

# HACIA UNA TEORIA DE LOS SABERES CIENTIFICOS Y TECNICOS

Dr. Domingo Paredes

## 1. COMO ENTENDER A LA CIENCIA

Asumimos que es un proceso de acumulación y sistematización de conocimientos acerca de la esencia de los objetos no en términos lineales o mecanicistas (la idea equívoca de una agregación continua), sino en términos dialécticos de polarización, contradicciones, movimientos continuos ascendentes, regresivos o de saltos cualitativos y cuantitativos.

Pero los ideólogos de una supuesta "ruptura epistemológica" en el proceso constitutivo de la ciencia, y contrarios a cualquier perspectiva "continuista" o "acumulativa", han asumido (siguiendo a Bachelard y Koyre)<sup>1/</sup> una posición metafísica de la historia. Para ellos, el proceso de acumulación científica es la expresión de una "aberración" simplemente. <sup>2/</sup>

En esta perspectiva, un selecto colectivo de trabajo integrado por Marc, Leblánd y Jauver <sup>3/</sup>, confluyeron en una revisión crítica de las "teorías acumulativas" que sugieren una visión "unilateral" de su historia, infiriendo que la ciencia emerge en un "espacio autónomo", desarrollándose con una "dinámica propia" y ajustada a determinadas "fronteras" o límites dados por las "contradicciones sociales externas".

- .....
1. Véase el texto del Prof. Alexandre Koyré, ESTUDIOS DE HISTORIA DEL PENSAMIENTO CIENTIFICO. México, Edit. Siglo XXI, 1984 (6a. edic.), y del Prof. C. Bachelard, LA FORMACION DEL ESPIRITU CIENTIFICO. Argentina, Edit. Siglo XXI, 1973.
  2. Fichant, Michel (y) Péxheus, Michel: SOBRE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS, Pág. 9. México, Edit. Siglo XXI, 1978 (3a. ed.).
  3. Véase, (AUTO) CRITICA DE LA CIENCIA, pp. 23-24. México, Edit. Nueva Imagen, 1980.

En cambio Albert Einstein, fue sensible a la tradición acumulativa de la ciencia, observando que la mayor parte de las teorías científicas son "constructivas" porque interpretan a la realidad en función de hipótesis y enunciados "relativamente simples". Decía que las otras son de "principios" porque no se contruyen a través del método sintético sino del analítico, y que, sea cual sea el orden de las teorías, ellas emergen, se desarrollan y modifican al interior de un saber acumulado.<sup>4/</sup>

Newton, en igual sentido, no perdió la lucidez cuando escribía que "...si he visto más lejos es porque estaba encaramado sobre los hombros de gigantes", reconociendo así la esencia acumulativa de la cultura científica. <sup>5/</sup>

Pero la ciencia, tardó bastante en autonomizarse de otras ideologías y concepciones no científicas. Será entre los siglos XVIII y XIX cuanto se establecería como un quehacer autónomo con su "educación específica", su propia literatura y peculiar lenguaje de símbolos y formas.

Antes del 700 la ciencia (particularmente europea), pugnaría por liberarse de los límites de la Teología y de diversas prácticas especulativas y artesanales.<sup>6/</sup> Después del 700, empezaría a afianzar su carácter acumulativo y de alto nivel de abstracción en un largo proceso caracterizado por saltos o rupturas de naturaleza epistemológica y

paradigmática.

La ciencia de este modo iría asumiendo el significado de "categoría histórica" a la manera entendida por Gramsci: como un sistema de saber teórico-práctico en "movimiento" y en "constante desarrollo".<sup>7/</sup>

Un elemento para la sociología e historia de la Ciencia y la Técnica no es solo alcanzar su reconstrucción en el pensamiento (esa "rica totalidad con múltiples determinaciones y relaciones" como la definiría Marx)<sup>8/</sup>, sino además, analizar al sujeto social que elabora sus métodos en esta bella aventura por asimilar científicamente

- .....
4. País, Abraham: LA CIENCIA Y LA VIDA DE ALBERT EINSTEIN. Barcelona, Edit. Ariel, 1984; Bernal, John D.: HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA, v. 1. Barcelona, Edic. Península, 1976 (4a. ed.), p. 42.
  5. Merton, Robert K.: "Los Imperativos Institucionales de la Ciencia" pp. 64-78. En: ESTUDIOS SOBRE SOCIOLOGIA DE LA CIENCIA (et. al.). Madrid, Alianza Editorial.
  6. Bernal, John D. HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA, Volumen 1, p. 90. Barcelona, Edic. Península, 1976 (4a. e.).
  7. Gramsci, Antonio: "La Scienza e Le Ideologie Scientifiche", pp. 60-67. En: IL MATERIALIZISMO STORICO, Torino, Edit. Riuniti, 1975.
  8. INTRODUCCION GENERAL A LA CRITICA DE LA ECONOMIA POLITICA (1857, pp. 57-58. Bogotá, Edit. Siglo XXI), 1976 (10a. ed.).

al mundo para modificarlo con una cada vez más alta racionalidad y eficacia.

9/

En este plano, la ciencia está mediada por la técnica, y para su historia, los progresos mecánicos son un indicador de su desarrollo.

Pero estas relaciones entre la ciencia y la técnica solo se hicieron conciencia a partir de los 1500 cuando la ciencia empezaba a superar las pesadas cargas del pensar especulativo.

Para dicha superación se tuvo que trabajar en dos líneas correlacionadas: la **TEORICA** y la **TECNICA**.

La Teórica, que se fue expandiendo a través del conocimiento de los nexos que gobiernan a la naturaleza, superando el antiguo reino de las contingencias; y la técnica, a través del invento y del perfeccionar y recrear de nuevos instrumentos. Por un lado, la ciencia requirió institucionalizar un cuerpo de conocimientos teóricos fundamentales y, por otro, generar medios de producción más eficientes. 10/

Sin estos "pulsares", difícilmente se podía plasmar la posibilidad de su desarrollo. Tal como lo define Gramsci, 11/ intuyendo la naturaleza práctica de la ciencia, al observar que sus intereses expresan la **NECESIDAD DE DESCUBRIR UN "ORDEN"** siempre percibido por Einstein. 12/

La ciencia posee una lógica propia que permite no solo la explicación y descripción de los objetos, sino además la predicción de sus posibles crecimientos en escenarios futuros.

Así se afianza su autonomía relativa en relación a la esfera de la vida cotidiana, esto le permite diseñar y recrear modelos, teorías e hipótesis adelantadas a las demandas inmediatas de un tiempo histórico como lo fueron algunos diseños de Leonardo da Vinci (1452 - 1519) o los bellos e infructuosos intentos de Einstein por crear la Teoría del Campo Unificado.

En todo caso, sobre la base de la producción de bienes y servicios se han ido estructurando todas las formas de la actividad humana... en cuantos saberes y prácticas.

.....  
9. Gramsci, op. cit., p. 67

10. Karl Marx y Federico Engels. OBRAS ESCOGIDAS EN DOS TOMOS. Tomo II, p. 68. Moscú, Edit. Progreso, 1966

11. Ob. cit., p. 25; otro texto coincidente con nuestro planteamiento es el de Mario Miranda Pacheco: LA EDUCACION COMO PROCESO CONECTIVO DE LA SOCIEDAD, LA CIENCIA, LA TECNOLOGIA Y LA POLITICA, pp. 17 - 35. México, Edit. Trillas, 1987 (3a. r.); y véase el útil estudio del Prof. Joseph Ben-David: EL PAPEL DE LOS CIENTIFICOS EN LA SOCIEDAD, pp. 207-227. México, Edit. Trillas, 1974.

12. Ob. cit., p. 68.

Podemos aludir la existencia de un proceso único en este desarrollo pese a existir períodos en que este "unívoco" proceso fue diversificado. Pero el siglo XX, marcó el "reencuentro" cuando las diversas formas de la ciencia señalan una previsible integración a largo plazo en la búsqueda de una SINTESIS elevada acerca del mundo. 13/

Largo es el camino para arribar a tan esperada meta. En tanto, la diversidad continúa vigente. Así lo entendió Jean Piaget cuando argumentaba que "... la ciencia comienza tan pronto como es posible delimitar un problema", 14/ cuya solución o respuesta debe subordinarse a las evidencias de los hechos cuya finalidad última es hacer viable la vida del hombre a través de los logros científicos y técnicos.

Dos son las condiciones gratas y necesarias para estos fines: 15/

1. La libertad de crítica; y,
2. las más amplias y profundas discusiones creativas no dogmáticas.

Para Gramsci, toda "DISCUSION CIENTIFICA" supone el interés de la "búsqueda de la verdad" y del "progreso de la ciencia". 16/

Sin libertad es imposible su impulso creador ni el de las innovaciones técnicas. Y si hay un mérito histórico, en la burguesía en su época de ascenso, es que supo conjugar -en el terreno de la

economía y la política- los conflictos sociales con el de las innovaciones técnicas científicas.

Mi tesis está lejos de plantear la existencia de una "determinación mecanicista" de los problemas técnicos en los de carácter científicos. Al contrario, entre ellos existen complejas gradaciones y mediaciones tanto materiales como simbólicas, 17/ que pueden ser contrastadas a través de: 18/

1. Los factores de la producción cuyos lenguajes metaempíricos se manifiestan en las ciencias naturales y técnicas;
2. De sus vinculaciones con diversas ramas del arte y la técnica como las Ingenierías y la Arquitectura;

.....

13. Véase la obra del profesor B. M. Kedrov, CLASIFICACION DE LAS CIENCIAS (tomo II), págs. 510-533. Moscú, Edit. Progreso, 1976; Hull, L.W.H.: HISTORIA Y FILOSOFIA DE LA CIENCIA. Barcelona, Edit. Ariel 1973 (3a. ed.); Academia de Ciencias de la URSS.: HISTORIA DE LA FILOSOFIA, v. VI. México, Edit. GRIJALBO, 1968 (2a. ed.)

14. Cf. "Situación de las Ciencias del Hombre", p. 61. En: TENDENCIAS DE LA INVESTIGACION EN LAS CIENCIAS SOCIALES. Madrid, Alianza Edit., 1973.

15. Véase la obra citada del Prof. Kedrov o el texto de A. Spirkin. LA CIENCIA, p. 53. México, Edit. Grijalbo, 1968.

16. Gramsci, Antonio. INTRODUCCION A LA FILOSOFIA DE LA PRAXIS, p. 39. Barcelona, Edic. Península, 1978.

3. de los procesos de acumulación de datos y conclusiones teóricas que inciden en la ciencia filosófica; y,

4. de las diversas instituciones sociales y formas de pensar que se manifiestan en ciencias específicas como la Sociología, Historia, Psicología, Politología, etc.

Pero además de esas mediaciones, la ciencia requiere de un conjunto de factores subjetivos para su desenvolvimiento. Sin el despertar del interés técnico no es viable el despliegue del interés científico. En última instancia, la ciencia no es un reflejo mecánico ni simple de la técnica, sino una interpretación teórica, su imagen-objetivo, su totalidad pensada. 19/

Observaba Hessen:20/

"Los problemas que enfrenta un constructor de galerías de minas o de barcos, se transforman en la exposición particular de un principio o ley general".

Y esta "exposición" de un principio o de una ley solo es posible al interior de la estructura discursiva de la ciencia. 21/

La ciencia en sus tres vertientes: las naturales, técnicas y sociales, tienen como finalidad esencial en forma de sistemas, modelos, leyes, conceptos,

teoría e hipótesis, la de descubrir las soluciones más adecuadas a los problemas apremiantes y prioritarios de las sociedades humanas. 22/

Albert Einstein, en un opúsculo dedicado al sexagésimo aniversario de Max Planck decía:

"... el diario esfuerzo no surge de un designio o un programa, sino de una DIRECTA NECESIDAD". 23/

Creo que son suficientes los argumentos y demostraciones inobjetables acerca de la relación (sociedad - ciencia - técnica) y de su impacto en los diver-

.....

17. Explícitos son los argumentos del Prof. Borís Hessen en su libro: LAS RAICES SOCIOECONOMICAS DE LA MECANICA DE NEWTON, pág. 3. La Habana (Cuba), Edit. Academia, 1985.

18. Chesnokov, D.I.: Materialismo Histórico, pp. 374-375. Montevideo, Edic. Pueblos Unidos, 1966.

19. En un interesante ensayo, Werner Plun desarrolla esta reflexión. Véase su: CIENCIAS NATURALES Y TECNICA EN EL CAMINO A LA "REVOLUCION INDUSTRIAL". R.F. de Alemania, Edic. Friedrich-Ebert-Stiftung, 1975.

20. Ob. Cit., p. 6.

21. Kuhn, T.S. LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS, pp. 21 y 78. México, Fondo de Cultura Económica, 1980 (4a. r.)

22. Bernal, ob. Cit., v. 1, p. 37.

23. Citado por Abraham País, ob. cit., p. 41.

esos ecosistemas, ya por la influencia que genera en los cambios de los métodos y procedimientos de producción, ya en la esfera de las ideas, los símbolos y las ritualidades.

García Gallo 24/, dedujo que el saber científico es el producto más alto de la actividad humana en cuya estructura interna se combinan elementos conceptuales teóricos y empíricos, y que, en su conjunto, constituyen la base para las deducciones y síntesis filosóficas sobre los que se apoya la misma actividad humana, cuya esencia es transformadora del mundo.

Una premisa válida de Libman es que: 25/

"Sabemos ahora que la ciencia no puede surgir únicamente de lo empírico, que en las construcciones de la ciencia necesitamos usar de una libre invención que solo a posteriori puede confrontarse con la experiencia en cuanto a su utilidad (...). Cuanto más primitivo es el estado de una ciencia, tanto más fácilmente puede el científico vivir en la ilusión de que es un puro empírico (...) sin la influencia creadora de una libre construcción de conceptos".

Pero la ciencia no surgió de la "nada". Surgió de las prácticas de las civilizaciones antiguas y se constituyó conceptualmente a partir de la magia, la religión, la filosofía. Su punto de partida fue el tiesto, el uso del barro, los quipus y la rueca, hasta llegar a la má-

quina de vapor y el dínamo del siglo XIX, y a la automatización contemporánea. Esto lo demostraré en el ítem dedicado a los saberes y heceres de los pueblos andinos prehispánicos.

La constitución de los centros urbanos permitió también dar un paso gigantesco en este camino (tanto en Asia, Medio Oriente, Europa o América), a través de una serie de innovaciones y creaciones intelectuales como la escritura, los números y el intercambio. 26/

La división del trabajo, coadyuvó también a la creación de una mínima base científica y técnica antigua y de una tradición más sistemática de los saberes como en la Astronomía y Medicina.

Mediante la incorporación del hierro (no socializada en los Andes), las sociedades añadieron el uso del vidrio y de instrumentos y máquinas de mayor

.....  
24. Gaspar Jorge García Galló: FILOSOFIA, CIENCIA E IDEOLOGIA, p. 63. La Habana, Edit. Científico- Técnica, 1985.

25. Emanuel Libman: ANNIVERSARY VOLUMES, v.1., p. 363. New York, Edit International, 1932.

26. Analícese las interesantes reflexiones de Eduardo Kigman en su texto "LAS CIUDADES EN LA TRANSICION AL CAPITALISMO", pp. 11-25. Quito, Edic. CIUDAD, 1987.

rendimiento. Más tarde, en Grecia surgirá un primer tipo de "ciencia racional" creada sobre la base técnica entonces vigente.

La ciencia, abstrayendo su grado de racionalidad y precisión, fue así un elemento intercomunicador entre las prácticas establecidas y heredadas 27/ y el conjunto de saberes que aseguraban el CONTINUUM histórico. 28/

Dicha práctica establecida fue la técnica, entendida como el "Modo de actuar" en la complejidad del mundo. 29/

## 2. LA INSTITUCIONALIZACION DE LA CIENCIA

"!Feliz aquel a quien fue dado a conocer las causas de las cosas, y hallar bajo su planta los vanos temores y el inexorable Hado y el estrépito del avaro Aqueronte". Virgilio: Geórgicas

La ciencia no es solo un modo de comprender, sino además, una institución cuya constitución y legitimación es moderna. Engels 30/ afirma que la investigación moderna data de esa poderosa época de la Reforma desplegada en los años 1500.

En las sociedades preindustriales las actividades cognoscitivas permanecían como monopolio exclusivo de una intelectualidad restringida a los ámbitos religiosos. Solo a partir de los años 1400 y 1500 se hizo posible su institu-

cionalización y autonomía.

La institucionalización implicó la formación de un grupo organizado de científicos dedicados y especializados en sus complejas y vastas actividades. Grupo que tenía que diferir y distinguirse del resto de profesiones liberales. El producto del trabajo científico hasta entonces se valorizaba solo en el momento en que se incorporaba a la técnica.

En este nivel, cada etapa de crecimiento de la ciencia era positiva solo cuando entraba en relación directa con los mecanismos de la producción económica, y, cada fase o período de su florecimiento y despegue solo era posible si coincidía con el incremento cuantitativo y cualitativo de la actividad productiva y con el progreso técnico, que el Profesor Derek J. Price describe como "... el modo normal de crecimiento de la ciencia o LEY DEL CRECIMIENTO EXPONENCIAL vinculada a la sociedad y a la economía". 31/John Stuart Mill, en su PRINCIPIOS DE ECONOMIA POLITICA

27. Marx, EL CAPITAL, t. 1. pp. 130-134. México, Fondo de Cultura Económica, 1972 (5a. r.).

28. Bernal, ob. cit., v. 1. p. 9

29. Ibidem., v. 1. pp. 44-45

30. Engels, F. DIALECTICA DE LA NATURALEZA, p. 27. México, Edit. Cartago, 1981

31. Cf. HACIA UNA CIENCIA DE LA CIENCIA, p. 37. Barcelona, Edit. Ariel, 1973

32. Ob. Cit., p. 62. México, Fondo de Cultura Económica, 1978 (1a. r.)

(1848), apuntó sobre este tema: 32/  
"Desde un punto de vista nacional o universal, el trabajo del sabio o del pensador especulativo es (...) una parte de la producción, tanto como el del inventor de un artificio práctico; ya que muchas de esas invenciones han sido la consecuencia directa de descubrimientos teóricos y que toda ampliación del conocimiento de las fuerzas de la naturaleza se halla plena de posibles aplicaciones para los fines de la vida exterior".

Pensemos en Arquímedes (-287 a -212) cuando descubrió la LEY DE LA PALANCA, haciendo posible la creación de nuevos inventos mecánicos y la construcción de posteriores generalizaciones en la mecánica y la física. Siglos más tarde los descubrimientos de Galileo Galilei darían un apoyo sustancial a la expansión económica.

La "puesta en valor" de las invenciones científicas implicó una valoración social de ellas.

Algunas teorías aducen que la Ciencia es una esfera especial de la actividad humana que obedece a regularidades y conexiones propias y que es "... absolutamente INDEPENDIENTE DE SUS CONSIDERACIONES ECONOMICAS Y POLITICAS". 33/ Tal supuesto constituye una falacia.

Pues toda tradición científica (independientemente de su temporalidad histórica) posee un condicionamiento contextual. Por supuesto que estos no

son visibles en la epidermis del proceso de creación científica. Pero son actuantes más allá de lo inmediato y de lo dado en la ciencia.

Veamos:

Desde la antigüedad, la conservación y desarrollo del conocimiento ha sido práctica de una "profesión" ejercida por personas que acumulaban y preservaban los saberes sociales depositándose en la memoria colectiva a través de símbolos.

Aquello significó que la ciencia, desde sus orígenes, fue una "ocupación" selectiva, es decir "... limitada a una minoría de individuos" 34/ como los Amautas en los Andes o Shamanes y sacerdotes quiteños.

Pero no solo esto.

En los distintos tiempos se crearon varios obstáculos institucionales para impedir su progreso, retardando así -como lo intuyera Robert Merton 35/ - todo "avance científico", cuando ha sido siempre el libre acceso a la búsqueda del conocimiento un imperativo funcional para el desarrollo.

33. Bernal, v.1., p. 48

34. Bernal, v.1., p. 47.

35. Merton, Robert K. "Los Imperativos Institucionales de la Ciencia", pp. 64 a 69. En: ESTUDIOS - SOBRE SOCIOLOGIA DE LA CIENCIA (Et.Al.). Madrid, Alianza Editorial, 1980.

"La evolución de la ciencia y de las actividades creadoras del espíritu en general, exige otro tipo de libertad, que puede calificarse de libertad interna. Es esa libertad de espíritu que consiste en pensar con independencia de las limitaciones de los prejuicios autoritarios y sociales así como frente a la rutina antifilosófica y el hábito embrutecedor en general". 36/

En toda historia humana, la ciencia ha estado siempre subordinada a las necesidades, intereses y valores sociales.

El Obispo Sprat 37/ en su HISTORY OF THE ROYAL SOCIETY (1667), escribió que las ciencias hasta el siglo XVII habían sido "proscritas" del mundo.

Su diagnóstico suscito sigue siendo válido no solo para el análisis de las sociedades medievales, sino además para el futuro de los países subdesarrollados. La proscripción de la ciencia tuvo que significar la proscripción de la técnica moderna. Pero la burguesía asumió el papel histórico de liberarla. Para ello tomo conciencia que para el crecimiento de las economías era necesario contar con la ciencia y la técnica. Gracias a ellas lograron construir el escenario de la sociedad con-

temporánea: de la eficiencia, la racionalidad y el productivismo.

En las formaciones sociales preindustriales, al contrario, el desarrollo de sus economías no impusieron sus demandas.

Para ello fue necesario contar con un mercado mundial creciente viabilizado por los "descubrimientos" y las empresas colonizadoras a escala planetaria.

Como hilos invisibles de este drama, el de la "modernidad" con sus guerras de conquistas, estuvieron los intereses de los distintos agentes en pugna: el de los grupos sociales y hegemónicos, sus Estados e Instituciones económicas.

Cuando se rompieron los diques que contenían el despegue de la ciencia y la técnica, asumieron un papel de importancia las construcciones teóricas y las reflexiones mecánicas, que implicaron un período de profundas discusiones teóricas y empíricas como el de la mecánica de los años 1700 contra la Física aristotélica o el de la biología

36. Einstein, A. MIS IDEAS Y OPINIONES, p. 28. Barcelona, Edit.A. Bosch, 1983 (4a. i.).

37. Citado por Bernal, v.1., p. 31

del 1800 con los debates en pro o en contra acerca de la teoría de la evolución de las especies elaborada por Darwin (1809-1882).

Una regularidad sociológica en la ciencia, es el hecho que -en determinados períodos- se destruyen y derriban los fundamentos de las ideas establecidas como "verdades absolutas". En el siglo XX, Planck con la postulación de QUANTUM de acción y Einstein con la superación de Eter en el campo físico, invalidaron las ideas tradicionales del mundo que se habían mantenido como PARADIGMAS desde Copérnico y Newton. 38/

Este combate silencioso se dio al interior de ciertas etapas "normalizadas" de la ciencia. Los científicos y técnicos operaban con un conocimiento presumiblemente "verdadero" y confiable. Toda tentativa crítica a ese saber se marginaba, suprimiendo cualquier innovación propuesta. 39/

Cuando las nuevas ideas irrumpían en la "oficialidad" estandarizada se producía la ruptura: el de las revoluciones en la ciencia o la técnica como las de Copérnico, Galileo, Newton, Darwin o Einstein.

Cada salto representó una superación de los viejos paradignas y dogmas.

!He aquí la riqueza siempre abierta de las fundamentales obras científicas y

técnicas!.

Newton escribía en 1704:

"he tratado de dar una explicación de las coronas de colores que algunas veces aparecen en torno al sol y la luna, pero a falta de observaciones suficientes dejo el asunto para ulteriores investigaciones. Así mismo, he dejado en un estado de imperfección el tema abordado en el tercer libro, pues ni he realizado todos los experimentos planeados cuando me ocupé de esas materias, ni he repetido los ejecutados hasta el punto de sentirme satisfecho con todas sus circunstancias. Mi único deseo al publicar estos escritos es comunicar lo que hecho, dejando a los demás la tarea de realizar ulteriores investigaciones sobre lo que resta".40/

Como vemos, la ciencia no se valora solo por su aporte al pensamiento. Su matriz de retroalimentación y reformulación es la práctica es solo la práctica.

.....

38. Véase la definición dada por T. Kuhn, Ob. cit., p. 33: como una o más realizaciones científicas pasadas que se reconocen (durante cierto período) como FUNDAMENTOS para las prácticas posteriores.

39. Lenin, W. I. OBRAS COMPLETAS, t. 14, p. 201. México, Edic. Salvador Allende, s.f.

40. Newton, Isaac. OPTICA O TRATADO DE LAS REFLEXIONES, REFRACCIONES, INFLECCIONES Y COLORES DE LA LUZ (1704), advertencia I. Madrid, Edic. Alfaguara, 1977.

Bernal 41/, anotó que a la "sucesión temporal" de la ciencia corresponde su "posible" utilidad práctica. En el CONTINUUM de la historia encontramos "largas cadenas de descubrimientos sucesivos": la electricidad en el XVIII o la física atómica y nuclear en el XX, cuyos efectos a mediano y largo plazo permiten prever el advenimiento de varios descubrimientos cruciales.

**Continuidad esencial** que niega toda noción metafísica o absolutista de rupturas 42/. Afirmarlo sería una falacia. Son necesarios los períodos de saltos en la ciencia. Ellos preservan lo positivo de un conocimiento superado, como base constructiva en el devenir de nuevas investigaciones científicas. Francis Bacon (1551-1626), quien opuso al razonamiento escolástico la validez cognoscitiva de la experiencia y la razón, retomando lo positivo de Aristóteles y los preceptos válidos de Roger Bacon (1214-1293). 43/

A largo plazo, entre 1400 y 1800 el conflicto entre el sistema teórico referencial dominante (aristotélico-escolástico) y las nuevas ideas científicas, aminoraban su superación en un nuevo modelo, más riguroso y coherente.

Serán las modificaciones estructurales operadas en la base económica de las sociedades las que acelerarán o retardarán la solución de este conflicto.

Algunos casos lo ejemplifican:

En la antigua Universidad de Padua (Italia), hasta fines del 1600, el aristo-

telismo (en su vertiente averroísta) 44/ se sostuvo como sistema referencial para la formación de médicos profesionales, tal como ocurrió con las Universidades hispanoamericanas creadas hasta el siglo XVIII.

Lo anotado permite asentar una premisa: **A CADA GRAN PERIODO DE DESARROLLO CIENTIFICO CORRESPONDE UN PERIODO DE PROFUNDOS CAMBIOS SOCIOECONOMICOS.**

Pero el progreso de la ciencia no es ni ha sido uniforme.

Gramsci 45/, aduce que todo proceso es una "unidad en el tiempo", esto es, que todo presente contiene siempre "todo el pasado" y de este pasado se realiza en el presente lo que es "esencial". Y aquello que se excluye y que no se transmite, en el proceso histórico, es lo irrelevante, lo casual o contingente.

En esto radica la unicidad de la historia y la posibilidad de su comprensión científica.

41. Ob. cit., v.1, p. 42.

42. Koyré: Opus. Cit., pp. 9-10.

43. Engels: ob. cit., pp. 27-28.

44. Ibn. Ruchd. Mohammed ó Averroes (1126-1198), filósofo y científico árabe que vivió en España en el período del Califato de Córdoba, cultivó los elementos materialistas de la filosofía de Aristóteles.

45. Ob. cit., p. 132.

46. Obras Escogidas, t.1., p. 75. Edición citada.

### 3 HACIA UNA DEFINICION DE LA CIENCIA Y LA TECNICA

"Yo considero la vida... como expresión de la acción espiritual que se manifiesta en todos los aspectos: en la ciencia, en el arte y en la vida privada". Karl Marx

Marx hizo una sabia observación no superada: que en la producción los hombres no operan solo sobre la naturaleza sino que "... actúan también los unos sobre los otros" plasmando, en la esfera de lo social, un conjunto complejo y dinámico de relaciones y vínculos 46/ a través del cual operan con su entorno.

Ahora bien, es una necesidad la innovación del proceso productivo y de su reproducción de escalas simples o restringidas a una escala ampliada. Ello se logra mediante una más profunda y compleja división social del trabajo y en la aplicación-concomitante de las innovaciones técnicas.

En otro texto suyo nos descubre que el desarrollo de una economía depende fundamentalmente de algunas variables: 47/

1. Las condiciones naturales: fertilidad del suelo, yacimientos mineros, etc.; y,

2. Del perfeccionamiento progresivo de los factores de la producción como efecto de una mayor combinación de las tareas del desarrollo de la división técnica del trabajo, del perfeccionamiento de los medios de comunicación y de transporte en la circulación de los bienes de capital y consumo y de la aplicación del conjunto total de "inventos" en que la ciencia obliga a las fuerzas naturales a ponerse al "servicio del trabajo".

Lenin 48/, en la misma perspectiva teórica, advierte que el desarrollo de la TECNICA está ligado al de la sociedad y que, en las condiciones del capitalismo, la técnica constituye una de las formas que asume el capital para la superación de la economía mercantil simple y de todo tipo económico no capitalista.

En otros pasajes clásicos de Marx, se enfatizan que toda acumulación genera un desarrollo sostenido de la división del trabajo, lo que sugiere una renovación constante de la base técnica. 49/

47. Ibidem., p. 390.

48. Véase: "El Contenido Económico del Populismo" (1895), p. 489. Obras Completas, tomo 1. Edic. citada.

49. Marx y Engels: ESCRITOS ECONOMICOS VARIOS, p. 30. México, Edit. Grijalbo, 1962.

En este plano revolución industrial de 1800 no será más que la expresión mediatizada de una "relación histórica real" entre la naturaleza, las ciencias y la sociedad. 50/

Jaime Labastida 51/ anota que ello está mucho más allá de los intereses inmediatos de los grupos sociales y sus conflictos. Pienso lo contrario. 52/

Deduzco que la CIENCIA posee un correspondiente contenido simbólico que se expresa a nivel de las distintas formas cognoscitivas y, a su vez, posee un componente práctico que se expresa en el diseño y/o perfeccionamiento de las técnicas de operación objetiva. 53/ Dicha relación es inmanente e inseparable.

De ahí que nuestro reiterativo argumento teórico, de carácter introductorio, intenta ahora aproximarnos a la comprensión de ese mundo complejo denominado CULTURA MATERIAL. 54/

La sociedad desde sus orígenes requirió de la ciencia para elevar el nivel de su relación de intercambio con la naturaleza a través del trabajo y la técnica, componentes claves de toda cultura material. 55/

De este modo entraron en comunicación una serie de variables aparentemente inconexas: la vida material con la producción de los bienes y servicios; la vida intelectual y sus pro-

ductos teóricos conceptuales; la organización política y social; y la compleja trama de las diversas instituciones culturales. 56/

Engels, consideró necesario demostrar que todas las manifestaciones simbólicas son "consecuencias" del grado de desarrollo en que se encuentra una economía. 57/

Thomas Kuhn 58/, argumenta que en una investigación sociológica de la ciencia (o la técnica) hay que revelar la concurrencia de una serie de elementos simbólicos y materiales.

.....

50. Idem., p. 88.

51. Labastida, Jaime. PRODUCCION, CIENCIA Y SOCIEDAD: DE DESCARTES A MARX, pp. 42-43. México, Edit. Siglo XXI, 1980 (9a. edición).

52. Lenin, W.I. MATERIALISMO Y EMPIRIOCRTICISMO, p. 146. Moscú, Edic. en Lenguas Extranjeras, 1948.

53. Chesnokov, op. cit., pp. 279-281.

54. Valen, en términos generales, las anotaciones de Bernal, ob. cit.

55. Gramsci, A. Ob. cit., pp. 49-50

56. Mori, Gerogio. LA REVOLUCION INDUSTRIAL, p. 131. Barcelona, Edit. Crítica, 1983

57. Engels, F. LA GUERRA DE LOS CAMPE- SINOS EN ALEMANIA Y EL PROBLEMA DE LA VIVIENDA, P. 8 Buenos Aires, Edit. Claridad, 1971.

58. Op. cit.

Pero, ¿Cuáles son los elementos? Veamos:

- i. La MATRIZ socioeconómica sobre la que se desarrolla;
- ii. Las causas por lo que la ciencia se limita a uno o dos paradigmas y rechaza otras en una u otra época histórica;
- iii. Los mitos y errores que obstaculizaron la acumulación progresiva de conocimientos científicos y técnicos.

Además, analizar los cambios cualitativos que se han dado en las etapas de transición de formaciones sociales preindustriales a formas industriales: 59/

- i. los posibles cambios en la sustitución de ciertas funciones manuales y mentales del trabajo como producto de la introducción de las innovaciones técnicas;
- ii. el uso de nuevas fuentes de energía;
- iii. la fusión o no fusión de la ciencia con la técnica y los factores productivos.

Si recordáramos algunos textos clásicos sobre el desarrollo económico y técnico en ellos, Marx, descubre la

esencia renovadora del capital en expansión (entre los siglos XVI y XIX), al reemplazar éste "... la fuerza del hombre por las fuerzas naturales" y "... de la rutina experimentada por el empleo consciente de la ciencia" 60/, sin dejar de revelar -claro está- el rasgo brutal, despiadado y antihumano de su desarrollo. 61/

Por ello la ciencia plantea el objetivo de DESCUBRIR y de INTERPRETAR las relaciones internas y externas y de coordinación y subordinación existentes, entre su evolución y el de las técnicas, la economía y la sociedad en su conjunto.

Pero hay un punto de partida inobjetable:

**La difusión de las IDEAS CIENTÍFICAS ha sido y es un factor decisivo en la configuración de un modelo general del pensamiento humano.**

Y cuando a aquella DIFUSION se obs-

59. Es importante y revelador el estudio del Prof. José L. Massera acerca de algunas líneas metodológicas para el estudio de la ciencia. Véase: CIENCIA, EDUCACION, REVOLUCION, pp. 16-17. Quito, Edit. Universidad Central, s.f.

60. EL CAPITAL, t. 1. cap. XII, p. 278.

61. Grundrisse ó ELEMENTOS FUNDAMENTALES PARA LA CRITICA DE LA ECONOMIA POLITICA (1857-1858), v. II, pp. 212, 213 y 220. Buenos Aires, Edit. Siglo XXI, 1973 (4a. e.)

taculiza por una "justificación" o "verdad pública", la ciencia pierde uno de sus resortes propulsores fundamentales y con ello la investigación y renovación del conocimiento científico, así como lo apuntara el sabio e ilustre sacerdote jesuita Teilhard de Chardin: 62/ "... NO INVESTIGAR, no penetrar en las profundidades del dominio de las Energías y del pensamiento, no intenta anotar lo Real, sería una grave triple culpa".

Hay que analizar los procesos de difusión y aplicación de las ideas científicas e innovaciones técnicas en una época histórica de transición: el de la descomposición de la premodernidad y el absolutismo y la formación paulatina de las Sociedades y Estados Proto-industriales en condiciones de afianzamiento del sistema colonial 63/ periférico en Asia, Africa y América.

En Europa, el capital en desarrollo fue generando (fuera de la esfera de la producción) una masa creciente de trabajo intelectual para su siempre necesaria reproducción, creando una masa calificada de Educadores dedicados a la elevación del nivel cultural y técnico de la mano de obra disponible en los mercados locales y regionales.

En el otro, formó a un grupo de Especialistas. Hombres de ciencia como Galileo Galilei, Newton, Boyle (1627-1691), Franklin (1706-1790) o Lomonosov (1711-1765)-, cuya actividad era vital para el desarrollo teórico e indi-

rectamente para el de la producción de bienes y servicios. 64/

Al desarrollarse el capital no solo incrementó la especialización del trabajo, 65/ sino además, redujo a la mano de obra a proporcionar exclusivamente un TRABAJO SIMPLIFICADO, parcelario e imitativo; dejando a los especialistas (técnicos y/o científicos) la función de introducir las combinaciones de factores en los equipos y maquinarias.

El núcleo del desarrollo de la TECNICA tuvo que expresarse en el perfeccionamiento de los instrumentos y más dispositivos para la acción productiva. Pero éste se origina en la matriz del saber científico en su doble vertiente: el teórico y el técnico o empírico. 66/

Y en la economía, la TECNICA constituye uno de sus componentes básicos

.....

62. Cf. LA MAITRISE DU MONDE ET LE RE-NE DE DIEU (1916); citado por Claude Cuénot: CIENCIA Y FE EN TEILHARD DE CHARDIN, p. 64. Barcelona, Edit. Plaza & Janes, 1975.

63. Lenin. OC., t. 21, p. 321.

64. Massera, ob. cit., p. 39.

65. El Capital, libro I, cap. XIV, pp. 369-370.

66. UKRAINTSEV, Boris. "Las Ciencias de la Naturaleza y de la Sociedad y el Saber Técnico", pp. 183-188. En: HOMBRE, CIENCIA, TECNICA. Academia de Ciencias de la URSS. Buenos Aires, Edit. Cartago, 1974.

y un índice objetivo del nivel de su desarrollo. Mas no es un factor -como algunos aducen- "omnideterminante", pero cumple una función de importancia en la constelación de factores que inciden en el progreso histórico. 67/

Vuelve a insistir Thomas Kuhn 68/ que, "... debido a que las artesanías son una fuente accesible de hechos que fortuitamente no podrían descubrirse, la TECNOLOGIA ha desempeñado frecuentemente un papel vital en el surgimiento de nuevas ciencias".

Estas "artesanías" ejercieron una función reveladora y renovadora en la historia de la ciencia y la técnica como la medicina, la confección de calderos y la metalurgia.

Aquí radica el origen de las ciencias particulares en la larga fase histórica de la "acumulación originaria" del saber científico como constituyeron los escritos enciclopédicos y eruditos de Plinio (123 a 79 a.c.) o las Historias Naturales del siglo XVII.

Para Marx 69/, la TECNICA es un "material natural" transformado en un "órgano de poder de la voluntad humana sobre la naturaleza". Empero la ciencia -en sentido general-es una "TECNICA POTENCIAL" no objetivizada.

En fin, podemos definir convencionalmente a la TECNICA como "...un cuerpo racionalizado y sistematizado de conocimientos diferenciados orien-

tado hacia el modo de que se hagan cosas en masa" en relación directa con la Ciencia; 70/ o como la explicita Lenin: la tecnología nos descubre la relación dinámica y actuante entre la sociedad y la naturaleza, nos descubre la esencia del proceso inmediato de producción por el cual se sustenta la vida. 71/

El Profesor Luis Romo Saltos 72/, de la Universidad Central del Ecuador, infiere que si la ciencia es una "actividad organizada" y un "quehacer dinámico" en los procesos de asimilación crítica de la realidad, la técnica, complementariamente constituye una "herramienta supinamente empírica", pero que contiene o lleva en sí un saber científico (cualesquiera sean su grado de desarrollo), esto es, potencializa en términos concretos las conquistas de la ciencia entendida como una "prolongación" o "extensión" (como lo diría Jorge Luis Borges) de nuestras limitadas y frágiles capacidades humanas.

.....  
67. Ibidem., p. 48.

68. Ob. cit., p. 41.

69. Véase, BOBROV, L. FUNDAMENTO DEL OPTIMISMO, p. 135. Moscú, Edit. MIR, 1975.

70. UNESCO: HISTORIA DE LA HUMANIDAD. DESARROLLO CULTURAL Y CIENTIFICO (en 12 tomos), t. 6, p. 343. España, Edit. PLANETA, 1981 (3a. r.)

71. Obras completas, t. 22, p. 147.

72. P. 76. Quito, Edit. Universitaria, 1978.

73. Cf. CORREO DE UN BIOLOGO, p. 180. Madrid, Alianza Editorial, 1971.

Jean Rostand, en su **CORREO DE UN BIÓLOGO** 73/ anotó algo sugerente:

"Es necesario pensar, como Jean Piaget, que las funciones del conocimiento prolongan, en el plano intelectual, las funciones orgánicas de regulación".

Pero acaso, esta "prolongación": no está dada por la técnica? Y ella, no es reguladora metaorgánica de la actividad humana en su relación con el mundo? Como producto social, la técnica está determinada por múltiples factores contextuales. En esta esfera entran en juego diversos elementos que constituyen LA CULTURA de un pueblo, como expresión de la más alta manifestación de la ACCION HUMANA.

Solo esta totalidad comprensiva nos podrá dar la clave acerca de la función vital de la ciencia y la técnica en los procesos constitutivos de nuestra identidad histórica desde la época aborígen hasta los momentos de crisis, de derrumbe y descomposición de la dominación colonial española en las primeras décadas del siglo decimonónico.

*"No ha de menospreciarse como si fuera pequeño, aquello sin lo cual no pueden mantenerse en pie las grandes cosas"*

San Jerónimo.

Desde sus fases más tempranas de evolución, la técnica en cierta medida con "independencia" de las teorías científicas y, en los momentos en que se crearon las diversas abstracciones teóricas, se fue paulatinamente adaptando -a través de su perfeccionamiento- a sus principios y leyes.

Creemos que a partir del siglo XVI se acelera este proceso: el de una relación empírico-concreta de la técnica con el saber general de la ciencia, salto hacia una relación más profunda de carácter teórico-complejo.

Proceso, por supuesto, prolongado y difícil. Dando paso así a una "alianza" inicial entre la ciencia y la técnica en diversos campos como el de la Física Aplicada, la Química Industrial, Agricultura, Botánica, Metalurgia y Minería, cuyos nuevos contenidos no tuvieron aceptación -para entonces- en los Programas de Estudios de las conservadoras Universidades Europeas. 74/

Es entre los años 1500 y 1800 donde apreciamos un proceso paulatino y complejo de cambios en las formas organizativas del trabajo social y del desarrollo del saber científico.

---

74. UNESCO: Historia de la Humanidad, t. 6, p. 343.

En hundimiento del viejo orden de las economías autocráticas (patriarcales y de autosubsistencia) en una parte importante de EUROPA, y el peso cada vez más creciente del CAPITAL y de sus formas de actuación, marcarían el ritmo de los cambios socio-económicos europeos y mundiales 75/ en el mundo moderno.

John Stuart Mill, dio cuenta de este proceso: 76/

"La producción de la riqueza, la extracción de los materiales de la tierra, de los instrumentos para la subsistencia y la felicidad humanas, no es, evidentemente, una cosa arbitraria. Tiene sus CONDICIONES NECESARIAS. De estas, unas son FISICAS y dependen de las propiedades de la materia y del GRADO DE CONOCIMIENTO DE ESTAS (...)"

En suma, el proceso técnico puede ser explicado a través de una categoría básica: el de los MODOS TECNOLOGICOS DE PRODUCCION.

Gaspar J. García Galló 77/, la conceptualiza como una forma de entender la integración entre la sociedad y sus medios cognoscitivos con los instrumentos de la producción material.

Cuatro han sido los estadios de transformación de los MODOS TECNOLOGICOS DE PRODUCCION:

i. MTP basado en el trabajo manual directo y en el uso de herramientas simples y artesanales (MODO TECNOLOGICO DE PRODUCCION MANUAL);

ii. MTP basado en la maquinización y en el uso de la fuerza motriz (MODO TECNOLOGICO DE PRODUCCION MAQUINIZADO);

iii. MTP basado en la automatización cuando el productor se sitúa junto al SISTEMA TECNICO para controlarlo y dirigirlo (MODO TECNOLOGICO DE PRODUCCION AUTOMATIZADO);

iv. MTP basado en la cibernética o "inteligencia artificial", cuando las máquinas además de producir bienes materiales, produce trabajo intelectual (MODO TECNOLOGICO DE PRODUCCION CIBERNETICA).

Las sociedades precapitalistas se basaron en el uso de medios productivos manuales. Pero a partir del 1600 se dio paso a la transición del MTP manual al maquinizado. 78/

---

75. Turchetto, M. (et. al.): *LAVORO, SCIENZA E POTERE*, pp. 26, 161-172. Milano, Edit. G. Feltrinelli, 1981.

76. Ob. cit. p. 45.

77. Cf. *FILOSOFIA, CIENCIA E IDEOLOGIA*, pp. 66 y sgts. La Habana, Edit. Científico-Técnica, 1985 (1a. r.).

78. Algunas reflexiones importantes se pueden hallar en el ya clásico texto: *METODOLOGIA DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO.*, p. 173, de las Academias de Ciencias de Cuba y la URSS. La Habana, Edit. Ciencias Sociales, 1978.

Con el capitalismo surgieron las condiciones para intensificar y modernizar la producción.

En 1775 el cambio se hizo evidente: mientras los países más ricos de Europa (incluso la contradictoria e impotente España) aceleraban su tránsito hacia la modernidad, las regiones colonizadas del mundo (en proporción inversa), aceleraban sus condiciones de dependencia y subdesarrollo.

Aquello fue el precio de una economía en expansión y crecimiento.

Europa comenzó a edificar su vigorosa infraestructura científica y técnica que le permitirá más tarde convertirse en el "epicentro" del mundo.

Por ello tuvieron que pasar demasiadas décadas para descubrir en los PRINCIPIOS de Newton las soluciones teóricas a múltiples problemas técnicos ligados a la producción. Cuando William Ramsay 79/, químico inglés, descubriera UN METODO OPTIMO para la obtención directa de los yacimientos de carbón demostró -con los hechos- el reencuentro de la técnica con la ciencia.

Hacia 1800 se socializaron los usos de las leyes de la mecánica en la producción de bienes.

Pero antes había sido imposible su uso

racional y productivo, por algunas razones:

1. Porque la experiencia técnica empírica era suficiente para satisfacer los niveles bajos de la demanda, la producción y el intercambio (por eso se archivaron los diseños mecánicos de Leonardo da Vinci); y,
2. Por que los TECNICOS ESPECIALIZADOS (que llevaban el rango de ARTESANOS o maestros) no se formaron en los centros académicos más avanzados de Europa, marginándose así de las necesarias nociones teóricas de la ciencia.

En fin, será la economía capitalista la encargada de desbrozar el camino y transferir a la ciencia un papel protagónico.

Antes, la ciencia antigua reflejó dialécticamente el ascenso y decadencia de las sociedades esclavistas. En el medioevo, reflejó su escaso empleo en las unidades económicas patriarcales y terratenientes. 80/ Con la modernidad, la ciencia llegaría a ser el producto de una ruptura: el de la transformación radical de los modos de vida, desde la producción hasta el intercambio y consumo de los bienes y servicios. 81/

---

79. Lenin, W. I. Obras Completas, t. 19, p. 246.

80. Bernal: HISTORIA SOCIAL..., v. 1, p. 70.

81. Idem., p. 74.