de la sociedad contemporánea, pero no se trata de la inversión de las relaciones de causa y efecto, sino de un fenómeno por completo distinto: la ciencia, originada por las necesidades de la práctica material, de la técnica y la producción, se ha desarrollado y fortalecido hasta el punto de ejercer a su vez una **influencia** cada vez más potente sobre la práctica de que ha surgido, adelantándose

a ella en su movimiento progresivo y abriendo el camino para el desarrollo de la misma. Así, pues, la ciencia ha dejado de ser un factor más o menos pasivo respecto a la práctica, a la producción y la técnica, como era cuando sólo dimanaba de la práctica sin poder todavía influir en ella, para convertirse en un factor extraordinariamente activo, que influye por su parte cada vez más sobre la práctica. Esto significa, precisamente, el cambio de la forma de interacción de la ciencia y la técnica, de la teoría y la práctica, de las ciencias naturales y la producción. Dicho cambio formal se expresa en la conocida fórmula de una transformación cada vez más completa de la ciencia (suponiéndose en este caso las ciencias naturales) en fuerza productiva directa de la sociedad. Para comprender este asunto en su aspecto histórico, es preciso examinar el proceso de ampliación y profundización de las funciones sociales y cognoscitivas de la propia ciencia, a la par con el desarrollo de la sociedad. Con este fin trataremos de especificar en forma sucinta y esquemática algunas de estas funciones y abordar el análisis de las mismas desde el punto de vista de su origen y formación durante el desarrollo de la ciencia ligada a la producción y a la técnica.

Acerca de las funciones de la ciencia. Sucesión en su descubrimiento.

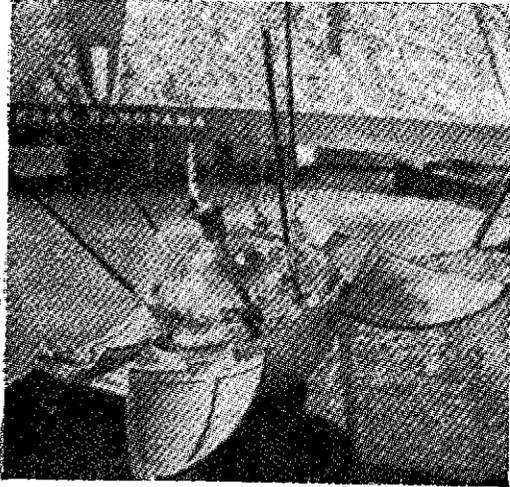
Las funciones de la ciencia pueden dividirse en tres grupos o categorías principales, correspondientes a los tres aspectos más importantes de la actividad cognoscitiva y de la práctica de producción del hombre.

El primer grupo refleja el aspecto empírico de la actividad cognoscitiva del hombre. Estas funciones surgen antes que otras y son inherentes a todas las cien-

cias en cualquier fase de su desarrollo, incluidas la inicial e inferior. Figuran entre ellas la función recopiladora (establecimiento de hechos y su acumulación), la descriptiva (exposición de hechos) y la sistematizadora (clasificación primaria del material experimental, su ordenamiento). Estas funciones eran propias a todas las ciencias, y son el punto de partida de su génesis y desarrollo. Pero sólo en la fase inicial de su evolución podían manifestarse en una forma más o menos pura, correspondiendo a una ciencia todavía muy inmadura y poco desarrollada, que en su conjunto se orientaba casi exclusivamente al material experimental ya conocido, acumulado fundamentalmente en el proceso de la práctica de la producción (es decir, al pasado). Estas funciones se desarrollan y perfeccionan a medida que progresa la ciencia.

El segundo grupo se refiere principalmente al aspecto teórico abstracto de la actividad cognoscitiva del hombre. Estas funciones surgen al alcanzar la ciencia una fase más elevada y madura de su desarrollo, la de ciencia desarrollada, e incluyen las de explicación, de generalización (descubrimiento de las leyes de la naturaleza y penetración en la esencia de los fenómenos en estudio), de pronóstico o predicción y otras. La ciencia que inicialmente se nutría de la experiencia pasada, buscando material real para su propia construcción, se vuelve ya a la experiencia corriente de la práctica de producción, tratando de encontrar los medios de orientarse a tiempo en esta experiencia no acabada, aún en vías de desenvolvimiento. De ahí se infiere que una ciencia desarrollada y madura empieza a desempeñar las funciones demostrativas de su capacidad para dedicarse no sólo al pasado, sino también al presente y al futuro; que el hombre puede ejercer una influencia ac-

tiva sobre estas funciones, o bien prepararse para ello en el proceso de la actividad práctica orientada a un fin concreto. El descubrimiento de este rasgo de una ciencia desarrollada, de su capacidad para dar orientaciones a los prácticos en el presente y la fuerza de previsión del futuro, se expresa metafóricamente en la definición de la ciencia como de una **brújula** respecto a la producción, de análogo modo a como la teoría en el caso general sirve de brújula para la práctica. Debido a ello, la



Modelo de la estación automática
Lura-9 de la URSS

función empírica de la ciencia adquiere, a su vez, un desarrollo más completo.

El tercer grupo refleja la **práctica de producción** del hombre, el enlace directo de la ciencia con ella. Naturalmente, esta conexión existe y funciona en todas las etapas del desarrollo de la ciencia desde su misma aparición. En todos los peldaños del conocimiento la práctica irrumpe en esta esfera como criterio de identidad de nuestras representaciones y determina el objetivo de la actividad cognoscitiva del

hombre. En efecto, si la práctica hace originar la teoría, la ciencia, lo hace para que ésta le sirva con sus métodos y procedimientos específicos, satisfaciendo las demandas y necesidades que la propia práctica no podría resolver sin ella.

Ahora bien, la ciencia tiene, además, funciones de servicio especiales respecto a la producción y la técnica, pues no se limita a estudiar un objeto para que luego sea empleado en la práctica y pueda utilizarse en el proceso de producción, sino que también hace posible directamente este empleo. Me refiero a la función de **búsqueda** o reconocimiento de la ciencia y a la de **apertura de vías** para la técnica. Si la función de pronóstico se compara con una brújula, la de apertura de vías puede compararse con una **barrena** que abre pozos en la corteza terrestre.

Aquí abordamos la función científica más importante, desde el punto de vista de la práctica, cuya aparición patentiza que la ciencia que desempeña esta función ha adquirido el pleno desarrollo y ha desplegado sus posibilidades y aptitudes principales en la medida en que lo exigen los intereses de la producción y las demandas de la técnica y de la industria. La función de "barrena" indica que la ciencia se ha convertido plenamente en fuerza productiva directa de la sociedad.

El significado de esta función científica superior, respecto a la producción, puede formularse así: las investigaciones científico-técnicas deben determinar oportunamente una clara perspectiva para la producción y dar soluciones superiores.

Los tres grupos de funciones de la ciencia, especificados en su concatenación histórica y con arreglo al orden sucesivo de formación, corresponden al conocido esquema de Lenin, que refleja sucintamente el camino dialéctico del avance del conocimiento humano hacia la verdad y

de la dominación de la misma: de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de éste a la práctica.

Esto no significa en modo alguno que la influencia de la práctica sobre la ciencia (la teoría) se limite a esta última fase superior de revelación de las funciones científicas, pues como hemos señalado ya se está ejerciendo a lo largo del camino histórico de la formación y desarrollo de la ciencia. Pero la influencia de ésta sobre la práctica empieza a manifestarse en plena medida sólo en la fase superior de su desarrollo.

Pues bien, la apertura de vías para la técnica —es decir, la función de “barrera”— crea precisamente la impresión de que la ciencia pasa a ser la fuerza motriz del desarrollo de la técnica e incluso de toda la producción de lo que se habló más arriba. Puesto que la técnica y la producción no pueden progresar sin previo trabajo de los científicos, sin el estudio científico del problema correspondiente como premisa indispensable para su solución práctica, se llega a la siguiente conclusión precipitada: lo que va delante determina lo que va detrás en el proceso de desarrollo.

Aparentemente, la ciencia descubre por sí sola, en el proceso de la actividad puramente cognoscitiva del hombre, nuevos cuerpos y fenómenos de la naturaleza y sus leyes; después, la técnica y la producción manifiestan interés por los hallazgos de la ciencia y empiezan a utilizarlos en la práctica. En realidad, la cosa es por completo distinta de lo que puede parecer a primera vista.

Me permitiré aducir una comparación metafórica. La ofensiva de la ciencia contra los secretos de la naturaleza recibe frecuentemente el nombre de “frente”. En este caso, el papel activo de la ciencia respecto a la técnica y a la producción puede asociarse a la acción del servicio

de reconocimiento y de las unidades de zapadores en el frente. El primero explora el sistema de defensa del adversario, identificando los puntos débiles donde se podría lograr la ruptura, etc., las segundas tienden puentes, desbrozan los caminos, levantan minas, etc., pero ambos van delante del grueso de las fuerzas para asegurar el éxito de las operaciones militares. Algo semejante se observa también en el caso que nos interesa. La técnica y la producción no pueden ya cumplir sus tareas estratégicas sin utilizar previamente a los “exploradores” y “zapadores” (científicos), con la misión de buscar vías nuevas para el futuro desarrollo de la técnica y, más aún, asegurar la apertura real de estas vías. Es de notar que la propia búsqueda y la apertura de vías se efectúan por la ciencia bajo la influencia directa o mediatizada de las necesidades técnicas maduras o en proceso de formación. Es que, la técnica y la producción, interesadas en la utilización práctica de nuevos objetos de la naturaleza, no pueden resolver con sus propios métodos y procedimientos las tareas de reconocimiento, y menos aún las de zapa; por ello mandan adelante destacamentos de “reconocimiento” y de “zapa” científicos, que cumplen estas tareas con los medios y recursos específicos de la ciencia.

Algunas particularidades del desarrollo de la ciencia en comparación con la técnica y la producción

De lo dicho puede deducirse que la ciencia tiene la posibilidad potencial de adelantarse en su desarrollo a la técnica y a la producción. En el periodo de nacimiento y formación, la ciencia debido a su debilidad y poco desarrollo queda muy a la zaga de la práctica, que la ha engendrado, y puede asimilar sólo una parte de la ex-

perencia práctica acumulada; la teoría científica auténtica aún no existe, o bien se halla en un estado rudimentario. Sin embargo, la ciencia encierra ya desde el mismo principio la posibilidad de adelantarse a la práctica, siquiera sea porque, hablando en general, las ideas nacen más rápidamente que las fábricas, si caen en un terreno abonado. A medida que se va asimilando la experiencia del pasado y se elaboran los medios de su sintetización teórica, la ciencia puede con bastante prontitud extrapolar al futuro y aplicar al presente la experiencia generalizada, con el fin de iluminar el camino de la práctica, de la técnica y la producción.

Es indudable que la ciencia tiene una capacidad mayor para acelerar el ritmo de movimiento progresivo que la técnica, pero ésta, a su vez, aventaja en ello a la producción. Por tanto, en el sistema de los elementos ciencia, técnica y producción, que actúan y se determinan recíprocamente, la ciencia es el elemento más dinámico que toma la delantera avanzando en direcciones muy diversas y a menudo inesperadas, mientras que la producción es el elemento más masivo y, en comparación con la ciencia y la técnica, menos capaz de cambiar la dirección y el ritmo de su desarrollo.

Tal enfoque permite revelar en las relaciones entre la ciencia y la práctica (entendiéndose por ésta la técnica y la producción) las contradicciones dialécticas, ligadas a las mencionadas particularidades de la ciencia como elemento sustancial del sistema ciencia-técnica-producción. A una ciencia rudimentaria o poco desarrollada, que no ha alcanzado aún la fase de "barrena", le es inherente cierto atraso respecto a las necesidades prácticas y, de cuando en cuando, la retirada forzada a la esfera de una teoría carente de probabilidades de abrazar la práctica y satisfacer sus demandas.

En estas circunstancias surge una contradicción típica para una ciencia rezagada de la práctica, que puede ser superada sólo cuando la ciencia se orienta resueltamente hacia la práctica y los científicos comprendan las necesidades prácticas maduras o en proceso de formación.

El estado de cosas cambia de manera radical cuando la ciencia alcanza su fase superior y empieza a adelantarse visiblemente a la producción. Ahora ocurre de vez en cuando que no se trata ya de la pérdida de contacto con la práctica de producción por parte de los científicos, dedicados a las investigaciones teóricas a veces bastante abstractas, sino de que, por el contrario, los trabajadores prácticos de la industria, la agricultura y otras ramas de la economía nacional se muestran incapaces de ver las posibilidades brindadas por la ciencia y no pueden o incluso se resisten directamente a poner en práctica los hallazgos científicos, cuyo empleo en la producción y en la técnica es bien posible si se manifiesta el deseo, la habilidad y la insistencia pertinente. De este modo, en el mismo sistema ciencia-técnica-producción surge una contradicción distinta, inherente a una ciencia que se adelanta a la práctica. Para superarla se necesita ya no sólo un viraje radical de la ciencia hacia la práctica de producción, sino también el de la producción hacia la ciencia, es decir, los dirigentes de la industria, de la agricultura y de otras ramas de la economía nacional tienen que darse cuenta de las posibilidades que ofrece realmente la ciencia.

Ahora bien, las contradicciones entre la ciencia y la práctica (en el caso dado, la técnica y la producción) se manifiestan en formas diversas, dependiendo de la situación histórica y de las condiciones concretas y fases de desarrollo científico. Es cierto que su arreglo supone siempre la

liquidación del divorcio injustificado entre la ciencia y la producción, entre los resultados de las investigaciones científicas y su realización práctica, pero el modo concreto de conseguirlo varía según se trate de una ciencia atrasada o adelantada respecto a la práctica. En el primer caso se requiere acercar la ciencia a la producción, y en el segundo, acercar la producción a la ciencia, aunque sigue en vigor también la primera exigencia.

Así se revela la viva dialéctica del progreso científico-técnico cuyas contradicciones intrínsecas se manifiestan de manera distinta en épocas históricas diversas. Enfocar estas contradicciones dialécticamente significa no sólo saber descubrirlas, sino también comprender su carácter, su naturaleza, y, en primer lugar, encontrar las vías concretas y los medios para dirimir las en beneficio del progreso social, como se hace precisamente en la URSS. La minuciosa consideración de esta dialéctica con todos sus rasgos peculiares concretos tiene un significado práctico directo, ya que permite determinar la orientación y las formas de la política científica y técnica en consonancia con las condiciones actuales de desarrollo de la URSS.

Ahora veamos el aspecto práctico del asunto, para comprender por qué la ciencia desempeña hoy un papel tan relevante en el desarrollo de la producción, por qué es imposible, en general, sin la participación activa de la misma, el progreso alguno de la técnica moderna en varias ramas fundamentales de la economía nacional.

De los objetos viejos, ya conocidos, de la naturaleza a la utilización de objetos nuevos, todavía no estudiados por el hombre

Para ver más claro el cambio del papel de la ciencia respecto a la práctica de

producción en las condiciones de la sociedad moderna, examinemos comparativamente en el aspecto histórico, cómo fueron ideadas la máquina de vapor y las instalaciones accionadas por energía atómica. En el siglo XVIII, la ciencia no hacía más que dar sus primeros pasos (excepto las matemáticas y la mecánica) y no estuvo en condiciones de resolver problemas cardinales de la teoría ni de la práctica. Por eso, la máquina de vapor no podía nacer sino como resultado principalmente de las búsquedas empíricas basadas en el método de ensayo y error. Pero estas búsquedas tenían determinadas premisas que, a la larga, aseguraban su buen éxito.

Esas premisas se refieren al hecho de que el hombre, desde los tiempos inmemoriales de su formación como ser social en el proceso de la actividad laboral, utilizara ampliamente las energías mecánica y térmica, pues estas formas de movimiento de la materia le eran relativamente más afines por su magnitud y más susceptibles de ser estudiadas y empleadas en la práctica. Las dos formas sirvieron de base para el primer descubrimiento de importancia trascendental, que dio comienzo a la historia de la cultura y la civilización humanas: la obtención del fuego mediante el frotamiento.

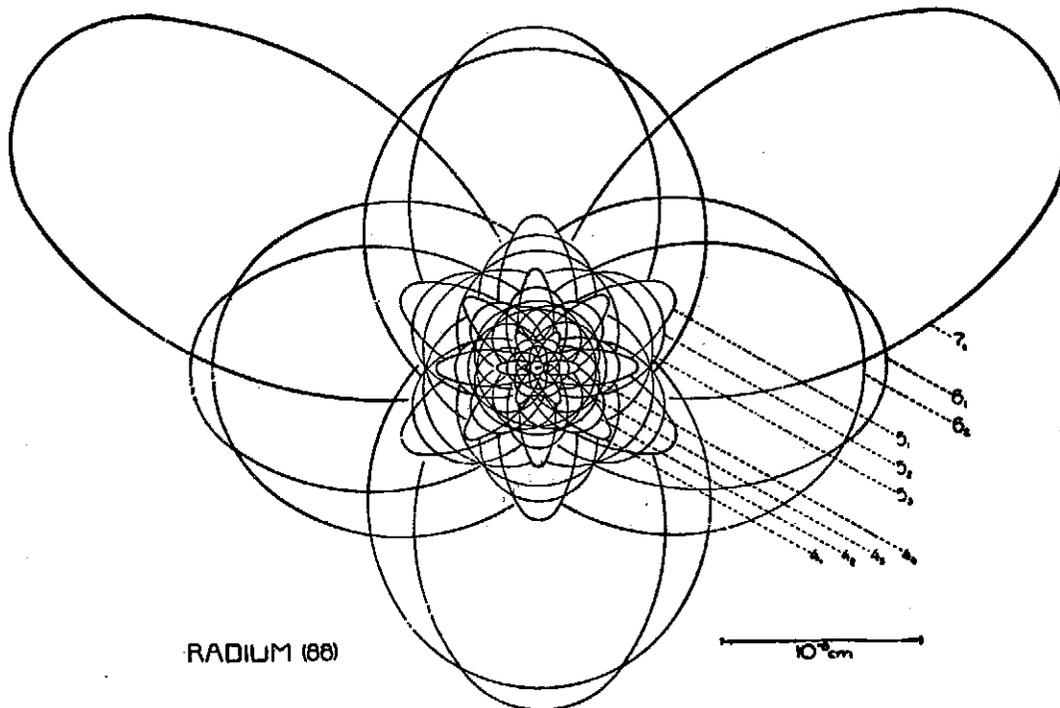
Los movimientos mecánicos en sus diversas formas y manifestaciones (preparación de instrumentos de piedra, disparo de flechas, etc.) eran tan familiares al hombre en la práctica, que por medio de las búsquedas empíricas con sus ensayos y errores pudo resolver el problema sin la ayuda activa de la ciencia, cerrando el ciclo de transformaciones mutuas de las formas mecánica y térmica de movimiento de la materia; en efecto, creó por este procedimiento, sin esperar hasta que se desarrollase la física, la máquina de vapor para transformar el calor en movimiento

mecánico, mientras que en los albores de su ser aprendió a transformar el movimiento mecánico (frotamiento) en calor (fuego).

Repetimos y subrayamos que en el siglo XVIII esto fue posible porque en el pro-

formas de movimiento de la materia utilizadas.

Doscientos años después, a mediados del siglo XX, la situación era por completo distinta. Si bien el hombre conocía perfectamente las formas mecánica y térmica de



El átomo planetario: estructura del átomo radio

ceso de creación de la máquina de vapor no se interponía nada que el hombre no hubiera observado ya miles de millones de veces durante su actividad práctica, que no conociera desde los "pañales". De no ser así, el hombre no habría logrado probablemente resolver con tanto éxito el problema de creación de la máquina de vapor sin previo estudio científico de las

movimiento, y las utilizaba en la práctica desde su aparición en la Tierra, la energía nuclear o "atómica" no existía para él hasta finales del siglo XIX. En 1896, al descubrir Henri Becquerel por pura casualidad (aunque ésta implicaba la necesidad del progreso sucesivo de las ciencias naturales) el fenómeno absolutamente desconocido de radiactividad, nadie sabía

cómo se podría aprovechar en la práctica los nuevos rayos emitidos por los soles de uranio, ni aun qué eran y de dónde provenían. Sin el estudio científico previo, excepcionalmente complicado y largo del nuevo fenómeno que nadie comprendía, no se podía ni pensar en su utilización técnica.

Precisamente porque la nueva esfera de los microprocesos físicos, a los que pertenecía la irradiación radiactiva, era oculta los nuevos rayos, emitidos por las sales al hombre, se debía empezar por su estudio minucioso del que era capaz sólo la ciencia pertrechada por la técnica experimental y de producción de medios de investigación múltiples.

Comenzó una larga serie de investigaciones, en las que desempeñaron el papel principal los esposos Curie en Francia, Rutherford con su escuela brillante en Inglaterra, Einstein en Alemania y Niels Bohr en Dinamarca. A finales del siglo XIX, los Curie descubrieron el radio, luego se supo de otros elementos radiactivos. A principios del siglo XX, Rutherford y Soddy mostraron que la radiactividad es el proceso de desintegración espontánea de los átomos (o sea, de transformación de elementos químicos), en el que se libera la energía nuclear.

En 1905, Einstein dedujo de la teoría de la relatividad la ley fundamental de la conexión recíproca e indivisibilidad de la masa y la energía, según la cual a cualquier masa de sustancia va asociada siempre una cantidad inmensa, pero estrictamente determinada ("equivalente") de energía interna. Además, hizo ver que la identidad de esta ley podía verificarse con datos de las transformaciones radiactivas: si se desprende una cantidad enorme de energía —sostenía—, tiene que revelarse la disminución de la masa de las sustancias en desintegración. Esta suposición se ha comprobado en realidad.

Todo ello fue una gran sorpresa para los científicos, sin hablar ya del gran número de personas no especialistas. La esfera de las transformaciones radiactivas les parecía insólita, descomunal, inadecuada a las representaciones tradicionales. Comenzó la demolición radical de los viejos conceptos y teorías o, según la expresión de Lenin, la revolución contemporánea en las ciencias naturales.

Como es sabido, la penetración científica en la esencia de las transformaciones radiactivas no se limitó a estos descubrimientos que, de hecho, sólo marcaron su comienzo. En 1911, al descubrir Rutherford el núcleo atómico, se hizo más claro qué ocurre en el átomo durante la desintegración radiactiva. Dos años después se identificaron las primeras leyes relativas a los procesos radiactivos (ley de desplazamiento) y a la conexión existente entre la carga del núcleo y otras propiedades del átomo (ley de Moseley); se introdujeron nuevos conceptos físicos que formaron la base de la física nuclear (los de isótopo, número ordinal, masa y otros). En 1919, Rutherford efectuó la primera transformación artificial de elementos ligeros (hasta entonces, la desintegración atómica fue exclusivamente fruto de la radiactividad natural).

En resumidas cuentas, el estudio teórico y experimental del nuevo círculo de fenómenos avanzó a todo vapor, pero ni siquiera se pensaba en aplicarlo prácticamente a la producción (en el sentido de la utilización técnica de la energía atómica). Muchos científicos estaban convencidos de que tal aplicación era imposible, en general, o, por lo menos, no podría realizarse en un futuro próximo.

Mientras tanto, el descubrimiento de una sustancia concreta (radio, uranio y otros elementos radiactivos) capaz de desprender cantidades relativamente in-

mensas de energía latente (superior en millones de veces a la energía química producida por la combustión de una misma cantidad de hulla de las mejores especies) impulsó ya de por sí a los científicos —quizás, sin que se dieran cuenta de ello— a destacar especialmente, entre la multitud de otros fenómenos insólitos, poco estudiados o recién descubiertos de la naturaleza, los de la radiactividad. Este impulso cobró particular vigor después de que Einstein indicó directamente la existencia de fuentes de energía inagotables dentro de los átomos.

Por cierto que a nadie se le prohibía buscar ya en las primeras fases de estudio del radio y de los fenómenos asociados los medios de obtención técnica de energía atómica, valiéndose del método de pruebas y errores probado en la práctica. Pero es fácil imaginarse que todas búsquedas de este género estaban condenadas de antemano al fracaso, porque se trataba de una esfera de fenómenos por completo oculta al hombre, donde las búsquedas puramente empíricas con la corrección subsiguiente de los errores cometidos en pruebas ciegas nada podían dar en la práctica.

Abí está la diferencia profunda en la historia de dos grandes descubrimientos e inventos: la máquina de vapor y el medio de utilizar la energía atómica. En el primer caso, el hombre operó con lo que había conocido desde hacía mucho en la vida y en la práctica de producción y que por su magnitud era commensurable con él mismo como ser macroscópico; en el segundo, tuvo que vérselas con algo por completo desconocido y, naturalmente, no se imaginaba en absoluto cómo se debería proceder para desentrañar esta incógnita y utilizarla en la práctica. Por su magnitud, el fenómeno nuevo estaba tan lejos del hombre (en el microcosmos) como las estrellas y nebulosas lo eran en el macro-

cosmos. La ciencia era la única capaz de ayudar en este caso, con la particularidad de que al principio no podía orientar directamente hacia la utilización técnica, práctica, del fenómeno dado, limitándose a su estudio con fines puramente cognoscitivos.

Entonces comenzó de hecho, por primera vez a revelarse y cristalizar, en una escala inmensa, la función de “barrena” de la ciencia, que supone estudiar el fenómeno dado en todos sus aspectos con la mayor profundidad y del modo más completo, sin tener en cuenta en absoluto qué aspectos de los ya estudiados tendrán una aplicación práctica y podrán aprovecharse en la técnica y la producción. El planteamiento de tales tareas prácticas en la fase inicial de la actividad exploradora y “barrenadora” de la ciencia paralizaría sus posibilidades y no le permitiría estudiar el fenómeno dado en todos sus aspectos de “frente”, entendiéndose por ello un estudio global, sin ninguna omisión, sin seleccionar de antemano los hechos que supuestamente podrán tener efecto práctico en el futuro, ni eliminar los aspectos que, según las mismas suposiciones, no darán resultados prácticos, en general, o los reportarán dentro de un tiempo extraordinariamente largo.

La ciencia de los procesos nucleares siguió desarrollándose frontalmente en amplitud (descubriendo y abarcando más y más objetos físicos nuevos) y en profundidad (desentrañando esencias cada vez más complejas de los fenómenos en estudio). En la tercera y la cuarta décadas del siglo empezaron a formularse teorías e hipótesis relativas a la desintegración radiactiva (por ejemplo, la hipótesis de neutrino, del físico suizo Pauli). En 1932, Chadwick descubrió el neutrón, magnífico proyectil nuclear para el bombardeo de núcleos atómicos (en particular, de los del uranio, considerados entonces como los

más pesados), y los físicos soviéticos formularon la hipótesis de que los núcleos atómicos constan de protones y neutrones.

En el año siguiente fue descubierto el antielectrón (positrón), y un año más tarde, los esposos Joliot-Curie repitieron a su manera la hazaña de los Curie de la generación mayor, habiendo revelado la radiactividad artificial. En 1934, el físico soviético I. Tamm supuso la existencia dentro del núcleo de partículas más pesadas que los electrones, atribuyéndoles la función de vincular los nucleones. Desarrollando esta idea, el físico japonés Yukawa predijo la existencia de los "electrones pesados", que después fueron descubiertos, en efecto, y llamados mesones.

En 1934, el físico italiano Fermi vio que la acción de neutrones lentos sobre los núcleos de uranio daba lugar a una betarradiación secundaria. El mismo explicaba este fenómeno por la formación de transuránicos betarradiactivos. En realidad, como se evidenció más tarde, observó empíricamente, por primera vez, el proceso de fisión del núcleo uránico con la formación de fragmentos betarradiactivos. Pero esto lo demostraron sólo a principios de 1939 los físicos alemanes Hahn y Strassman.

Así pues, hicieron falta casi cinco años de continuas y profundas investigaciones para interpretar teóricamente la verdadera esencia del fenómeno producido por vía experimental y observado empíricamente por Fermi.

En el mismo año 1939 aparecieron las primeras hipótesis tendientes a explicar el "mecanismo" de fisión nuclear (la "teoría de gota" del físico soviético Y. Frénkel y otras). Poco después quedó probado que la reacción de fisión nuclear puede en ciertas condiciones efectuarse en cadena, por cuanto va acompañada del desprendimiento de neutrones y que, por consiguiente, está sujeta a las leyes generales elaboradas hace ya muchos años por

N. Semiónovo (URSS) y otros científicos para los fenómenos químicos de combustión y explosión.

Como resultado, gracias a esta prolongada labor teórica y experimental de los físicos se ofreció la posibilidad de utilizar la energía atómica con fines técnicos. Y puesto que había comenzado ya la segunda conflagración mundial, los físicos, sin hablar ya de los militares, pensaron ante todo en cómo poner la energía del átomo al servicio de la guerra.

Si la investigación puramente científica del nuevo círculo de fenómenos duró alrededor de 44 años (de 1896 a 1939), para encontrar los medios prácticos de utilización de la energía atómica sobre la base de los estudios frontales ya efectuados o nuevos de los mismos fenómenos hicieron falta sólo 2 ó 3 años (1940-1942), pues en 1942 funcionaban ya las primeras "calderas" de uranio.

El que el problema técnico fuera resuelto en un plazo tan breve se debió precisamente, al cumplimiento brillante por la física de sus funciones superiores de reconocimiento y de "barrena" en la etapa anterior. Sin la ayuda de la física habría sido imposible dominar prácticamente y utilizar en la técnica la nueva fuente de energía encerrada en el átomo.

Esta es la diferencia radical que existe, en el aspecto histórico, entre el invento de la máquina de vapor en el siglo XVIII y la creación de los medios de utilización práctica de la energía atómica en el siglo XX. En ambos casos, la práctica (producción) fue en definitiva el factor determinante respecto a la ciencia, pero en el primero, la ciencia quedó muy a la zaga de la técnica, dejándole que resolviera por sí sola los problemas por vía empírica (método de ensayo y error), y en el segundo, le llevó un buen trecho de delantera, abriendo las vías del progreso técnico en el futuro.

Características de las ciencias naturales contemporáneas

NIKOLAI OVCHINNIKOV *

LAS ciencias naturales contemporáneas nacieron a comienzos del siglo XX. Sus anunciadores fueron los cambios revolucionarios en el campo de la física, iniciados por el descubrimiento del electrón y la radiactividad. Estos descubrimientos culminaron con la creación de la física atómica y la aplicación práctica de la energía nuclear. Los cambios revolucionarios en la física ejercieron una influencia decisiva sobre otras ramas de la ciencia y, de una manera u otra, condujeron a la reorganización de todo el sistema del pensamiento científico contemporáneo.

El novísimo desarrollo de las ciencias naturales está ligado además a la revolución científico-técnica, de la cual somos testigos y participantes. En nuestros días, la ciencia se ha convertido en un complejo organismo social que influye de manera notable en los destinos del hombre, en todos los aspectos de su vida social. La revelación de las peculiaridades de las ciencias naturales contemporáneas, a las que prestamos atención en el presente artículo, puede contribuir a la compren-

sión del significado particular del pensamiento filosófico, siempre importante para el fomento de la ciencia, sobre todo en los periodos de su desarrollo intensivo. Examinaremos dichas peculiaridades en relación con la función metodológica de la filosofía respecto a las ciencias naturales en desarrollo.

Aquí podemos señalar tan sólo algunos de sus rasgos, los más característicos. En primer lugar, es preciso prestar atención al hecho de que las ciencias naturales, en nuestros días, se han convertido en un sistema grande y extraordinariamente complejo. Los adelantos científicos, en particular en el dominio de las ciencias técnicas, son el resultado de la actividad de nutridas colectividades. Las tareas específicas de éstas exigen un género especial de su organización y dirección. Además, la propia organización y dirección de la ciencia se convierten en objeto de investigación científica. Sin la ciencia, es inconcebible una sociedad desarrollada contemporánea, y la ciencia como factor primordial del desarrollo social introduce cambios en la estructura social moderna.

* Candidato a doctor en ciencias filosóficas, colaborador científico del Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de la URSS.

La segunda peculiaridad de la ciencia contemporánea consiste en que la división clásica de las ciencias naturales en ramas separadas, en las cuales se realiza el desarrollo relativamente independiente del saber, se va haciendo a todas luces insuficiente. Muchas tareas científicas nuevas pueden ser resueltas sólo con la aplicación compleja de las ramas más diversas del conocimiento científico. La solución de este tipo de problemas conduce al surgimiento de una serie de nuevas disciplinas científicas, las cuales investigan las leyes generales que operan en los diversos campos de la naturaleza.

De aquí que la tercera peculiaridad de las ciencias naturales contemporáneas sea la **integración** de la ciencia. En los últimos decenios vienen surgiendo nuevas disciplinas científicas del tipo de la cibernética, en las cuales el conocimiento científico revela las regularidades generales que unen objetos considerados anteriormente como específicos e independientes.

El proceso de integración de la ciencia es inseparable de su **diferenciación**, la cual se puede señalar en calidad de cuarta característica del desarrollo de las ciencias naturales contemporáneas. Esta peculiaridad se manifiesta directamente en la existencia de las llamadas ciencias intermedias del tipo de la biofísica, bioquímica, biogeoquímica, etc. Aquí la aparición de nuevas tendencias científicas es el resultado directo de la integración original de ciertas disciplinas científicas. Al propio tiempo, la profundización del estudio del objeto de investigación en cualquier campo de la ciencia lleva a que su objeto, antes unido, se desarticule por el proceso mismo del estudio y algunos de sus elementos pasen a ser a su vez objeto de estudio de diferentes disciplinas científicas. Así, la física atómica contemporánea condujo al surgimiento de la física

del núcleo y de la física de las partículas elementales como tendencias científicas especiales relativamente independientes y muy desarrolladas.

Por último, la quinta característica de la ciencia contemporánea sobre la naturaleza estriba en la **matematización** cada vez más profunda del conocimiento. Al caracterizar el proceso de matematización de las ciencias, por lo general se presta atención al carácter abstracto general de las matemáticas. Sin embargo, desde el punto de vista de la etapa actual del desarrollo de la ciencia, se trata no tanto del carácter abstracto general de esta ciencia, sino que las matemáticas modernas elaboran conceptos de principio nuevos que rebasan los marcos de las estructuras puramente cuantitativas. Además, en las primeras etapas de la aplicación de las matemáticas, por ejemplo en el campo de las investigaciones biológicas, se utilizó cierto aparato matemático, aunque el mayor progreso se logró por la vía de las búsquedas de nuevos conceptos matemáticos adecuados al objeto de análisis. A este respecto, el empleo de las matemáticas en ramas tradicionalmente no matemáticas tiene importancia para las matemáticas, mismas, pues dicho empleo rebasa los límites de los métodos matemáticos puramente clásicos.

Las anteriores características de la ciencia contemporánea comprenden en cierto sentido sólo sus aspectos teóricos. Desde luego que son muy significativas otras facetas como las de la industrialización del experimento científico; el ritmo cada vez más creciente del desarrollo de la ciencia, su influjo extraordinario sobre el progreso social, la economía y el potencial bélico del país, etc. Todas estos rasgos pueden investigarse y en los últimos años, como es sabido, se desenvuelve una tendencia especial de los conocimientos científicos en la cual la ciencia misma es objeto de

su propio estudio. Se crea la ciencia de la ciencia o el estudio de la ciencia.

Sin embargo, cabe preguntar con qué métodos debe investigarse la ciencia misma. ¿Se puede aplicar el método del conocimiento del mundo objetivo —de la naturaleza o la sociedad— a la investigación del propio conocimiento? Es imposible responder a esta pregunta en forma de sucinta “sí” o “no”. Los métodos de las ciencias naturales, aplicados a la investigación de su propio desarrollo, deben ser completados con métodos filosóficos específicos. El planteamiento actual de este problema —la idea de la investigación de la ciencia sólo con sus propios métodos— limita las tareas de esta nueva rama del saber. Queremos decir que, en esencia, esta idea refleja la profunda e impercedera demanda de la ciencia de que se comprendan las leyes de su desarrollo; dicho de otra manera, la exigencia de que se piense de forma filosófica, de que se desarrolle la filosofía como metodología del saber científico. La contradicción del desenvolvimiento actual de las ciencias naturales radica en que, al encontrarse ante la necesidad imperiosa de resolver los problemas filosóficos de la ciencia, los naturalistas, intentan a veces solucionar estos problemas por métodos no filosóficos.

Por supuesto que el pensamiento científico en sus aspectos esenciales puede ser objeto de investigaciones de las ciencias exactas. Como sistema social especial, la ciencia exige el enfoque complejo cuando se le estudia. Este enfoque determina la necesidad de las investigaciones de los problemas económicos del desarrollo de la ciencia, de los trabajos sobre la sociología de la ciencia, la lógica del conocimiento científico, la psicología de la creación científica, etc. Sin embargo, cualquier enfoque complejo pierde su significado y

no conduce a los resultados apetecidos, si no existe un principio unificado, que asegure, en definitiva, el examen íntegro del objeto. La idea sobre la ciencia de la ciencia, alumbrada por las particularidades del desarrollo de las ciencias naturales contemporáneas, representa una forma de reflexión de la ciencia, que tiene hondas raíces históricas.

Desde el momento de su surgimiento, el saber científico puede desenvolverse bajo la condición de que se comprenda las leyes de su propia naturaleza y las de su desarrollo. La filosofía ha cumplido siempre esta tarea de descubrir la índole del conocimiento humano en general y del conocimiento científico en particular. En esto reside la función metodológica de la filosofía respecto al saber científico en desarrollo sobre las leyes del mundo material. Para revelar esta función, es preciso prestar atención al problema del método científico en su relación recíproca con el objeto de investigación.

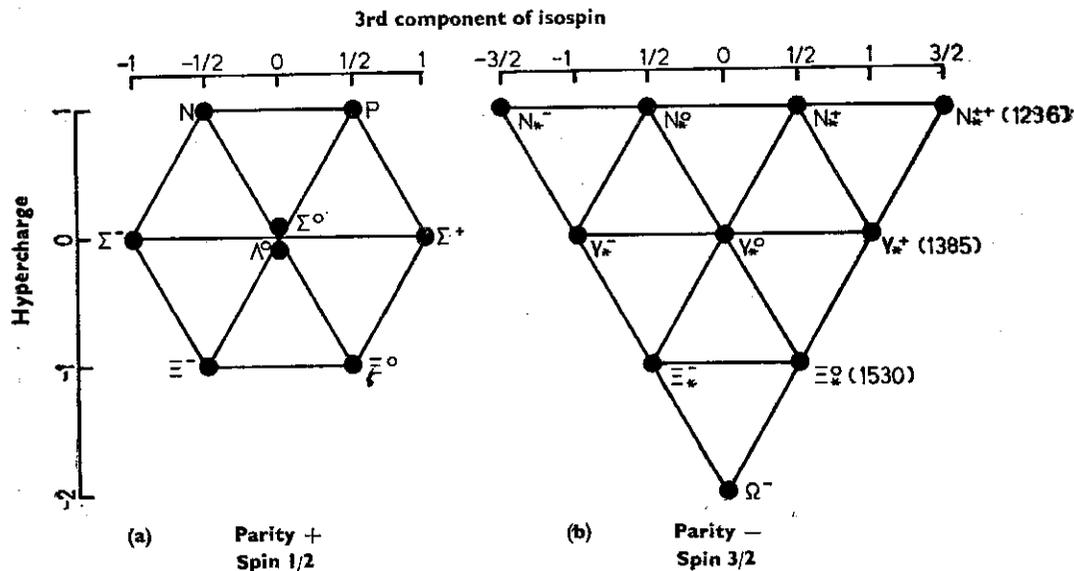
1. Objeto y método de las ciencias naturales. El método del conocimiento, en general, puede ser comprendido como un sistema de características especiales de la actividad cognoscitiva, mediante el cual se realiza un fin determinado, siendo adecuado a su objeto y que actúa como un programa del conocimiento. Ya los resultados de la experiencia empírica directa se fijan en forma de sistema de reglas de acción con el objeto y, de esta manera, intervienen como la forma primaria del saber, precisamente porque esas reglas se convierten en normas rigurosamente establecidas para determinar el objeto en el proceso de su asimilación por el hombre. El saber científico, y en primer lugar la ciencia de la naturaleza, hace cuando logra hallar algunos aspectos constantes del objeto de conocimiento. Con el descubrimiento de estas peculiaridades que

se conservan del objeto, surge la relación teórica con el objeto de conocimiento, surge el método científico.

En el conocimiento empírico-práctico, el modo de cambio del objeto se fija en forma de procedimientos exteriormente dados de la actividad, y en la historia primitiva de la cultura humana dichos modos adquirirían la forma de prescripciones rituales rigurosamente establecidas. Aquí aún no existe la comprensión del modo mismo de acción. El surgimiento de la

miento teórico surge ya en la época antigua, y las primeras ideas de la ciencia de la naturaleza están ligadas a la idea de la ley, al descubrimiento de lo estable en un mundo que cambia perennemente. Precisamente esa sujeción lógica del objeto permite, gracias a la desmembración de sus peculiaridades invariantes, fijar las reglas metodológicas del conocimiento y el dominio del objeto.

Por supuesto, pasaron siglos de relación práctica con el mundo, antes de que sur-



Bariones típicos múltiples

ciencia sobre uno u otro objeto está ligado a la comprensión del método de actividad que a su vez está determinado por las peculiaridades del propio objeto. La ciencia empieza por la relación teórica con el objeto de conocimiento. La teoría, por su parte, surge cuando el objeto de conocimiento comienza a manifestarse como objeto de la naturaleza que existe y cambia conforme a las leyes. Semejante conoci-

gieran los elementos de la interpretación teórica de la realidad. Luego de alcanzar cierto nivel, el conocimiento empírico-práctico originó el problema del conocer el conocimiento. Este problema inquietaba a pensadores como Demócrito, Platón y Aristóteles. La época del surgimiento de la teoría del conocimiento fue, al mismo tiempo, la época de la aparición del conocimiento científico sobre el mundo. El na-

cimiento de la atomística, históricamente la primera concepción científica, que sigue conservando su significado, se encuentra vinculado a profundas reflexiones de los antiguos sobre la naturaleza del conocer. El desarrollo de los problemas teórico-cognoscitivos en los trabajos de Aristóteles y su crítica, de la concepción del conocimiento de Platón constituyeron al mismo tiempo la crítica de los lados débiles de la doctrina atomística y, en cierto sentido, contribuyeron al desarrollo de esta doctrina. En una palabra, la época del nacimiento del método científico fue, simultáneamente, la época del nacimiento de la ciencia. El profundo análisis del conocimiento humano estuvo vinculado con la formación de concepciones consistentes respecto a la naturaleza misma. Estas ideas, sin embargo, revestían aún carácter abstracto, lo que correspondía por entero a la metodología del pensamiento griego. En la época antigua inició el desarrollo sistemático de la lógica formal que culmina con las investigaciones clásicas de Aristóteles.

2. **Ideas del método empírico.** La lógica de Aristóteles, transformada en la Edad Media en un sistema ramificado de exigencias formales, no respondía a las demandas de la ciencia en desarrollo de la nueva era, y Descartes tiende a formular nuevos principios, cuya observancia asegure la autenticidad del conocimiento. Pero ya antes de Descartes, Francisco Bacon inicia la crítica de la lógica aristotélica y desarrolla los principios de la investigación inductiva de la naturaleza (1620). "Sería insensato —dice Bacon en su *Novum organum*—, y contradictorio en sí esperar que se hará lo que jamás ha existido hasta ahora si no con medios, no probados nunca hasta el presente". El nuevo objeto exige un método nuevo. En la época de Bacon, las ciencias naturales acababan

de nacer. Las investigaciones de Galileo y la mecánica de Newton estaban todavía por aparecer: la primera edición del *Diálogo sobre los dos mayores sistemas del Mundo* se publicó en 1632, y la primera edición de *Principios matemáticos de la filosofía natural*, en 1637.

El conocimiento es un tipo especial de actividad. Pero la actividad presupone interacción. El pensamiento humano no existe fuera del hombre real con su relación activa con el mundo en el que vive. La relación recíproca entre el mundo objetivo y el pensamiento humano, la índole de esta relación siempre ha constituido el problema más profundo de la filosofía.

La salida al mundo de la experiencia humana, de la práctica objetiva, permite hallar el camino justo en la solución de ese problema. Con su elaboración del método inductivo, Bacon descubrió ese camino que respondía a las necesidades de las nascentes ciencias naturales de su época. En su obra *Ensayo sobre el entendimiento humano* (1690), John Locke desarrolla esas ideas. La época de las meditaciones filosóficas sobre los fundamentos empíricos del conocimiento humano representa la época de los grandes descubrimientos en el campo del conocimiento de la naturaleza, las cuales culminaron con el sistema de Newton expuesto en *Principios matemáticos de la filosofía natural*, salido a la luz casi en los mismos años que la obra filosófica fundamental de Locke.

Los principios del conocimiento deben ser investigados, no son congénitos, proclama Locke. El concepto del carácter connatural de los principios o en general de las ideas, dice, sirve únicamente para confirmar el poder del hombre sobre el hombre. En esto y sólo en esto reside la causa de la viabilidad de esta falsa concepción. ¿De dónde recibe el hombre las

ideas, si su alma no tiene principio innato alguno y es igual que una hoja limpia de papel? ¡De la experiencia! En la experiencia se funda todo el saber humano, y de la experiencia, en definitiva, procede. El que no quiera engañarse a sí mismo, debe hacer sus hipótesis sobre hechos y demostrarlos con la experiencia sensorial.

Por su contenido y papel práctico en la ciencia, las ideas del método empírico se han convertido en un instrumento del conocimiento de la naturaleza. Sin embargo, en el sentido cognoscitivo-teórico, las ideas del método empírico agravaron el problema en lugar de resolverlo. El problema de la relación recíproca entre el mundo objetivo y el pensamiento humano continúa aún sin solución.

La experiencia sirve de cierto intermediario entre el pensamiento y la naturaleza. Así, pues, tenemos ya tres niveles: la naturaleza, la experiencia y el pensamiento. Como vemos, el problema se complica. Podemos confrontar el pensamiento con la experiencia. Mas, ¿cómo cotejar el pensamiento sobre el objeto de la naturaleza con el objeto mismo?

En ninguna experiencia sensorial se apoyaban los átomos de Demócrito. Entretanto, las ideas de la atomística han sido y son el profundo fundamento teórico de las ciencias naturales. En sus **Conferencias sobre física**, R. Feinman dice que precisamente la hipótesis atómica contiene una cantidad inmensa de información sobre el mundo, y que si, como resultado de una catástrofe universal, fuesen destruidos todos los datos relativos a los conocimientos científicos acumulados, cabe esperar que la hipótesis atómica ayudaría a restablecer esos conocimientos. Podemos señalar, además, que nadie ha observado nunca en la experiencia sensorial directa no sólo los átomos de Demócrito, sino tampoco las partículas elementales de la física contempo-

ránea. La idea sobre esas partículas se alcanza sólo a través de una larga cadena de deducciones teóricas, por medio del experimento en el cual nos son dadas directamente propiedades distintas por completo de las de los objetos que se investigan. Las propiedades del rastro confuso de la partícula en la cámara de ionización son diferentes a las propiedades de la partícula, lo mismo que la huella visible en el cielo de un avión a chorro es incomparable con el avión y diferente por completo de él. Por esas huellas podemos conocer la existencia de los objetos. Y únicamente con ayuda del pensamiento teórico, superando la estrechez de la experiencia sensorial individual, podemos opinar de su esencia, de su verdadero carácter, de sus propiedades y regularidades.

3. El problema de la relación del conocimiento con el objeto. En el siglo XVII, el problema de la relación del conocimiento con el objeto en la filosofía, la cual sintetiza las conquistas de las ciencias naturales, se resuelve sobre la base de la concepción dualista. La naturaleza, la materia, existe en el espacio. Pero el pensamiento no es una dimensión, y en general representa algo de todo punto distinto de la materia, no tiene con ella ningún signo característico común. Por eso, investigando el problema del método. Descartes se remite al pensamiento como tal y busca el criterio de la autenticidad en el pensamiento, y sólo en él.

G. Léibniz, contemporáneo y adversario ideológico de I. Newton, considera evidente que los principios concernientes al pensamiento tienen sus peculiaridades y que estos principios pueden no corresponder a los objetos mismos. En la naturaleza no hay dos cosas completamente iguales, idénticas, supone Léibniz. Empero, al mismo tiempo, subraya, tenemos pleno fundamento para formular el principio de la

identidad en la esfera del pensar como principio de la lógica y la matemática. Es más, este principio es suficiente para deducir todos los otros principios matemáticos. Sin embargo, para pasar de la lógica y la matemática a la física, del pensamiento a la naturaleza, es menester ventilar un problema particular, hallar un principio especial. En la solución de este problema, Leibniz atribuye gran importancia al principio de razón suficiente formulado por él. No obstante, este principio necesita una argumentación, y Leibniz se ve obligado, en la solución de este problema cardinal de la metodología científica, a promover una hipótesis arbitraria sobre una armonía prestablecida.

El problema de la relación entre el pensamiento y la naturaleza quedó así sin resolver. La idea de la armonía prestablecida representa una descripción figurada de las condiciones posibles de la concordancia entre el conocimiento y el objeto, más que la elucidación de la verdadera causa de esa concordancia.

Es preciso remitirse otra vez a la experiencia y señalar que, al tiempo que se para la naturaleza y el pensamiento, la experiencia los une. Es imprescindible comprender la experiencia no sólo como el conjunto de los datos sensorialmente empíricos del conocimiento, sino también como actividad objetivada, en la cual el modo del cambio del objeto de actividad concuerda con las peculiaridades del objeto. El pensamiento, en tal caso, puede ser representado como un género especial de la actividad humana, no ajena a la naturaleza, sino que, en cierto sentido, coincide con la actividad de la naturaleza, con sus procesos regulares. Apoyándose en la experiencia, el pensamiento humano es capaz de rebasar los límites de la experiencia. Por eso mismo, el pensamiento realiza una salida a la naturaleza que no

es dada directamente en la experiencia empírica, pero que concibe el pensamiento simplemente porque éste es un tipo especial de la actividad cognoscitiva, que desde el comienzo mismo se realiza en consonancia con las peculiaridades de la naturaleza, en consonancia con sus leyes más generales. En virtud de esto, los principios metodológicos, que caracterizan el pensamiento, por cuanto éste conoce la naturaleza, son al propio tiempo rasgos profundos de la naturaleza misma.

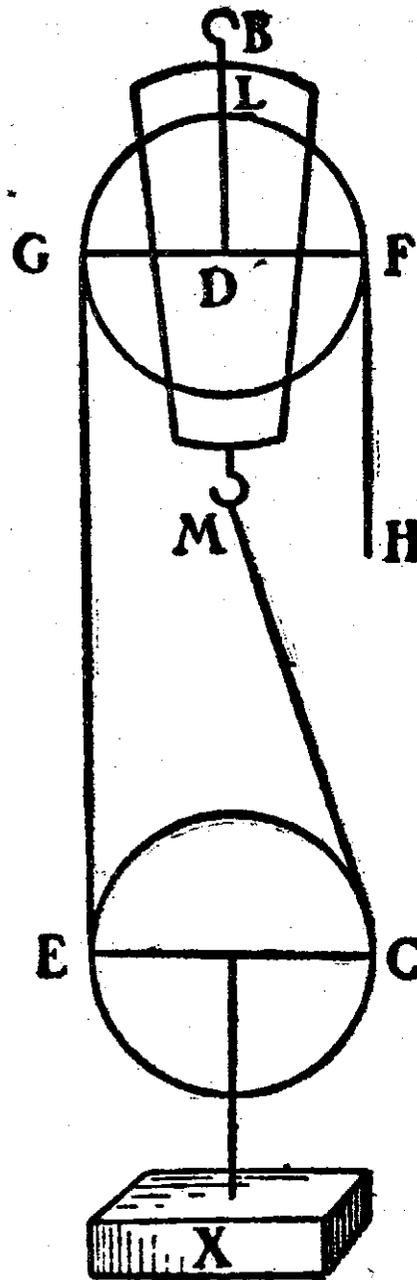
Por supuesto, esta coincidencia (o, mejor dicho, correspondencia) de los principios del pensamiento y las regularidades de la naturaleza no puede ser comprendida como su coincidencia literal. Esta correspondencia tiene un carácter profundo, y para mostrarlo, a su vez, se requiere el esfuerzo del pensamiento filosófico. Sólo si nos abstraemos de dicha coincidencia y examinamos el pensamiento en sus regularidades internas, se puede poner de relieve sus peculiaridades específicas. Esta especificidad del pensamiento se presenta como especificidad que no tiene analogía alguna en la naturaleza, sencillamente porque desde el comienzo mismo el pensamiento se ha tomado fuera de cualesquier conexión con el objeto.

Las peculiaridades específicas del conocimiento tienen conexiones profundas, a veces aún no descubiertas, con las peculiaridades del objeto. Tomemos, a título de ejemplo, las reglas metodológicas de Descartes y Newton e intentemos revelar sus fundamentos objetivos. El criterio de la claridad y la precisión del pensamiento en Descartes expresa, como es evidente, la especificidad del pensamiento. Es absurdo, a lo que parece, exigir claridad y evidencia a la naturaleza. Sin embargo, en ligazón con el criterio de la claridad del pensamiento en Descartes, es importante recordar las cuatro reglas de las deduccio-

nes en la física, formuladas por Newton en sus **principios**. Según la primera regla, no se debe aceptar otras causas por encima de las que son auténticas y suficientes para la explicación de los fenómenos. La segunda regla exige prescribir las mismas causas a los mismos fenómenos de la naturaleza. En la tercera regla se formula el criterio de la comunidad de las propiedades, el cual Newton advierte en su persistencia o, como diríamos ahora, en su invariancia. La cuarta regla se refiere a la autenticidad de las deducciones inductivas, que Newton propone considerar como auténticas en el sistema teórico, pese a su carácter probable, hasta que no sean refutadas por nuevos fenómenos.

La comparación de las "reglas para dirigir la inteligencia" de Descartes con las "reglas de las deducciones en la física" de Newton muestra su asombrosa comunidad, a pesar de las diferencias aparentes. La exigencia de Descartes de "empezar por los objetos más simples", se puede entender en ligazón con el rasgo fundamental del mundo de la naturaleza, a saber, en relación con el carácter elemental de sus unidades estructurales. La separación de los elementos de la estructura espacio-temporal condujo al descubrimiento de la geometría analítica, y las reglas filosóficas generales para dirigir la mente se transformaron aquí en éxitos concretos de la ciencia. La idea de la desarticulación analítica de la naturaleza, procedente del atomismo, pasa a ser la idea dominante de la época.

A las reglas newtonianas de las deducciones se les puede considerar como desarrollo de las ideas analíticas, que hallaron su reflejo inicial en las investigaciones de Descartes, Léibniz y otros pensadores de la época de las nuevas ciencias naturales que entonces surgían. En las explicaciones



a sus reglas, Newton mismo subraya su conexión con las peculiaridades de la naturaleza. La naturaleza es sencilla y no se permite lujos con las causas superfluas: esta famosa sentencia de Newton señala directamente la razón objetiva de su primera y segunda reglas. En la idea de la sencillez de la naturaleza, en esencia, se contiene el mismo signo de lo elemental, característico de las peculiaridades estructurales de la naturaleza, en que se basa el método científico de Descartes. Tres siglos después, Alberto Einstein, el Newton del siglo XX, dirá lo siguiente sobre esa idea: "El deber supremo de los físicos consiste en buscar las leyes elementales generales, de las cuales, mediante la deducción pura, se puede obtener el cuadro del mundo".

La tercera regla de las deducciones de Newton, que proporciona el criterio de la comunidad de las propiedades, se funda, como se ve con facilidad, en la propiedad de la invariancia de la naturaleza. Newton dice que sólo se pueden considerar propiedades de todos los cuerpos en general, aquellas que "no pueden ser ni reforzadas, ni debilitadas". Para esclarecer esta regla se remite directamente al atomismo suponiendo que de las propiedades de las partes se derivan las propiedades del todo. En calidad de propiedad que se conserva, o de invariante por consiguiente, de la propiedad general de los átomos, es decir de toda la materia, actúa la inercia, fundamento de la mecánica.

Lo mismo puede decirse de la cuarta regla de las deducciones. Las deducciones inductivas, según esta regla, a pesar de su carácter probable, deben considerarse en el sistema de la ciencia como generales y rígidas. La necesidad y universalidad de los principios científicos, deducidos inductivamente de la experiencia, tienen su fuente en las propiedades invariantes de

la naturaleza, por cuanto la universalidad de las propiedades de los objetos que se investigan está ligada con estas propiedades. Cabría pensar que el rasgo específico del pensamiento científico halla su base en el objeto.

4. Dialéctica del objeto y del método.
Hemos constatado ya el hecho histórico de que la elaboración del método científico precede al conocimiento desarrollado del objeto. En este sentido, el pensamiento científico puede ser objeto de investigación en la abstracción del objeto. Puede suceder que el método es incomparable con el objeto, dado que el objeto aún es desconocido. Así, antes del descubrimiento del antiprotón y del antineutrón, en 1955-1956 se formuló ya la idea de la simetría de la carga, aunque no todas las partículas a las cuales podía aplicarse ese método, habían sido ya descubiertas. Sin embargo, es posible también otro enfoque, francamente opuesto del problema, de acuerdo con el cual el método no puede considerarse como la especificidad pura del pensamiento, por cuanto él necesariamente lleva en sí los rasgos regulares del objeto. Por lo tanto, el método científico correcto no puede ser elaborado dentro del pensamiento puro, desvinculado del objeto, con lo que se pone de manifiesto una contradicción evidente. ¿De qué manera se resuelve esta contradicción? Nos vemos forzados a decir, que el proceso mismo del desarrollo del conocimiento científico reproduce constantemente esa contradicción, y, ésta, al propio tiempo, encuentra su solución en dicho proceso. Se trata tan sólo de reproducir en forma lógicamente elaborada el cuadro de esa contradicción y de ver en este cuadro la función metodológica de la filosofía.

El conocimiento científico encierra la posibilidad del desarrollo propio, tanto en el nivel empírico como en el teórico.

Al examinar estos niveles del conocimiento en su acción recíproca, podemos advertir dos tipos de desarrollo del conocimiento científico: el extensivo y el intensivo. Si se trata de una teoría científica creada, cuyos principios básicos han sido formulados y argumentados empíricamente, nos encontramos ante la posibilidad de la vía extensiva de desarrollo del conocimiento científico. Si en la vía extensiva surge una contradicción del nivel teórico del conocimiento con el nivel empírico, surge la necesidad de resolver esa contradicción mediante la construcción de un nuevo sistema teórico. El desarrollo de la teoría científica, en este caso, transcurre de modo intensivo.

Durante el desarrollo extensivo de la teoría, se realiza su aplicación a las esferas más diversas de la naturaleza. La teoría científica formulada tiende a penetrar en las diferentes ramas del saber y aspira a ser el fundamento de la explicación de una clase amplia de fenómenos. En esta aspiración, la teoría científica se convierte en método de investigación de nuevos dominios de la naturaleza. Tal desarrollo es típico para solucionar problemas científicos especiales.

Es posible resolver un problema especial, sólo cuando la teoría científica existente se aplica al problema dado, convirtiéndose así en el método de su solución. Si esta teoría aún no existe, todos los esfuerzos se concentran para construirla, con el fin de que, en última instancia, la teoría creada se transforme en nuevo método. El método y la teoría de la ciencia no son dos conceptos absolutamente distintos, independientes. El método científico acertado es una teoría verdadera, aplicada al conocimiento de los nuevos fenómenos. A su vez, la conformidad del método con el objeto se asegura por el hecho de que el conocimiento logrado

ya, que ha cobrado la forma de teoría, actúa en calidad de método de adquisición de nuevos conocimientos.

Los principios de la física teórica se han convertido, en nuestra época, en el método de solución de muchos problemas especiales de la ciencia en los diferentes campos de la investigación. No cabe duda de que tal vía extensiva del desarrollo de la ciencia exige esfuerzos creadores y garantiza un progreso notable en el conocimiento de dominios inexplorados de la naturaleza. La aplicación de los métodos de investigación física en la biología llevó al descubrimiento de principios antes desconocidos de la conducta y el desarrollo de los sistemas vivos. El descubrimiento del código genético es sólo un ejemplo entre los admirables adelantos en la vía del empleo de los métodos químicos, físicos y matemáticos en el campo de la investigación de lo vivo. El camino del desarrollo extensivo rebosa de lucha dramática. Y en la historia de la ciencia y en nuestros tiempos vemos ejemplos de combatientes valerosos por la verdad científica entre los que laboran con tenacidad en ese camino. El desarrollo extensivo es fructífero, proporciona y siempre proporcionará más y más éxitos.

Pero aquí debemos detenernos y reflexionar en algunas peculiaridades de esta corriente de las investigaciones, científicas. El desarrollo extensivo engendra a veces un fenómeno, que podría llamarse expansión metodológica. Los éxitos formidables de la ciencia en ese camino conducen a la tendencia a considerar la ciencia que se desarrolla extensivamente como el método único para resolver todos los problemas especiales del conocimiento de la naturaleza. Esta tendencia se observa del modo más expresivo en la conocida sentencia: existe sólo una ciencia, la física; todo lo demás, es coleccionar sellos

de correos. Existe, por lo tanto, sólo un método del conocimiento; habitualmente, éste es el método de la ciencia especial que constituye la especialidad de un científico dado. Semejante noción del significado metodológico general de una ciencia lleva, lógicamente, a la negación de la importancia de la metodología filosófica en el desarrollo de las ciencias especiales. Se considera la filosofía sólo como concepción del mundo, negándose por entero su función metodológica.

Se trata, sin embargo, de que el propio sistema teórico, el cual en cada periodo concreto del desarrollo extensivo sirve de método fundamental de investigación, puede adquirir desarrollo intensivo. Los periodos extensivos en el desarrollo de la ciencia tarde o temprano se sustituyen por intensivos. Esto sucede con mayor frecuencia cuando se descubren nuevos hechos de tal género, que en modo alguno se inmiscuyen en la concepción teórica formada. En tales casos, la idea de la expansión metodológica de la teoría especial sufre una derrota.

La ciencia, como sistema teórico del saber, no es ni puede ser un conjunto de hechos, por muy complejos y polifacético que sea ese conjunto. Apoyándose en los hechos conocidos, la teoría introduce en el conocimiento algo que pasa a ser posteriormente la fuente del conocimiento de nuevos hechos, el modo de descubrimiento de nuevos "trozos discretos de la realidad". El hecho científico, siendo un invariante específico del conocimiento en desarrollo, ejerce en el sistema teórico, por lo menos, dos funciones. Respecto a la teoría dada, puede revalidarla o refutarla. Si se detecta un hecho que contradice a la teoría existente, que la refuta, en tal hecho, tomado por sí mismo, no se contienen ni pueden contenerse las nuevas ideas indispensables para formar

una nueva teoría. Mas, ¿de qué modo, como resultado de la confrontación de los nuevos hechos y de la teoría existente surgen las nuevas ideas? De esta confrontación misma no podemos extraer los nuevos principios. La teoría anterior, que antes de la aparición de los nuevos hechos que la contradicen se consideraba el método universal, no puede ser la fuente de estas ideas, sencillamente porque los hechos nuevos la contradicen. ¿Pero de dónde provienen estas ideas? En forma general, éste es el problema de la relación entre el conocimiento empírico y el teórico. Formulado de manera precisa ya en la filosofía clásica, en particular por David Hume y Manuel Kant, ese problema se reproduce una y otra vez en cada época histórica del desarrollo de las ciencias naturales experimentales. Es típica de la solución clásica de este problema, en particular, la tendencia a reducir la teoría a lo empírico, así como el desarrollo insuficiente del enfoque dialéctico.

Aunque poseemos plena conciencia de la estrechez histórica de las soluciones clásicas, no tenemos derecho a liquidar el problema mismo, el cual exige que se le comprenda en relación con los datos recientes y las nuevas condiciones del desarrollo de las ciencias naturales. En su *Autobiografía creadora*, Einstein se inclina a considerar los nuevos conceptos científicos como inventos libres de la mente humana. En este pensamiento de Einstein, así como en otros juicios análogos suyos, se advierte antes que nada el planteamiento del problema de la relación entre el conocimiento empírico y el teórico, más que su nueva solución de acuerdo con el nivel de desarrollo de la ciencia contemporánea. Este notable naturalista del siglo XX se remite a la interpretación filosófica de la esencia del conocimiento científico, y con cierto tono de pesar cons-

tata que hasta el presente no existe un método lógicamente claro para hallar nuevos principios científicos, partiendo de los cuales el teórico construye el sistema de la ciencia. "El teórico se detiene impotente —dice Einstein— ante los resultados aislados de la investigación empírica, hasta que no se descubren los principios que él podrá hacer la base para las concepciones deductivas".

El problema precisamente consiste en investigar la vía por la que transita el pensamiento científico hacia las nuevas ideas, hacia los nuevos principios, dado que estas ideas no se contienen de manera directa en el nivel empírico del saber.

Sintiendo de forma profunda las necesidades candentes del desarrollo teórico de la ciencia, Einstein vio con claridad este problema. Señala que "no existe ningún método inductivo que pueda llevar a los conceptos fundamentales de la física". La solución de este problema, propuesta por el positivismo contemporáneo, tropezó con dificultades insuperables tales, que el nuevo enfoque de su solución se convierte en una tarea acuciante de la filosofía moderna, que construye la teoría científica del saber. La tarea estriba en comprender cómo y de dónde surgen las nuevas ideas, los nuevos principios, imprescindibles para la aparición de nuevas teorías que aseguren el modo intensivo del desarrollo de la ciencia. Este problema lleva a la necesidad de considerar el saber científico en su cuadro íntegro, en su desarrollo y carácter sistemático.

5. El principio heurístico de la interacción de las ciencias. La formación de las nuevas ideas se realiza en el amplio sistema del saber humano y es posible en el sistema de toda la cultura humana. Este sistema tiene no sólo el corte horizontal del momento dado del desarrollo científico, que abarca los elementos más dife-

rentes del conocimiento existente, sino también el corte vertical de su movimiento histórico. Solamente la investigación del vasto cuadro de este despliegue de concepciones científicas en el sistema del saber humano puede mostrar el mecanismo de la aparición de las nuevas ideas en un investigador dado de la naturaleza. El científico aislado se incorpora orgánicamente a dicho sistema, y el éxito de su labor lo determina su capacidad para rebasar los reducidos marcos del elemento de este sistema, en que él funciona como especialista limitado de una rama concreta de la ciencia.

Las nuevas ideas nacen como resultado de la interacción de los diferentes elementos del saber dentro del sistema de que se trate. Todo el conjunto del saber científico tiene una compleja estructura dinámica, la cual, por sí misma, hace ya tiempo es objeto de investigación filosófica. Las clasificaciones de distinto género de las ciencias reflejan las diversas peculiaridades de esa estructura. Aquí podemos sólo prestar atención al hecho de la diferenciación de las ciencias, el cual descubre la posibilidad de la acción recíproca de las diferentes ramas del saber.

Ese hecho, como hemos señalado ya, constituye una de las peculiaridades esenciales de las ciencias naturales contemporáneas. Esta peculiaridad no representa un fenómeno completamente nuevo, típico del conocimiento científico moderno. La desarticulación del objeto de la ciencia y la aparición de diferentes ramas del saber científico se operó en todos los periodos históricos. Las ciencias naturales contemporáneas han revelado con claridad este rasgo. La colosal ampliación del frente de las investigaciones científicas y, relacionado con ello, el impetuoso desarrollo de las nuevas ramas de la ciencia convierten

dicho rasgo en una peculiaridad actual del desarrollo del saber científico.

En la historia de la ciencia se ha notado hace ya tiempo, que los descubrimientos más notables en cualquier campo de la ciencia frecuentemente no se deben a especialistas en la ciencia dada, encerrados en su esfera de investigaciones y no deseando saber nada de lo que acontece en los dominios afines del saber, sino a hombres llegados a la ciencia en cuestión de otras ramas del saber y que unen los profundos conocimientos de su especialidad con un vasto horizonte. Roberto Mayer, descubridor de la ley de la conservación de la energía, era médico. Luis Pasteur, fundador de la microbiología, era químico-cristalógrafo. Luis Braille, quien promovió la idea de la universalidad de las propiedades ondulatorio-corpúsculares —fundamental para la física cuántica contemporánea—, era historiador por sus intereses científicos iniciales. Estos hechos y otros semejantes son conocidos. Pero su sentido continúa oculto, y con frecuencia son apreciados como casos curiosos en el movimiento del pensamiento científico. Desde nuestro punto de vista, tales hechos son tan sólo la manifestación más patente de la regularidad muy común del conocimiento científico en general, la cual podría llamarse principio heurístico de la interacción de los elementos estructurales del saber. El sentido de los hechos señalados de la historia de la ciencia consiste, claro, no en que el conocimiento de otra rama de la ciencia, por sí mismo al pasar a la ciencia de que se trate, asegura su avance exitoso. El descubrimiento puede hacerse bajo la condición de que se domine simultáneamente las diferentes ramas del saber. El éxito de la actividad científica se determina por la posibilidad que se brinda en tales casos de rebasar los límites del sistema formado de conceptos

en un campo especialmente concreto del saber. Una de las ramas de la ciencia se vuelve respecto a otra con su lado metodológico. Precisamente esta orientación metodológica de las ciencias crea la situación de la interacción heurística, contribuyendo al nacimiento de nuevas ideas. Por supuesto, sabios eminentes, como, por ejemplo, Planck, Bohr, Einstein, Mendeléiev, Darwin y otros muchos, fueron físicos, químicos, biólogos. Lo importante es, sin embargo, destacar que todos ellos trabajaban al mismo tiempo de manera activa en el terreno de los problemas filosóficos de su ciencia y muchos en una esfera filosófica más amplia. Y en este sentido tenían posibilidad de salir de los marcos reducidos de su dominio especial del saber.

La salida de los límites de una disciplina científica determinada a otros campos del saber con el fin de enriquecer y desarrollar una ciencia dada, puede revestir distinto carácter, dependiente de las peculiaridades de la ciencia que se utiliza para resolver los problemas. La diferenciación, típica de la ciencia contemporánea, asegura la diversidad de tales pasos.

Existe el criterio de que en esa peculiaridad de la ciencia contemporánea se expresa únicamente la dependencia de la división del trabajo en la sociedad moderna. Sin embargo, el hecho de que los problemas cardinales de la ciencia estén precisamente "en los límites" de las diferentes ramas del saber no es una ilusión sino una regularidad real de todo el conocimiento científico, la cual se ha revelado con fuerza especial en la época contemporánea. Es más, las novísimas investigaciones de los problemas metodológicos ponen de relieve la diferenciación más sutil del saber científico y a esto prestan atención los naturalistas. En el interior de la disciplina científica en cuestión, sus diferen-

tes secciones se encuentran en interacción la una con la otra, y esta acción recíproca ejerce una influencia decisiva en el desarrollo de dicha ciencia. Así, los científicos soviéticos Podgoretski y Smoródinski prestan atención a las "contradicciones del encuentro" de las diferentes ramas de la física. El "encuentro" o, mejor dicho, la interacción teórico-cognoscitiva de la mecánica clásica con sus transformaciones de Galileo y de la electrodinámica clásica con su éter inmóvil condujo a la teoría especial de la relatividad. La física misma, en principio, puede ser considerada como un sistema abierto. Es necesario revelar la unidad de la teoría física en las vías de su axiomatización. Sin embargo, la realización consecuente de tal axiomatización conduce a poner de relieve las contradicciones internas, las cuales, en calidad de contradicciones entre los elementos del saber físico, son el estímulo interno del desarrollo de la teoría.

Aquí se puede ver cómo la dirección del desarrollo extensivo, cuando los métodos de una ciencia especial dada se emplean en otro campo de la investigación, se convierte en desarrollo intensivo. La condición de este paso consiste en la salida a dominios más amplios del saber, respecto a los cuales las ramas que actúan conjuntamente son tan sólo elementos y al propio tiempo esferas de acción de los principios generales. A este respecto resultan esencialmente importantes ciencias tales como las matemáticas y la filosofía. Se sabe que, por ejemplo, las matemáticas con frecuencia contribuyen al nacimiento de principios nuevos, en particular, físicos.

La insuficiencia de ideas teóricas que experimentan la física contemporánea, no radica en el hecho mismo de la diferenciación de la ciencia ni en el carácter general abstracto de las matemáticas, sino

en que el principio de la interacción heurística no adquiere aplicación conciente. El empleo de este principio presupone tener en cuenta toda la estructura del conocimiento, en la cual entra en calidad de elemento esencial suyo la ciencia filosófica. El hacer caso omiso de la complejidad de esa acción recíproca origina a veces la carencia de fantasía creadora y, en última instancia, la necesidad de nuevas ideas teóricas.

La salida a otros campos de la ciencia con el fin de obtener nuevos conocimientos, no es una tarea sencilla. La interacción heurística de las ciencias, en la cual ciertos conocimientos se transforman en su aspecto metodológico, es controlada por los principios filosóficos. En el sistema del saber humano, la filosofía actúa en calidad de principio aglutinante. Por cuanto la filosofía investiga en particular el conocimiento científico, ella elabora una ciencia original de la ciencia, construye la teoría de la teoría científica. La investigación compleja de la ciencia con sus propios métodos no puede obtener la unidad sintética sin tal teoría filosófica.

La salida al campo de la filosofía se hace sobre todo necesaria en los periodos de desarrollo de la ciencia especial, cuando la teoría anterior se ha agotado en la vía del desarrollo extensivo y exige con insistencia hallar nuevas ideas, nuevos principios para desarrollar la nueva teoría en una rama concreta de la ciencia. En tal situación, ante el teórico de la ciencia especial surge la necesidad de discernir los aspectos teórico-cognoscitivos del problema. Naturalmente, él dirige entonces su mirada a una esfera más vasta del saber científico. En este caso la filosofía cumple del modo más adecuado su función metodológica. En tal situación surge la necesidad de buscar, en los primeros tiempos nuevos principios bastante

generales y, en virtud de ello, el científico se ve forzado a remitirse a la rama del saber que investiga el conocimiento mismo, examinando simultáneamente las leyes más generales del ser en su relación con el pensamiento.

Ahora, el cuadro de la contradicción entre el método de conocimiento y el objeto de conocimiento es más claro, y la contradicción se resuelve. Como metodología del conocimiento, la filosofía tiene una existencia y un desarrollo relativamente independientes. Investiga los principios generales del conocimiento, aplicables a las diversas tareas del conocimiento, sencillamente porque esos son principios generales.

En calidad de tal principio se puede señalar el principio de la invariancia, o, de otra manera, de la conservación de los elementos del saber, el cual contiene en sí la posibilidad de la diferenciación propia y que se puede considerar como criterio del enfoque científico en la solución de los problemas teóricos.

Hemos visto que ya Descartes y Newton formularon reglas metodológicas, cuyos fundamentos objetivos descansan en las propiedades invariantes de la naturaleza. Cualquier rama de la ciencia, puesto que constituye un sistema teórico, contiene invariantes típicos del campo en cuestión de la realidad.

Uno de los físicos teóricos contemporáneos, E. Vigner, señala tres niveles de la investigación científica: el nivel de los hechos, el de las leyes y el de los principios de la invariancia. Las leyes se descubren sobre la base de los hechos, y en la base de las leyes yace la invariancia. Nos parece importante subrayar que la invariancia, siendo inseparable de las formas correspondientes del cambio, se observa en todos los niveles de la investigación y en todas las ramas de la ciencia. Hemos

dicho ya que incluso el hecho científico es invariante en cuanto a sus posibles interpretaciones del saber en desarrollo. Esto es tanto más claro en el nivel de la investigación de las leyes las que representan conexiones estables, y en cierto sentido, invariantes. La teoría de la relatividad, por ejemplo, es, en esencia la teoría de la invariancia de las leyes físicas, pues ella pone de manifiesto las condiciones de la conservación de esas leyes en relación con los sistemas que se mueven de un modo determinado. En el campo de la investigación de lo vivo, en los últimos años se plantea y resuelve una tarea: hallar los invariantes específicos de los objetos biológicos en desarrollo. A medida que se van descubriendo esos invariantes, la biología se convierte en un sistema teórico desarrollado de leyes. La investigación filosófica del conocimiento científico revela en este conocimiento un principio general, el cual rige en todos los niveles del saber y en todos sus dominios. Este es el principio más general de la invariancia o, con otras palabras, el principio de conservación, el cual se puede considerar como criterio indispensable del carácter científico del saber. Como principio de conservación de los elementos del conocimiento mismo, dicho principio se manifiesta, en particular, en forma de principio de correspondencia. Las ciencias naturales contemporáneas brindan formas originales de manifestación y acción de este principio, entre las cuales se puede citar el principio de simetría y el de análisis estructural. La simetría, en calidad de tal principio, se manifiesta como unidad peculiar de la conservación y el cambio, y la estructura se presenta como un aspecto invariante de cualquier sistema. Además, el principio de simetría se halla en profunda ligazón con el llamado principio de la sencillez, comprendido como reflejo de

la sencillez de la naturaleza misma. La aplicación conciente y la elaboración detallada de dichos principios pueden contribuir al progreso en los campos teóricos de la investigación especial de la naturaleza.

En el conocimiento, que cambia constantemente, la filosofía revela lo más profundo y, si no se teme a las palabras altisonantes, perpetuo e imperecedero. Remitirse a la filosofía significa, en virtud de ello, utilizar el método existente antes de resolver un problema. Y ello es natural, pues antes de llevar a cabo el objetivo de la actividad, debemos disponer de medios, instrumentos o métodos para lograr el fin.

Sin embargo, el carácter del método científico es tal que éste no es ajeno al

objeto. Es más, en calidad de método científico puede actuar sólo una teoría verdadera. El método en la ciencia, por lo tanto, corresponde al objeto. Por su contenido, la metodología filosófica responde a los contornos generales de los objetos que se investigan; traza las vías de la investigación, aunque no da por sí misma, ni puede dar, soluciones de los problemas especiales. La filosofía, como teoría del saber científico, investiga y elabora el método como tal. El aspecto sustancial de este método está en el mismo objeto de las ciencias naturales, pero en otro nivel de la investigación. Diferenciando estos niveles, diferenciamos el objeto de la filosofía y de las ciencias naturales. Al señalar que estos niveles pertenecen a un mismo objeto, vemos la profunda ligazón de la filosofía y de las ciencias naturales.

Las matemáticas en la historia

ARTURO AZUELA A.

ESTAMOS acostumbrados a trabajar incansablemente, tratando de interpretar leyes y fenómenos naturales, con la llamada "herramienta de las matemáticas", con el instrumento simbólico y cuantitativo que nos permite abreviar tiempo y espacio. Este proceso de interpretación de lo que acontece, de lo que nos circunda, por medio de las matemáticas, ha seguido una larga trayectoria, un camino muy lento que triunfó plenamente hace apenas cuatro siglos, cuando la teoría se conectó con el experimento, cuando los postulados matemáticos encajaron con la realidad sensible y el mundo ilimitado de la experimentación. Bertrand Russell ha sostenido con claridad que "la física es matemática, no por lo mucho que conocemos del mundo físico, sino por lo poco que sabemos: sólo nos es dable descubrir sus propiedades matemáticas"¹.

El primer paso teórico de la matematización de la experiencia, del entronque de las matemáticas y la naturaleza, fue planteado en un ambiente eminentemente religioso, en la secreta hermandad pitagórica, con el "semicanonizado" Pitágoras de Samos. Este primer planteamiento, plagado de misterios y laberintos, entendía

al universo en relación a una concepción mística y estética. Los números se introdujeron a cada elemento natural, a cada objeto terrenal y celeste. Pitágoras nos revela el sentido de "la nueva clase comerciante, que se dedicaba al intercambio de mercancías en una escala que parece muy pequeña según nuestras normas, pero que no tenía precedentes según las suyas"². Se postuló que el último fundamento de todas las cosas, lo común a todos los entes, eran los números, los únicos elementos abstractos capaces de hacernos entender el mundo en que vivimos. Los números pasaron así a la categoría de lo sagrado y, además, se conectaron a la geometría y a la música, de tal manera que se estructuró una visión unificadora del universo: entrelazaron la religión y la ciencia, unieron la matemática y la música, relacionaron la medicina y la cosmología, integraron el cuerpo, la mente y el espíritu.

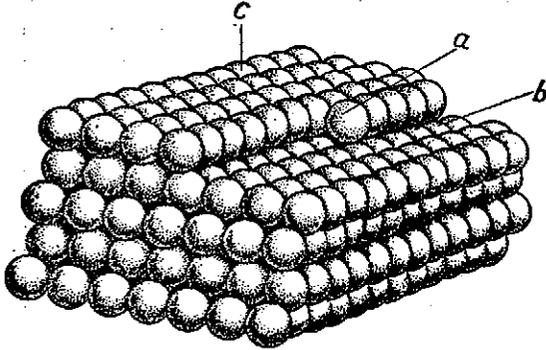
La visión unificadora de Pitágoras es importante, a la luz de nuestra época, debido no sólo a una concepción integral del universo sino a la preponderancia que asumen las relaciones matemáticas, tanto los números como las entidades geomé-

¹ Russell, Bertrand, *Fundamentos de Filosofía*, Editorial Apolo, Barcelona, 1936, p. 186.

² Thompson, George, *Los Primeros Filósofos*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1959, p. 316.

tricas, para la búsqueda de un entendimiento de la naturaleza. Los pitagóricos nos dieron, no obstante su religiosidad, el primer atisbo para cuantificar las leyes y los fenómenos, para luchar contra el desorden y el azar. Sin embargo, los pitagóricos "asumieron, sin darse cuenta todavía de lo que estaban haciendo, la posición del idealismo filosófico"³.

A partir de Pitágoras, la problemática de los vínculos entre la matemática y el experimento, entre el símbolo y la realidad, ha dado lugar a profundas polémicas que llegan hasta nuestros días, a discusiones que han servido de piedra angular



Esquema del crecimiento de un cristal monoatómico. Lo más probable es que el siguiente átomo tienda a la posición indicada por la letra a; la posición c es la menos "atractiva". Este esquema muestra que los cristales crecen en capas.

para defender posturas ideológicas. La balanza se ha inclinado hacia uno u otro lado, hacia la metafísica y el materialismo, de acuerdo con la problemática de cada época, esto es, la esterilidad, el retroceso o el avance de la ciencia.

Las matemáticas en Grecia constituyeron, no cabe la menor duda, el logro más

acabado y lúcido. La inclinación preponderante hacia la "perfección" de las ideas, acompañada del desprecio por el quehacer manual y por la falta de estímulos para liberar el trabajo servil, hizo que los sabios griegos fijaran sus horizontes en las ideas más "puras", el razonamiento geométrico y en la contemplación intelectual. Cuando Euclides, en el año 300 a. de n. e., escribió sus *Elementos*, se había llegado a la síntesis, a la más acabada síntesis de las matemáticas en Grecia. Y, debido a las condiciones socio-económicas, en la esfera de la experimentación, en la conquista y comprensión de la naturaleza. Un claro ejemplo de esta falta de conexión con la realidad nos lo muestra sus rudimentarios sistemas de medida y de anotación numérica. Se encerraron en los mitos de la esfera y el círculo como entidades geométricas perfectas. Buscaron fundamentalmente cómo entender el perpetuo cambio de las cosas, y establecieron, de acuerdo con Aristóteles, un universo estático, armónico y jerarquizado.

En los primeros quince siglos de nuestra era, los esfuerzos para materializar la experiencia oscilan entre lo estéril y lo religioso, entre la visión de un universo rectangular y la perfección moral del individuo. "Toda naturaleza, en cuanto es naturaleza, es buena", afirmaba San Agustín, y eliminaba así la búsqueda de un dominio y un entendimiento del cosmos, de la ecumene, de la tierra habitada. Las matemáticas en la Edad Media fueron más una gimnasia mental que un instrumento de la ciencia física. "A partir del siglo VIII toda la existencia social se fundó en la propiedad o en la posesión de la tierra"⁴. Cuando Rogerio Bacon, en el siglo XIII, estableció que todo conocimiento que se precie de ser ciencia debe recurrir

³ Ibid., p. 316.

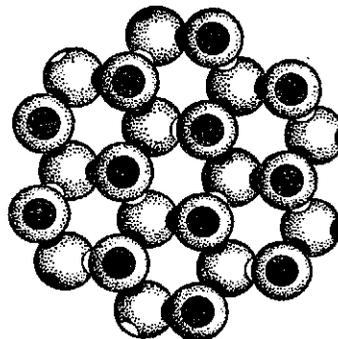
⁴ Pirenne, Henri, *Historia Económica y Social de la Edad Media*, Fondo de Cultura Económica, México, 1963, 9a. ed., p. 13.

ineludiblemente a la observación y a la experimentación, se estaban preparando ya las condiciones adecuadas para el advenimiento de la ciencia moderna, de la unión de la teoría y el experimento y de nuevos logros en el campo de las matemáticas, integrados a la comprensión cabal de múltiples procesos científicos que fructificarán más tarde, tales como la aceleración de la gravedad, la fuerza de atracción entre dos cuerpos y la reflexión y refracción de la luz.

Cuando el hombre empezó a pisar la tierra firmemente y a observar con sumo cuidado los beneficios que podía obtener de la naturaleza, cuando se terminaron de construir las últimas catedrales góticas, Europa occidental se preparaba para una nueva forma de vivir, de gozar los placeres terrenales, y para derrumbar la concepción bíblica de que este valle sólo es de lágrimas y sufrimientos. El artesano se unió con el sabio. Por el lado práctico, por el desarrollo meramente técnico, se empezaron a descubrir muchos e importantes aspectos científicos. Nuevas rutas de navegación se abrían ante ojos azorados. La época renacentista estaba ya en marcha. "Ese preludio de la era burguesa al que llamamos Renacimiento, se inicia con espíritu democrático para terminar con espíritu cortesano"⁵. A diferencia de la desesperación y de la angustia que prevaleció a fines de la época grecorromana y de la resignación que caracterizó a la Edad Media, el Renacimiento fue un periodo pleno de esperanza y de un mayor interés por la vida presente. El pasado feudal fue violentamente repudiado y apareció una clara y definitiva admisión al goce físico. El dinero adquirió una gran importancia; apareció la economía capitalista y las hazañas de la navegación su-

ministraron un seguro y creciente campo de expansión económica.

Entre el siglo XV y el XVII, tres fundamentales etapas se sucedieron: el desafío a la autoridad eclesiástica, la consolidación de los nuevos descubrimientos y el derrumbe de las visiones antiguas. Copérnico, con su teoría heliocéntrica, estuvo ubicado en la primera etapa; Galileo Galilei, el primer científico moderno, en la segunda, y el genio de Newton en la última. Por primera vez en la historia, la matematización de la experiencia, ajena a misticismos y planteamientos religiosos, se logró con pleno éxito. La geometría analítica de Descartes y el cálculo diferen-



Esquema de la estructura del cristal de hielo

cial, descubierto paralelamente por Newton y Leibniz, dieron al saber científico un instrumento de grandes posibilidades. El entendimiento de los fenómenos, acompañado de la observación y la experimentación, por medio de los símbolos matemáticos, empezó a revelar secretos y a crear leyes de carácter universal.

El espacio y el tiempo, la aceleración y la velocidad, la masa y el peso, se vincularon a fórmulas matemáticas. Ecuaciones y símbolos empezaron a definir fenómenos físicos. La cantidad superó a la calidad y, a medida que algunas ramas del conocimiento fueron matematizándose, ad-

⁵ Von Martin, Alfred, *Sociología del Renacimiento*, Fondo de Cultura Económica, México, 1968, 4a. ed., p. 16.

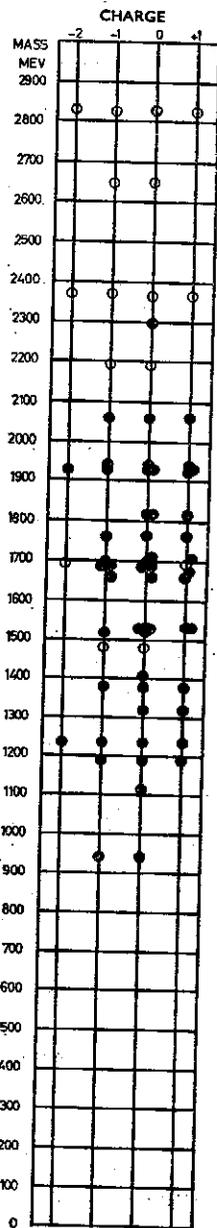
quirieron pleno derecho para convertirse en ciencias, en conocimientos irrefutables y universales.

Los pasos subsecuentes del avance matemático revelaron nuevos métodos, diferentes planteamientos, y la creación de ramas matemáticas con grandes posibilidades de aplicación. Del cálculo diferencial e integral se desarrollaron las ecuaciones diferenciales y los métodos de integración de funciones. Del álgebra y de la teoría de las gráficas nacieron la teoría de los conjuntos y el álgebra moderna. De los esfuerzos para eliminar el azar, el desorden, se cimentaron las bases de la probabilidad y la estadística. De la geometría, en el siglo XIX, nació una nueva rama con ilimitadas posibilidades de desarrollo: la topología. Y, lo más importante, a pesar de los procesos de abstracción, es que en sus pasos decisivos las matemáticas se mantienen enlazadas al mundo de la experiencia y, por ende, sir-

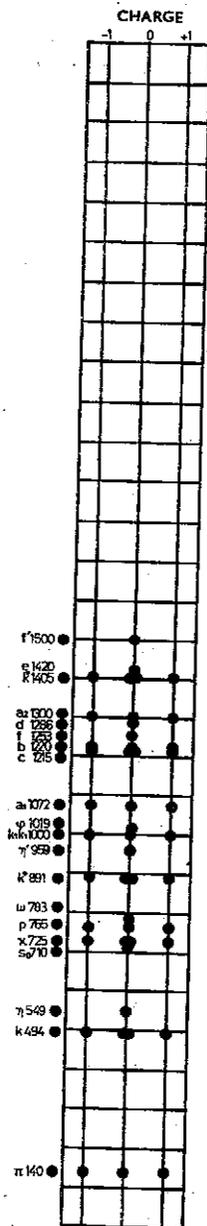
ven de vínculo para transformar y entender el mundo que nos rodea, tanto el microcosmos como el macrocosmos. Se ha dicho que el proceso de matematización de las ciencias ha sido tan importante que, a través de él, se pueden estudiar los pasos decisivos de la historia de la ciencia.

Desde Pitágoras hasta Einstein, desde Euclides hasta Enrico Fermi, los esfuerzos para matematizar los acontecimientos que se llevan a cabo en el universo han sido primordiales para el desarrollo de la ciencia y de la técnica. No se sabe hasta ahora, ni tampoco se vislumbra la posibilidad, de la creación de otro método más exacto, de otra herramienta más útil, que se pueda vincular a la observación y a la experimentación. Las matemáticas siguen abriendo nuevos campos; su misma estructura se hace y se rehace constantemente, y su lucha contra el azar continúa más dinámica y vigorosa que en tiempos pasados.

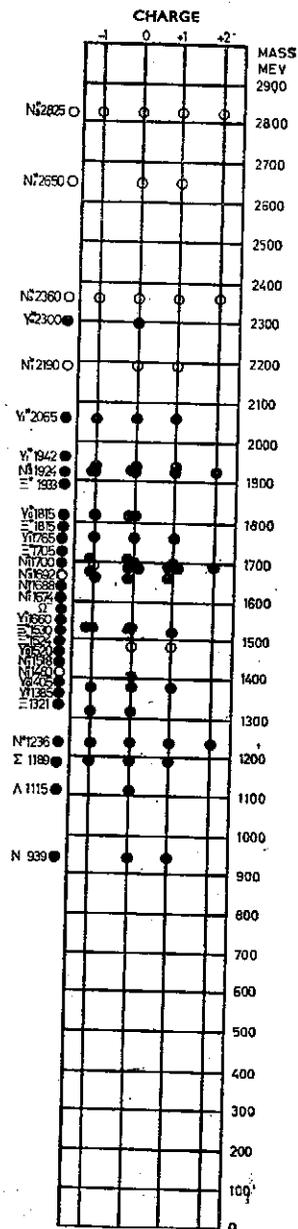
Antibariones



Mesones



Bariones



Las partículas elementales

La revolución científica y técnica actual: significado y perspectivas

GUENNADI DANILIN *

LA humanidad vive actualmente una época de cambios revolucionarios profundos sin precedentes en la historia, que afectan todas las esferas de su actividad.

Las transformaciones revolucionarias de las fuerzas productivas aceleran poderosamente los procesos sociales. La revolución industrial de finales del siglo XVIII y principios del XIX marcó el advenimiento de un régimen social nuevo, el capitalismo, basado en el empleo de la maquinaria y la mano de obra asalariada y en la sustitución de la producción manufacturera por la fabril. Los cambios revolucionarios de las fuerzas productivas no son idénticos a la revolución social, fruto de la actividad conciente de los hombres y de la lucha de clases, sino que crean las premisas materiales y técnicas para la misma.

La revolución científico-técnica actual ha sido preparada por todo el progreso de las fuerzas productivas sobre la base del desarrollo de la ciencia y la técnica. Sus raíces históricas se remontan a la Revolución Socialista de Octubre, que abrió perspectivas nunca vistas para el avance de la ciencia y la producción.

En nuestro tiempo, la comunidad socialista de Estados influye —ya por el mismo hecho de

su existencia— sobre todos los procesos esenciales que se operan en los países capitalistas, incluida la revolución científico-técnica. Antes de la Revolución de Octubre de 1917, cuando el capitalismo ejercía la dominación absoluta, el camino del progreso técnico era mucho más escabroso. Es cierto que también entonces, los monopolios estaban interesados en los perfeccionamientos técnicos para reducir los gastos de producción y aumentar sus ganancias, pero los precios de monopolio que establecían frenaban a menudo el empleo de las innovaciones técnicas en la producción.

Bajo la presión de los cambios sociales operados en una cuarta parte de la Tierra como resultado de las revoluciones socialistas, los monopolios y el Estado burgués se han visto obligados a modificar su actitud hacia el proceso técnico, en el sentido de intensificar el uso industrial de sus resultados. Los líderes del capital monopolista se dan cuenta de que mantener posiciones conservadoras respecto a dicho progreso equivale a condenar el capitalismo a la ruina económica y política. La emulación económica entre los dos sistemas mundiales hace que el empleo de los adelantos científico-técnicos sea una cuestión de vida o muerte no sólo para los monopolios, sino para todo el sistema capitalista.

* Candidato a doctor en Ciencias Económicas, colaborador del Instituto de Economía (URSS).

La realización de las posibilidades que ofrece la revolución científico-técnica pasa a ser un aspecto importantísimo de la lucha entre el socialismo y el capitalismo. La organización de las investigaciones por el Estado asegura a los países socialistas una posición de vanguardia en muchos dominios trascendentales de la ciencia y la técnica. Los países imperia- listas se ven obligados a aprovechar en cierta medida esta experiencia, como lo prueba el papel creciente del Estado burgués en la orga- nización y realización de la labor científica.

Bajo el capitalismo, la revolución científico- técnica se desenvuelve de manera espontánea y desigual, agudizando los antagonismos exis- tentes y engendrando otros nuevos. Los mono- polios ponen los descubrimientos e inventos al servicio de sus intereses particulares. Los tra- bajadores están imposibilitados de participar en la administración de la economía y en la solución de los problemas de dicha revolución, ligada directamente a su vida y trabajo. Los logros novísimos de la ciencia y la técnica, que los monopolios implantan en la producción al perseguir la ganancia máxima y bajo la pre- sión de la concurrencia, actúan como cataliza- dores de los vicios sociales del capitalismo. En el programa del PCUS se dice: "Dada la do- minación del capital monopolista, el progreso técnico se vuelve contra la clase obrera. Recur- riendo a nuevas formas, los monopolios inten- sifican la explotación de la clase obrera. La automatización capitalista arrebató al obrero su pedazo de pan; crece la desocupación y baja el nivel de vida. El progreso técnico es causa de la ruina de más y más capas de pequeños pro- ductores".

En el socialismo, el Estado lleva a cabo la revolución científico-técnica de manera con- ciente y planificada, basándose en el conoci- miento de las leyes del desarrollo social, bajo la dirección de los partidos comunistas y obre- ros y con el apoyo directo de las masas popu- lares. Al convertir en realidad las posibilidades de esta revolución, el Estado socialista se

propone satisfacer al máximo las demandas materiales y culturales del pueblo a base de incrementar la producción y la productividad del trabajo social.

El desarrollo de la revolución científico-téc- nica, en los países socialistas asegura las con- diciones favorables para la construcción de la base material y técnica del comunismo. Una vez que esté cumplida esta tarea, se producirán cambios sociales tan radicales como la desaparición de las clases y de las diferencias económi- co-sociales, culturales y de vida entre la ciu- dad y el campo y entre el trabajo intelectual y manual; el trabajo cobrará un carácter verdaderamente creador y se convertirá en fuente de alegría; el trabajo socialista se irá transformando en comunista. Con las relacio- nes de producción socialista, la revolución cien- tífico-técnica está al servicio del hombre e in- crementa el bienestar de los trabajadores.

El carácter revolucionario general del proceso histórico contemporáneo se manifiesta como suma de los procesos revolucionarios parciales que se operan en todas las esferas, compren- didas la ciencia, la técnica y la producción.

Einstein llamó a la fuerza emancipada del núcleo atómico "la más revolucionaria de todo el tiempo transcurrido desde que el hombre prehistórico descubriera el fuego". En la actua- lidad, la física de las partículas elementales brinda gran número de descubrimientos. Como subraya el académico Tamm, Premio Nobel, "los físicos han empezado a pensar últimamente que nos encontramos en visperas de una nueva revolución, la cual conducirá a una revisión de nuestros conceptos e ideas no menos seria que la provocada hace medio siglo por las teorías de la relatividad y de los quanta".

Cambios revolucionarios cardinales están ma- durando también en la física de las altas ener- gías. "Nos encontramos en el umbral de una revolución científica profundísima —dijo el pro- fesor Blojintsev— que, como ocurrió también antes, iniciará una época nueva en la técnica y en la vida de los hombres. No estamos ya

tan lejos de nuestro objetivo común: el descubrimiento de los principios nuevos, que dirigen el mundo de las partículas elementales”.

Hace varios años comenzó —y progresa impetuosamente en la actualidad— una revolución científica en la biología. Los biólogos han logrado descubrir muchos procesos elementales de la actividad vital al nivel de las moléculas y átomos, los cuales pueden ser dirigidos y expresados por funciones matemáticas. Los experimentos en la esfera de la genética molecular han revelado el hecho fundamental de que la herencia (información genética) está inscrita en la molécula del ácido desoxirribonucleico con cuatro bases nitrosas (timina, citosina, guanina y adenina). La biología moderna se ha acercado de lleno al descubrimiento de la esencia de los procesos vitales y a la dirección consciente de éstos. Ante la humanidad se abre la perspectiva de obtener formas de animales y plantas con propiedades predeterminadas.

El académico Semiónov, Premio Nobel, dice: “El descubrimiento de las propiedades semiconductoras en los cristales extrapuros y perfectos de varias sustancias y el conocimiento de las leyes y los mecanismos de la semiconductibilidad han originado una nueva revolución en la radiotécnica y la electrónica”. Fruto del progreso de esta última han sido la radiolocalización, la radiotecnica de frecuencias super-elevadas, los transformadores de corriente electrónicos, máquinas calculadoras y programadoras, microscopios electrónicos y otras muchas cosas. La investigación profunda y el dominio de las propiedades de los semiconductores han permitido crear el generador cuántico o laser, aparato que transforma la energía de la corriente eléctrica en fluctuaciones de luz de una misma onda, de alta intensidad y dirección fija. El destacado físico-teórico Louis de Broglie, Premio Nobel, ha dicho: “Parece que los testigos contemporáneos del descubrimiento del laser no lo hemos apreciado aún en plena medida. El laser ha de tener un gran porvenir.

Es difícil adivinar dónde y cómo se empleará, pero creo que forma toda una época técnica”.

El empleo de las programadoras y calculadoras electrónicas y de otras máquinas basadas en la cibernética, ciencia que trata de las leyes y principios de dirección en los complejos sistemas dinámicos de la naturaleza viva, de la productividad industrial y la sociedad humana, transforma verdaderamente el carácter de las investigaciones científicas, el desarrollo de la técnica, la producción y otras muchas esferas. El académico Doronitsin estima que las calculadoras electrónicas son la base de la revolución técnica actual en los medios de análisis de la información, pues pueden resolver en plazos brevísimos los más diversos problemas relacionados con la planificación y administración de la economía nacional, la distribución geográfica y especialización de la producción, la organización óptima de los procesos tecnológicos, el perfeccionamiento de los transportes, el aumento de la eficacia de la producción agropecuaria, los partes meteorológicos, la dirección de los spútniks y naves cósmicas, la búsqueda de información científica, la diagnosis de las enfermedades, la traducción de un idioma a otro, etc. La automatización de la producción con la ayuda de las calculadoras electrónicas permite acelerar sensiblemente y dirigir con seguridad los procesos tecnológicos, reducir de manera considerable el personal y ahorrar materias primas y materiales.

La revolución científico-técnica influye sobre todas las esferas de la vida social. Produce cambios revolucionarios en el armamento, en los medios de transporte y de comunicación, e induce a la reorganización de la enseñanza, la sanidad pública, la cultura y el tiempo libre. Pero donde esta influencia se percibe más es, desde luego, en la esfera de la producción material. Las fuerzas productivas modernas entran en la fase de los procesos autorregulados que se operan según el plan óptimo por medio de las máquinas programadoras, sin participación directa del hombre.

Al intervenir en la esfera de la producción, las innovaciones científicas y técnicas originan cambios sociales importantes. El subcomité para los problemas del Empleo y la mano de obra del Comité del Trabajo y el Bienestar público del Senado estadounidense califica de "revolución en la mano de obra" la influencia que la revolución científico-técnica actual ejerce sobre la esfera del trabajo. En uno de sus informes se dice: "En el carácter de la mano de obra necesaria para el funcionamiento de la economía norteamericana se está operando una revolución compleja que, en su conjunto, puede caracterizarse como paso de la mano de obra de «cuellos azules» a las de «cuellos blancos»"¹.

Es imposible enumerar todas las realizaciones del pensamiento científico y técnico moderno y los cambios sociales que originan. El impetuoso crecimiento del progreso científico y técnico trae anualmente a la humanidad multitud de grandes y extraordinarios descubrimientos e inventos. La ciencia, que se transforma cada vez más en fuerza productiva directa, y la técnica, producto tecnológico de aquélla, transforman la producción y el modo de vida de los hombres.

En busca del criterio

La revolución científico-técnica de nuestro tiempo es el proceso internacional del paso de las fuerzas productivas a una base técnica cualitativamente nueva, que se opera simultáneamente en los países socialistas y capitalistas desarrollados. Es natural que tanto en éstos como en aquéllos se hagan las tentativas de conceptualizar la esencia y el lugar histórico de dicho proceso.

En la ciencia burguesa se han formado dos corrientes en cuanto a la determinación del carácter del progreso científico y técnico actual y de la automatización de la producción, su

¹ A Report Together with Minority and Individual Views Prepared by the Subcommittee on Employment and Manpower of the Committee on Labor and Public Welfare. US. Senate. Washington, 1964. p. V.

tendencia principal. Algunos estiman que se trata de una revolución en las fuerzas productivas. Por ejemplo, R. Theobald, notable representante del pensamiento económico liberal de los EU, opina lo siguiente: "La «cibernética» acusa ya rasgos fundamentales de una revolución en la producción: el desarrollo de la nueva técnica de producción, que origina principios orgánicos nuevos, la aparición localizada de este complejo de producción revolucionario y su extensión a otras esferas, el trastorno completo de las relaciones entre el hombre y su medio y el crecimiento dramático de todos los tipos de energía"². La corriente conservadora del pensamiento económico burgués califica de evolucionista dicho proceso. De la multitud de opiniones en este sentido citamos la sostenida por H. Jacobson y J. Roucek, redactores de la recopilación *La automatización y la sociedad*, hecha pública en los EU. "¿Es o no la automatización una nueva revolución económica, que se opera en la actualidad? Algunos Jeremías la llaman revolución económica, pero los realistas consideran que no es más que la evolución de la cultura, la mera extensión de lo que durante dos siglos, aproximadamente, se conocía bajo el nombre de revolución industrial. Los autores de la presente recopilación, que representan las fuerzas unificadas del gobierno, la industria y la enseñanza, han demostrado del modo más convincente que en la realidad, la automatización es tan sólo el símbolo del siglo XX para designar el proceso y los cambios"³. Los monopolios y las clases gobernantes de los países capitalistas no quieren reconocer el carácter revolucionario del progreso científico y técnico actual por temor a que la clase obrera exija mejoras radicales en las condiciones de su trabajo y vida. Es sintomática en este sentido la siguiente manifestación del economista germanooccidental F. Pollock: "Si se consiguiera persuadir a los obreros de que la automatización, lejos de significar el

² Vital Speeches of the Day, I. VIII. 1964. p. 636.
³ Automation and Society, Ed by H. Jacobson and J. Roucek. New York, 1959. Preface.

comienzo de una nueva revolución industrial, sigue el cauce habitual del progreso técnico, se les privaría del arma ideológica decisiva"⁴.

Mientras tanto, no cuesta mucho trabajo determinar la esencia del progreso científico y técnico actual, si se conoce a ciencia cierta el factor principal que asegura el paso de las fuerzas productivas modernas a un estado cualitativamente nuevo. Pero este problema constituye un escollo para la ciencia burguesa.

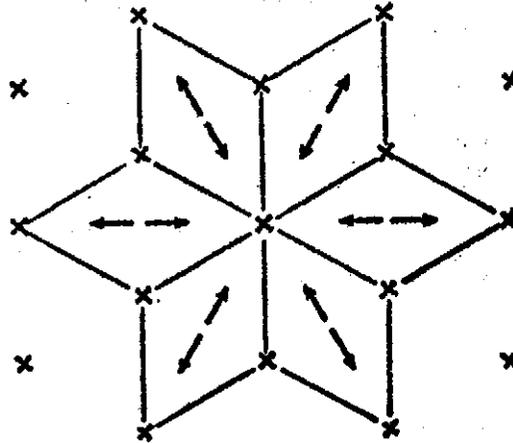
En opinión de algunos investigadores, la esencia de la revolución científico-técnica se manifiesta en la reducción del espacio de tiempo que media entre la fecha del descubrimiento o invento y la de su aplicación práctica, como resultado de lo cual el desarrollo de la técnica ha adquirido un carácter "explosivo". Según datos de F. Linn, economista e historiador de la técnica norteamericana, este espacio fue de 30 años a principios del siglo, de 16 años en el periodo entre las dos guerras mundiales, y se ha reducido a 9 años en la posguerra. La electricidad descubierta por Faraday, quedó sin utilizar durante 50 años. El primer generador cuántico de la luz a base de cristales del rubí sintético fue creado en 1960 en los EU, y a base de semiconductores, a fines de 1962 en la URSS. A finales de 1964 se construyó ya en la Unión Soviética una máquina programada para elaborar por medio del rayo luminoso del laser los diamantes, rubíes, platino, corundos sintéticos y aleaciones superduras.

Gracias a la aceleración del progreso científico y técnico, la ciencia se convierte en factor decisivo para el aumento de la producción y la productividad del trabajo. Los sabios yugoslavos estiman que en los países desarrollados, el 90% del incremento de la productividad se debe a la técnica nueva y el 50% del crecimiento anual de la producción está ligado con la utilización tecnológica de los adelantos científicos.

Ahora bien, el desarrollo acelerado de la ciencia y la técnica es un hecho incontestable, pero

⁴ F. Pollock. *L'automation, ses conséquences économiques et sociales*. París, 1957, p. 21.

la rapidez no puede servir de criterio para aquilatar los cambios radicales en la técnica de producción, ya que no refleja la calidad nueva de las fuerzas productivas. Pues, en general, los saltos cualitativos no pueden efectuarse en éstas de la noche a la mañana. La revolución industrial de fines del siglo XVIII y comienzos del XIX, que substituyó los instrumentos de trabajo manuales por los mecánicos, no se hizo en un solo día. Ocupó varios decenios del siglo XIX en los países capitalistas avanzados, y en algunos países atrasados, donde sigue predominando la producción manual artesana, parece no haber comenzado todavía.



Orientaciones posibles del crecimiento de los cristales de hierro volumétricamente centrados (estable a bajas temperaturas)

¿Acaso autoriza esta relativa lentitud de la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX, en escala de toda la humanidad, a calificar de evolucionista el tránsito del trabajo manual al fabril o mecanizado? Evidentemente no. La esencia de la revolución actual no puede deducirse de la gran velocidad con que ocurren las transformaciones científicas y técnicas. Por muy revolucionario que sea este proceso, no se opera instantáneamente, no es una "brusca

explosión", sino que ocupará una época histórica bastante prolongada, quizás varios decenios, durante los cuales se efectuará el paso paulatino de las fuerzas productivas de la vieja a la nueva calidad.

En el manifiesto, ampliamente conocido, del comité especial para los problemas de la revolución triple⁵, publicado en marzo de 1964 por un grupo de científicos, publicistas, dirigentes sindicales y negociantes norteamericanos, el carácter revolucionario del progreso científico y técnico actual se infiere (repetimos la terminología del manifiesto) de las tres revoluciones distintas, pero mutuamente ligadas, que se están desplegando ahora y que son:

- revolución cibernética: unión de los dispositivos calculadores y computadores con las máquinas automáticas autodirigidas;
- revolución en el armamento: desarrollo de armas nuevas capaces de exterminar a toda la humanidad, y
- revolución en los derechos del hombre: movimiento universal por el establecimiento de regímenes sociales y políticos, en los que cada individuo sea una personalidad de entero valor y no sufra la discriminación racial.

J. Holler, de la General Electric, supone que "el mundo experimenta ahora una revolución en estos tres aspectos de la técnica: la energía, los materiales y la información. A los tres factores corresponde un papel importante, pero el tercero —revolución de la información— ejerce una influencia gigantesca sobre nuestra vida actual..."⁶. En las manifestaciones que hemos citado, la nueva calidad de las fuerzas productivas se deduce del conjunto de procesos actuales en la ciencia, la producción y la sociedad. Tal procedimiento no explica en absoluto por qué la suma de las realizaciones científicas y técnicas de los últimos 20 años origina cambios revolucionarios en la técnica de producción, mientras que en los periodos anteriores análogos no se produjo tal efecto.

⁵ Véase *Economía Mundial y Relaciones Internacionales*, No. 4, 1965, págs. 81-90.

⁶ *Automation* (Cleveland), October 1964, p. 46.

El método sumario de valorar la nueva calidad del progreso científico y técnico actual no dilucida el asunto, ni sugiere ninguna medida concreta de la nueva calidad, que permita determinar correctamente los límites entre lo viejo y lo nuevo en el desarrollo de las fuerzas productivas. En rigor, sólo puede dar una descripción cuantitativa del proceso, pero no el análisis de su calidad y esencia. Los autores del informe de la Comisión Nacional para la tecnología, la Automatización y el Progreso Económico, presentado al presidente y al Congreso de los EU, dicen a este propósito: "Nos está dado saber si la máquina computadora electrónica, la energía nuclear y la biología molecular son más «revolucionarias» en los aspectos cuantitativo o cualitativo que el teléfono, la energía eléctrica y la bacteriología"⁷.

Los investigadores burgueses concentran cada vez más sus esfuerzos por definir la esencia del progreso científico y técnico actual en torno a los elementos materiales del proceso de producción: a) la fuente de energía, fuerza motriz de dicho proceso; b) el material de la naturaleza, sobre el que actúa el hombre, y c) el instrumento de trabajo. Examinemos, pues, estos criterios.

Por supuesto que la energética ha desempeñado y sigue desempeñando un papel de mucha importancia para el desarrollo de las fuerzas productivas. La dominación de la energía eólica, hidráulica, el vapor, la electricidad, y en nuestros días el descubrimiento de los secretos del núcleo atómico han incrementado sustancialmente el poder del hombre sobre la naturaleza. El 27 de junio de 1954 la Unión Soviética dio comienzo a la era del átomo pacífico, al poner en servicio la central atomoeléctrica primera del mundo. La obtención de fluido por medio del átomo desintegrado constituyó un relevante éxito de la ciencia y la técnica soviéticas. La energía nuclear está lla-

⁷ *Technology and American Economy. Report of the National Commission on Technology, Automation and Economic Progress*, Vol. I. Washington, 1966, p. 1.

mada a ejercer un papel colosal en el desarrollo de la energética y de todas las fuerzas productivas de la humanidad. Es cierto que las centrales atomoeléctricas tienen por ahora un peso relativo poco considerable en la economía energética de los países desarrollados. Según datos de la revista francesa *L'Usine Nouvelle* a mediados de 1965 era del 2.84% en Inglaterra, del 1.84% en Italia, del 0.59% en Francia y del 0.45% en los EU; con respecto a la potencia total de las plantas eléctricas del respectivo país. Pero es posible, dadas las perspectivas reales de abastecimiento energético de la industria por medio de las centrales atomoeléctricas, que a finales del siglo, la energía nuclear ocupe un lugar de primera importancia en el balance energético y de combustible mundial. Con ello se efectuará, sin duda, un cambio trascendental en las condiciones de la producción material.

El proceso de producción es imposible sin las fuentes de energía, pero la historia del progreso de las fuerzas productivas prueba que aquella sólo es función del instrumento de trabajo cambiante y que se desarrolla estrechamente vinculada con el cambio del carácter del mismo. Por importantes que sean las transformaciones en las fuentes de energía, no pueden de por sí transfigurar de raíz las fuerzas productivas.

Marx recalca repetidamente en *El Capital* que las formas de la energía motriz que acciona las máquinas no tienen importancia para ésta, "no revolucionan el modo de producción".

En nuestros días, los cambios revolucionarios afectan también al objeto del trabajo, pues el hombre ha creado artificialmente materias primas y materiales nuevos, los que sustituyen con todo éxito los de origen natural. De no haber materiales nuevos, muchas ramas científicas e industriales existentes no habrían podido surgir, ya que es simplemente imposible construir reactores atómicos, cohetes, generadores magneto-hidrodinámicos de corriente, tur-

binas de gas a altas temperaturas, máquinas calculadoras y programadoras, etc. con las materias primas tradicionales. Las investigaciones científicas en la industria química tienen ahora por objeto encontrar sustitutos sintéticos de casi todos los productos naturales. La química de los polímeros puede ya suministrar a los diseñadores materiales con cualesquiera propiedades predeterminadas. La superación de la estrechez cuantitativa y cualitativa del surtido de materiales que ofrece la naturaleza abre a la humanidad posibilidades ilimitadas para el perfeccionamiento de los medios de producción y artículos de consumo.

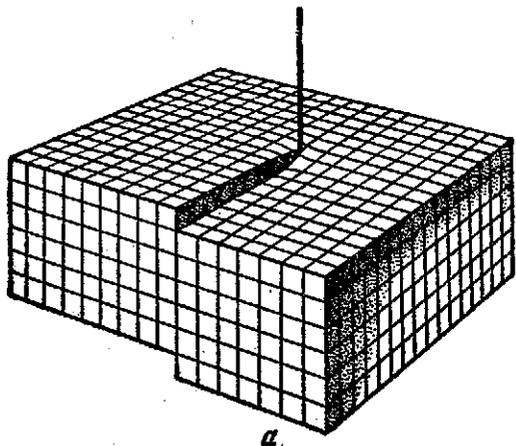
Por mucho que importen los materiales artificiales, debe tenerse presente que el objeto del trabajo no es universal, es decir, no es uno mismo para las diversas esferas de producción. Por consiguiente, el empleo de un objeto nuevo en una o varias ramas no decide la suerte de la productividad del trabajo en todas las esferas de producción.

En *El Capital* de Marx se muestra de modo convincente que los cambios profundos en la técnica de producción provienen principalmente de los cambios cualitativos en la máquina de trabajo. ¿Dónde está, pues, la medida social real del cambio cualitativo de los instrumentos de trabajo, que permite no sólo establecer seguramente el comienzo cronológico de este cambio, sino también expresar la esencia del mismo como nueva etapa en el desarrollo de la técnica de producción?

Al analizar la revolución industrial de finales del siglo XVIII y principios del XIX, los clásicos del marxismo-leninismo destacaban repetidas veces que su esencia económica consistía en un aumento inmenso de la productividad del trabajo social. Por ejemplo, en *Miseria de la filosofía* de Marx se dice: "En 1770, la población del Reino Unido de la Gran Bretaña ascendía a 15 millones, y la población activa esa de 3 millones. La fuerza productiva de los perfeccionamientos técnicos equivalía aproximadamente a 12 millones más de perso-

nas; por tanto, la suma total de fuerzas productivas era igual a 15 millones. La capacidad productiva era, pues, a la población como 1 es a 1, y la productividad de los adelantos técnicos era el rendimiento del trabajo manual como 4 es a 1.

En 1840, la población no pasaba de 30 millones; la población activa era de 6 millones, mientras que la productividad de los perfeccionamientos técnicos ascendía a 650 millones, es decir, era al conjunto de la población como 21 es a 1, y al rendimiento del trabajo manual como 108 es a 1.



Esquema de una dislocación espiral

En la sociedad inglesa, la productividad de la jornada de trabajo ha aumentado, por tanto, en setenta años en el 2.700%, es decir, en el año 1840 se producía en un día veintisiete veces más que en 1770⁸.

Son bien notorias las consecuencias económico-sociales de este salto en la productividad del trabajo. Como indicaba Marx, la gran industria creó por primera vez la historia universal, acabó con el aislamiento anterior, formado de un modo natural, de los diversos países y

⁸ C. Marx y F. Engels. Obras completas, Moscú, 1955, t. 4, págs. 124-126. (En ruso).

creó los medios de comunicación y el mercado mundial moderno. Dio origen a las grandes ciudades industriales modernas, destruyó los oficios y todos los grados anteriores de la industria en general y coronó la victoria de la ciudad comercial sobre el campo.

Así pues, el criterio principal que expresa la esencia de las transformaciones revolucionarias en las fuerzas productivas es el cambio cualitativo de la productividad del trabajo social. Sólo él puede servir de indicio decisivo para determinar el carácter de los cambios en las fuerzas productivas y del progreso científico y técnico en general.

Nuevas formas de influencia sobre la naturaleza

El carácter revolucionario de la transformación actual de las fuerzas productivas se manifiesta principalmente como salto cualitativo, a base de la máquina de trabajo automatizada, en el proceso histórico de cambio de la productividad del trabajo social.

Desde el punto de vista técnico, la esencia de la automatización reside en que el hombre transfiere a la máquina las funciones de dirección de los procesos de trabajo y producción. Como resultado de esta transferencia, las máquinas adquieren un eslabón nuevo: los dispositivos de control y dirección que, en vez de transformar la energía o el objeto del trabajo, transforman la información en el proceso de dirección. La máquina cumple ya una función por completo independiente, pues elabora, sobre la base del algoritmo de dirección determinado y de los datos informativos que recibe, las señales y órdenes que se transmiten a los órganos reguladores y mecanismos ejecutivos.

Con la creación de las máquinas programadoras comienza la época de la sustitución de los sistemas neuromusculares y siconeuromusculares del hombre, utilizados en el proceso de producción, por dispositivos electromecánicos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos y

otros. Tal sustitución brinda, a su vez, la posibilidad (que el aumento de las demandas económicas de la sociedad moderna convierte en necesidad) de aprovechar en la producción formas elevadas de movimiento de la materia, no controlables directamente por los órganos sensoriales del hombre.

En varios tipos de producción se perfilan cada vez con mayor claridad los contornos de máquinas de trabajo cualitativamente nuevas, basadas en la utilización tecnológica de formas de movimiento de la materia más elevadas que la mecánica. El empleo de las **formas no mecánicas de movimiento de la materia** en el proceso de producción reduce de manera considerable la duración del ciclo tecnológico, disminuye en mucho los gastos de energía y trabajo, eleva notablemente la precisión de la elaboración y la solidez del artículo, asegurando por tanto grandes cambios cualitativos en los índices económicos.

La producción y el producto modernos necesitan los aceros de aleación rica (termorresistentes, inoxidable, y otros), así como materiales tan sólidos como el silicio, el germanio, las ferritas, los rubíes y el diamante. Elaborar estos materiales por los procedimientos mecánicos tradicionales es extremadamente difícil o imposible en general. De ahí que haya surgido la necesidad de emplear medios de elaboración no mecánicos, en los que funciona como cuchilla el electrón, el rayo luminoso, las fluctuaciones del sonido y agua o el plasma. En la actualidad se han formado ya cuatro grupos de métodos de elaboración nuevos: los de erosión eléctrica, de rayos luminosos, de ultrasonidos y electromecánicos.

Los métodos no mecánicos se distinguen especialmente porque, en caso de movimiento progresivo simple, la forma de la herramienta se reproduce (se copia) de una vez en toda la superficie de la limpieza. Permiten elaborar materiales de cualquier dureza o viscosidad y excluyen la acción de la fuerza sobre la pieza, la cual eleva el gasto de energía y herramien-

tas en la elaboración mecánica. Los nuevos procesos tecnológicos son fáciles de automatizar.

En la metalurgia se buscan las vías de emplear métodos nuevos en la producción de metales ferrosos y no ferrosos. Cuando sea resuelto el problema de la reducción directa, se hará posible crear un esquema de producción monofásica, sin altos hornos.

Formas no mecánicas de movimiento de la materia empiezan a ser utilizadas también en otras ramas y tipos de producción. Muchos procesos tecnológicos modernos (como, por ejemplo, la fabricación de cemento, de concentrados de mineral y de la mayoría de los productos químicos y materias primas para los materiales de construcción) suponen la trituración fina de diversas sustancias. Con este fin se han empleado hasta ahora los molinos de bolas o de cabillas cuyo coeficiente de rendimiento no pasa de 0.06. En la actualidad están siendo sustituidos por otros, llamados de chorro o reactivos, en los que el material se desmenuza al chocar entre sí sus partículas en un chorro de aire comprimido, vapor o gas reactivo. El funcionamiento de los nuevos molinos resulta el 90% más barato que el de los mecánicos.

En la industria textil, la hilatura y la tejeduría mecánicas van cediendo lugar a las electromagnéticas y aerodinámicas. La hilatura electromagnética, cuya tecnología se está elaborando ahora, consiste en que las fibras pasan a una cámara donde un campo magnético complejo las enfoca en un haz, del que por medio de dispositivos especiales se tuercen hilos. Este procedimiento permite reducir considerablemente el número de operaciones y máquinas, en comparación con la hilatura mecánica.

Los hombres de ciencia se inclinan cada vez más a pensar que en los procesos de producción en un futuro próximo, el movimiento mecánico será sustituido, como portador de energía, por el campo electromagnético; que el

lón y el electrón serán al instrumento de acción directa sobre el objeto del trabajo, en lugar de la máquina mecánica voluminosa de nuestros días; que en calidad de sustancia activa en los procesos tecnológicos deberán emplearse los agentes químicos y el plasma a altas temperaturas; que los "brazos" de la máquina serán los chorros de aire y gases, las líneas de fuerza de los campos eléctricos y otras formas invisibles e intangibles de movimiento de la materia.

Las máquinas y procesos enteros basados en el empleo de dichas formas van tomando carta de naturaleza en la producción de los países socialistas y capitalistas desarrollados.

¿En el umbral de la abundancia?

El carácter general del paso a las formas no mecánicas de movimiento de la materia en los procesos de producción prueba que la automatización no es una de las muchas tendencias de la revolución científico-técnica contemporánea, sino el desarrollo de la forma técnica universal de la producción del futuro. La producción automatizada abre ante la humanidad la perspectiva de conseguir la abundancia de bienes materiales y espirituales. En nuestros días, la ciencia se está convirtiendo en fuerza productiva directa, lo que hace posible prede-terminar y lograr, mediante el uso tecnológico de las leyes de la naturaleza y las formas de movimiento de la materia correspondientes, cualquier nivel de productividad del trabajo.

La abundancia es una meta anhelada y no muy lejana ya de la sociedad socialista, pero al mismo tiempo supone un callejón sin salida para el capitalismo. El norteamericano Theobald se ha expresado así sobre este particular: "Mientras el sistema económico-social presente sigue invariable, la abundancia equivale al cáncer, y las diversas partes de este sistema harán todo lo posible para impedir que crezca"⁹.

¿Podrá el capitalismo asegurar y "digerir" la

⁹ R. Theobald, *Free Men and Free Markets*. New York, 1965, p. 307.

abundancia? ¿Es posible distribuir la abundancia, manteniendo intactas las leyes capitalistas de la producción y consumo? Estas cuestiones se destacan a primer plano en la ciencia económica burguesa. Los problemas económico-sociales de la sociedad de la abundancia pasan a ser uno de los temas más en boga entre los economistas de occidente. Pueden citarse, a título de ejemplo, los libros *La sociedad de la abundancia*, del norteamericano J. Galbraith, *Desafío a la abundancia* del conocido economista sueco G. Myrdal, y *40,000 horas* del notable economista francés J. Fourastié. Atrae la atención la obra *Hombres libres y mercados libres* del ya mencionado R. Theobald, en la que se trazan las vías para modificar en cierto modo las leyes capitalistas de la distribución, cosa inevitable, al parecer del autor, en la sociedad de la abundancia.

Cada vez más economistas burgueses coinciden en que el capitalismo es incompatible con la abundancia. Según los autores del manifiesto sobre la triple revolución, el sistema de producción capitalista "no es ya viable". En los EU, durante más de diez años se halla en estado de conservación, por término medio, el 12% de los potenciales de producción, susceptibles de producir mercancías y prestar servicios por valor de 60 mil millones de dólares como mínimo; su empleo productivo podría elevar en casi 2,000 dólares el ingreso anual de los 30 millones de norteamericanos que viven al borde de la miseria. Los autores del citado manifiesto hacen constar con amargura que el capitalismo engendra "una paradoja histórica consistente en que una parte considerable de los habitantes del país subsiste con los ingresos mínimos, que a menudo bajan hasta un nivel miserable, mientras que el potencial productivo del país está en condiciones de satisfacer las necesidades de cada norteamericano". A su juicio, "el sistema industrial (es decir, capitalista. Nota del autor) carece de un mecanismo adecuado que pueda convertir en realidad estas posibilidades potenciales".

Los investigadores de occidente más perspicaces advierten a las clases dominantes que el pasar por alto la necesidad ya madura de las reformas liberales burguesas implica la amenaza de cataclismos sociales profundos. El norteamericano J. Diebold, notable teórico y práctico de la automatización, ha dicho sobre este particular: "Parece que se necesitan grandes innovaciones sociales, tan rápidas y extensas como las técnicas, para hacer frente a estas últimas. En el pasado desatendíamos la necesidad de innovaciones sociales. Uno de sus resultados fue Carlos Marx, cuyas ideas influyen sobre los destinos de todos nosotros más de lo que deseáramos"¹⁰.

Para salvar el capitalismo, los teóricos burgueses de la sociedad de la abundancia proponen modificar por las "medidas evolucionistas limitadas" el sistema actual de la distribución, sin alterar la propiedad privada. R. Theobald, por ejemplo, estima que el Estado tiene que asegurar a cada miembro de la sociedad un ingreso anual en forma de derecho constitucional inalienable, no importa que trabaje o no. Las familias de quienes han sido desplazadas de la producción por el progreso técnico deberán recibir subsidios del Estado provenientes de un fondo de previsión social. A las familias de recursos medios que pierdan parte de sus ingresos a consecuencia del paso a un trabajo peor retribuido, habrá que compensarles la diferencia. Los sin trabajo se agruparán en sociedades para dedicarse a una actividad socialmente útil en pie de beneficencia, sin competir con las empresas capitalistas privadas análogas. Según Theobald, estas medidas, junto con una "planificación democrática" limitada, la ampliación del sector social, el desarrollo del sistema de enseñanza, la organización de trabajos públicos para los desocupados, el aumento de la construcción de viviendas y la reducción de los impuestos recaudados a los mal retribuidos, permitirán incrementar la deman-

da, extender el mercado y aprovechar por completo los potenciales de producción. A juicio de los teóricos de la sociedad de la abundancia, la puesta en práctica de todas estas sugerencias hará posible sustituir la producción capitalista en nombre del beneficio por otra que tenga por objeto la satisfacción de las demandas materiales y espirituales de los hombres.

Esta concepción es una mera utopía liberal burguesa, que carece de todo fundamento porque separa las leyes de la distribución de las de la producción. Según el criterio marxista, "...las relaciones de distribución son esencialmente idénticas a estas relaciones de producción, el reverso de ellas", y la descomposición del capitalismo se anuncia en primer lugar "al ganar extensión y profundidad la contradicción y el antagonismo entre las relaciones de distribución... de una parte, y de otra las fuerzas productivas, la capacidad de producción y el desarrollo de sus agentes"¹¹.

Las leyes de la producción y de la distribución son función de la forma de propiedad dominante, por lo que toda tentativa de modificarlas, dejando intacta la forma de propiedad capitalista privada, nunca pasará de ser puro voluntarismo. Los teóricos de la sociedad de la abundancia intentan perfeccionar las leyes antihumanas de la distribución capitalista a fin de eliminar las contradicciones e injusticias sociales del capitalismo; es decir, proponen dar otra forma a la distribución, sin atentar contra la esencia del modo de producción capitalista. Mas en realidad, los vicios sociales del capitalismo no pueden curarse si no se eliminan las raíces de los mismos, si no se transforma el sistema económico-social existente. Un capitalismo con la distribución regulada sólo es posible en sueños, pero no en la práctica.

La revolución científico-técnica actual exacerba en extremo todas las contradicciones del capitalismo. "...El modo de producción se rebela contra el modo de intercambio, las fuerzas

¹⁰ *Jobs, Men and Machines. Problems of Automation*, Ed. by CH. Markham. New York, 1964, p. 13.

¹¹ C. Marx. *El Capital*, La Habana, 1965, t. 3, pág. 882, 887.

productivas se rebelan contra el modo de producción que las ha engendrado"¹². Las contradicciones entre las fuerzas productivas acrecidas y los límites estrechos de la distribución capitalista aparecen en forma de agudización del antagonismo entre los monopolios y los trabajadores.

La necesidad de fuerzas productivas cualitativamente nuevas en la época actual la determinan el aumento del número de habitantes de la Tierra, la incorporación de los territorios y pueblos recién independizados al intercambio económico internacional y al proceso de industrialización, la agudización de las contradicciones económicas y políticas, tanto del propio capitalismo como entre el sistema mundial socialista y el capitalista, y, por último, el comienzo de la edificación de la base material y técnica del comunismo en la Unión Soviética, a la que seguirán sin duda, dentro de poco tiempo, los demás países socialistas más desarrollados.

Cuando el nuevo carácter de las fuerzas productivas, basado en el empleo productivo de

¹² F. Engels, Anti-Dühring, La Habana, 1963, pág. 336.

las formas no mecánicas de movimiento de la materia, se extiende a todas las esferas de la economía nacional, comenzará la época de una productividad del trabajo social cualitativamente nueva, de la **productividad comunista**, incompatible con las leyes de la producción de la distribución y el consumo capitalistas.

El despliegue de la revolución científico-técnica bajo el capitalismo significa objetivamente que se acelera la preparación material del socialismo y el comunismo y se aproximan los plazos históricos de la sustitución del régimen capitalista por el socialista. El sistema de máquinas automatizadas, que se está creando en los países capitalistas desarrollados, pertenece históricamente a la sociedad comunista, aunque nace bajo el régimen agonizante. Las perspectivas de aumento de la productividad del trabajo social, abiertas por la revolución científico-técnica actual, no dejan lugar al modo de producción capitalista. Todo el desarrollo de la técnica de producción moderna confirma que la automatización de la producción es la técnica del comunismo, y la productividad de las máquinas y procesos automatizados, es la productividad comunista del trabajo.

El papel del ingeniero en la ciencia

JORGE MAKSABEDIAN A.

La situación del ingeniero y el investigador en la ciencia

A lo largo de la historia, el hombre se ha dedicado a crear dispositivos que le permitan transformar los recursos naturales en beneficio del hombre. Así, la ingeniería a través de la historia ha tenido bajo su responsabilidad la creación de armamentos, fortalezas, caminos, canales, instrumentos, máquinas y otras invenciones. Estos trabajos se pueden apreciar ya en los imperios egipcio y romano¹.

Los ingenieros de esa época fueron los predecesores de los grandes constructores de los siglos subsecuentes y del ingeniero de los tiempos modernos; la diferencia fundamental entre el ingeniero clásico y el moderno es el conjunto de conocimientos en que se basaron sus creaciones. En el periodo de la revolución industrial, los ingenieros fueron en principio simples obreros hábiles y ambiciosos, pero generalmente ignorantes o autodidactas: constructores de molinos, mecánicos, herreros. Podemos decir que la tendencia principal fue la invención de mecanismos cada vez más ingeniosos y el

perfeccionamiento constante de las máquinas y estructuras. Salvo cuando se necesitaba aplicar nuevos principios físicos, como aconteció con las nuevas máquinas térmicas y eléctricas, no era mucho lo que la ingeniería requería de la ciencia. El proyecto de mecanismos que imitaban las actividades humanas en el trabajo, necesitaba de una mecánica matemática que era demasiado complicada para ser aprendida en la escuela; y por lo tanto el aprendizaje se basaba en las invenciones tradicionales de los relojeros y los cerrajeros.

Los mecanismos de los siglos XVIII y XIX, fueron combinaciones de principios antiguos, más que aplicaciones de nuevas leyes, como ocurre en el siglo XX; por lo cual, la construcción de dichos mecanismos no requirió de una gran base científica, ni impulsó la adquisición de muchos conocimientos científicos².

En resumen podemos decir que el ingeniero clásico se basaba en la experiencia acumulada por otros, en la propia, en el sentido común, la experimentación y la inventiva, con lo cual, en muchos casos, sabía que hacer, pero no entendía la teo-

¹ Krick, E. Introducción a la Ingeniería y al proyecto en la Ingeniería. Traductor Dagoberto de la Serna. México: Editorial Limusa-Wiley, S. A. 1967, p. 52.

² Bernal D. John La ciencia en la historia. Traductor Eli de Gortari. México: U.N.A.M. Problemas científicos y filosóficos., 1959, p. 513.

ría en que se basaban sus decisiones. El ingeniero moderno basa todas sus decisiones en el conocimiento de las leyes de la naturaleza, la aplicación de los conocimientos científicos a la solución de problemas es tan amplia, que la "aplicación de la ciencia" es una característica sobresaliente del ingeniero moderno³.

El ingeniero moderno tiene como características principales; ser creador, científico de ciencia aplicada, conceptual y dirigente. La diferencia entre el ingeniero y el científico, reside en que mientras este último tiene como meta principal la aportación de nuevos conocimientos científicos, el ingeniero aplica sus conocimientos científicos para solucionar problemas de la humanidad; o dicho en otros términos es el puente entre el conocimiento científico y los problemas humanos.

El investigador debe perfeccionar la comprensión del hombre de la estructura y comportamiento de la naturaleza, buscando para ello explicaciones útiles, clasificaciones y medios de predecir los fenómenos naturales.

El científico en el proceso de la investigación desarrolla fundamentalmente las actividades siguientes:

Asimilar los conocimientos anteriores.

Formular hipótesis.

Registrar las observaciones de fenómenos naturales.

Analizar las observaciones, probar las hipótesis, establecer conclusiones.

Cuantificar matemáticamente los fenómenos naturales.

Meditar y hacer deducciones.

Publicar sus descubrimientos.

La distinción entre el ingeniero y el científico se puede sintetizar en forma elocuente mediante la expresión del científico Theodore van Karman cuando dice

³ Krick, E. ob cit., p. 53.

"el científico explora lo que existe y el ingeniero crea lo que nunca ha existido"⁴. Por ejemplo, el principio de la inducción electromagnética de Faraday fue una contribución de la ciencia; en tanto, que la aplicación —50 años después— de ese conocimiento al proyecto de generadores de energía eléctrica es una aportación de la ingeniería.

Es necesario aclarar que los científicos, también pueden proyectar instrumentos o resolver problemas; así como los ingenieros durante la búsqueda de soluciones a sus problemas realizan investigación. La distinción está en función de su finalidad principal y de los medios para lograrla⁵.

El desarrollo de la ciencia

La ciencia en el siglo XX ha aumentado a un nivel casi incomparable, en la escala del esfuerzo científico. En 1896 había en el mundo, alrededor de 50 000 personas conectadas con la ciencia, y de ellos, sólo 15 000 eran los que en verdad hacían avanzar el conocimiento por medio de la investigación. En la actualidad se han incrementado por lo menos a 400 000 los investigadores activos y los trabajadores científicos en las industrias, los gobiernos y las instituciones educativas ascienden aproximadamente a 2 000 000⁶.

Otra característica de la ciencia en el siglo XX es la rapidez creciente en la aplicación de los descubrimientos científicos. El radar, la televisión, los plásticos, las fibras artificiales, las vitaminas sintéticas, las hormonas, los antibióticos, son una muestra de la revolución científica-técnica⁷.

⁴ Ibid., p. 56.

⁵ Ibid., p. 57.

⁶ Eernal D. John La ciencia en nuestro tiempo. Traductor Eli de Gortari. México: U.N.A.M. Problemas científicos y filosóficos, 1960, p. 20.

⁷ Ibid., p. 22.

En el transcurso de 50 años la ciencia se ha transformado de ciencia privada, en el pequeño laboratorio del profesor; en la ciencia industrial con sus laboratorios de investigación, y con la ampliación de las dependencias universitarias y los institutos de investigación respectiva. En la Unión Soviética surge y se universaliza en la segunda guerra mundial, la era de la ciencia gubernamental, en la cual los gastos ascienden a miles de millones de pesos y se requieren instalaciones tan grandes como pueblos —es el caso de Cabo Kennedy y de Akademgorodok— para alojar a los trabajadores científicos y a los equipos necesarios⁸.

Esto nos lleva al problema de la organización de la investigación científica, nos conduce a la planificación, al mejor camino para optimizar las decisiones; sin embargo, esto nos enfrenta al problema entre organización y libertad científica; lo cual se debe contemplar en los aspectos material y financiero. No es posible dejar grandes campos abiertos a la libertad del investigador y correr el riesgo de ver, a la hora de los resultados, como una montaña de dinero y medios ha dado por fruto... una sonrisa.

Un problema fundamental en la organización de la investigación es la cooperación entre disciplinas, el trabajo por equipos de grupos formados por investigadores pertenecientes a disciplinas diversas, ya se trate de la teoría, de la experimentación o incluso de técnicas manuales refinadas, sólo así, se pueden cultivar con éxito ciertos campos de la ciencia moderna⁹.

La organización de la ciencia, debe evitar las rupturas producidas por circunstancias históricas que frenan el progreso del desarrollo científico. En primer lugar,

⁸ Ibid., p. 25.

⁹ Auger, Pierre, Libertad u organización en la investigación científica. Impacto, ciencia y sociedad, Vol. XVI, No. 1. Madrid: UNESCO, p. 8-11.

la separación de la ciencia y la producción, la técnica, la práctica; lo que conduce a la dificultad de pasar de la concepción científica realizada incluso en el laboratorio, a su aplicación al proceso de producción.

La segunda ruptura se produce, en el seno de la propia ciencia, entre el sector experimental, empírico y el sector teórico.

Una tercera ruptura es la que se produce por la falta de interdependencia de los representantes del conocimiento integral de la comprensión general del objeto de la investigación científica, es decir —de la filosofía— y de los representantes de las disciplinas especializadas; física, química, astronomía, matemáticas, etc.

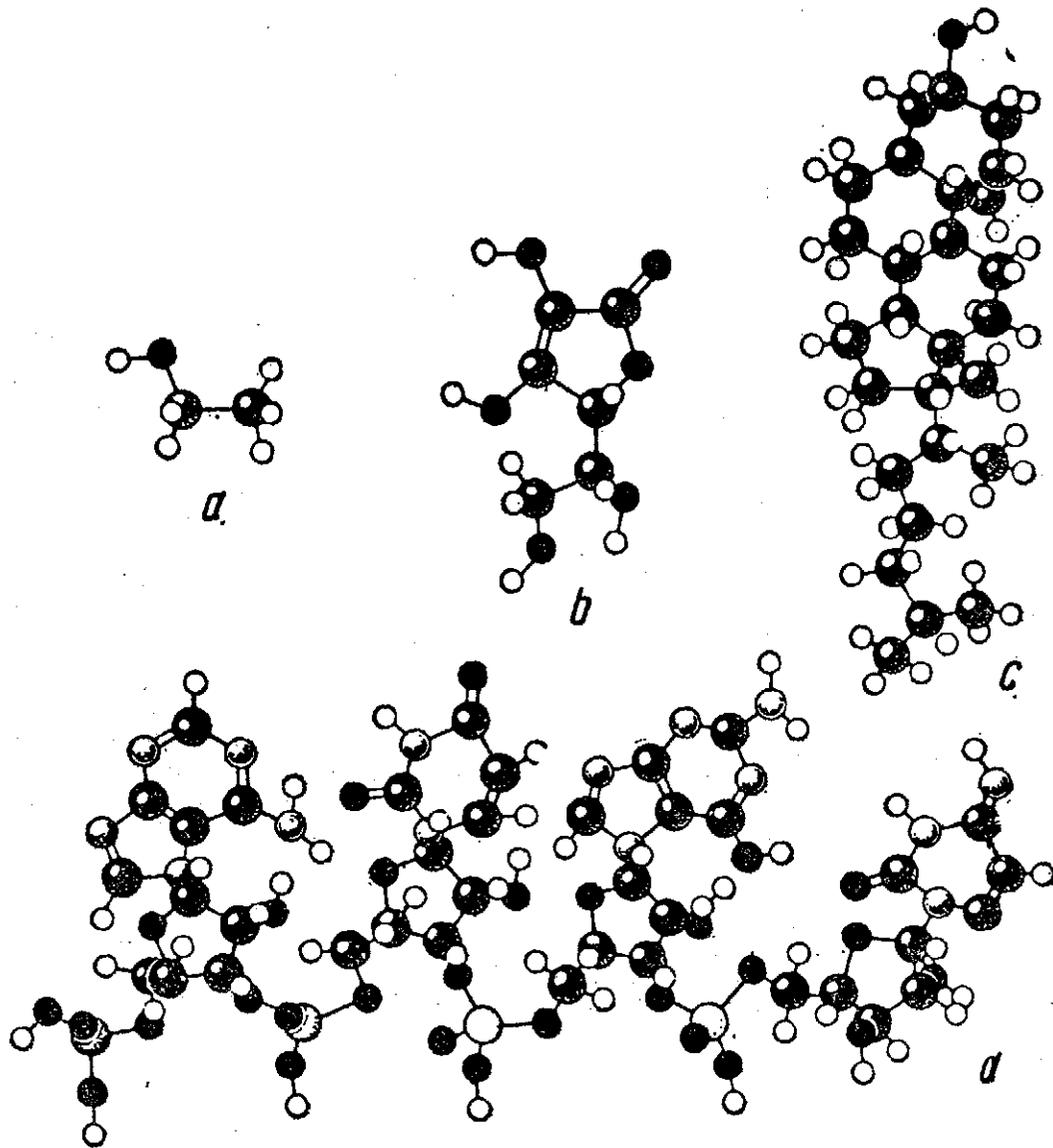
Finalmente, la cuarta ruptura es la existente entre los historiadores y los especialistas de las modernas ciencias naturales.

El trabajo por equipo, cooperación entre especialistas de diferentes disciplinas e investigación conjunta, son necesarios en el enfoque de problemas como el de la esencia de la vida en donde la concurrencia entre especialistas diversos es indispensable: biólogos, químicos, físicos, biofísicos, cibernéticos y matemáticos. Es preciso hacer la síntesis de todos estos aspectos de la vida que se estudiaban separadamente. En la solución de este problema existe la carencia de un lenguaje común entre especialistas¹⁰.

Un nuevo tipo de ingeniero y de investigador

La solución para la problemática anterior requiere de un ingeniero de mayor nivel científico, con una preparación socioeconómica y humanística adecuada; se

¹⁰ Kedrov, B. Lecciones de la Historia de las Ciencias, Impacto, ciencia y sociedad, Vol. VXI, No. 1. Madrid, UNESCO, 1966, pp. 13-17.



Signos convencionales

 Metal
  Carbono
  Nitrógeno
  Oxígeno
  Hidrógeno

plantea la desaparición de la licenciatura y el establecimiento de la maestría como primer grado en la ingeniería¹¹.

Es indispensable producir un doctorado en Ingeniería del mismo nivel que el doctorado en Ciencias, pero que tenga como finalidad principal la investigación tecnológica.

En los países de alto desarrollo, se plantea la necesidad de orientar a los mejores estudiantes a la ciencia aplicada, no es posible sostener la política de tener a miles de científicos haciendo investigación pura, la cual podrá ser utilizada 20, 50, 100 años después o nunca. La principal riqueza de un país son sus hombres, esto hace necesario una planeación adecuada de los recursos humanos. La dirección de la enseñanza en los años 1980 y 2000 en los Estados Unidos de Norteamérica prevee el cambio de grandes volúmenes hacia la maestría y el doctorado en ingeniería y un volumen menor hacia la maestría y el doctorado en Ciencias¹².

En los países de economía planificada el ataque a la problemática de la síntesis en la investigación ha sido abordado y se plantea la siguiente solución: "la síntesis de las ciencias sociales y naturales requiere el del perfeccionamiento del proceso y de los métodos de la enseñanza"¹³.

En los últimos años la marcha de la revolución científico-técnica, se deja sentir con mayor fuerza la contradicción entre el volumen cada vez mayor, de los conocimientos que los alumnos deben asimilar en los plazos y formas de organización existentes en la enseñanza.

En estas condiciones, el problema por resolver, es el contenido, los métodos y los

medios de enseñanza en forma tal que la educación en todos los niveles proporcionen al alumno los conocimientos básicos, científicos y prácticos, las habilidades, hábitos y actitudes en un plazo razonable desde el punto de vista pedagógico y económico.

La enseñanza programada en la planeación educativa, puede ser la respuesta adecuada al problema. "Los rasgos fundamentales de la enseñanza programada son: el análisis detallado del material y su presentación en el orden lógico del proceso de estudio (programa de enseñanza); elevación de la independencia y de la actividad de los educandos en el proceso de asimilación de los conocimientos, dirección eficiente por el profesor y autodirección de la actividad cognoscitiva por parte de los alumnos; aplicación y empleo de los métodos técnicos modernos para racionalizar e intensificar la actividad de los estudiantes y eximir a los pedagogos de la labor improductiva"¹⁴.

En la elaboración de la enseñanza programada en los problemas teóricos participan diversas ciencias: la cibernética, la fisiología, la lógica, la psicología, la pedagogía. Los esfuerzos múltiples de científicos y de ingenieros en diversos países han permitido obtener ciertos éxitos en la enseñanza programada¹⁵.

El papel del ingeniero como nexo entre las nuevas ideas científicas y su aplicación a la solución de los problemas humanos

El aprovechamiento industrial de la cibernética y de la electrónica ha cambiado de manera esencial la fisonomía de la producción industrial merced a la automatización¹⁶.

11 Perry, J. et Al, An Engineering Master Study for the University of California. Berkeley, 1965, p. 81.

12 Ibid. p. 77.

13 Berg, A. La Ciencia y el Socialismo, Revista Internacional. Año XI. No. 1 (113), enero 1968, p. 51.

14 Ibid.

15 Ibid.

16 Ibid. p. 64.

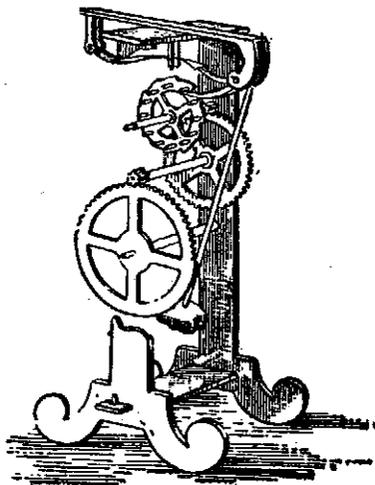
La producción moderna saturada de instalaciones automáticas, telemecánicas y electrónicas, con nuevos procesos tecnológicos en donde el trabajo manual es mínimo, requiere de científicos, ingenieros y obreros calificados, en número pequeño pero con un nivel de conocimientos poco diferenciados y en donde el ingeniero es un eslabón fundamental.

En estas condiciones el hombre podrá hacer por fin desaparecer la diferencia entre el trabajo manual e intelectual, eliminar así el trabajo rutinario, enajenante y darle al trabajo un carácter creador, intelectual.

Lo anterior en el contexto socioeconómico implica un cambio de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción, en donde los sistemas de economía no planificada se enfrentarán a la agudización del problema de superproducción, desocupación, mala distribución de los

bienes materiales, etc. Lo cual conducirá a un cambio de estructura por diferentes caminos en un futuro próximo.

En este panorama mundial; México deberá atacar la problemática de la investigación científica, tomando en consideración las soluciones de los países de alto desarrollo industrial y adaptándolas a la evolución socioeconómica del país. Es necesario tomar en cuenta que la automatización en la producción no es a largo plazo —su productividad, al reducir el tiempo de trabajo hasta en 2 000 veces, conduce a la industria por este camino—, por lo tanto se tendrán en México problemas similares a los de los países desarrollados industrialmente, pero en escala proporcional, es decir, se necesitarán ingenieros en el nivel de maestría y doctorado, científicos de ciencia aplicada y pura, con una organización colectiva del trabajo y una investigación científica planeada con carácter nacional.



Proyecto de reloj de péndulo de Galileo

Un profesor de México en la Universidad Humboldt de Berlín

RAQUEL TIBOL

La Universidad Humboldt de Berlín no lleva ese nombre por el gran geógrafo, naturalista y viajero que recorrió América, sino por su hermano Guillermo, dos años mayor que Alejandro y fundador de la mundialmente famosa casa de estudios. Filólogo y crítico, tenía 41 años de edad cuando le fue encomendada la Dirección de Cultura e Instrucción del Ministerio del Interior de Prusia, cargo que le permitió establecer las bases de lo que sería la Universidad de Berlín. Los primeros estudiantes se inscribieron el 6 de octubre de 1810, cuando ya su fundador había renunciado a su puesto por diferencias profundas y esenciales con el gobierno y los partidarios de la monarquía absoluta en Prusia. Pero como afirmó la doctora Ursula Schlenther, "la Universidad Humboldt de Berlín se halla estrechamen-

te ligada al nombre y a la obra de Alejandro de Humboldt, a quien corresponde el mérito de haber iniciado en ella los estudios científicos sobre la América Latina; Humboldt describió el estado de la sociedad hispanoamericana varios decenios antes de la independencia, y aunque hoy en día su interpretación no coincide con la nuestra en todos los puntos, algunas de sus teorías, sus tesis e ideas siguen teniendo actualidad. En 1963 fue creado en la Universidad Humboldt de Berlín un consejo para el estudio científico de la América Latina; para tener valor de actualidad la investigación debe dedicarse también a los problemas modernos de los Estados latinoamericanos y no limitarse —como se hacía antes— a la investigación de las viejas culturas e idiomas indios".

El heredero directo del

nombre del fundador de la universidad es su tataranieto, un doctor en ciencias políticas y sociales que ha fijado su residencia en México, desde donde viajó especialmente a Berlín para asistir en junio de 1967 al segundo centenario del nacimiento de su gran antepasado, que los alemanes democráticos celebraron con jornadas académicas en las que participaron rectores, vicerrectores y destacados huéspedes de muchos países. El casi mexicano barón Guillermo von Humboldt comentó entonces: "Tengo la impresión de que los científicos de la Universidad de Berlín mantienen viva la obra de mi tatarabuelo y de que continúan de manera digna sus tradiciones humanistas". Y en el discurso que el profesor Wilhelm Girnus pronunció en aquellas jornadas, dijo: "Junto con Goethe, Schiller, Beethoven, Herder, Kant,

Fichte y Hegel. Guillermo de Humboldt es un representante distinguido del clasicismo alemán con valiosos aportes a la filosofía del hombre, a la teoría del lenguaje, a la filosofía de la educación y a la creación de una estética realista. En su labor teórica y en su actividad como estadista se refleja de modo típico el ideal educacional y cultural del clasicismo alemán. Aunque de origen noble, Humboldt es uno de los críticos más severos del régimen estatal y social del feudalismo tardío en Prusia, pues estaba convencido de que las fuerzas del pueblo estuvieron en ella amordazadas por la anquilosada forma de organización feudal-autocrática".

El actual rector de la Universidad Humboldt es el doctor Karl-Heinz Wirzberger, doctor en filosofía que desciende de zapateros y campesinos pobres. En 1946 inició sus estudios con un saco raído y remendado. Había sido soldado y en el camino de regreso a su patria entró en una casa en Dinamarca a pedir un pedazo de pan; los dueños de la casa le dieron en vez de pan un diario con fotografías de los campos de concentración que acababan de ser liberados. Wirzberger entendió la acusación. Ya en Berlín, se inscribió en la carrera de americanista en una universidad que había sido convertida en ruinas por las bombas norteamericanas. El

actual rector evoca: "Con las ventanas afirmadas con placas de radiografías, éramos felices de poder aprender, felices de recibir enseñanzas en parte de investigadores humanistas tan significados como los profesores Teinitz, Meusel o Kartzke". Wirzberger presentó la tesis antes de dar el examen de licenciatura. En 1958 le fue otorgada la cátedra y en 1962 se le nombró titular de la cátedra de americanística. Su actividad científica consiste en primer término en analizar e investigar problemas de la literatura norteamericana. Su intención es escribir una vasta historia de la literatura norteamericana desde su origen al presente. Sobre este tema la editorial Reclam de Leipzig le editó un libro de 400 páginas en el que trata el movimiento por los derechos civiles en los Estados Unidos y sus reflejos en la literatura. Más de 40 obras de autores norteamericanos presentadas por editoriales de la República Democrática Alemana se han visto enriquecidas por introducciones, comentarios o epílogos del profesor Wirzberger, quien cuenta actualmente 42 años de edad y como rector tiene a su cargo 150 institutos y 14 mil estudiantes; 2,500 miembros del cuerpo de profesores, 6,000 trabajadores y empleados de las escuelas superiores. Su principal preocupación es

adecuar la enseñanza, la educación y la investigación a las exigencias de la revolución científico-técnica y considera que los sectores de la ciencia que deben ser desarrollados preferentemente son la cibernética, la investigación operativa y la sociología.

En la RDA han estudiado desde 1951 más de 6,000 extranjeros. El año de estudios dura comúnmente desde septiembre hasta finales de junio. Se divide en dos semestres: el de otoño y el de primavera. La forma de organización estudiantil es la que en alemán se llama **Semihargruppe**. Los estudiantes de una misma disciplina son reunidos en grupos de hasta 30. El seminario estudiantil constituye una unidad y es el mejor amigo y a la vez el crítico más exigente; organiza la preparación común para las consultas y los exámenes, el mutuo control de los resultados en los estudios y el intercambio de experiencias. En las universidades los cursos académicos se dan principalmente en forma de conferencias, que consisten en la exposición sistemática de una determinada especialidad científica. La conferencia ofrece la materia esencial y sirve de guía para el estudio individual. En las primeras conferencias se trata de familiarizar al estudiante con los métodos del trabajo científico, sobre todo en el estu-



Enrique Semo

dio individual. En el seminario se discute y se profundiza la materia expuesta en la conferencia. El dirigente del seminario (en su mayoría son auxiliares científicos) plantea algunas cuestiones esenciales que ayudan a la preparación de los estudiantes y controla si estudiaron y entendieron bien la materia. El seminario ayuda a desarrollar un método de trabajo científico. En los seminarios especiales

se profundiza y se amplían científicamente los conocimientos adquiridos en determinados terrenos de tal o cual especialidad. Los temas de los seminarios especiales son, en general, problemas relativos a la materia de la conferencia que están en relación con la temática de las tareas de investigación de los propios institutos. Los estudiantes tienen la posibilidad de realizar por sí mismos

pequeños trabajos científicos y presentar luego una ponencia sobre sus resultados.

Los estudiantes extranjeros que no tuvieron la posibilidad de aprender el alemán en sus países de origen, o los que habiéndolo hecho requieren de una mejor práctica para asegurar su rendimiento en las escuelas técnicas o universidades, tienen la oportunidad de hacerlo en el Instituto Herder de la Universidad Carlos Marx de Leipzig. El instituto lleva el nombre de Juan Godofredo Herder (1744-1803), cuya fecunda labor como historiador, filósofo, filólogo, literato y poeta sigue teniendo hasta hoy gran importancia. Con el examen aprobado en el Instituto Herder se abre el camino para emprender los estudios propios de la carrera escogida. Varios son los mexicanos que han pasado por el Instituto Herder y han afinado después sus intereses académicos en otras escuelas de la RDA. Así, por ejemplo, la Universidad Humboldt de Berlín cuenta en estos días en su cuerpo de profesores invitados con un mexicano: es el historiador y economista Enrique Semo, que en sus jóvenes 37 años ha hecho una brillante carrera: en 1963 recibió el título de historiador con la tesis "Historia de la deuda exterior de México, 1910-1963" Varias universidades mexica-

nas lo tuvieron como maestros; en la Nacional Autónoma dio clases en el Seminario de Sociología Económica de la Facultad de Economía, y en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales dictó Teoría Económica e Historia del Pensamiento Económico. En la Universidad de Puebla dio clases sobre marxismo e historia económica en general. Brillantes fueron los cursos dados por él en la Universidad del Estado de México, en Toluca; en la Universidad de Chiapas; en la Universidad de Nuevo León, en Monterrey. Durante año y medio, como investigador de El Colegio de México, estudió los problemas de la historia económica de nuestro país, y con anterioridad hizo estudios regulares en la Escuela de Altos Estudios de Jurisprudencia y Economía del Estado de Israel. Trabajos suyos aparecieron en el Anuario de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, en nuestra revista **Historia y Sociedad**, de la que fue fundador y director, y en la revista de la Escuela Nacional de Antropología. Sustentó conferencias sobre México en el Instituto Gramsci de Roma y en el Instituto Latinoamericano de la Academia de Ciencias de la URSS en Moscú.

Gracias a una licencia que le dio la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de

la UNAM, Enrique Semo pudo aceptar una invitación de la Universidad Humboldt. Cuando lo visito en su casa de Berlín y le hago algunas preguntas sobre su nueva experiencia, me responde: "La Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, con su positiva tendencia de ventanas abiertas a los problemas de nuestro siglo que caracteriza a su director, el licenciado Enrique González Pedrero, está interesada en establecer relaciones con todo el mundo".

—¿Cómo venciste la barra del idioma?

—A pesar de que domino varias lenguas debo confesar que hasta el momento de llegar a la RDA no hablaba yo ni una palabra de alemán. Consulté con diversos expertos y todos estuvieron de acuerdo en que lo mejor sería comenzar asistiendo a ese inmenso centro de aprendizaje del idioma alemán que es el Instituto Herder, de Leipzig. Leipzig fue para mí la gran sorpresa, la hermosa experiencia. El instituto está en un edificio en cuya entrada se levanta una impresionante cabeza de Patricio Lumumba. En él varios cientos de estudiantes y postgraduados de 81 países están dedicados al aprendizaje del alemán con base en los métodos más modernos y a un ritmo muy acelerado: seis horas diarias de clases y dos

o tres más de tareas. Tal intensidad es indispensable para dominar el alemán, ese idioma que alguien correctamente caracterizó como filológico. El paso por el Instituto Herder constituyó para mí una experiencia humana formidable. Mi grupo estaba formado por un ingeniero mexicano enviado por la Universidad de Jalapa, un pedagogo chileno, un físico ruso, un economista ucraniano, una periodista letona, una demógrafa búlgara, dos economistas egipcios, un ingeniero agrícola sirio. La intensidad de los estudios y los constantes intercambios de opiniones y vivencias produjeron entre nosotros una gran intimidad; en nuestras discusiones sobre los problemas del mundo contemporáneo se podía percibir el multifacético origen de los componentes de ese grupo que convivió en Leipzig, la ciudad que fue llamada por Goethe el «pequeño París», y donde flota todavía el ambiente del liberalismo de los siglos XVIII y XIX, se siente el palpar del desarrollo del poderoso movimiento obrero alemán.

—¿Qué dificultades tuviste para entrar en contacto con el medio académico de la RDA?

—Dificultades ninguna, porque desde el principio el medio universitario me abrió sus puertas sin reservas. Mi cicerone fue el conocido jefe

del Seminario sobre la América Latina, el joven y muy brillante profesor Manfred Kossok. Alemania es un país de gran tradición educativa que los nazis envenenaron durante algunos lustros; pero las universidades de la RDA han sabido recoger todo lo grande de la tradición cultural alemana, porque tuvieron el valor de arrancar de raíz la hiedra fascista y reemplazarla por una educación y una ciencia que apuntan hacia un nuevo humanismo. Una escolaridad ejemplar y exigente va aunada a una visión profundamente progresista del mundo. Al convivir con los amigos alemanes pude asomarme a través de ellos a esa epopeya que significa la lucha entre la vieja y la nueva Alemania, es decir: la tarea de reconstruir al país y a los hombres que habían sido deformados por el fascismo.

—¿Cuándo comenzaste tu trabajo en la Universidad Humboldt?

—Estuve en el Instituto Herder de octubre de 1967 a enero de 1968. En febrero de este año me integré a la Universidad Humboldt.

—¿Cómo te arreglas con el idioma?

—En el primer semestre (febrero-agosto) he dictado mis conferencias en inglés. El siguiente paso será dictar un curso completo en alemán. Los temas de mis conferen-

cias en inglés fueron los siguientes: "América Latina a principios de siglo", "Introducción al México contemporáneo", "Las ideas sociales y económicas contemporáneas en Latinoamérica". Además, pienso obtener en esta universidad el título de doctor, y para lograrlo me propongo escribir un libro que contendrá seis ensayos sobre la historia económica de México durante el periodo 1821-1921. Desde el punto de vista social y económico este lapso ha sido muy poco estudiado. Con excepción de la historia monumental que dirigió Daniel Cosío Villegas sobre el periodo 1867-1910, los estudios realizados son escasísimos. Bastará pensar en la gran cantidad de los que existen sobre la Colonia o sobre el México contemporáneo. Uno de los capítulos se referirá, probablemente, a las teorías contemporáneas sobre el desarrollo de la América Latina en el siglo XIX. En otro abordaré el tema del feudalismo mexicano durante ese periodo; otros más versarán sobre la burguesía y la clase obrera, las formas de dependencia, la relación entre el desarrollo de la economía mexicana en ese siglo y el desarrollo del capitalismo en el mundo y principalmente en la América Latina.

—¿Cuáles son tus fuentes de investigación?

—El archivo Alemán de Re-

laciones Exteriores, que es de una gran riqueza; los archivos franceses; algunos archivos que existen en Checoslovaquia; la biblioteca del Instituto Iberoamericano, que contiene 400 mil volúmenes sobre la América Latina y que está al día; además, otras bibliotecas europeas donde hay buenas colecciones sobre la América Latina.

—¿Qué método habrá de normar tu trabajo?

—Plantearé los problemas candentes del México actual o los problemas del México actual que nos inquietan a todos, pero poniendo el acento en las raíces que esos problemas tienen en el siglo XIX mexicano. Un ejemplo: la influencia sobre nuestro desarrollo de las diversas formas de dependencia en aquel periodo, la formación de capitales, el origen socioeconómico de las principales clases de la actual sociedad mexicana, la base social de los movimientos políticos en los que se enfrentaron liberales y conservadores, federalistas y centralistas, etcétera.

—¿Por qué has concebido tu libro como una serie de ensayos más o menos independientes?

—Por los materiales acumulados hasta el presente considero un tanto prematuro escribir ahora una historia de esa centura mexicana, tarea que por múltiples razones

debería ser abordada por un equipo de especialistas.

—¿En qué idioma vas a escribir tu libro?

—En español, por supuesto, y en la Universidad Humboldt se me ha prometido que se constituirá un jurado que lo discutirá en ese idioma. Esto es muy halagador, sobre todo si se considera que estoy trabajando en uno de los institutos superiores como lo es el *Institut fuer Allgemeine Geschichte*. Estoy impresionado por el rigor científico en el que se forman los académicos alemanes y el ambiente de libre discusión de los problemas de interpretación. Para adquirir su título un profesor de la RDA necesita 20 años de trabajo: cinco años de carrera, siguen después cuatro años en los que trabaja como aspirante y que se ven coronados por el doctorado. Viene después el tiempo en el que comienza a publicar sus trabajos científicos y en el que se desarrolla como docente para obtener la habilitación, y, por último, el grado máximo, el de profesor. Los muy brillantes hacen esta carrera en 16 ó 17 años; pero son excepciones. El profesor habilitado es el jefe de una cátedra que es impartida por él con la ayuda de varios doctores que encaminan los seminarios y de algunos aspirantes que hacen trabajo docente en forma esporádica y presentan

algunos informes. Pero el alma de la clase y de la cátedra es el profesor. La relación entre el número de docentes e investigadores científicos por un lado, y el de los alumnos universitarios por la otra, es de 1 a 4 y hasta de 1 a 3. Cualquiera puede comprender que esta proposición es altamente beneficiosa para ambas partes y para el nivel académico general.

—¿Tú creés que puedes aplicar tus experiencias alemanas en México?

—Ya lo creo, porque la dirección de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, primero durante el periodo de Pablo González Casanova y ahora con Enrique González Pedrero, se ha preocupado por asimilar, tanto en materia didáctica como en materia científica las experiencias mundiales más novedosas. Tengo la certeza de que mis experiencias serán aplicables a México y que tomando en cuenta nuestro ambiente y nuestras peculiares condiciones de trabajo podrán ser aprovechadas e integradas al desarrollo de la Facultad. Como podrás comprender, todo mi trabajo actual tiene como mira aportar mi grano de arena al desarrollo de la Facultad de Ciencias y Sociales de la UNAM.

—¿Con qué latinoamericanistas de la RDA te has puesto en contacto?

—Es considerable el grupo

de estudiosos que en este país se dedican a investigar la realidad social latinoamericana y que aportan un importante caudal científico, y así como tradiciones histórico-económicas y métodos novedosos y originales al estudio de nuestro continente. Entre ellos destacan: el profesor Friedrich Katz, especialista en sociedades prehispánicas y en la Revolución Mexicana; los profesores Zeuske y Kossok, que han trabajado sobre diferentes periodos históricos de suramérica; el profesor Adalberto Dassau, director del Instituto Románico de la Universidad de Rostock, que se ocupa principalmente de literatura, pero que orienta a su grupo en el estudio de la historia y la economía latinoamericanas. Hay que mencionar de manera muy especial entre los institutos especializados a muy alto nivel, el *Institut Okonomik der Entwicklungs-Länder*, donde se estudia exclusivamente la economía de los países en desarrollo y donde imparte cátedra el distinguido y viejo amigo de México, el profesor Johann-Lorenz Schmidt, que tanto contribuyó al desarrollo de la Escuela de Economía de la UNAM y a los estudios económicos en nuestro país.

Enrique Semo ha podido confirmar en los últimos meses un hecho sabido: el enorme interés que por México, su

cultura y sus problemas histórico-sociales hay en la República Democrática Alemana. Este interés se ve reforzado por personalidades que han pasado los años del hitlerismo refugiados en México, como es el caso del doctor Lorenz Schmidt, quien conserva un profundo afecto por la tierra de su exilio. "En 1940 —ha dicho—, cuando me encontraba en el campo de concentración francés Le Vernet, en el cual me había recluso el gobierno pro hitleriano de Pétain, ni me pasaba por la imaginación que un año y medio más tarde pudiera estar en México. El presidente revolucionario Lázaro Cárdenas nos envió a un grupo de antifascistas el visado de entrada, y encargó al consulado general de México en Marsella hacer todo lo posible por sacarnos del

campo y arreglar el asunto de nuestro viaje a México. Escortados por los **Gardes Mobiles** franceses fuimos conducidos al barco, y a los pocos meses estábamos ya en México. El gobierno mexicano me permitió establecerme en el país y la Universidad Obrera y la Universidad Nacional me ofrecieron la posibilidad de dar clases. Los años que pasé allí los aproveché para conocer la vida económica, social y cultural de ese país y para estudiar las condiciones de vida en otros Estados latinoamericanos. Debido a ello, no sólo me convertí en un buen conocedor de México y otros países de ese continente, sino también en un amigo de su población, en un enamorado de la América Latina. Después de venir a la RDA seguí dedicándome al estudio de

los problemas latinoamericanos, problemas palpitantes que requieren una solución urgente, ya que de ellos depende el futuro de todo el continente. Tengo una deuda de gratitud con la América Latina que en un momento difícil me acogió cariñosamente y me dio la posibilidad de desarrollar una labor creadora".

Y esta deuda de gratitud la paga en cierta manera el profesor Lorenz Schmidt brindando a Enrique Semo, joven profesor mexicano, acogida, consejo oportuno y una amistad generosa, a la que aporta sus muchos años vividos con intensidad en la lucha contra el fascismo, en la construcción de su actual patria antifascista y en un sincero deseo de acercamiento entre todos los hombres de la Tierra.



La crítica

EL "DESCUBRIMIENTO DE MARX"

POR GODELIER*

La Editorial Siglo XXI, publicó un pequeño libro "Problemas del Estructuralismo" que agrupa artículos de diversos autores, entre los cuales está incluido el de Maurice Godelier: "Sistema, estructura y contradicción en El Capital". En este artículo Godelier expone una serie de puntos de vista que merecen ser discutidos, sobre todo cuando el autor pretende haber descubierto un marxismo oculto y desconocido no sólo para los marxistas sino aún para el propio Marx (?).

El marxismo por su misma naturaleza tiende a enriquecerse, y se enriquece constantemente, aunque no pocas veces ideas revisionistas o deformadoras del marxismo se han presentado como impulsoras de su desarrollo. Es por esto que la crítica dentro del pensamiento marxista juega un papel importante en el desarrollo de la teoría. Basados en estos principios vamos a pasar a discutir algunas de las ideas de Godelier expuestas en su trabajo antes citado.

Marx concibe el modo de producción como un sistema constituido, en lo fundamental, por dos estructuras: las fuerzas productivas y las relaciones de producción. Estas estructuras se encuentran en estrecha relación de tal modo que sus contradicciones son las que determinan la naturaleza y el desarrollo del sistema.

Para Godelier la contradicción entre capital y trabajo es una contradicción interna a una

estructura: las relaciones de producción. Si analizamos las relaciones de producción en sus elementos constituyentes, vemos que el trabajo no forma parte de esta estructura. El trabajo en el sistema capitalista reviste la forma de mercancía como fuerza de trabajo; es el atributo de una clase que al encontrarse desposeída de los medios de producción tiene que venderla a los poseedores de estos medios. El trabajo y la fuerza de trabajo son, pues, parte de las fuerzas productivas. El capital es la expresión de la relación social entre dos clases; la burguesía y el proletariado; y es en el proceso de producción donde esta relación se concretiza. La burguesía, que es la poseedora de los medios de producción, explota la fuerza de trabajo del obrero, la cual tiene como característica fundamental ser fuente de nuevo valor. El valor de uso de la mercancía-fuerza de trabajo consiste en ser creadora de plusvalía. En el proceso de producción intervienen máquinas y materias primas (trabajo acumulado-capital) y fuerza de trabajo (creador de capital). El nuevo valor incorporado a las mercancías es producto de la fuerza de trabajo del obrero, valor con el cual se queda el capitalista gracias al papel y posición que guarda en las relaciones de producción. Como vemos, todos estos elementos se nos presentan siempre estrechamente relacionados, de ahí que constituyen una unidad, un sistema que funciona como una totalidad. La fuente de este movimiento o funcionamiento del sistema

* Varios, Problemas del estructuralismo, Siglo XXI Editores, S. A. 388 pp.

como totalidad son las contradicciones. Partiendo de esta base de concebir al sistema como un complejo de estructuras estrechamente relacionadas, tiene gran importancia metodológica distinguir entre las relaciones y contradicciones internas a la estructura y las relaciones y contradicciones internas al sistema, es decir, entre las estructuras. No es posible el análisis de las relaciones entre las estructuras sin antes precisar los elementos de las estructuras y su relación interna. De otro modo se cae en confusiones. Godelier al descuidar este aspecto desemboca en errores notables.

Godelier distingue en el modo de producción dos "nociones" de contradicción, las contradicciones "específicas" que son internas a una de las estructuras, por ejemplo, a las relaciones de producción, y las contradicciones "fundamentales" que se dan a nivel de estructuras, es decir, entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción. Esta distinción, en esencia correcta, sólo es posible una vez analizados los elementos de las estructuras en sus relaciones específicas. Es aquí donde la falta de un análisis de estos elementos constituyentes lleva a Godelier a una aplicación inadecuada de las nociones de contradicción y, por consiguiente, a conclusiones equivocadas. Para Godelier, la contradicción entre capital y trabajo es una contradicción específica por ser interna a una de las estructuras del modo de producción; pero, según hemos observado esta contradicción está compuesta por contrarios que pertenecen a las dos estructuras del modo de producción y no a una de ellas; así pues, la confusión es evidente. El mismo Godelier reconoce que entre los elementos que constituyen las fuerzas productivas se encuentran los **hombres** (Pag. 51), es decir, la "fuerza de trabajo" en el sistema capitalista; entonces ¿por qué considerar la contradicción capital-trabajo como interna a una estructura? De acuerdo con la distinción hecha por Godelier, la contradicción entre capital y trabajo es una contradicción fundamental y no específica, por darse entre las dos estructuras

del sistema. El error de Godelier consiste en olvidar que el trabajo forma parte de las fuerzas productivas, mientras que el capital es la expresión de la forma de propiedad privada capitalista. Por otra parte, hay que señalar también que Godelier no se sujeta rigurosamente a las nociones de estructura y sistema al aplicarlas indistintamente al modo de producción. Es correcto cuando habla de la contradicción capital-trabajo como específica del modo de producción capitalista, la cual lo distingue de los sistemas anteriores (o del sistema socialista), pero en cambio no tiene razón cuando considera que la misma contradicción es también específica de las relaciones de producción.

La importancia que tienen las contradicciones en un sistema es tal que precisamente a través de ellas es como se concibe la unidad del sistema. Unidad que se expresa como lucha en la que cada uno de los contrarios se presupone. El capital presupone al trabajo asalariado y viceversa. Ambos se condicionan y engendran mutuamente. Marx ejemplifica esta relación en la siguiente forma:

"Un obrero de una fábrica algodonera ¿produce solamente tejidos de algodón? No, produce capital. Produce valores que sirven de nuevo para mandar sobre su trabajo y crear, por medio de éste, nuevos valores.

"El capital sólo puede aumentar cambiándose por fuerza de trabajo, engendrando el trabajo asalariado. Y la fuerza de trabajo del obrero asalariado sólo puede cambiarse por capital acrecentando éste, fortaleciendo la potencia de que es esclava. **El aumento del capital es, por tanto, aumento del proletariado, es decir, de la clase obrera**".

El capital existe a condición de que exista la fuerza de trabajo. Si alguno de los contrarios desaparece, desaparece la contradicción como tal; y si la contradicción es fundamental desaparece con ella el sistema. Sin embargo, esto no sucede con las contradicciones internas a una de las estructuras, las cuales se pueden resolver sin poner en peligro la existencia del

sistema. La caracterización de estos niveles tiene una gran importancia teórica y práctica. Pero la caracterización hecha por Godelier no sólo no es satisfactoria, sino que además se aleja del verdadero método científico marxista como queda demostrado con esta caracterización y como veremos también más adelante con su especial concepción de contradicción.

Así pues, desde nuestro punto de vista, la contradicción entre capital y trabajo es específica —porque caracteriza al sistema capitalista ante los demás sistemas— y fundamental —porque se da entre las dos estructuras del sistema. De acuerdo con esto, desaparece la paradoja imaginada por Godelier respecto a que la contradicción fundamental del capitalismo señalada por Marx (aquella que se da entre el desarrollo y la socialización de las fuerzas productivas y la propiedad privada de los medios de producción) no es la contradicción presente desde el origen del sistema sino que surge después del desarrollo de este modo de producción. Este nuevo razonamiento de Godelier tiene su origen en una falsa concepción de la contradicción. Pero antes hay que aclarar que para Marx, no es la contradicción fundamental la que surge con el desarrollo del capitalismo sino su carácter antagonico. Y para corroborar esto nos servimos del mismo párrafo de Marx citado por Godelier: "Habrá visto que represento la gran industria no sólo como la madre del antagonismo, sino también como la creadora de las condiciones materiales y espirituales necesarias para la solución de este antagonismo". Este es el momento en que Godelier confunde los diversos aspectos de la contradicción, o sea: el antagonismo, la correspondencia y la contradicción misma. Para Godelier, simple y sencillamente, deja de haber contradicción cuando hay correspondencia y surge la contradicción cuando surge el antagonismo. He aquí sus puntos de vista al respecto: "Por el contrario, en su origen, lejos de contradecir el desarrollo de las fuerzas productivas, las relaciones capitalistas de producción las impulsan y las hacen

progresar impetuosamente desde la organización de las manufacturas hasta la aparición del maquinismo y de la gran industria". Y más adelante agrega Godelier: "Por lo tanto, lejos de existir en el origen contradicciones entre el capitalismo y el desarrollo de las fuerzas productivas, existe una correspondencia y una compatibilidad funcionales, fundamento del dinamismo del progreso técnico y de la clase capitalista...". Las ideas de Godelier son claras en cuanto a que, cuando hay correspondencia no hay contradicción ¿o tal vez se refiera a otra cosa que no captamos? Pero el texto no deja lugar a dudas. Godelier disuelve la contradicción en la correspondencia, eliminando con ello la fuente del movimiento y del desarrollo. Para cualquier persona iniciada en la filosofía marxista está claro que la fuente del desarrollo social es la contradicción entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción, contradicción inherente a la sociedad y que sólo desaparece con ella. A través de la unidad y de la lucha se pasa de la correspondencia a la no correspondencia, siendo los elementos dinámicos y determinantes las fuerzas productivas, las que al desarrollarse hacen que las relaciones de producción ya no correspondan y sean sustituidas por otras de acuerdo con su grado de desarrollo. Esta sustitución se efectúa a través de un salto, es decir, a través de una revolución social. Con el surgimiento de la sociedad clasista, la contradicción entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción se convierte en una contradicción antagonica. Carácter que pierde solamente bajo el socialismo, cuando se destruye definitivamente la propiedad privada sobre los medios de producción. Marx y Engels dicen en el "Manifiesto":

"La moderna sociedad burguesa, que ha salido de entre las ruinas de la sociedad feudal, no ha abolido las contradicciones de clase. Únicamente ha sustituido las viejas clases, las viejas condiciones de opresión, las viejas formas de lucha por otras nuevas".

No hay, pues, ninguna desaparición de las

contradicciones. Surgen nuevas contradicciones y otras se desarrollan bajo nuevas condiciones. Tampoco desaparece el antagonismo entre las relaciones de producción y las fuerzas productivas bajo las sociedades clasistas, a pesar de que en cada sistema correspondan en un principio las fuerzas productivas y las relaciones de producción.

“Nuestra época —dicen Marx y Engels en el «Manifiesto»—, la época de la burguesía, se distingue, sin embargo, por haber simplificado las contradicciones de clase. Toda la sociedad va dividiéndose, cada vez más, en dos grandes clases, que se enfrentan directamente: la burguesía y el proletariado”.

La burguesía no hizo más que sustituir una forma de propiedad por otra: la forma de explotación feudal por la capitalista. El antagonismo se mantiene a otro nivel. La existencia de la contradicción no descansa en la existencia de no correspondencia o antagonismo. Dicho de otro modo, la correspondencia, la no correspondencia y el antagonismo no expresan más que diferentes grados del desarrollo de la contradicción. La dialéctica materialista, en términos generales, distingue tres grados de desarrollo de la contradicción: la diferencia, la oposición (antagonismo) y la polaridad. Toda contradicción se nos presenta en un principio como diferencia. La diferencia es un aspecto, un momento en absoluto necesario de la unidad de contrarios. (Rozhin). Este momento necesario, se identifica con la correspondencia entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción en los comienzos del sistema capitalista. Correspondencia que el desarrollo de las fuerzas productivas rebasa inexorablemente, alcanzando el grado de oposición y más tarde el de polaridad (antagonismo). Es inútil subrayar a estas alturas, que el carácter antagónico de la contradicción no sólo está presente desde los orígenes del sistema capitalista sino desde el surgimiento de las sociedades clasistas. La correspondencia no anula la contradicción, es más, la correspondencia no anula

el antagonismo o, mejor dicho, el carácter antagónico de la contradicción. Lo que surge con el desarrollo del capitalismo no es la contradicción fundamental sino la no correspondencia, es decir la oposición y la polaridad que se expresa como socialización y desarrollo de las fuerzas productivas por un lado, y la forma de propiedad privada capitalista por el otro. Desde que surge la burguesía, surge preñada de su contrario que la ha de destruir, y no puede desarrollarse sin desarrollar a su contrario.

La existencia de la burguesía y del proletariado como contrarios que se presuponen y se niegan, contiene ya en germen la contradicción fundamental del capitalismo. Esta no surge después en un momento determinado del desarrollo del sistema, sino que es originaria y se desarrolla con el sistema. Lo que surge después —y es lo que confunde Godelier—, son las condiciones materiales para la abolición de la contradicción y del sistema. Es el desarrollo de las fuerzas productivas, y en el capitalismo a partir del advenimiento de la “gran industria”, el que crea las **condiciones materiales** y espirituales necesarias para la **solución** de este antagonismo (Marx).

Pero, ¿es que, de acuerdo con nuestro razonamiento, en lugar de una contradicción fundamental nos surgen dos contradicciones fundamentales? No precisamente. Lo que sucede es que nosotros no consideramos independientes las dos contradicciones sino íntimamente relacionadas, puesto que, la contradicción fundamental es: socialización de las fuerzas productivas-propiedad privada capitalista y desarrollada capital-trabajo.

Ahora, de acuerdo con Godelier, ¿es posible la existencia de un sistema —aunque sea en un principio— sin contradicción fundamental? No, no es posible.

La contradicción fundamental posee dos características:

1. darse entre las dos estructuras del sistema;
2. ser la determinante de todos los procesos del sistema, la que explica su desarrollo y

señala su tendencia principal (en este caso la necesidad de la desaparición del sistema capitalista).

Para Godelier el capitalismo en sus orígenes carece de contradicción fundamental por el simple hecho de que, según su clasificación, la contradicción capital-trabajo es una contradicción interna a una estructura, es decir, que es "específica" y no "fundamental". De aquí la paradoja de que la contradicción fundamental surja después con el desarrollo del sistema, pues considera además, a las contradicciones en cuestión, como independientes, aisladas la una de la otra.

Si consideramos la contradicción; socialización de la producción-propiedad privada capitalista como independiente de la contradicción capital-trabajo, sí vendría a resultar la paradoja que señala Godelier de ser la contradicción que explique el desarrollo y necesidad de que desaparezca el sistema y no estar presente desde su origen. No sucede esto si, por el contrario, consideramos la contradicción socialización de

la producción-propiedad privada capitalista como la forma en que se expresa la contradicción capital-trabajo en su grado más alto de desarrollo.

Resumiendo; respecto a esta última cuestión se aprecian dos errores importantes en el análisis que hace Godelier: a) considerar la contradicción capital-trabajo específica y no fundamental como realmente lo es; b) considerar independientes las contradicciones socialización de la producción-propiedad privada capitalista y capital-trabajo. No es de extrañarse, pues, que la lógica del desarrollo de las contradicciones sea alterada y en su lugar quede una paradoja.

Realmente el Marx que descubre Godelier resulta no sólo un desconocido para los propios marxistas sino para Marx mismo. No es mucho, lo que se va enriquecer el marxismo con los nuevos "descubridores del verdadero Marx"; sino todo lo contrario.

Alfredo TECLA

Ayude al desarrollo y a la difusión del pensamiento
científico en la América Latina

Suscríbase a:

HISTORIA Y SOCIEDAD

Revista continental de humanismo moderno

4 números: \$40.00 M. N.

Extranjero: U. S. Dls. 5.00

Mande cheque o giro postal a:

Ediciones *Historia y Sociedad*

Alvaro Obregón 286, Desp. 406, México 7, D. F.

Apartado Postal 40-039, México 11, D. F.

ESTA A LA VENTA

El Ensayo de Arcadio Fainisky, catedrático de la Universidad de Leningrado:

CRITICA DE LAS TEORIAS NEOCLASICA Y KEYNESIANA

Publicado por *Historia y Sociedad* en edición mimeográfica

SUMARIO

- I. El marginalismo y la teoría del Valor-trabajo.
- II. La teoría de los factores de producción.
- III. La teoría keynesiana del crecimiento.
- IV. La teoría del crecimiento de los keynesianos de izquierda.
- V. Crítica a la teoría de juegos estratégicos.
- VI. Los modelos econométricos del ciclo y del crecimiento económico.
- VII. La "síntesis neoclásica" de Samuelson.

Precio por ejemplar \$ 15.00.
Descuento especial para Escuelas de
Economía y estudiantes de Ciencias
Económicas

Pedidos a: *Historia y Sociedad*
Alvaro Obregón 286, Desp. 406
México 7, D. F.

Lea usted libros de NUESTRO TIEMPO DOS COLECCIONES INDISPENSABLES:

Los Grandes Problemas Nacionales

1. **México: Riqueza y Miseria** (2ª edición)
A. Aguilar M. y F. Carmona. \$25.00.
2. **La Educación, Historia, —Obstáculos—
Perspectivas.**
Gómez Navas, Montañó, Carmona,
Bonfil, Carrión. \$30.00.
3. **Recursos Naturales** (Climas, Aguas,
Suelos)
Angel Bassols Batalla. \$30.00.
4. **Ensayos sobre las Clases Sociales** (en
prensa)
Mendizábal, Otero, Molina Enríquez,
Wetten, Palermo, Stavenhagen, Gon-
zález Casanova.
5. **Neolatifundismo y Explotación. De
Emiliano Zapata a Anderson Clayton
& Co.** (en prensa)
Stavenhagen, Paz Sánchez, C. Cárde-
nas, A. Bonilla.

Latinoamérica Hoy.

1. **Guatemala, país ocupado.**
Eduardo Galeana, con un apéndice de
Luis Cardoza y Aragón. \$24.00.
2. **Integración Económica e Imperialis-
mo.**
Mauro Jiménez Lazcano \$30.00.
3. **La Iglesia, el Subdesarrollo y la Revo-
lución.**
Por los eclesiásticos Allaz, Lage, Men-
dez Arceo; y Flores Olea, Labastida y
otros autores. \$42.00.
4. **Imagen Estructural del Gorila** (en
prensa)
Eliás Condal

DE VENTA EN LAS PRINCIPALES
LIBRERIAS



siglo
veintiuno
editores
sa

NOVEDADES

MICHAEL FOUCAULT
Las palabras y las cosas
384 pp.

\$ 48.00.

CELSO FURTADO
Teoría y política del desarrollo
328 pp.

\$ 36.00.

C. MAC WILLIAMS
Al norte de México. El conflicto entre anglos e hispanos
400 pp. Ilust.

\$ 40.00.

EN TODAS LAS LIBRERIAS O EN GABRIEL MANCERA 65
MEXICO 12, D. F.

CASA DE LAS AMERICAS

revista bimestral

Colaboraciones de los mejores escritores latinoamericanos y estudios de nuestras realidades

Director: ROBERTO FERNANDEZ RETAMAR

Suscripción anual, en el extranjero: Correo ordinario, tres dólares canadienses.
Por vía aérea, ocho dólares canadienses.

Casa de las Américas, Tercera y G, El Vedado,
La Habana, Cuba

EL FONDO DE CULTURA POPULAR, ANUNCIA TRES
NUEVOS LIBROS

OTRO LIBRO
DE RIUS



LA JOVEN ALEMANIA

120
PÁGINAS
DE
DIBUJOS

PARA QUE HASTA UN
DIPUTADO ENTIENDA LA
OBRA DE HITLER, LAS
MANIAS DE CHURCHILL,
LAS MOVIDAS DE ADENAUER
Y EL MURO DE BERLÍN,
POR SOLO

QUINCE PESOS



* de venta en puestos
de periódico, librerías
o en
FONDO DE CULTURA POPULAR
S. JUAN DE LETRÁN 37-713
MÉXICO D.F.

Hitler sobre América Latina

El fascismo alemán en Latinoamérica
1933-1943

4 investigaciones por

- Friedrich Katz
- Jurgen Hell
- Klaus Kannapin
- Ursula Schlenther

176 págs.

Precio: \$ 20.00

México en la encrucijada de su historia

La lucha liberadora y antimperia-
lista del pueblo mexicano en los años
30 y la alternativa de México ante
el camino de su desarrollo por:

ANATOL SHULGOVSKI

520 págs.

Precio \$ 75.00

PEDIDOS A:

EDITORIAL FONDO DE CULTURA POPULAR, S. de R. L.

San Juan de Letrán No. 37, Desp. 713, México 1, D. F.

hy
s

ediciones

historia y sociedad