

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

19-2-49

LA CIENCIA DE LA LOGICA

ELI DE GORTARI

Tesis para optar
por el grado de
Maestro en Filosofia

MEXICO

1949



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

investigación de la lógica, y especialmente de la lógica formal. En
este sentido, el presente estudio de la lógica formal, que
de los fundamentos de la lógica, y de la lógica formal, y de
la lógica formal, y de la lógica formal, y de la lógica formal,
PROLOGO

La presente obra se propone servir de introducción para el estudio científico de la lógica. Por lo tanto, desde el principio se acusa en ella una divergencia radical con respecto a los textos comunes sobre esta materia. Porque, procediendo con un criterio científico, no nos hemos propuesto ignorar las aportaciones más importantes que se han hecho acerca de la investigación lógica; sino que, bien al contrario, procuramos utilizarlas en todo aquello que tienen de positivo por su verificación objetiva en el trabajo científico.

Consideramos que los problemas lógicos fundamentales son aquellos que surgen en la tarea de la investigación; porque la lógica, como toda ciencia, concentra su atención en la indagación de nuevos resultados, en el progreso de lo desconocido a lo conocido. Por lo tanto, nuestra obra aspira a mostrar el funcionamiento de las leyes del pensamiento en su operación dialéctica y de descubrimiento, y a destacar las conexiones existentes entre estas mismas leyes.

Partimos de la concepción general de que existe una identidad esencial entre las leyes del pensamiento y las leyes de la naturaleza y de la sociedad. Y en el curso del desarrollo de la obra entera, consideramos aportar las pruebas y las demostraciones necesarias y suficientes para verificar el carácter fundamental de este principio. De este modo, esperamos haber realizado, también en este punto, una tarea científica, al exhibir la conversión de un postulado indispensables en fundamento comprobado.

Otra característica importante de nuestro trabajo es el esfuerzo para presentar en todos los casos, ejemplos extraídos efectivamente de la investigación científica. Además, a la multiplicidad de estos ejemplos aunamos el hecho de que todos ellos constituyen partes importantes de los temas que actualmente son in-----

vestigados en los diferentes dominios científicos. En estas condiciones, hemos eludido el esquematismo trivial de los ejemplos, que casi se han hecho clásicos en los tratados lógicos, y que por su superficialidad y simplicidad extremadas, sirven para todo lo que se quiera, pero menos para la comprobación de las funciones lógicas en el seno de la ciencia. Por lo tanto, procurando resolver las dificultades que presenta su comprensión para quienes no son especialistas, y auxiliándonos de quienes si lo son, es que exponemos muchos problemas de la ciencia, en la forma más sencilla que nos ha sido posible, pero sin sacrificar lo fundamental en aras de la simplicidad.

No nos proponemos, en modo alguno, presentar un desarrollo lógico más o menos consistente en sí mismo, y plausible; que resultara aplicable desde el exterior a la investigación científica. Por lo contrario, consideramos que en todos los casos hemos puesto de manifiesto como se desprenden de las propias operaciones investigadoras y de sus resultados, las funciones y las leyes lógicas que desarrollamos en la obra. Y, como todas las conexiones y acciones recíprocas que se muestran entre las leyes y las operaciones lógicas, no son otra cosa que el correlato y la reflexión de las acciones recíprocas y de las conexiones que se manifiestan objetivamente en el dominio científico y que, en último término, corresponden necesariamente a las interconexiones y a las influencias recíprocas que existen en los procesos de la naturaleza y de la sociedad, y que éstos imponen a las ciencias en general y a la lógica en particular.

Las citas y los fragmentos textuales que se encuentran frecuentemente en toda la obra, responden al propósito expresado inicialmente de utilizar fecundamente el material aportado por lógicos y científicos. Particularmente, son mucho más numerosas las citas que las inclusiones textuales, porque de este modo hemos podido simplificar en algunos casos y, sobre todo, destacar en la mayor parte, y hasta agudizar, aquello que realmente corresponde al tratamiento lógico, en el sentido de nuestros propósitos y de acuerdo con nuestras propias concepciones. Aún cuando, resulta inútil aclarar que este calificativo de "propias", solamente significa la asimilación que por nuestra cuenta y con nuestros recursos, hemos logrado de la filosofía y de la ciencia. No obstante lo cual, consideramos que esta obra constituye, por lo menos, un intento de demos - - - - -

tración objetiva de que nuestras concepciones son válidas y eficaces en el dominio lógico y en el campo de la investigación científica.

Por último, hacemos público nuestro agradecimiento a todas las personas que nos proporcionaron la ayuda de sus sugerencias y, particularmente a Dr. Carlos Graef - Fernández y al Lic. Guillermo Héctor Rodríguez, por los valiosos conocimientos y las fecundas sugerencias que adquirimos de ellos en cátedra y fuera de cátedra, así como por las iniciativas y los auxilios que nos proporcionaron en la preparación de este trabajo. Igualmente, expresamos nuestra gratitud al Dr. Samuel Ramos, por sus atinadas observaciones y sugerencias y por habernos brindado la oportunidad de exponer el resultado de las investigaciones que nos han conducido a la redacción de esta obra, en la cátedra de Lógica que nos ha confiado en la Facultad de Filosofía y Letras, a partir de los cursos del presente año.

Universidad Nacional de México.
Noviembre de 1949.

Capítulo Primero

EL DOMINIO DE LA LOGICA

1. El conocimiento científico

| | |
|--|---|
| Las leyes de la investigación científica | 1 |
| El carácter limitado de las soluciones | 2 |
| La necesidad del análisis separado | 3 |
| La constitución dialéctica de la ciencia | 3 |
| El método como objeto de determinación | 5 |
| El proceso científico de sucesivas determinaciones | 6 |

2. Los fundamentos científicos de la lógica

| | |
|---------------------------------------|----|
| El origen del conocimiento científico | 8 |
| El desarrollo histórico del universo | 9 |
| La historia humana | 10 |
| El fundamento de la dialéctica | 12 |

3. Los fundamentos lógicos de la ciencia

| | |
|---|----|
| La determinación progresiva de los principios lógicos | 13 |
| El carácter de los operadores lógicos | 14 |
| Los resultados de la axiomática | 16 |

4. El objeto como expresión general del problema del conocimiento

| | |
|--|----|
| La unidad del objeto | 19 |
| Correspondencia entre el objeto y su consideración | 20 |
| La expresión del conocimiento en el objeto | 22 |
| La objetividad del conocimiento | 23 |
| El problema del movimiento en las aporías de Zenón de Elea | 24 |

5. Las diversas consideraciones del objeto

| | |
|--|----|
| La existencia universal manifestada en lo particular existente | 26 |
| La manifestación de los fenómenos | 27 |
| Los distintos enfoques del objeto | 28 |

| | |
|--|----|
| El desarrollo de la física explicado por las diferentes consideraciones históricas del movimiento de los cuerpos | 31 |
| El hombre como objeto de conocimiento de distintas disciplinas | 33 |

Capítulo Segundo

EL SISTEMA DE LAS FUNCIONES LOGICAS FUNDAMENTALES

1. El juicio como acto fundamental de la determinación

| | |
|--|----|
| Las formas del pensamiento | 35 |
| El carácter general de la determinación | 36 |
| La determinabilidad de lo indeterminado | 36 |
| Las funciones lógicas fundamentales | 37 |
| Los tres momentos del proceso lógico | 38 |
| Síntesis y análisis | 39 |
| Cualidad y cantidad | 40 |
| Continuidad y discontinuidad | 43 |
| Constancia y variación | 44 |
| Conexión y acción recíproca | 46 |
| El transcurso de la posibilidad a la existencia y, de ésta, a la necesidad | 48 |

2. Relación de juicio y concepto en la determinación

| | |
|--|----|
| Distinción entre el juicio y la oración | 49 |
| El papel gramatical de la cópula | 51 |
| Relación entre la lógica y la didáctica del conocimiento | 52 |
| Correlación entre juicio y concepto | 53 |

3. La determinación como dialéctica

| | |
|---|----|
| Concordancia entre el pensamiento y la existencia | 54 |
| Distinción entre el entendimiento y la razón | 55 |

Capítulo Tercero

TEORIA DEL JUICIO

1. La función de las categorías

| | |
|---|----|
| La mutua implicación entre los conceptos | 57 |
| Los conceptos fundamentales de la ciencia | 59 |
| El sistema de las categorías no es rígido | 60 |
| Las categorías son formas de expresión de las relaciones del universo | 61 |

| | |
|--|-----|
| 2. <u>La cualidad y sus grados</u> | |
| La unidad de los opuestos | 63 |
| La determinación cualitativa | 67 |
| El momento de la identidad | 68 |
| El momento de la contradicción | 69 |
| El momento de la limitación de clase | 70 |
| 3. <u>La cantidad y sus grados</u> | |
| La cuantificación de las cualidades | 71 |
| La determinación cuantitativa | 73 |
| Cantidad, magnitud y medida | 74 |
| La síntesis de la continuidad y el procedimiento de la discontinuidad | 76 |
| El momento de la realidad | 78 |
| El momento de la pluralidad | 78 |
| El momento de la totalidad | 79 |
| 4. <u>La relación. La determinación de la naturaleza y de la sociedad</u> | |
| La relación entre las cantidades | 80 |
| La determinación relacionante | 81 |
| Categoría y función | 82 |
| Ecuaciones diferenciales y leyes físicas | 83 |
| Espacio y tiempo | 86 |
| Las propiedades específicas del espacio | 87 |
| Las propiedades específicas del tiempo | 89 |
| La concepción del espacio en la geometría | 90 |
| La concepción del espacio en la física | 93 |
| La concepción del espacio en la biología | 97 |
| La concepción del espacio en la psicología | 100 |
| Permanencia y movimiento | 104 |
| Relación entre espacio, tiempo y movimiento | 105 |
| Causalidad e interacción | 106 |
| La determinación resultante de la actividad humana | 108 |
| El determinismo físico | 110 |
| Determinismo e indeterminismo en la ciencia | 113 |
| La caracterización determinista de la biología y su explicación teleológica | 116 |
| El curso general de la historia de la sociedad y su determinación particular | 122 |
| 5. <u>La modalidad y la metódica: posibilidad, existencia y necesidad</u> | |
| La modalidad de las relaciones | 125 |
| La determinación modal | 126 |
| El momento de la posibilidad | 128 |
| El desarrollo de las hipótesis fundamentales de la física | 130 |
| El momento de la existencia | 132 |

| | |
|--|-----|
| La existencia matemática | 134 |
| El momento de la necesidad | 135 |
| Libertad y necesidad | 139 |
| 6. <u>Las formas del movimiento del pensamiento</u> | |
| Las interrelaciones de las categorías | 140 |
| El proceso de generalización de la ciencia | 141 |
| La forma del juicio | 143 |
| 7. <u>La clasificación de los juicios</u> | |
| Juicios de inherencia | 144 |
| Juicio positivo | 145 |
| Juicio negativo | 146 |
| Juicio limitante | 146 |
| Juicios de inclusión | 146 |
| Juicio unitario | 147 |
| Juicio particular | 147 |
| Juicio universal | 148 |
| Juicios de implicación | 148 |
| Juicio categórico | 149 |
| Juicio hipotético | 149 |
| Juicio disyuntivo | 149 |
| Juicios de concordancia | 150 |
| Juicio asertórico | 151 |
| Juicio problemático | 151 |
| Juicio apodíctico | 152 |

C a p í t u l o C u a r t o

TEORIA DEL CONCEPTO

| | |
|---|-----|
| 1. <u>La determinación del concepto</u> | |
| El proceso del concepto | 153 |
| La transformación del concepto | 154 |
| La expresión de los conceptos en los distintos tipos de geometría | 156 |
| 2. <u>Los momentos de la conceptualización</u> | |
| La relación entre las formas de existencia y sus tipos conceptuales | 158 |
| El momento de la tesis | 160 |
| El momento de la antítesis | 160 |
| El momento de la síntesis | 161 |
| Los cambios conceptuales que se operan entre las diversas teorías físicas | 162 |
| 3. <u>La conceptualización científica</u> | |
| Relación entre la materia del conocimiento y su forma conceptual | 166 |

Formulación del concepto 167

4. Comprensión y extensión del concepto

El contraste entre lo genérico y lo específico 169
La relación entre los conceptos 171
La cuantificación de los conceptos en el juicio 174

5. Las relaciones interconceptuales

La conexión entre los conceptos 175
La clasificación de los conceptos 176
El procedimiento sistemático de clasificación en la biología 178
La definición de los conceptos 181
La universalidad de la definición matemática 183

C a p í t u l o Q u i n t o
LA APORETICA

1. Caracterización de los problemas científicos y de sus leyes

El planteamiento de los problemas 186
La posibilidad de los problemas científicos 188

2. La relación entre la aporía y el sistema

La perspectiva problemática del sistema científico 189
La conexión sistemática en el procedimiento problemático de la geometría 191

C a p í t u l o S e x t o
LA METODICA

1. Objeto y función de la metódica

La operación metódica del conocimiento 193
Los operadores metódicos 195
Caracterización de los métodos 195
La función metódica de la lógica 197

2. Desarrollo histórico de la metódica

La correspondencia entre la filosofía y la ciencia 198
Las coincidencias entre la lógica de Aristóteles y la geometría de Euclides 199
La conexión entre la lógica de Bacon y la mecánica de Galileo 201
Los puntos de contacto entre la lógica de Hegel y la economía de Marx 203

3. Las formas metódicas y sus relaciones

| | |
|--|-----|
| Estructura lógica de las teorías metódicas | 205 |
| Las clases de métodos | 208 |

C a p í t u l o S é p t i m o

TEORIA DE LA DEDUCCION

1. Los principios de la conexión

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Identidad y diversidad | 211 |
| No-contradicción y si-contradicción | 214 |
| Disyunción y síntesis | 216 |
| Necesidad y suficiencia | 219 |

2. Las inferencias inmediatas

| | |
|--|-----|
| La operación deductiva | 221 |
| Expresión e interpretación de los elementos deductivos | 223 |
| Conversión de juicios | 226 |

3. Los silogismos simples

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Los elementos y las especies | 230 |
| Las reglas del silogismo | 231 |
| La deducción silogística | 232 |
| Los ocho modos de la primera figura | 233 |
| Los siete modos de la segunda figura | 236 |
| Los doce modos de la tercera figura | 237 |
| Los ocho modos de la cuarta figura | 240 |

4. Los silogismos complejos

| | |
|--|-----|
| Las clases y los elementos | 241 |
| Expresión de los juicios complejos | 242 |
| Figuras y modos del silogismo complejo | 244 |
| Los cuatro modos del disyuntivo excluyente | 245 |
| Los dos modos del disyuntivo constructivo | 246 |
| Los dos modos del disyuntivo destructivo | 246 |
| Los dos modos del hipotético | 247 |
| Los tres modos del dilema constructivo | 247 |
| Los dos modos del dilema destructivo | 249 |
| Las cadenas de silogismos | 249 |

5. El desarrollo de la deducción

| | |
|-------------------------------------|-----|
| La función de la inferencia | 250 |
| La clasificación de las inferencias | 252 |
| El silogismo de inherencia | 252 |
| El silogismo de inclusión | 253 |
| El silogismo de implicación | 254 |
| El silogismo de concordancia | 254 |

Capítulo Octavo

TEORIA DE LA INDUCCION

| | |
|---|-----|
| 1. <u>La experiencia: observación y experimentación</u> | |
| La observación de los procesos | 255 |
| La experimentación en los procesos | 257 |
| La generalización de la experiencia | 259 |
| 2. <u>Las características de la inducción</u> | |
| La función de la inducción | 260 |
| Las condiciones de la inferencia inductiva | 262 |
| La interrelación entre inducción y deducción | 264 |
| 3. <u>Las inferencias inductivas</u> | |
| La operación inductiva | 265 |
| La inferencia por concordancia | 265 |
| La inferencia por diferencia | 266 |
| La inferencia combinada por concordancia y por diferencia | 266 |
| La inferencia por residuo | 267 |
| La inferencia por variaciones concomitantes | 268 |
| 4. <u>Inducción y probabilidad</u> | |
| La incertidumbre relativa de las inferencias | 268 |
| La probabilidad de la certeza | 269 |
| El cálculo de las probabilidades como teoría matemática de la inducción | 270 |
| 5. <u>Las operaciones auxiliares</u> | |
| Registro y descripción | 270 |
| Comparación y abstracción | 271 |
| Denominación y definición | 272 |
| 6. <u>El desarrollo de la inducción</u> | |
| La clasificación de las inferencias | 273 |
| La obtención de muestras inalteradas | 274 |
| El razonamiento por analogía | 275 |
| La inducción amplificadora | 276 |
| La inducción completa | 277 |

Capítulo Noveno

TEORIA DE LA DIALECTICA

| | |
|---|-----|
| 1. <u>El movimiento del cambio</u> | |
| La concepción del universo | 279 |
| El procedimiento dialéctico | 281 |

| | |
|---|-----|
| La dialéctica de la ciencia | 282 |
| 2. <u>La contradicción dialéctica</u> | |
| El enfoque de la contradicción | 284 |
| La contradicción relativa | 286 |
| 3. <u>Transformación de la cantidad en cualidad y de la cualidad en cantidad</u> | |
| Conversión recíproca entre cantidad y cualidad | 287 |
| Los nodos de desproporción | 289 |
| 4. <u>Interpenetración de los opuestos</u> | |
| La unidad de los contrarios | 291 |
| La determinación recíproca de los contradictorios | 292 |
| La lucha de los opuestos y su evolución. | 292 |
| 5. <u>Negación de la negación</u> | |
| La evolución de la negación | 294 |
| La cancelación de la negación | 296 |
| 6. <u>La confirmación objetiva de la dialéctica</u> | |
| El desarrollo dialéctico de la ciencia | 297 |
| El sistema periódico de los elementos | 297 |

Capítulo Primero

EL DOMINIO DE LA LÓGICA

1.-El conocimiento científico.

Las leyes de la investigación científica. La lógica, examinando las formas del pensar, estudia la estructura del conocimiento científico. Investigando los modos de pensamiento, por medio de los cuales se elaboran y se constituyen las ciencias, la lógica formula la teoría de los métodos y de las funciones utilizadas en el trabajo de investigación de la ciencia. Para ello, se hizo necesario que el conocimiento hubiera alcanzado cierto desarrollo, antes de que pudiera plantearse el problema acerca de las leyes del conocimiento mismo.

Únicamente ante el hecho ya presente de la ciencia, inició la lógica su estudio sobre las leyes de la investigación científica; porque es en el seno del propio conocimiento en donde puede observarse la operación de las leyes que rigen su proceso. El hombre de ciencia cumple siempre en su trabajo con esas leyes lógicas, aún cuando en algunos casos no llegue a tener conciencia distinta de ellas; ya que su interés principal se concentra en el contenido cognoscitivo que puede adquirir por procedimientos apoyados en la lógica, partiendo de los datos de su problema, y no radica en la relación legal de las funciones del pensamiento. En todo caso, la atención del científico se encuentra dirigida hacia el objeto peculiar con el cual está tratando; y, sólo en un estadio posterior, que tiene como antecedentes inevitables a los conocimientos científicos ya adquiridos, pudo surgir la necesidad de reflexionar sobre las leyes que rigen el proceso de la adquisición del conocimiento.

Esta clase de reflexión es a la que se denomina lóg^{ica}. Su dominio de conocimiento queda establecido claramente y se distingue de los campos de las ciencias especiales, porque mientras éstas se encargan de investigar algún aspecto determinado de la naturaleza o -

de la vida social, la lógica tiene por objeto el conocimiento de la propia investigación, del modo como se efectúa el proceso de elaboración de la ciencia y de las leyes que lo gobiernan.

El carácter limitado de las soluciones. El universo no es un conjunto de cosas determinadas por completo, sino un complejo de procesos en el cuál los objetos, aparentemente estables, pasan por un cambio ininterrumpido de devenir y de caducidad que, finalmente, a pesar de todas las contingencias aparentes y de los retrácesos transitorios termina por producir un desarrollo progresivo. (Nota 1) Tanto en la naturaleza, como en la historia y en nuestra misma actividad cotidiana, nos encontramos con una trama infinita de conexiones y de influencias recíprocas, en la cuál nada permanece como lo que era, ni como y dónde era, sino que se manifiesta como un proceso ininterrumpido de devenir. Por ésto, en el conocimiento del universo no existen soluciones definitivas ni verdades eternas. (Nota 2).

El conocimiento adquirido tiene necesariamente un carácter limitado, depende, fundamentalmente de las condiciones en las cuales ha sido logrado. En su consideración científica, el conocimiento no tiene nada que ver con las antinomias metafísicas irreductibles de lo verdadero y de lo falso, de lo idéntico y lo diverso, de lo necesario y lo contingente. Estas antinomias polares carecen del carácter absoluto que se les atribuye, tienen una significación relativa. Lo que se reconoce como verdadero tiene oculto su aspecto de falsedad, que más tarde aparece. Así como lo que se considera como falso encierra su lado verdadero, que sirvió para reconocerlo anteriormente como tal. (Nota 3). Lo que es beneficioso para los intereses de una clase social en una época determinada, generalmente resulta péssimo para las otras; y, todavía más, lo que actualmente se

(Nota 1): Federico Engels, Ludwig Feuerbach y el fin de la filosofía clásica alemana, Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1941, p. 35.

(Nota 2): Engels, Antidühring, Madrid, Editorial Centt, 1932, p. 7.

(Nota 3): Engels, L. Feuerbach, p. 35.

tenga por un mal para los integrantes de una clase social, bien pudo haber sido implantado por los miembros de esa misma clase en una época anterior, cuando servía a sus propósitos entonces vigentes, o tal vez será sostenido como un bien en una situación futura. (Nota 4). La identidad sólo puede establecerse en el seno de la diversidad y, a su vez, lo diferente resulta de la identificación de lo contradictorio. Finalmente, lo que se afirma como necesario, está compuesto de una serie de hechos o resultados contingentes; y el mismo azar es la forma bajo la cual se esconde la necesidad que hay que desentrañar. (Nota 5).

La necesidad del análisis separado. Sin embargo, para penetrar en los elementos componentes del universo, ha sido preciso desrticularlos de su entronque histórico y natural e investigarlos por separado, cada uno de por sí en su estructura particular, en sus relaciones parciales de causalidad. El análisis de las diferentes partes de la naturaleza, la clasificación de los diversos fenómenos y objetos naturales en categorías definidas, el estudio interno de los organismos según su diferente estructura anatómica, fueron las condiciones fundamentales que hicieron posible el progreso ulterior en el conocimiento científico de la naturaleza. Pero esta acumulación de resultados de la observación y de la experimentación, produjo el punto de vista parcial, que consiste en enfoc ar las cosas y los fenómenos de la naturaleza aisladamente, substraídos de la concatenación omnimoda de la totalidad del universo. Se les consideró estáticamente y no en su proceso dinámico; no se les captó como situaciones esencialmente variables, sino como datos fijos, disecados; en fin, se les interpretó como materiales inertes y no como aprehendidos en los objetos en movimiento. (Nota 6).

La constitución dialéctica
ca de la ciencia. La etapa acumulativa de la ciencia - - - - -

(Nota 4): Engels, Ant i - D ü h r i n g , p.90.

(Nota 5): Engels, L. F e u e r b a c h , p. 35.

(Nota 6): Engels, Ant i - D ü h r i n g , p. 7-8.

cia ha sido superada. Desde el siglo pasado se ha constituido en una teoría de los procesos, que comprende su origen y su desenvolvimiento, lo mismo que las interrelaciones recíprocas que entre ellos se operan y la conexión que une a estos procesos con el gran todo de la naturaleza. Nuestro conocimiento acerca del encadenamiento de los procesos ha progresado notablemente, haciendo que lastesis fundamentales sobre las cuales se sustentaba la ciencia tengan un carácter esencialmente dinámico. En la matemática, la consideración de las magnitudes infinitamente pequeñas, como elementos esencialmente variables, introdujo ampliamente el procedimiento dialéctico dentro de la investigación exacta. En la física, la formulación de la ley de la transformación de la energía comprobada ampliamente por la investigación experimental, ha puesto al descubierto el hecho de que las energías de diferente cualidad pasan ininterrumpidamente, y en todos sentidos, de cantidades definidas de una clase a cantidades determinadas de otra; con lo cual el movimiento universal de la naturaleza ha quedado determinado como el proceso de transformación recíproca entre las diversas formas de energía. En la química, la transmutación de los elementos, por medio de la radioactividad natural y de la artificial, ha revelado la existencia de movimientos materiales menos manifiestos, pero de mayor eficacia, que aquellos que se operan en las combinaciones moleculares. En la biología, la célula se ha constituido en la unidad de donde se desarrollan, por la multiplicación y la diferenciación, los seres vivos; en tanto que, por otra parte, la teoría de la evolución ha puesto de manifiesto que los animales y vegetales son el producto de un largo proceso de desenvolvimiento de gérmenes, originalmente unicelulares; y que éstos, a su vez, provienen de una serie de combinaciones químicas producidas naturalmente. En la psicología, se investigan las condiciones de integración de la conciencia, al mismo tiempo que se estudia el proceso que conduce del acto al pensamiento. En la economía, se consideran las incesantes transformaciones que se operan en el sistema de producción y en el de distribución, así como las poderosas implicaciones que estos cambios condicionan en la organización social. Por fin, en la historia se estudia el origen, el desarrollo y la caducidad de las instituciones sociales y políticas y las determinaciones que estos procesos producen en el desenvolvimiento cultural.

Correspondiendo al movimiento de la naturaleza y de la vida social, y reflejándola de cierta manera, la investigación científica puede caracterizarse como un proceso en el cual se parte de ciertos presupuestos, que son las hipótesis -formadas como resultado de experiencias anteriores- para obtener consecuencias por medio del procedimiento de la experimentación y del desarrollo teórico. La validez de los nuevos conocimientos adquiridos, y la de las hipótesis, se encuentran ligadas en una relación de condicionante a condicionado, en sentido recíproco; pues tanto resulta condicionada la consecuencia por la hipótesis, como ésta viene a ser de terminada, a su vez, por aquélla, dando lugar entonces a una hipótesis más caracterizada, desde un punto de vista más elevado. Y este proceso del conocimiento no tiene término, ya que no existe principio absoluto ni final definitivo. (Nota 7). Porque la ciencia trata de indagar la conexión sistemática de la naturaleza en todas sus partes, pero sin pretender reducir esta interrelación a un sistema tal que cerrara el ciclo del conocimiento. Por lo contrario, al propio tiempo que avanza el conocimiento de la investigación de conjunto del universo, encontrando sus nexos y sus concatenaciones, se encuentra con que, a cada nuevo desarrollo se dilata en todos sentidos la perspectiva, mostrando siempre una profundidad y una amplitud mayores. De este modo se tiene la contradicción de que no puede resolverse jamás de modo completo el problema del conocimiento; pero esta contradicción es, al mismo tiempo, el principal incentivo en el progreso y se resuelve, de manera incesante e ininterrumpida, en el desarrollo progresivo e infinito del conocimiento. (Nota 8).

El método como objeto de determinación. Del modo como hemos señalado es que el objeto de determinación se encuentra, para la lógica, en el método. Bien es cierto que, con la capacidad finita del pensamiento, sólo alcanzamos a abarcar un intervalo finito de la materia del conocimiento - - - - -

(Nota 7): Pablo Natorp, Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas, p. 20-1, de la traducción española de J.D. García Bacca, aún no publicada, que fué puesta amablemente a nuestra disposición por el Lic. Guillermo Héctor Rodríguez.

(Nota 8): Engels, Anti-Dühring, p.26.

to pero ésto nos es suficiente para conocer en él, de modo cada vez más aproximado y completo, la ley que gobierna a todo el proceso, la relación que determina el término general de la serie del conocimiento. A esta legalidad del proceso infinito del conocimiento, de la infinitud de su problema mismo, es a lo que se denomina lógica, esto es, dialéctica. (Nota 9).

Con el método creador de la dialéctica, extraído del procedimiento mismo de la ciencia, la lógica puede construir el sistema de las funciones fundamentales del conocimiento. Su confirmación no radica en que, a partir de ellas se pueden llegar a comprender las propias formas lógicas solamente, sino en que por ellas se hagan comprensibles y utilizables para posteriores investigaciones, los resultados de la indagación de la ciencia. Porque su fuente se encuentra en el propio proceso científico y porque su comprobación constante se tiene en el desarrollo del trabajo creador de la ciencia, es por lo que consideramos a la lógica como lógica de la ciencia.

No obstante esa comprobación del método dialéctico en el desenvolvimiento de la investigación científica misma, esto no significa que en la lógica si se tengan conocimientos definitivos y absolutos, en contraste con las ciencias especiales de la naturaleza y de la sociedad. Lejos de eso, la propia operación funcional del trabajo metódico constituye una fuente constante para la ampliación, la penetración y el desenvolvimiento del conocimiento lógico mismo. De manera análoga a la forma en que la ciencia natural, y la social, reciben un impulso en su desarrollo con el progreso de los instrumentos lógicos de que se sirven, igualmente la dialéctica perfecciona su sistema y aumenta y mejora sus operadores, a medida que las otras ciencias avanzan en su indagación del mundo y de la sociedad, proporcionando a la lógica, por lo tanto, nuevos elementos de conocimiento.

El proceso científico de sucesivas determinaciones. - El progreso en el conocimiento que el hombre ha logrado adquirir acerca de los cuerpos celestes, ilustra ejemplarmente sobre el proceso de determinación-----

(Nota 9): Natorp, Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas, p. 22-3

nes sucesivas, que sigue toda ciencia. Primero, los caldeos pudieron predecir eclipses por la observación atenta de los movimientos de los astros del sistema solar. Con fundamento en tales observaciones, los jonios establecieron su teoría del orden cósmico universal. Más tarde, con el incremento del conocimiento matemático, los pitagóricos y los platónicos formularon su sistema de esferas en movimiento. Después, la acumulación de datos obtenidos en la época alejandrina, condujo a Ptolomeo a formar su concepción geocéntrica del sistema celeste. Con el Renacimiento, Copérnico llegó a postular el movimiento heliocéntrico de los planetas, que más tarde fue expresado rigurosamente por medio de las leyes de Kepler. Newton pudo establecer después, la identidad entre las fuerzas celestes y las que ocurren en la tierra formulando la ley de la gravitación universal. Finalmente, en nuestro tiempo, ha surgido una nueva consideración de la gravitación, con la teoría de la relatividad generalizada por Einstein. Y, todavía más recientemente el científico Birkhoff -con la colaboración y el desarrollo subsiguiente a la muerte de Birkhoff- de los físicos mexicanos Carlos Graef Fernández y Alberto Barajas- formuló una teoría de la gravitación que conmueve actualmente a los medios científicos del mundo entero. Además, en nuestros días se ha superado también la exclusiva consideración del movimiento de los astros y de las fuerzas mecánicas que se ejercen entre ellos, para ocupar igualmente un primer plano de interés el estudio de la constitución física de las estrellas y de las violentas transformaciones a que se encuentran sujetos sus elementos componentes, como objeto de investigación de la moderna ciencia de la astrofísica.

Paralelamente, en la lógica se opera también un progreso incesante en las sucesivas determinaciones del objeto de su conocimiento. La consideración sistemática del pensar, en el proceso de la investigación teórica y experimental de la ciencia, ha avanzado desde las meras reglas de la correcta demostración deductiva, hasta la determinación dialéctica del conocimiento; a la vez que ha formulado y desarrollado instrumentos metodológicos más eficaces para el trabajo científico, tal como tendremos oportunidad de exponerlo en detalle más adelante.

2. Los fundamentos científicos de la lógica.

El origen del conocimiento científico tiene su origen en las diversas actividades que el hombre realiza, en la técnica que emplea en los oficios y en las artes. Su fuente se encuentra en la experiencia y sus resultados se aplican en la práctica y la estimación que se le guarda radica en la utilidad que presta en la satisfacción de las necesidades humanas. Desde sus inicios, la ciencia avanzó en estrecha relación con el progreso social, exigiendo la elaboración y la sistemación teóricas, pero implicando siempre la condición de que esos desarrollos pudieran ser comprobados en la práctica. El aspecto de su aplicación a las actividades del hombre, es la base necesaria e imprescindible para el desenvolvimiento de la parte abstracta y especulativa de la ciencia. Cuanto más grande ha sido el dominio del hombre sobre la naturaleza, mayor ha resultado la productividad del trabajo, la cual a su vez ha provocado cambios en la organización social. Estos cambios sociales influyen poderosamente en el avance de la ciencia, lo que es lo mismo, en el dominio de la naturaleza por el hombre. Por esto es que, para comprender el desarrollo de la ciencia en una sociedad cualquiera, sea necesario conocer el grado de progreso suyo material y de su estructura política. Porque la ciencia no existe por sí misma, sino que es siempre la ciencia de una sociedad determinada, en un lugar y en una época definidos también. Como desarrollo histórico que es, la ciencia sólo puede estudiarse en función del conjunto de la vida social. (Nota 10).

De esta manera, la dialéctica es la ciencia de las leyes generales del cambio, no únicamente en el pensamiento humano, sino también en la sociedad y en la naturaleza. No se aplica solamente a las relaciones sociales de la ciencia, sino también a todos sus problemas

internos. El hombre se distingue de los animales en el hecho de que antes de construir, traza los planos de su actividad. Para poder actuar con éxito, tiene que pensar, debe conocer las condiciones antes de ejecutar. Pero el pensamiento no procede partiendo de un concepto o de un movimiento esquemático de los conceptos, que fue

(Nota 10): Benjamin Farrington, La ciencia Erística, Buenos Aires, Editorial Lautaro, 1947,-- p. 14-5.

ra llevado a los procesos desde el exterior; el conocimiento no emerge de las profundidades del entendimiento mismo, ni es tampoco el espectador de sí mismo. El pensamiento es, pura y simplemente, el reflejo de los procesos de la naturaleza y de la vida social, en sus modalidades de existencia que tienen un carácter de relativa permanencia. De esta manera, la dialéctica no es solamente el método empleado para elaborar la ciencia, para conocer la vida social y la naturaleza, sino que constituye la entraña de los propios procesos naturales y sociales. (Nota 11).

El desarrollo histórico del universo. La teoría de la absoluta inmutabilidad de la naturaleza y la consideración del mundo como idéntico a sí mismo, sin cambios ni accidentes, campeó en el dominio de la ciencia natural hasta la primera mitad del siglo XIX. Con arreglo a ella, los planetas y sus satélites, las estrellas, la configuración geográfica, las especies de plantas y animales, en suma, todo el conjunto del universo, había persistido sin alteración desde el primer día de su creación, y así seguiría para la eternidad. En contraste con la historia de la sociedad, que se desarrolla en el espacio y en el tiempo, se constreñía a la historia de la naturaleza a desenvolverse exclusivamente en el espacio. Sin embargo, desde 1755, Kant había roto esta visión gráficamente de la naturaleza, con la publicación de su Historia General de la Naturaleza. Con su teoría, se eliminó el problema del primer impulso y se presentó al universo como un proceso en transformación continua, eternamente cambiante, que explicaba por sí mismo el surgimiento, el desarrollo y la desaparición de las galaxias, de los sistemas planetarios y de todos los cuerpos comprendidos en ellos. La creación y la destrucción quedaron consideradas como fases relativas del proceso, que nunca se termina por completo, ni tampoco tiene un inicio absoluto; pues todo lo que se dispersa es sólo para unirse en nuevas formaciones y todo lo que se integra es únicamente para dispersarse después y ésto, de manera incansante, a través de la infinitud del espacio y -----

(Nota 11): Ernst Bloch, El pensamiento de Hegel, México, Fondo de Cultura Económica, 1949, p. 337.

del tiempo. (Nota 12).

Esta hipótesis contiene el punto de partida de todo el progreso ulterior de la ciencia, hasta nuestros días. Porque, como resultado de la rigurosa investigación teórica y experimental, que se hace cada vez más penetrante, esta concepción del conjunto de la naturaleza como eterno nacimiento y muerte, como movimiento y cambio constantes, se perfecciona incesantemente con el progreso del conocimiento, aclarándose y precisándose cada vez más. Sin embargo, la teoría de Kant pasó desapercibida en el tiempo de su publicación y sólo más tarde, con el desarrollo de los trabajos de Laplace y los resultados de las indagaciones posteriores, llegó a ser admitida su concepción central, acerca de que el sistema solar también tiene su historia. Esta idea del desarrollo histórico del universo es lo único que tiene de común la explicación contemporánea de la ciencia, con las teorías de Kant y Laplace; pero ha sido de una fecundidad enorme y, una y otra vez, se comprueba en todos los dominios de la ciencia natural. (Nota 13).

En efecto, la iniciación y el desarrollo de la geología, han permitido adquirir el conocimiento de que -- las distintas capas de la superficie terrestre se forman siguiendo un orden temporal, depositándose unas después de las otras. Además, dichas capas contienen, en muchos casos, la prueba objetiva de su edad, señalada en el nivel de desintegración ocurrida en los elementos radioactivos naturales que las componen. Por otra parte, en estas capas se encuentran las conchas, los esqueletos y las improntas de animales desaparecidos, lo mismo que los troncos, hojas, y frutos de vegetales que ya no existen. Esto ha conducido al reconocimiento de que no sólo la tierra en su conjunto tiene una historia, sino que también la tienen su superficie actual y las plantas y animales que en ella viven. Las transformaciones operadas en la superficie terrestre y en todas las condiciones de vida, produjeron el cambio de los organismos, su adaptación al medio ambiente y la mutación de las especies. Finalmente, si examinamos los dominios de las restantes ciencias natura-----

(Nota 12): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, Buenos Aires, Editorial Problemas, p. 8-11.

(Nota 13): Engels, op. cit., p. 11-.

les, también nos encontramos en ellas siempre, la consideración general acerca de que todos los procesos que son investigados en ellas tienen un carácter histórico. (Nota 14).

L a h i s t o r i a h u m a n a . El hombre surge por diferenciación. No sólo se distingue como individuo desde una célula ovular hasta el organismo -- más complicado que produce la naturaleza, sino que también se desarrolla históricamente como un organismo social. En el transcurso de millones de años, se estableció la diferenciación entre la mano y el pie, se desarrolló en su enorme amplitud el cerebro sustentado por la marcha erguida, se especializó la mano hasta traducirse en la invención de la herramienta y, con ella, se originó la actividad específicamente humana que permite reobrar sobre la naturaleza, transformándola. Con su actividad productiva, el hombre ha sido capaz de imprimir su sello característico a la naturaleza, cambiándola de tal manera que los resultados de su acción sólo podrán borrarse con la desaparición de la tierra. Esto lo ha conseguido el hombre, ante todo y principalmente, por medio de la mano. Con la mano se desarrolló gradualmente el cerebro, apareció la conciencia. En primer término, acerca de las condiciones necesarias para obtener efectos prácticos determinados. Más tarde, y superando -- este conocimiento rudimentario, el hombre pudo penetrar en las leyes naturales que gobiernan los procesos. Y, con el desenvolvimiento de este conocimiento, crecieron los medios humanos de reaccionar sobre la naturaleza. -- Pero, la sola mano no hubiera sido capaz de realizar -- las actividades técnicas tan elevadas que ahora poseemos, si el cerebro no se hubiera desarrollado cualitativa y cuantitativamente, con y al lado de la mano y, en parte, por ella. (Nota 15).

Con el hombre entramos en la historia. Ciertamente es -- que también los animales y la naturaleza toda, tal como lo hemos indicado, tienen su historia, que comprende su descendencia y su desenvolvimiento progresivo hasta su estado presente. Pero esta historia se ha he -----

(Nota 14): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 12.

(Nota 15): Engels, op. cit., p. 21-2.

cho para ellos y, en la medida en que ellos mismos participan, se realiza sin que lo sepan o lo quieran. En cambio, los hombres en cuanto más se alejan de la animalidad, tanto más se hacen ellos mismos su propia historia; correspondiendo cada vez más exactamente el resultado histórico al objetivo que previamente se fijan. (Nota 16). El comportamiento teórico y práctico del hombre ante la naturaleza, las ciencias y la industria, forma parte del movimiento de la existencia histórica. En última instancia, sólo existe una ciencia, la de la historia. Esta puede enfocarse desde dos puntos de vista, el de la historia de la naturaleza y el de la historia de los hombres en su sociedad. No obstante, se trata de dos aspectos inseparables. Mientras existan los hombres, la historia natural y la historia humana se condicionarán mutuamente. (Nota 17).

El fundamento de la dialéctica. La dialéctica no es un método empleado para elaborar la historia, sino que es la historia misma. Las leyes de la dialéctica se han extraído de la historia de la naturaleza, lo mismo que de la historia de la sociedad. No son otra cosa que las leyes más generales de ambos aspectos del desarrollo histórico, así como del pensamiento. No se imponen a la naturaleza y a la sociedad como leyes del pensamiento, sino que explican a la sociedad y a la naturaleza por haber sido deducidas de ellas. (Nota 18). En verdad, no es suficiente con que el pensamiento pugne por abrirse paso en la realidad; es necesario también que la realidad misma se esfuerce por abrirse paso en el pensamiento. Y en esta interacción dialéctica, el sujeto pensante se encuentra referido a la coyuntura o madurez histórica del objeto que trata de comprender. (Nota 19).
Los fenómenos no son tales, esto es, no permanecen, sino que

(Nota 16): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 22.

(Nota 17): Karl Marx and Friedrich Engels, The German Ideology, New York, International Publishers, 1939, p. 27-30.

(Nota 18): Engels, Anti-Dühring, p. XXI-XXIII.

(Nota 19): Bloch, El pensamiento de Hegel, p. 388.

solo son momentos de procesos. En el conocimiento se cae únicamente una manifestación perecedera del proceso. Y no sólo la suya, sino también la del que le sigue y la de aquel en que se transforma ya. Los objetos, en el conocimiento, nunca siguen siendo los mismos, pues la fuerza creadora del conocimiento hace que siempre marchen hacia algo nuevo y mejor; lo cuál es posible, ante todo, por la dialéctica existente en el universo. Todas las categorías y los dominios que ellas determinan, son expresiones de una existencia que se desplaza históricamente. En la inteligencia y en la explicación positiva de lo que existe, de lo que deviene, la forma racional de la dialéctica comprende también a la inteligencia de su negación, de su muerte forzosa; porque enfoca toda forma actual en pleno movimiento, sin omitir, por lo tanto, lo que tiene de perecedero, sin temer las consecuencias que de ello se desprenden, porque es crítica y revolucionaria por esencia. (Nota 20).

3. Los fundamentos lógicos de la ciencia.

La determinación progresiva de los principios lógicos. El proceso de determinaciones sucesivas que sigue toda ciencia, también se opera dentro de la lógica. Las propias leyes del pensamiento tienen el carácter relativo y mudable que hemos advertido para el conocimiento científico. La expresión concreta que adquiere su establecimiento en un momento determinado, representa únicamente el nivel alcanzado hasta entonces por el avance de la reflexión lógica sobre la investigación de las ciencias. El desarrollo constante que ocurre en el conocimiento de la naturaleza y de la sociedad, impels al mismo tiempo el avance del conocimiento lógico. Se extiende la comprensión de las reglas del pensamiento, se afina la consideración de los procesos y se descubren nuevas relaciones, hasta entonces no manifiestas. Las transformaciones incesantes que se operan en el se -----

(Nota 20): Este desarrollo, solo que en sentido idealista aparece en Hegel, Enciclopedia de las Ciencias Filosóficas. Buenos Aires, Ediciones Libertad, 1944, p. 83-84.

no de la naturaleza y de la sociedad, se reflejan de manera correspondiente en el pensamiento que las interpreta.

Del mismo modo que las leyes científicas tienen que cumplir la condición de ser susceptibles de comprobarse, modificarse o refutarse en un experimento posible, así también, los principios lógicos tienen que sujetarse a la prueba de su aplicación en el proceso del conocimiento, para consolidarse, mudarse o substituirse. Y en esta forma de su ser radica, al propio tiempo, el carácter de su validez y la condición de su progreso. Porque, a la vez que esta necesidad de variación permite la superación del conocimiento ya adquirido, también pone en contacto repetido y continuo a la lógica con su factum. Únicamente por este procedimiento resulta posible que la lógica establezca, en forma cada vez más aproximada, las relaciones entre los diversos elementos del pensar científico, paralelamente al desenvolvimiento de éste y definitivamente por él.

El carácter de los operadores lógicos. Las leyes del pensamiento u operadores lógicos son, así, esencialmente variables. Pero, justamente por este carácter es que pueden servir para consolidar los conocimientos ya adquiridos, destacando las múltiples interrelaciones que entre ellos existen y la recíproca dependencia entre unos y otros. Su permanencia es, así, transitoria y en su relativa estabilidad es en donde se fijan los resultados obtenidos. Dado que los propios principios dialécticos son determinados enteramente, en y por el proceso científico, siempre se mantienen susceptibles a las modificaciones que surgen en el curso mismo de este proceso. En este sentido, y sin que jamás tengan un carácter definitivo o inmutable, las leyes lógicas constituyen el fundamento de la construcción sistemática de la ciencia, porque en ellas se apoya su estructura interior.

Por otra parte, el avance ulterior de la investigación se basa en el conjunto de conocimientos logrados, concatenados entre sí por sus relaciones lógicas. Sobre este sólido cimiento descansa la posibilidad del progreso científico. A su estructura es que deben referirse los nuevos resultados; aún cuando esta armazón lógica de la ciencia no tenga nada de rígida. Con todo, como expresión de las formas adoptadas en el trabajo de investigación de la ciencia, las-----

leyes lógicas ordenan el material ya adquirido y lo constituyen, por ésto, en el punto de partida imprescindible para todos los pasos siguientes, incluso para su negación.

La variación de las leyes lógicas se ajusta a los resultados de la investigación, y por ésto, su modificación no se hace arbitrariamente. Su variabilidad, sigue, en general, un curso continuo que se encuentra condicionado por el carácter de los nuevos conocimientos, por las formas de los procesos de la naturaleza y de la sociedad que se manifiestan en el avance de la ciencia. Los principios lógicos constituyen únicamente las maneras de expresar tales modos de existencia. Así, todo nuevo conocimiento y toda extensión del ya adquirido, produce un ajuste, un afinamiento de las relaciones establecidas con anterioridad y, entonces, con el nuevo arreglo de la estructuración lógica del estado del desarrollo científico en un momento determinado, se parte nuevamente para la prosecución del trabajo de investigación. Esta modificación de la disposición de los elementos ya ganados, se opera muchas veces de modo imperceptible y con una rapidez extraordinaria, siguiendo el ritmo marcado por la propia tarea investigadora. Sin embargo, generalmente su fijación no se practica, de manera explícita, en paralelo con su variación, ni tampoco abarcando al conjunto de todos los conocimientos. Entonces, se van acumulando contradicciones entre las relaciones manifiestas en los resultados más recientes y las que se siguen considerando en las aportaciones más viejas; hasta que, llega un momento en que la magnitud de las contradicciones las hace insostenibles, en que parece abrirse un abismo insalvable entre unos conocimientos y otros. En este momento es cuando, para resolver la oposición, se opera una verdadera revolución de los principios lógicos, abandonándose todas aquellas relaciones que han llegado a convertirse en insuficientes para la explicación de los procesos observados; para ser substituidas por nuevas funciones lógicas que cumplan satisfactoriamente las nuevas condiciones manifiestas.

Sin embargo, en tanto que los operadores lógicos no caducan, mientras el progreso del conocimiento no hace que se abandonen o que se limite el dominio de su aplicación, ellos constituyen la firme base en que se apoya, desde el punto de vista teórico, toda la investigación ulterior. La estabilidad que adquieren por cierto tiempo, es -----

la que nos permite servirnos de ellos para llegar a sistematizar, en forma relativamente permanente, el acervo de conocimientos ya adquiridos. Y, entonces, utilizar esta estructura como criterio certero para la interpretación de las aportaciones nuevas. Pero esta incorporación de las adquisiciones recientes no tiene, en ninguna circunstancia, un carácter absoluto; porque en ella misma se encierra siempre el germen de la aniquilación posterior de las relaciones que ahora se establecen; y cuya validez se conserva hasta en tanto que se producen las condiciones de su superación.

Los resultados de la axiomática. Es en la matemática, como ciencia de las propiedades más generales, en donde se acusan con mayor precisión y más claramente, las características -- que hemos señalado para los operadores lógicos. En relación con el planteamiento de los fundamentos para la investigación posterior, el desarrollo exacto más antiguo lo tenemos en la disposición de los Elementos de Geometría de Euclides. Allí encontramos establecido un sistema de axiomas y postulados con la pretensión de que, partiendo de ellos, sea posible deducir con rigor todos los teoremas de la geometría. Ahora sabemos, sin embargo, que el sistema de Euclides resulta insuficiente para servir de base a la geometría euclídean, porque es indispensable recurrir en el desarrollo de las demostraciones, a otras afirmaciones implícitas que no están contenidas en los axiomas. (Nota 21).

Hilbert en cambio, logró formular un sistema de postulados, en los cuales se definen todas aquellas relaciones entre puntos, rectas y planos, que son necesarias y suficientes para deducir los teoremas de la geometría euclídea y de la aritmética, en su integridad; sin necesidad de introducir ninguna convención que no se encuentre establecida explícitamente en los postulados. El resultado obtenido ha puesto de manifiesto, además, que los puntos, las rectas y los planos, no son las únicas entidades conceptuales susceptibles de cumplir las relaciones establecidas en los postulados y desarrolladas en los teoremas. Estrictamente, existe un número infinito de ternas

(Nota 21): A. DiAbro, The Decline of Mechanism (In Modern Physics - ics), New York, D. Van Nostrand Company, 1939, p. 193-4.

de conceptos que satisfacen las condiciones expresadas-- en los postulados de Hilbert. Esto quiere decir que se tiene una colección de modelos, a los cuáles puede aplicarse el mismo tipo lógico y que, por lo tanto, son isomorfos. Pero, no sólo ésto, sino que también se ha descubierto que basta con modificar el postulado de las paralelas, para producir los sistemas geométricos no-euclidianos. Asimismo, variando el postulado de la continuidad, se tienen las geometrías no-arquimedianas. De este modo, el cambio de las condiciones postuladas conduce, como resultado general, a la construcción de muy variados tipos de geometría. (Nota 22).

Ante estos resultados, se han podido desenvolver ampliamente las concepciones de la axiomática. La matemática se ha llegado a definir como la "ciencia del pensamiento postulativo", constituyéndose cada una de sus disciplinas por un conjunto de proposiciones de cuatro clases distintas. Los postulados, que forman el primer tipo, son proposiciones enteramente arbitrarias, se dice, en las cuáles intervienen conceptos no-definidos. Las definiciones introducen nuevos conceptos, que se definen en términos de los conceptos no-definidos que intervienen en los postulados. Las reglas de operación, que permiten construir nuevas proposiciones a partir de los postulados y de las definiciones son, generalmente, los operadores de la lógica formal. Por último, los teoremas son las proposiciones que se obtienen a partir de los postulados y de las definiciones, aplicando las reglas de operación establecidas. (Nota 23).

La axiomática se ha convertido en un instrumento muy eficaz en la investigación matemática, tanto para el análisis y la rigorización de los principios lógicos que la sustentan teóricamente, como para la construcción y el desarrollo de nuevas disciplinas matemáticas, algunas de ellas insospechadas. Por otra parte, ha puesto de manifiesto, con mayor claridad que nunca, que la matemática consiste fundamentalmente en un sistema de relaciones, cuyo contenido específico puede adoptar formas muy variadas; esto es, que la axiomática-----

(Nota 22): D'Abro, The Decline of --
Mechanics, p. 195-9.

(Nota 23): Exposición hecha por el Dr. Carlos Graef Fernández, en su cátedra de Filosofía de la Ciencia, en la Facultad de Filosofía de la Universidad Nacional de México, en el curso de 1948.

ha extendido de manera incomparable el campo de aplicación de la matemática. Además, la axiomática ha venido a demostrar que la lógica, por sí sola, es incapaz de establecer la consistencia de la matemática. Finalmente, las conclusiones que han podido obtenerse acerca de los fundamentos de la matemática, señalan inequívocamente que éstos se encuentran, en último término, en la experiencia; aún cuando su relación con ella sea muy compleja y, en algunos casos, difícil de establecer. (Nota 24).

Pero, a pesar de que las anteriores conclusiones expresan la opinión de una gran parte de los matemáticos contemporáneos sobre la axiomática, existe también otra corriente que identifica completamente a la matemática con la lógica y que, al mismo tiempo, considera a ésta como un sistema de relaciones que se sustenta por sí mismo. Dado el alto grado de perfeccionamiento que se ha obtenido en la exactitud y en la comprensión de las relaciones matemáticas, lo mismo que en su recíproca dependencia, es que dicha opinión puede parecer plausible. Sin embargo, debe tenerse muy en cuenta que toda la maravillosa estructura lógica que se ha logrado, no representa sino el nivel de desarrollo alcanzado por la investigación científica en la actualidad y, particularmente, en el dominio matemático. (Nota 25). Por lo tanto, y considerando que el curso de la indagación de la ciencia no se ha detenido, ni podrá detenerse en absoluto hasta que la humanidad se extinga y que, por lo contrario, se desenvuelve con ritmo acelerado; esta estructura que ahora puede parecer inmovible, llegará ciertamente a resultar, más adelante, incapaz de sustentar otros conocimientos que ahora no se sospechan siquiera, teniendo que ser transformada entonces de modo ineludible, y aún reemplazada por entero. En este sentido, quienes pretendan aferrarse al sistema de relaciones que ahora cumple satisfactoriamente su función lógica, cuando haya sido negado y superado por el avance de la investigación, estarán representando el mismo papel que en el presente juegan aquellos que tratan de apoyarse en la lógica "tradicional". Se estarán acogiendo a un sistema caduco, inoperante e inservible, a una formación lógica -----

(Nota 24): D'Abro, The Decline of Mechanism, p. 206.

(Nota 25): D'Abro, op. cit., p. 206-13.

que habrá cesado de tener actividad y cuyo único interés se encontrará en el pasado histórico de la lógica.

4. El objeto como expresión general del problema -- del conocimiento.

La unidad del objeto. El propósito más general, a la vez que el más elemental y el más elevado, del conocimiento, consiste en determinar al universo en su totalidad, al objeto en su integridad. Pero este conocimiento general se logra únicamente dividiendo el dominio completo en campos separados, aun cuando no aislados; estudiando en particular grupos especiales de relaciones y de propiedades. Tal enfoque se alcanza cuando llegan a considerarse solamente algunas características específicas, seleccionadas de acuerdo con el criterio de la disciplina científica de que se trate, y haciendo abstracción transitoria de todas las demás que no se incluyen en el punto de vista establecido.

El conocimiento metódico requiere la determinación precisa del punto de vista desde el cual se va a juzgar, necesita fijar la perspectiva de la consideración. Entre el infinito número de relaciones que pueden establecerse en el conjunto innumerable de objetos en movimiento, de fenómenos y de acontecimientos que componen al universo, se practica una selección -que se distingue de ciencia a ciencia, y aún de clase de problemas en clase de problemas- para prestar atención exclusivamente a aquellas conexiones que cumplen con las condiciones escogidas. De esta manera es como se forma el dominio específico de conocimientos de una disciplina científica y de sus varias ramas.

El campo de una ciencia determinada tiene como elementos constitutivos a todos aquellos fenómenos que pueden llegar a considerarse desde el punto de vista señalado por las características postuladas como condiciones. No obstante, no por ello resulta limitado un campo de investigación, porque en forma constante y en proporción creciente al avance de la indagación, surgen nuevos enlaces y se revelan propiedades desconocidas de los fenómenos, y aún se agregan otros procesos que llegan a mostrar un aspecto determi-----

nable desde el punto de vista del dominio de que se trate, con lo cual se ensancha indefinidamente el ámbito de cada ciencia. Además, por otra parte, las propias condiciones determinantes sufren variaciones incasantes, definidas por el progreso del conocimiento, haciendo que los postulados se ensanchen en amplitud y comprensión.

Por otro lado, el universo, como objeto general del conocimiento, es susceptible de infinitas consideraciones, ya que no existe ninguna limitación para el establecimiento de nuevos puntos de vista; sino que, más bien, éstos se reproducen sin cesar ante la interminable sucesión de manifestaciones. Por esto es que, prácticamente, constantemente se originan nuevas ciencias, o ramas de las ya establecidas, las cuales estudian al objeto universal desde perspectivas distintas a las ya formuladas. Siendo innumerables las facetas que presenta el conjunto, todas las ciencias se unifican, sin embargo, por su concurrencia en un punto de partida único. El objeto particular de cada disciplina no es otra cosa que el objeto general, caracterizado desde el punto de vista específico de dicha disciplina. El universo inagotable es, así, el fundamento inicial desde el cual arrancan, en direcciones y sentidos diferentes, las distintas ciencias de la naturaleza y de la sociedad.

El objeto en general no es, tampoco, exclusivamente punto de partida, sino que constituye también la base de comprobación, a lo largo de todo el proceso del conocimiento. Es, por lo tanto, la piedra de toque que estructura su continuidad indefinida. Nunca es suficiente con que un conocimiento haya sido establecido lógicamente, es decir, que no es bastante con que cumpla con los supuestos condicionantes que determinan el dominio de una ciencia, sino que, también es necesario e imprescindible que la conclusión se verifique experimentalmente. Cada vez que el conocimiento formula una conclusión, se requiere la prueba del experimento y el enlace preciso con los otros resultados que se encuentren al mismo nivel de la investigación. Sólo de este modo, sujetándose a la prueba de fuego de la experimentación y de la relación teórica, es que una observación o un desarrollo se incorporan al conocimiento.

Correspondencia entre el
objeto y su consideración
El universo -----

existente, material y cognoscible, así sea por medios in directos, es el único mundo real. También comprende al hombre y a su pensamiento. Los diversos conceptos que se distinguen en el pensamiento, por medio de la consideración científica, son abstracciones de los procesos existentes en el universo y, por ello y sólo por ello, poseen un contenido de objetividad; aún cuando, en ocasiones, resulte muy complicado el distinguir la relación entre el proceso existente y su abstracción conceptual, como ocurre en el caso de la matemática. Es cierto que los objetos de nuestros pensamientos son distintos del pensamiento mismo, del mismo modo que un objeto por sí mismo resulta diferente del objeto en nosotros. Pero este objeto en nosotros es solo una parte, un aspecto del objeto existente; tal como el hombre mismo es solo un fragmento de la naturaleza que, no obstante, se refleja en su pensamiento. (Nota 26).

El pensamiento no puede unificar, ni enlazar de algún modo, más que aquellos conceptos en los cuales tal unidad o esa conexión ya existan previamente, ya sea en su propia formulación o en los procesos del universo que representan. No es suficiente con incluir conceptualmente a un astro en la clase de los animales vertebrados, para que por sólo eso se le forme una estructura ósea. Siempre es indispensable que la conexión que se formula en el pensamiento corresponde, de alguna manera, a la relación existente entre los conceptos, o entre los procesos de la naturaleza o de la sociedad, para que dicha conexión adquiera un significado y sea correcto. (Nota 27).

La unidad del ser, la condición ineludible para establecer mentalmente la unificación, desde cualesquiera puntos de vista, entre dos o más objetos del pensamiento, consiste siempre en la posibilidad de una demostración. Evidentemente, el criterio más general que puede establecerse para reunir en una unidad, es el de la existencia, esto es, el postular a todos los objetos del universo como existentes. Pero, al poner en práctica esta consideración, habremos abstraído al mismo tiempo todas las demás propiedades, ya sean comunes o diversas, habremos omitido transitoriamente toda otra relación. Y, con ésto, estaremos colocados en un punto de vista-----

(Nota 26): Engels, L. Feuerbach, p. 16-22.
(Nota 27): Engels, Anti-Dühring, p. 32.

ta que no nos permite determinar nada, de ningún modo. -- Es necesario que incluyamos en nuestra consideración o-- tras propiedades, otras notas caractefísticas, así sean las más elementales, para que podamos empezar a encon-- trar la diferencia que distinguen a unos objetos de o-- tros, a unas relaciones de las demás. (Nota 28).

La unidad del universo no consiste, por lo tanto, e simplemente en existir, a pesar de que su existencia sea una condición necesaria, imprescindible, para su unidad. La propia existencia no se presenta como problema, sino a partir de la iniciación de nuestro conocimiento. Aún -- cuando la existencia se postula como presupuesto indis-- pensable al comenzar la investigación, no por ello se en-- cuentra ya, sin más, fundada; sino que debe encontrarse como una conclusión comprobatoria en los resultados del conocimiento. La unidad real del mundo consiste en su ma-- terialidad; y esta forma de su existencia no se prueba -- con unos cuantos argumentos plausibles. Su demostración se tiene únicamente en el interminable y penoso desarro-- llo de la investigación de las ciencias de la naturaleza y de la sociedad. Y esto mismo ocurre en el caso de todo postulado. Nunca es suficiente con establecer un postula-- do para que éste se convierta, por sí mismo, en el funda-- mento de una conclusión. Siempre se requiere, además, la secuela demostrativa para que, entonces, y sólo entonces, quede determinado un postulado como fundamentación. No -- se parte del fundamento, sino que éste se condiciona por la conclusión, y en el proceso que nos lleva a ella.

La expresión del conoci-- miento en el objeto. Decimos -- que el objeto es la expresión más general del problema -- del conocimiento, porque efectivamente es en el objeto -- en donde viene a coincidir todo el conocimiento científi-- co. La determinación del objeto es el propósito fundamen-- tal de toda ciencia y, a la vez, es en el objeto que lle-- ga a comprobarse si tal determinación, u otra cualquiera que se establezca, corresponde o no a la realidad del u-- niverso existente. El objeto no sólo se encuentra al --- principio y al fin de cada uno de los momentos relativos de la determinación, sino que está implicado de modo con-- tinuo, a lo largo de toda la trayectoria de la investiga-- ción. El co -----

(Nota 28): Engels, A n t i - D u h r i n g , p. 234.

nocimiento es una función del objeto, pero también, el objeto sólo se determina, recíprocamente, en función del conocimiento.

Como expresión del conocimiento, el objeto se manifiesta, sin excepción, en toda determinación científica. A su vez, el conocimiento expresa lo que el objeto es, - el enlace dinámico interobjetivo, la relación funcional entre los objetos y grupos de objetos particulares. Investigando cada una de las ciencias un aspecto selecto, - parcial y universal, del objeto en general; éste encuentra su determinación totalizadora en la integración de los resultados particulares, pero de cumplimiento universal, establecidos por las ciencias. Esto se realiza en la filosofía. Lo único que nunca puede perderse de vista, es el hecho fundamental de que el objeto universal es la representación humana que expresa la totalidad de la naturaleza y, por lo tanto, que los objetos particularizados son elementos abstraídos de la naturaleza misma, de la cuál forma parte el hombre con su organización social y con su pensamiento.

La objetividad del conocimiento. La objetividad constituye el correlato del conocimiento, es el otro término de la correspondencia que existe entre la relación conceptual y la conexión del universo. El contenido real del conocimiento, independiente del hombre y de la humanidad en su conjunto, es la objetividad. Pero tal independencia no implica, de ninguna manera, ni que el universo sea extraño al hombre, ni tampoco que la objetividad misma lo sea. Por lo contrario, la objetividad se manifiesta constantemente en la capacidad de la ciencia natural para comprender al mundo exterior, para reflejarlo en la experiencia humana. La objetividad de la existencia es la fuente inagotable del conocimiento. Por ella se pone de manifiesto un mundo mucho más rico y variado, mucho más animado y complejo, de lo que pueda parecer en cualquier momento; porque la ciencia, a cada paso de su desarrollo, viene a descubrir aspectos nuevos.

La ciencia parte de dos supuestos fundamentales, -- que en un principio tienen el carácter de postulados, pero que se confirman una y otra vez, y sin excepción, en el curso de las investigaciones. El primero es aquel al cuál ya nos hemos referido, acerca del mundo exterior, - considerado como real y como existente de modo independiente a nuestro conocimiento. El otro establece la cog-

bilidad de este mundo, ya sea de manera directa o indirecta. (Nota 29). Sobre ambos descansa hasta la mera posibilidad de existencia de la ciencia. Si invalidamos el primer supuesto, nos veremos introducidos en el solipsismo, ya sea este manifiesto o vergonzante; porque nos resultará indiscernible la simple clasificación entre el y o y el n o - y o . Por otro lado, la falta de cumplimiento de la segunda condición, haría que todo el complejo y penoso trabajo científico, tanto teórico como experimental, careciera por completo de significado. En fin, la falta simultánea de los dos principios, haría imposible el propio pensamiento. Tenemos, así, que el origen histórico, enteramente material, del conocimiento, se acusa sin cesar en todo su curso, con el establecimiento de fundamentos materiales para hacer, siquiera posible su actividad. Se tiene por lo tanto, una contradicción radical en el seno del pensamiento mismo. Por una parte, la amplia e ineludible demostración aportada por la ciencia, de que su origen se encuentra en un proceso natural, que vale tanto como decir material e histórico; esto es, con un comienzo, un desarrollo y una caducidad. Por otro lado, colocándonos estrictamente en la dimensión del propio pensamiento, tenemos que su fundamento teórico consiste, y no puede ser de otro modo, en la positulación y en el cumplimiento ininterrumpido de condiciones completamente materiales. Pero esta contradicción se resuelve, en forma dialéctica, en la objetividad del conocimiento adquirido a través de la negación sucesiva y sin término, de las oposiciones planteadas entre la elaboración teórica y el resultado experimental de la ciencia.

El problema del movimiento en las aporías de Ze - non de Elea. Sin embargo, no siempre basta con el planteamiento de la contradicción, para que por ese solo hecho se pueda alcanzar ya su resolución en una unidad de orden superior. Tampoco es suficiente, muchas veces, con poder postular la oposición manifiesta entre un proceso material y el proceso mental que lo representa. En ocasiones ocurre que ante un establecimiento correcto del problema, -----

(Nota 29): Max Planck, ¿ Adonde va la ciencia ?, Buenos Aires, Editorial Losada; 1941, p. 47.

se tropiece, sin embargo, con la insuficiencia de los -- instrumentos del conocimiento; quedando entonces planteada la contradicción con un carácter absoluto actual, a pesar de que sea relativa en cuanto al conocimiento en su integridad. Un ejemplo clásico de esta dificultad, lo tenemos en las famosas aporías de Zenón de Elea, acerca del movimiento.

La más típica de ellas es la de la dicotomía, en la cual se plantea la imposibilidad del movimiento, porque ningún móvil es capaz de alcanzar el término antes del medio, pero tampoco el medio antes del cuarto, ni éste con anterioridad al octavo y, así, hasta el infinito. De tal manera que, como conclusión final tendremos la de -- que el supuesto móvil se mantendrá en reposo, ya que no puede recorrer ni siquiera la distancia más pequeña que se pueda proponer, ya que siempre podrá pensarse otra todavía más pequeña, como su mitad. Tenemos propuesta, así, la imposibilidad de explicar el movimiento material por medio del pensamiento, dado que al parecer es imposible superar la contradicción establecida. La dificultad más profunda consiste en resolver cómo es que una distancia finita pueda contener a lo infinito, al número infinito de mitades que resultan por una división que no acaba -- nunca. Y la respuesta satisfactoria a esta oposición radical no podía encontrarse entonces, porque la matemática griega se hallaba limitada entre dos fronteras que, -- sin embargo, no pertenecían ellas mismas al conjunto de entidades operables. Estas eran el cero y el infinito. -- Tanto el uno como el otro escapaban a toda consideración, carecían de significado conceptual propiamente dicho y, sobre todo, no podía hacerse sobre ellos determinación alguna. En resumen, no pertenecían entonces al dominio de la investigación matemática, ni mucho menos al de otras disciplinas. (Nota 30).

La matemática moderna, en cambio, manipula constantemente al cero y al infinito. El primero toma parte en las operaciones aritméticas más elementales y el segundo, aún cuando es motivo de una rama más elevada del conocimiento matemático -- como lo es la aritmética transfinita -- sin embargo, también se utiliza en la -----

(Nota 30): Florian Cajori, A History of Mathematics, New York, The Macmillan Company, 1919, p. 25-26.

chas operaciones algebraicas. A este respecto, se sabe a hora que existen sumas de un número infinito de sumandos que no son infinitas. Ya Arquímedes, en el siglo III a. n. e., hizo ver que la serie infinita de términos: $3/4 + 3/16 + 3/64 + 3/256 + 3/1024 + \dots$ tenía por suma el número finito uno. Igualmente se ha podido establecer que la propia suma planteada por Zenón: $n/2 + n/4 + n/8 + n/16 + \dots$ tiene por suma el número finito n . Y, en general, que todo segmento de recta es un conjunto infinito de puntos. Con este desarrollo del conocimiento ha desaparecido la dificultad de concebir al infinito como comprendido dentro de lo finito y, por lo tanto, se ha superado dialécticamente la contradicción descubierta -- por Zenón. Ahora, el movimiento material puede ser explicado enteramente, desde este punto de vista, por el conocimiento. Pero, no por eso puede decirse que el movimiento haya dejado de plantear contradicciones. Lejos de eso, y tal como lo señalaremos más adelante, la contradicción no podrá desaparecer nunca de la consideración del movimiento, ya que constituye su característica fundamental, esto es, que no es posible concebir al movimiento sin ir a correr, por eso mismo, en una posición radical acusada por la propia relación de sus elementos. Pero, con todo, por lo expuesto hemos podido demostrar que, al mismo tiempo, su carácter contradictorio tiene siempre su aspecto de relatividad, que el conocimiento se encarga de superar de modo ininterrumpido.

5. Las diversas consideraciones del objeto.

La existencia universal manifiesta en lo particular existente. Ya advertimos como la referencia más simple que puede hacerse sobre el universo, es la de su existencia. El universo existe con respecto a sí mismo. Pero esta determinación, que es a la vez la más elemental y la más general, no constituye sino el apoyo en el cual han de asentarse todas las determinaciones. Tales determinaciones sólo podrán ser, necesariamente, relativas, referidas a las relaciones que guardan entre sí los elementos que componen el universo. Es preciso negar el universo, para -----

poder establecer una determinación, que siempre conservará un carácter unilateral. Sólo desde el punto de vista parcial de la consideración del fenómeno, en el cual se niega al universo, es que puede expresarse la determinación. Sin embargo, en su negación, en el fenómeno, el universo aparece en sí mismo, se manifiesta existiendo. - Porque esta negatividad no es exterior al universo, sino que constituye la expresión de su propia dialéctica. El universo se transforma, por su negación, en la existencia que penetra en sí misma, que llega a expresarse en sí misma. (Nota 31).

Las determinaciones unilaterales o múltiples, pero nunca omnímodas, de la existencia, se convierten en determinaciones objetivas. Porque se hacen predicados de un objeto que, si bien se encuentra considerado solo parcialmente, expresa sin embargo, al todo universal. La objetividad de las determinaciones radica, entonces, en que todo objeto individual, particularizado en la consideración, encierra en sí mismo todas las propiedades del universo; a pesar de que la mera posibilidad de su consideración como individual constituye una negación del universo. Ningún elemento de la totalidad puede separarse por completo del resto del universo, ni siquiera de uno solo de los otros elementos. Y, no obstante, únicamente en su aislamiento relativo es posible la determinación de un elemento y, con él, el conocimiento del todo universal. La totalidad del universo se manifiesta en sus elementos individuales y, éstos a su vez, solo se expresan como partes inseparables del conjunto. (Nota 32).

La manifestación de los fenómenos. Los fenómenos, como expresión manifiesta y particularizada de la existencia universal, no son fundamentalmente distintos entre sí. En último término, todos ellos se encuentran unificados por su característica más general, en la existencia. Pero pueden distinguirse, sin embargo, de acuerdo con las formas peculiares que adquiere su existencia. Con arreglo a las condiciones en que ocurre, el fenómeno se distingue, diferenciándose relativo

(Nota 31): Hegel, Enciclopedia, p. 77-8.

(Nota 32): Hegel, Enciclopedia, p. 140.

mente de otros. Las conexiones en que se encuentra nos -
permiten determinarlo en cuanto a él y en cuanto a los -
demás. Pero esta misma determinación nos conduce a la e-
quiparación entre diferentes conexiones y, por lo tanto,
a su unidad desde otra perspectiva. (Nota 33).

Solo que las conexiones mismas son distinguibles, -
pero no distintas. Si consideramos, por ejemplo, al espacia-
cio como uno de los modos más generales en que se mani-
fiesta la existencia y, todavía más, la coexistencia; --
nos encontramos ante tres dimensiones que ingresan en la
fijación de toda posición. Pero estas tres dimensiones -
no son distintas entre sí, aún cuando podamos distinguir
las, asociándolas con las denominaciones de alto, largo
y ancho. No se tiene ninguna razón para que una cualquie-
ra de ellas sea precisamente altura, ni longitud, ni es-
pesor. (Nota 34). Por otra parte, la determinación que -
establezcamos acerca de una cierta posición, siempre esta-
rá referida a otras posiciones y variará conforme al -
lugar que se considere como punto de partida. En la mate-
mática y en la física, este problema se traduce en la fi-
jación del sistema de referencia. En rigor, todo punto -
es susceptible de servir como origen, para referir a él
una distribución espacial o dinámica cualquiera; sin que
se tenga ningún punto que pueda considerarse como univer-
salmente privilegiado para este efecto.

Los distintos enfoques
del objeto. Ya hemos indicado cómo el objeto
de todas las ciencias en general, lo mismo que el de ca-
da una de ellas en particular, es único. Todas las disci-
plinas científicas se ocupan de la determinación del uni-
verso; y la diferencia entre unas y otras radica exclusi-
vamente en el punto de vista a partir del cual se esta-
blece la determinación. Podemos decir que la tarea de la
ciencia consiste, en este sentido, en establecer ciertos
conceptos como fundamentales, porque en ellos se expre-
san las conexiones más generales; los cuáles sirven para
encontrar las relaciones existentes entre los fenómenos
del universo, con arreglo a un método, que tam -----

(Nota 33): Hegel, Enciclopedia, p. 52-5.

(Nota 34): Hegel, o p . c i t . , p. 171.

bién se establece. La diferencia entre las distintas --- ciencias estará, caracterizada por las diferencias entre los conceptos fundamentales y los instrumentos metódicos. Aún en el seno de cada ciencia, son estas diferencias entre los conceptos fundamentales que se hacen intervenir, por una parte, y entre los métodos utilizados, por otro lado, los que separan relativamente entre sí a las diversas ramas.

Tanto la física como la biología se ocupan de la de terminación de la naturaleza. Y su diferencia no radica en la falsa separación que se haga entre la naturaleza inanimada y animada; porque, por un lado, los procesos físicos operan universalmente y, por lo tanto, sus leyes - también se cumplen en los organismos vivos y, por otra parte, debido a que los hechos físicos se encuentran --- siempre a la base de todos los procesos orgánicos y a que, por consiguiente, la física es un supuesto indispensable de la biología. Pero, con todo, se pueden distinguir entre sí ambas disciplinas. La física parte de los conceptos de movimiento, energía, causalidad, interacción, etc; en tanto que la biología tiene su base en los conceptos de vida, organismo, nutrición, reproducción, evolución, - etc. Además, los métodos físicos se distinguen claramente de los biológicos, en tanto que se refieren a la de terminación de relaciones entre conceptos diferentes y - en cuanto que las propias relaciones son también diferen tes.

No obstante, ni los conceptos fundamentales de una ciencia, ni sus instrumentos metódicos tampoco, tienen - un carácter invariable y definitivo. Por lo contrario, - el avance del conocimiento provoca constantemente la modificación, tanto de los conceptos como de los métodos - empleados en la interconexión de aquéllos. Los conceptos sufren transformaciones condicionadas por los nuevos descubrimientos; ya que sólo de este modo pueden seguir subsistiendo como tales. Pero, además, llegan a hacerse de tal modo insuficientes para expresar las relaciones más fundamentales, que en ocasiones tienen que ser substituidos por otros más generales. Esto ha ocurrido en todos los dominios científicos y en realidad sigue aconteciendo de constantemente. La matemática ha abarcado sucesivamente al número, a la cantidad, al espacio, al conjunto, etc., hasta definirse actualmente como "ciencia del pensamiento postulativo" , o -----

sea que el postulado constituye su concepto más general. La física ha tenido en sucesión los conceptos primarios de la masa inercial, de la masa gravitatoria, de la masa determinada por el momento de inercia y de la energía electromagnética, hasta definirse contemporáneamente como la ciencia que estudia el movimiento. La química, por su parte, ha atravesado por las diversas consideraciones de los fenómenos que provocan cambios irremediables en los cuerpos, de las combinaciones entre las distintas substancias y de los movimientos atómicos, hasta llegar a constituirse en una rama de la física, por el descubrimiento de la constitución atómica como una estructura física. Así tenemos a la biología que, aún cuando parece no haber variado su concepto elemental, el de la vida, sin embargo le ha considerado contenidos tan diversos, hasta llegar finalmente a constituirse en un concepto no-definido, que, en realidad, puede decirse que en ella se han manipulado conceptos distintos, a los cuáles se les ha dado la misma denominación. En la psicología encontramos desde los rastros del mundo interior, hasta el estudio de la integración de la conciencia. En la economía se parte de las categorías de producción, distribución, trabajo, valor, etc., con muy distintas acepciones a lo largo de su corta historia como ciencia. En la historia, se ha partido desde la simple narración de acontecimientos individuales, hasta el descubrimiento de formas institucionales que corresponden a los distintos elementos que condicionan el desarrollo social de la humanidad. Y, finalmente, esta misma separación entre conceptos fundamentales, se observa también en la distinción que puede hacerse entre las diversas ramas de una misma ciencia.

Por su parte, los caracteres generales de los métodos de investigación que la lógica extrae de la ciencia misma, se particularizan en cada una de las disciplinas, con arreglo a la forma que adoptan las relaciones entre los conceptos primarios. Así veremos como el método deductivo se determina de un modo peculiar en la matemática, de otra manera en la física, en la biología, en la psicología, en la economía, en la historia, etc. Y lo mismo ocurre con el método inductivo y con el dialéctico. Y no únicamente dentro de una ciencia son válidas las particularizaciones que se operan en la generalidad de los instrumentos metódicos, sino que las varia-----

ciones que surgen en una de ellas vienen a reflejarse en el conjunto y, por lo tanto, en su aspecto parcial en otras disciplinas. Teniéndose incluso el caso de una ciencia, la matemática, que se constituye ella misma por entero, en un método de la física y, parcialmente, en el método de otras ciencias. De este modo, lo que hemos denominado el punto de vista de la consideración, diferente para cada una de las ciencias, consiste esencialmente en una estructuración nada rígida, entre varios conceptos elementales, que se relacionan entre sí por medio de las reglas metódicas, y cuya determinación adquiere un carácter de implicación recíproca incesante. Pero, siempre, la conexión entre los diversos conceptos fundamentales, lo mismo que entre todos los otros, se encuentra condicionada enteramente por los resultados de la experimentación, los cuáles determinan, asimismo, el carácter de las operaciones metódicas que deben realizarse, para encontrar esas relaciones.

El desarrollo de la física explicado por las diferentes consideraciones históricas del movimiento de los cuerpos. El movimiento lo podemos definir como el resultado de la acción recíproca de las partes del universo entero, es decir, como una propiedad intrínseca del universo, immanente e inseparable. Sin tener esta determinación precisa, el movimiento de los cuerpos ha constituido siempre, sin embargo, el concepto elemental de la física. En su forma más sencilla, como relación entre espacio y tiempo, constituyó la base del estudio de la cinemática. En esta caracterización no se consideran sino exclusivamente las funciones que ligan la variación recíproca entre los cambios espaciales y los temporales. Podemos decir que la cinemática es, desde este modo de ver, la geometría con el agregado del tiempo. Más tarde, se introdujo la consideración de la fuerza y, con ella, el estudio de la dinámica, junto con el caso particular de la estabilidad; a las relaciones entre espacio y tiempo vino a agregarse la fuerza, encontrándose entonces las funciones recíprocas entre espacio, tiempo y fuerza. El movimiento se hizo material, se constituyó en movimiento mecánico, como translación de los cuerpos. En esta forma alcanzó un desa -----

rollo tan elevado, que su concepto se trasladó a las - otras ciencias; y hasta la vida misma se trató de explicar como un complejo movimiento de palancas y de fluidos. (Nota 35).

En la mecánica clásica se estudiaban los cuerpos -- discretos de dimensiones comparables a las del hombre, a los que se consideraba animados por fuerzas de dimensiones también comunes y, por otra parte, se tenía el tratamiento de los cuerpos estelares y de las fuerzas a que se encuentran sujetos. El concepto de movimiento se dividía en los conceptos de espacios recorridos, velocidades, aceleraciones, masas y fuerzas. En otro sentido, la mecánica clásica también se ocupaba de los fenómenos hidromecánicos, esto es, de los movimientos de un medio continuo, ininterrumpido. En este caso, el concepto de cuerpo se substituía por el de un medio continuo que llenaba -- por completo el espacio. Surgieron en este campo opuesto los conceptos de compresibilidad, de frotamiento y otros. Estos mismos conceptos elementales del medio continuo, -- sirvieron para explicar los fenómenos electromagnéticos. Pero con ellos se introdujo otra forma nueva del movimiento, el ondulatorio. Los fluidos continuos se hallan vinculados con la propagación en forma de ondas y, con ella, los nuevos conceptos de longitud de onda, período de oscilación, frecuencia, velocidad de propagación, transmisión de movimiento ondulatorio, superposición, anulación, interferencia, etc. Por su parte, la teorías de la luz atravesaron por la contingencia de considerar a ésta, primero con un carácter corpuscular, más tarde como un movimiento ondulatorio y, finalmente, en nuestros días, como ambas cosas a la vez. Por otro lado, los fenómenos térmicos pusieron al descubierto otra forma de movimiento, el molecular. Modernamente, se ha llegado a la consideración del campo de fuerzas determinado por un cuerpo, como otra forma del movimiento. Finalmente, los electrones poseen, según las concepciones más adelantadas, un movimiento que tiene el mismo carácter contradictorio que se observa en el caso de la luz. (Nota 36).

(Nota 35): A. Maximov, Introducción al estudio contemporáneo de la materia y el movimiento, Buenos Aires, Editorial Futuro, 1946, p.25, 38-40.

(Nota 36): Maximov, o p. cit., p. 48-51, 82-3, 86-8, 93-6, y 136-8.

Con todo esto se determinaron dentro de la física - diferentes ramas de su estudio. Todavía hasta hace muy - poco tiempo se le consideraba constituida por la mecánica, la acústica, la termodinámica, la electricidad, el magnetismo y la óptica. En cada una de ellas se tomaba - como base un concepto diferente del movimiento. En la actualidad, sin embargo, la física se ha unificado por completo, se parte en ella de un concepto único del movimiento, que se particulariza en sus diferentes formas, sin - dejar de considerar las transformaciones que ocurren entre unas y otras. El examen de las distintas consideraciones del movimiento nos ha permitido seguir el curso - histórico experimentado por la física misma y, a la vez, la demostración de que los conceptos fundamentales de una ciencia, sufren constantemente transformaciones sucesivas, lo mismo que los métodos que se aplican para descubrir sus relaciones.

El hombre como objeto - de conocimiento de distintas disciplinas. Al hombre, lo mismo - que a cualquiera otro fenómeno en que se particulariza - la naturaleza, lo podemos considerar desde muy diversos puntos de vista; en rigor, constituye un objeto de conocimiento de todas las disciplinas científicas. Y no sólo por el hecho de que las ciencias siempre sean humanas, - en el sentido de que son un producto de la cultura, sino también porque al hombre lo podemos colocar dentro del dominio de cada una de estas disciplinas. En la matemática, el hombre es susceptible de determinación geométrica, lo mismo que estadística; es un modelo al cual pueden aplicarse distintos tipos de disciplinas matemáticas. También constituye una estructura física y, como tal, es de terminable desde todos los aspectos físicos. Su cuerpo - es un complejo químico en intensa actividad que, en consecuencia, se estudia como tal. Su conciencia constituye, por otra parte, el campo de estudio de la psicología. Como organismo, es estudiado por las distintas ciencias biológicas. Como productor y distribuidor de lo que produce, junto con todas las formaciones que resultan de la acción recíproca entre estas actividades, el hombre es - sujeto de estudio de la economía. En fin, como miembro - de la sociedad, la historia lo investiga a lo largo del desarrollo de su organización. Además, lo que -----

hemos establecido para el caso del hombre, también debe ser considerado en general para los objetos del conocimiento; ya que un mismo objeto particular puede ser susceptible de estudiarse desde muchos puntos de vista y, por lo tanto, puede formar parte del dominio de ciencias diferentes.

Capítulo Segundo

EL SISTEMA DE LAS FUNCIONES LOGICAS FUNDAMENTALES

L. El juicio como acto fundamental de la determinación.

Las formas del pensamiento. Todo pensamiento constituye la formulación de una pregunta o la respuesta a una interrogación. Cuando se piensa en un objeto, en un proceso o en una situación, se plantea un problema por resolver acerca del objeto, del proceso o de la situación; o bien, se expresa la solución a la indagación que previamente se haya formulado. En rigor, no se puede considerar a ningún pensamiento como siendo exclusivamente pregunta, ni tampoco como sola respuesta; porque el mero establecimiento de un problema implica el conocimiento, o la postulación, de ciertos datos indispensables, que han resultado de problemas anteriores; y, a la vez, la solución a que se arriba entraña necesariamente el planteamiento de nuevos interrogantes.

En la investigación de la ciencia se acusan nítidamente estas formas recíprocas del pensamiento. El procedimiento científico consiste en una sucesión ininterrumpida de problemas que se plantean a partir de los datos contenidos en las investigaciones anteriores y por las cuales se llega a su solución, a través del desarrollo teórico y de la experimentación. A su vez, dicha solución entraña el establecimiento de otros problemas que, en su respuesta, conducen nuevamente a interrogantes, que llegan por fin a resolverse y, así, constantemente. En este sentido, el conocimiento está formado por una cadena interminable de preguntas y respuestas, que se originan las unas de las otras. El planteamiento del problema establecido afirma las condiciones que cumple la solución, pero ésta, a su vez, supera las condiciones mismas, las determina desde un punto de vista más elevado y, al propio tiempo, se constituye en condicionante para una nueva determinación resolutive.

El carácter general de la determinación. El contenido de la lógica es el pensamiento y sus funciones ordinarias; que son, al mismo tiempo, las más simples y las más elementales. A la existencia, como propiedad más general del objeto universal del conocimiento, le sigue la determinación. La cognoscibilidad del universo, en su totalidad, es la condición material indispensable que hace posible la determinación. La determinabilidad es, así, la característica fundamental del pensamiento. En sentido estricto, pensar es determinar. Tal como lo hemos señalado reiteradamente, el proceso del conocimiento está formado -- por una serie de determinaciones sucesivas.

La determinación tiene su expresión más caracterizada en el juicio. Porque el juicio es la forma del pensamiento que establece la relación determinante. Por medio de la función judicativa se fijan relativamente los puntos de referencia que indican los momentos del devenir dialéctico del conocimiento. Este devenir es la unidad contradictoria de la existencia y de su particularización negativa en el fenómeno. La diversidad entre lo universal y lo particular, se resuelve en una nueva unidad, que suprime la oposición, en la determinación de lo existente. Pero esta determinación primaria, ya contiene en sí misma el germen de su indeterminación posterior. El planteamiento de nuevos problemas, a partir de los conocimientos establecidos, niega el carácter determinado de éstos y los constituye en condiciones para otra determinación que, a su vez, presentará nuevas indeterminaciones y, así, en un proceso sin término. Estas determinaciones relativas son las que quedan plasmadas en el juicio, que tiene así un doble carácter. Por una parte, es el término de una determinación, mientras que, y por eso mismo, es, por otro lado, la base de otra determinación distinta.

La determinabilidad de lo indeterminado. El postulado de la cognoscibilidad del universo, que se establece como supuesto elemental del conocimiento, se transforma a lo largo de la investigación científica, en su proceso y de modo reiterado y sin interrupción, en su propio fundamento. En esta mutación, lo indeterminado en general se significa como enteramente determinable. Se opera un transcurso continuo en el cual, -----

lo desconocido pasa a ser conocido y lo conocido de un modo llega a conocerse de manera distinta. Así, lo indeterminado en la naturaleza y en la sociedad, acusa su carácter siempre relativo, puesto que, por otra parte, resulta ser determinable por completo y, de hecho, se determina cada vez más ampliamente y en forma más penetrante, en el curso mismo del conocimiento. Lo indeterminado es, por lo tanto, solamente un momento relativo del objeto de conocimiento, que se va determinando sucesivamente y con el avance de la ciencia.

En rigor, lo indeterminado nunca llega a ser absolutamente determinado, del mismo modo que tampoco es indeterminado en absoluto. Indeterminación y determinación son los términos de la función determinativa y se relacionan entre sí recíprocamente. Lo indeterminado en un momento, se hace susceptible de determinación en otro momento, sólo para mostrar una nueva indeterminación más adelante. La manifestación de lo indeterminado es la que engendra su determinación. Pero, la determinación misma conduce después a la manifestación de nuevos aspectos determinados de lo existente. Sin embargo, la determinación de lo indeterminado entraña su dominio y, al mismo tiempo, la nueva determinación contenida en lo existente, al llegar a ponerse de manifiesto, plantea el problema de una determinación más penetrante. El proceso recíproco, y absolutamente relativo, que se opera en el transcurso permanente de lo existente indeterminado a su determinación cognoscitiva; y de ésta al descubrimiento de nuevas manifestaciones del universo, transitoriamente indeterminadas, se resuelve continuamente en la profundización de los aspectos ya conocidos y en la extensión del conocimiento, por la determinación de nuevos procesos.

Las funciones lógicas fundamentales. La determinación del conocimiento se rige, desde el punto de vista formal, por la operación de ciertas funciones lógicas primarias, las cuales se manifiestan en el desarrollo del proceso del conocer, en muy diversos modos. Pero no constituyen, en manera alguna, condiciones impuestas externamente al conocimiento; sino que éste se sujeta a ellas en tanto que ellas mismas expresan las formas en que el conocimiento procede; ya que toda su validez radica en el hecho de haber sido extraídas del propio proceso del

conocimiento. Estas funciones elementales son el fundamento de todas las demás; y en ellas se acusa, tal como ocurre en el sistema de la lógica en su integridad, la estrecha conexión que hemos señalado entre los procesos del pensamiento, los de la naturaleza y los de la sociedad.

Los tres momentos del proceso lógico. En primer término tenemos a la tesis, como consumación de una determinación rígida y diferenciada de las otras; como un producto limitado en el cual se unifica la concepción de aquello que se encontraba separado relativamente. Pero este momento dialéctico tiende, por necesidad, a suprimir dicha determinación finita, para dar lugar a su opuesta. La determinación aislada y con referencia a otras, no se mantiene. Por lo contrario, se niega y se contradice, engendra su antítesis. Porque la conexión y la necesidad hacen que lo finito se suprima a sí mismo y por sí mismo. Y la elevación de lo finito reúne a las determinaciones opuestas y a su contradicción, en una nueva unidad superior, en una síntesis afirmativa. A su vez, esta síntesis muestra su carácter limitado, se constituye por su parte en una nueva tesis, que sufre también este proceso de contradicción y de superación. El proceso ininterrumpido del conocimiento se caracteriza en esta función que establece la rigurosa correlación entre la separación por oposición y la unificación de lo contradictorio. Al propio tiempo, e en esta función se explica cómo estos tres aspectos que hemos señalado, no forman por sí mismos tres partes de la lógica, sino que son momentos de todo hecho lógico; porque toda determinación es el producto histórico de este proceso y, a la vez, es por sí misma el punto de partida para nuevas determinaciones, que se establecen siempre en y por este proceso. (Nota 1).

En la Teoría de los Números de la matemática, encontramos un ejemplo sencillo y claro del modo como se desarrolla sucesivamente esta función lógica. Partiendo de los números que llamamos "naturales", su determinación nos lleva a considerarlos con la nota de ser enteros; -- que se contradice, engendrando su antítesis en la concep

(Nota 1): Hegel, Enciclopedia, p. 734.

ción de los números no-enteros, o sea los quebrados o -- fraccionarios. Pero su propia conexión plantea la necesi- dad de suprimir su oposición, reuniéndolos en la propie- dad de ser positivos, que los unifica en un nuevo conjun- to. Sin embargo, su contradicción implica la considera- ción de los números negativos. Otra vez se unifican los opuestos negativos y positivos, con la nota común de ser racionales; de dónde surge por contradicción la concep- ción de los números irracionales. Nuevamente, de la supe- ración de la oposición entre racionales e irracionales, en la caracterización unificadora de los números reales, se originan sus contrarios, los números no-reales o ima- ginarios. Después, la oposición entre números imagina- rios y reales, se resuelve en la unidad superior de los números complejos. Estos, a su vez, al ser determinados como bidimensionales, engendran por contradicción a los números de tres dimensiones; y su unión en la propiedad común de ser escalares, plantea su oposición en los vectores, los cuáles tienen, además de magnitud, también di- rección y sentido.

S í n t e s i s y a n á l i s i s . Hemos- denominado a la reunión de las determinaciones opuestas y de su contradicción, como síntesis. Esta consiste, por lo tanto, en la formación de una nueva determinación que comprende a otras muchas determinaciones anteriores. Pe- ro el resultado no es una mera agregación de sus elemen- tos componentes. Por lo contrario, es un complejo que in- cluye nuevas características que no se manifiestan en -- sus integrantes, porque sólo se producen en su conjunto. La síntesis tiene, así, nuevas propiedades que resultan- de la combinación misma entre sus elementos. Las sínte- sis químicas, que poseen propiedades enteramente diferen- tes a las de las sustancias que entran en su combina- ción, nos presentan un magnífico ejemplo de este carác- ter peculiar de la síntesis.

Por otra parte, el análisis no consiste en un merá- enumerar las determinaciones contenidas en una determina- ción superior. No es el simple desajustamiento de las no- tas características ya conocidas y que se encuentran reu- nidas en la unidad sintética. Por lo contrario, consiste en la determinación de esas nuevas propiedades que se -- han producido, o manifestado, como resultado de la combi- nación sintética. Desde el punto de vista estricto del -- conocimiento, carece-----

por completo de valor la simple repetición de lo ya conocido. Por tanto, si el análisis tiene el rango de una operación lógica, es porque representa un proceso relativamente inverso al de la síntesis pero que, a la vez, -- tiene el mismo sentido en cuanto al progreso del conocimiento. Por la operación de síntesis se practica la determinación, reuniendo en una unidad las determinaciones anteriores y, por ella, se obtiene un avance del conocimiento. En cambio, la operación de análisis parte de una determinación compuesta, para regresar a sus elementos constitutivos, pero determinándolos de modo diferente, -- en otras propiedades desconocidas y, por lo tanto, también por él se logra adelantar el conocimiento.

Cuando los alexandrinios agruparon el círculo, la elipse, la parábola y la hipérbola, en el concepto unificador de sección cónica, practicaron una tarea de síntesis, cuya justeza, por lo demás, ha quedado plenamente comprobada por el hecho de que todas ellas representan algebraicamente por una ecuación de segundo grado con dos incógnitas; y, además, porque también toda ecuación de este tipo representa necesariamente, en forma gráfica, una sección cónica. Esta nueva determinación, la cónica, presenta propiedades que no poseen las curvas particulares que constituyen su concepto; como -- por ejemplo, la de constituir una propiedad proyectiva. Es decir, que para cualesquiera transformaciones proyectivas que se practiquen, una cónica se convierte siempre en una cónica; pero, en cambio, de una elipse no resulta siempre otra elipse, ni de una parábola otra parábola, -- etc. Por otra parte, por medio del análisis es que se -- han determinado las asíntotas, los ejes, los diámetros y las superficies de estas curvas, partiendo de su concepto sintético. Esto es, que no por haberse podido establecer la determinación general de estas curvas, ya por eso solo se tenían, sin más, conocidas todas sus propiedades. Por lo contrario, éstas sólo fueron conocidas por medio del análisis penetrante en las relaciones ya establecidas.

Cualidad y cantidad. Otra correlación entre opuestos contradictorios la tenemos en la función recíproca de cantidad y cualidad. Con la determinación por diferencias cualitativas, se distinguen entre sí las formas adoptadas por los -----

fenómenos, haciendo posible que se les separe por sus --
cualidades diversas. Pero su mera cualificación entraña
la necesidad de que se les determine, a su vez, con arre-
gle a su cantidad. Y su simple cuantificación, como mag-
nitud indiferente con respecto a la cualidad, llega a --
transformarse en medida, esto es, en cantidad cualifica-
da. Pero con ella se tiene nuevamente, sólo que en un plano
superior, una determinación que distingue diferencias --
cualitativas y, por lo tanto, la necesidad de establecer
un conocimiento cuantitativo. La cantidad es, así, la de-
terminación de la cualidad; y la cualidad resulta de una
consideración distinta de la magnitud, cuando ésta sufre
variaciones cuantitativas. De este modo se estrecha la --
interpenetración entre cantidad y cualidad. La cualidad
se expresa por medio de su magnitud y la cantidad se ma-
nifiesta en los cambios cualitativos.

La inmensa variedad de propiedades, cualitativamen-
te diferentes, que exhiben las substancias químicas, cuy
yo número es infinito prácticamente; las distingue sim-
plemente entre sí. Sin embargo, su análisis conduce a --
considerarlas compuestas por un número limitado de ele-
mentos, que son 92 en las condiciones terrestres actua-
les; lo cual permite expresarlas por medio de una fórmu-
la que establece la relación cuantitativa en que se en-
cuentran sus componentes. La proporción en que están aso-
ciadas los elementos que constituyen una substancia, de-
termina a ésta con todas las propiedades que la distin-
guen cualitativamente de las otras. Así, el agua se com-
pone de dos partes hidrógeno y una de oxígeno, o de $2/3$
partes de hidrógeno y $1/3$ de oxígeno, o de 800 partes de
hidrógeno y 100 de oxígeno. De la misma manera es posi-
ble llegar a establecer para todas las demás combinacio-
nes, la proporción definida en que se encuentran los ele-
mentos que entran en su concepción. De este modo, la de-
terminación es enteramente cuantitativa con respecto a --
los elementos y, no obstante, expresa las muy diversas --
formas cualitativas que adoptan los compuestos.

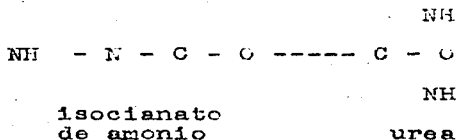
Pero, en esta misma cuantificación se manifiestan --
también diferentes propiedades cualitativas. Algunos ele-
mentos químicos se presentan en formas alotrópicas dis-
tintas. Existe el oxígeno ordinario y el ozono; se tie-
nen cuatro formas sólidas y dos líquidas para el azufre; --
hay tres estados para el selenio; se conoce el fósforo --

blanco y el fósforo rojo; el arsénico se presenta bajo cuatro aspectos distintos; el diamante, el grafito y el carbono amorfo, son tres formas diferentes del mismo elemento; el silicio tiene dos modos de existencia; el estaño ocurre de tres maneras; en fin, el boro se presenta en tres estados. En todos estos casos, el mismo elemento se manifiesta en varias formas de existencia, que difieren en algunas de sus propiedades de modo notable, aun cuando coinciden en las otras y, además, siempre es posible operar la transformación que conduce de un estado alotrópico a otro; en lo cual se demuestra la identidad del elemento. La proporción definida no es suficiente para el caso de estas sustancias simples; porque en todas ellas el análisis pone de manifiesto su composición unitaria. El oxígeno ordinario está compuesto de una sola parte, igual al todo, o sea $\frac{1}{2}$ de oxígeno, o de 1000 -- porciones del mismo; pero, también el ozono presenta exactamente la misma composición volumétrica. Únicamente una determinación cuantitativa, pero desde un punto de vista diferente, puede resolver la contradicción. En efecto, en el primer caso, la molécula se compone de dos átomos de oxígeno, en tanto que la del ozono está compuesta por tres. Conservándose la misma proporción, difiere el número de átomos que forman la molécula. Y lo mismo ocurre en los otros elementos que presentan alotropía; la molécula se integra por distinto número de átomos. Las diferentes propiedades que se manifiestan en la identidad cuantitativa, desde cierto punto de vista, se resuelven por diversificación cuantitativa, desde un punto de vista distinto.

Esto mismo comprende también a las sustancias compuestas. En las series cíclicas ocurre algo análogo a la alotropía de los elementos. Por ejemplo, los hidrocarburos guardan una proporción idéntica en su composición volumétrica, que puede representarse por la fórmula general: C_nH_{2n+2} ; es decir, que al separar los componentes de cualquier hidrocarburo, siempre obtendremos como resultado un número de partes de carbono y el doble más -- de partes de hidrógeno. Y, sin embargo, de un hidrocarburo a otro se tienen muchas diferencias cualitativas; -- que se explican por la diferente composición molecular. La fórmula general se particulariza en: CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , ... $C_{16}H_{34}$, ... , etc. Lo mismo ocurre en el caso de los alcoholes, cuya fórmula general es: $C_nH_{2n+2}O$, -- en la de los

ácidos grasos monobásicos: C H O , y en todas las se---
rios cíclicas.

Pero, todavía una composición molecular idéntica --
puede corresponder a dos o más substancias enteramente --
distintas. Tenemos, por ejemplo, el caso del isocianato --
de amonio y de la urea. Ambos tienen la misma fórmula --
química: N CH O , pero la estructuración interna de la --
molécula hace que el primero sea inorgánico, en tanto --
que la urea es un producto orgánico. Nuevamente, la iden-
tidad cuantitativa se diversifica cualitativamente, para
volver a unificarse cuantitativamente, con la elevación



del punto de vista. Fi-
nalmente, las diferen-
cias cualitativas de --
los 92 elementos, son --
explicadas por la física
moderna con la expre-
sión de simples diferen-
cias cuantitativas. Las
diferencias de la masa
nuclear y de la carga e

lectrónica, desde el caso de un solo electrón y de una e-
carga unitaria en el átomo de hidrógeno, hasta los 92 e-
lectrones y la masa de 238 unidades en el isótopo más co-
mún del uranio, son las que caracterizan desde este punto
de vista a los átomos de los distintos elementos y de --
sus diversos isótopos.

C o n t i n u i d a d y d i s c o n t i n u i
d a d . La conexión mutua también se significa en el pro-
cedimiento de la discontinuidad y en la síntesis de la --
continuidad. Todo proceso se manifiesta, simultáneamente,
en ambos aspectos contradictorios, como continuo y a la
vez discontinuo. La continuidad es uno de los modos como
se expresa la infinitud del universo, como una totalidad
única e indisoluble en la cuál se operan transformacio-
nes incesantes. Al propio tiempo, el universo mismo pue-
de dividirse sin limitación alguna, es susceptible de di-
ferenciarse en un número infinito de momentos o de aspec-
tos. Por su distinción como discreto, el fenómeno se do-
termina separadamente; mientras que su conexión se esta-
blece por la continuidad que lo liga con los otros fenó-
menos. Continuidad y discontinuidad son, por lo tanto, --
momentos distinguibles, pero no distintos, de la unidad
inseparable del todo. La continuidad es un proceso de --
cambios continuos de momentos discontinuos que se encuen-
tran en unidad estrecha. A su vez, la discreción con---

siste en la separación relativa en elementos continuos.- Aquello que se considera como discreto desde un punto de vista, se muestra como continuo desde otra perspectiva, - sólo para volver a manifestarse en su discontinuidad, en otro nuevo aspecto.

La mecánica ondulatoria ha venido a establecer en toda su integridad la estructura unitaria de la física, - vinculando las diversas ramas particulares al unificar la contradicción existente entre los dos dominios de estudio del movimiento, por los cuáles se hacía una consideración opuesta del movimiento mismo. Por una parte, se concebía como discontinuo al movimiento, en tanto que, - por otro lado, era postulado como continuo. Partiendo de la identidad formal descubierta por Hamilton, entre las ecuaciones matemáticas de la propagación de la luz y las fórmulas de la óptica geométrica y de la mecánica clásica, De Broglie estableció la hipótesis de que dicha analogía no era solamente formal, sino que correspondía efectivamente a la identidad que se establece entre las dos clases de movimiento. Por lo tanto, el movimiento ondulatorio de la luz, basado en la concepción de la existencia de un medio continuo, puede estudiarse satisfactoriamente cuando se parte de los conceptos del movimiento corpuscular. Recíprocamente, el movimiento de las partículas materiales discretas, que constituyen el fundamento básico de la mecánica clásica y de la óptica geométrica, se explican con apoyo en el concepto del movimiento ondulatorio. Los resultados de la investigación experimental vinieron a comprobar que los dos conceptos contradictorios del movimiento, que son formalmente excluyentes e irreconciliables, constituyen esencialmente solo dos fases de una y la misma concepción del movimiento. A mayor abundamiento, la mecánica ondulatoria, que se basa fundamentalmente en la continuidad, llega a las mismas conclusiones matemáticas que la mecánica cuantista, que parte del concepto de la discreción de toda acción. (Nota 2).

Constancia y variación. -
Correspondiendo a la unidad discreta de la cantidad y a la singularidad uniforme de la cualidad, se plantea la exigencia de lo permanente, como fundamento para toda variación, como apoyo de su determinabilidad-----

(Nota 2): Maximov, Materia y movimiento, p. 117-9.

La ciencia busca deter- ciones primarias, pero no las-
indaga ni en entes met- físicos, ni en la substancializa-
ción de los conceptos, sino en las relaciones que se man-
tienen transitoriamente, en funciones relativamente cons-
tantes. Estas relaciones que se muestran consistentes por
cierto tiempo, se postulan como inviables, hasta que se
se amplía el dominio de la experiencia y tienen que ser-
substituidas por otras que vengan a comprender los últi-
mos resultados de la investigación. Pero es ineludible -
el hacer la suposición de tales determinaciones prima-
rias, con respecto a las otras, para poder conocer cien-
tíficamente a la naturaleza y a la sociedad. Porque es -
necesario concebir a lo existente como determinado de una
sola manera, que abarque a todos los fenómenos que se
hallan, de vez, en el universo, como único y como totali-
dad.

Sin embargo, todo aquello que se conserva, solo per-
manece en su legalidad, que es la relación de su cambio.
Lo único que se mantiene es la función en que una deter-
minación se encuentra con respecto a las otras. Las de-
terminaciones mismas no son otra cosa que las variables
de la función que las conecta entre sí. Cambio y perma-
nencia resultan ser, así, únicamente aspectos diferentes
del punto de vista de la consideración. Lo que se toma -
como permanente en cierto sentido, se muestra como varia-
ble para otro momento de la determinación y, recíproca-
mente, la variación manifiesta la propiedad de conservar-
se. La variación se determina siempre con respecto a lo
que se mantiene sin cambio; y ésto, a su vez, varía en -
relación con otras determinaciones, que se muestran en-
tonces como constantes. Pero no se tiene nada que sea ab-
solutamente permanente, de la misma manera que lo varia-
ble es siempre relativo.

Dentro de la consideración física más elemental, el
volumen de un líquido se mantiene inalterable con respec-
to a los cambios que dicho líquido experimente. El volú-
men es, pues, una constante que se utiliza para el esta-
blecimiento de las otras determinaciones, pero, cuando -
se toma en cuenta la compresibilidad de los líquidos, el
volumen deja de ser constante y la propiedad conserva-
tiva se traslada al peso. En la invariancia del peso se -
tiene el punto de referencia para relacionar las otras -
propiedades. Después, al introducir la teoría newtoniana
de la gravitación, el peso se muestra como variable, de-
pende de la distancia del objeto al centro de la tierra,
y de -----

la masa de ésta. La masa se constituye entonces en la -- magnitud constante, puesto que sufre las más variadas -- condiciones sin experimentar cambio alguno. Pero, más adelante, la teoría de la relatividad establece la modificación de la masa, demostrando que la masa total de la conjugación entre un electrón y un protón, es menor que las masas separadas de dichos corpúsculos y, en general, que la masa de un cuerpo depende de la magnitud de su -- velocidad. La conservación se traslada a otra entidad, la energía es ahora la constante. Empero, su constancia -- también es enteramente relativa. La física atómica ha -- comprobado que la masa que es transformada en energía para la composición de los átomos pesados, vuelve a manifestarse como masa, a costa de la energía, en la emisión de partículas livianas que ocurre durante las desintegraciones radioactivas. Se tiene así que, por una parte, la energía resultante es constante para todos los cambios que acontecen en las otras entidades físicas, incluyendo a la masa; mientras que, por otro lado, la masa permanece en relación con las demás determinaciones, entre las cuáles se encuentra la energía. Masa y energía son, por lo tanto, las determinaciones en las cuáles se expresa, en último término y conforme al avance actual de la física, la función recíproca intercambiable entre constancia y -- variación. (Nota 3).

C o n e x i ó n y a c c i ó n r e c í -
p r o c a . Lo primero que se destaca en la consideración del universo en movimiento, es la interconexión de los movimientos individuales, la mutua determinación de los movimientos individuales, la recíproca determinación de los unos respecto de los otros. Por una parte, los fenómenos se ordenan en series singulares, por medio de la operación de sucesión. Por otro lado, estas series se -- vinculan entre sí, se determinan en dependencia mutua, -- con la operación de acción recíproca. Tenemos, por lo -- tanto, un conjunto de movimientos, de transiciones de estados de integración, que se suceden ininterrumpidamente, determinándose recíprocamente entre sí. La conexión y la acción recíproca son los modos en que se expresa el orden y la regularidad del universo, el sentido originario de la concepción del universo-----

(Nota 3): D'Abro: The decline of ---
mechanism, p. 59-60.

como un cosmos. A su vez, esta legalidad no es sino una nueva formulación de la cognoscibilidad del universo. -- Por ella se llegan a determinar las leyes naturales y -- las leyes sociales y, lo que es todavía más importante, -- en ellas descansa la posibilidad efectiva que el hombre tiene para transformar tanto a la naturaleza como a la sociedad, por medio de su actividad.

El determinismo físico constituye la expresión más-precisa de la conexión y de la acción recíproca universales. En su formulación moderna adopta la forma de una doble y recíproca implicación: "Si A, entonces B, y si B, entonces A". En donde, tanto A como B están representando a un conjunto de acontecimientos que pueden ser excluyentes o incluyentes entre sí. La implicación es simétrica en cuanto a la conexión funcional, pero en cambio, es en general asimétrica en lo que respecta a sus términos; es decir, que A puede ser determinante de B en mayor grado de los que B lo sea de A, o viceversa. Empero, nunca puede considerarse a uno de los términos -- exclusivamente como determinante, ni tampoco al otro como mero determinado; puesto que lo que se determina es -- la relación que existe entre los acontecimientos componentes de otro suceso más complejo que aparece, sin embargo, como acontecimiento simple. Además, la variación de A y la de B, resulta continua dentro de cierto intervalo, al cual sigue un paso, o varios pasos bruscos, por discontinuidad, hasta alcanzar otro intervalo de continuidad y, así, sucesivamente; pero, no obstante, no se tiene necesariamente una correspondencia biunívoca entre las variaciones de A y las de B; y esto que acontece en el sentido de la implicación de A a B, también se cumple inversamente de B a A. Por otra parte, la manifestación de la acción determinista es histórica, es decir, que transcurre cierto intervalo de tiempo entre la variación de A y la de B, y lo mismo por lo que -- se refiere al cambio de B y al de A; aun cuando, si el intervalo de tiempo es suficientemente pequeño, se -- puede considerar como instantánea a la manifestación de la acción. Al mismo tiempo, este carácter histórico quiere decir que las transformaciones deterministas son irrepetibles, relativamente y en lo particular, pero, a la vez, se repiten constantemente en el seno del universo. Finalmente, los procesos sólo pueden considerarse como partes integrantes de la totalidad, a la cual pertenecen y -----

únicamente desde el punto de vista de esta totalidad; -- sin que ninguno de ellos se encuentre completamente aislado o separado de los demás. Por lo tanto, la constitución extremadamente compleja de los procesos, en los cuáles se operan incesantemente interacciones muy complicadas, sólo son determinables mediante la aplicación del instrumento matemático del cálculo de las probabilidades y, en consecuencia, partiendo de un conocimiento suficiente de las condiciones en un instante definido, es posible determinar las condiciones en otro instante cualquiera, ya sea pasado o futuro, con una probabilidad que puede acercarse mucho a la unidad, esto es, a la certeza, aún cuando nunca la alcance por entero.

El transcurso de la posibilidad a la existencia, de ésta, a la necesidad. La determinación del objeto se opera en tres momentos indispensables. En la posibilidad se establecen anticipaciones acerca de la relación que el objeto debe guardar con otros, se constituye una hipótesis formada por la reflexión que cumple con las condiciones planteadas por otras determinaciones. Pero esto mismo tiene que comprobarse en el proceso del conocimiento del objeto. Cuando se mantiene en la experiencia, se resuelve en existente. Y, de allí, se eleva a una proposición superior, a un conocimiento más general, que significa la expresión de la necesidad científica, por medio de su encuadramiento en una ley de cumplimiento universal. De esta ley se derivan nuevas determinaciones de posibilidad, que pasarán, a su vez, por la prueba de existencia y por la superación de su necesidad. Y, así, sin interrupción, la investigación de la ciencia se ajusta a estas condiciones. Co arreglo a ellas se organiza científicamente la experimentación, basada en hipótesis teóricas profundamente desarrolladas que, por su parte, provienen de los resultados obtenidos en experimentos anteriores.

Por el sólo hecho de establecer una ecuación algebraica, compelidos por la necesidad de resolver un problema que tengamos planteado, estaremos implicando la posibilidad de que dicha ecuación tenga solución, es decir, que pueda encontrarse un valor para la incógnita tal, -- que la equiparación de los términos se transforme en ---

su identificación. Realizando las transformaciones adecuadas, nos vemos conducidos efectivamente a la solución de la ecuación, en cada caso particular, esto es, a la comprobación de la existencia de un valor determinado para la incógnita, por el cual se cumple la relación establecida en la ecuación. Por fin, la necesidad se determina, después de la resolución de muchos casos particulares, en el llamado teorema fundamental de álgebra, conforme al cual, toda ecuación algebraica tiene solución. Pero, de esta condición universal se deriva, a su vez, la posibilidad de que una ecuación tenga más de una solución, o sea, de que su incógnita pueda adoptar valores diferentes que cumplan, todos ellos, la relación formulada. Y, en efecto, en muchas ocasiones esta posibilidad deviene en existencia, encontrándose varias raíces para una misma ecuación. Después de este conocimiento particular de existencia se llega a generalizar, con el establecimiento de un corolario del teorema anterior, según el cual, toda ecuación algebraica tiene necesariamente tantas raíces como el exponente de su grado, sin que sean ni una más ni una menos. Así arribamos a una nueva necesidad, que implica una superación de la anterior pero que, al propio tiempo, ha podido alcanzarse únicamente a través de la posibilidad y de la existencia.

2. Relación de juicio y concepto en la determinación.

Distinción entre el juicio y la oración. La oración, como tal, puede descomponerse en sus elementos constitutivos: adjetivos, adverbios, artículos, conjunciones, interjecciones, preposiciones, pronombres, sustantivos, verbos, etc. Pueden distinguirse también en ella, en otro sentido, tres términos; sujeto, verbo y complemento. Cada una de estas partes representa un papel definido en la oración. Igualmente, la oración misma tiene diferentes formas de construcción, su empleo se sujeta a ciertas reglas, desempeña una función determinada en la expresión del lenguaje y, en fin, es susceptible de múltiples determinaciones. De sus elementos, los más importantes son los sustantivos, los adjetivos y los verbos; los cuáles son, en cierto modo, in-----

tercambiables entre sí, ya que los sustantivos pueden derivarse de verbos o de adjetivos, lo mismo que los verbos de adjetivos o sustantivos, y que los adjetivos de los sustantivos o de los verbos. Sin embargo, con todo y que la distinción gramatical de la oración puede servir provechosamente, por analogía, como fuente de investigación, la consideración lógica del juicio es bien diferente.

El juicio tiene, en efecto, únicamente dos términos lógicos, que se encuentran ligados funcionalmente. En virtud de esta relación, se puede hacer variar a uno de los términos en forma independiente, determinando entonces variaciones correspondientes en el otro término, que dependerán de las que experimente el primero, para el mantenimiento de la relación establecida. Pero, toda función que se establezca es recíproca y, por lo tanto, lo que puede hacerse con uno de sus términos también podrá operarse con el otro. Así en un caso podrá asignarse a un término el carácter de variable independiente, resultando ser el otro la variable dependiente; pero, inversamente, también se seguirá cumpliendo la función cuando el segundo término sea el que asuma el papel de variable independiente, haciendo que el primero sufra variaciones dependientes de las de aquél. En consecuencia, por el juicio se determinan mutuamente sus dos términos; porque tanto se establece cierta determinación para un término, definida por el carácter de la relación, como también el otro se encuentra determinado, a su vez, por el primero, solo que en sentido inverso. La propia funcionalidad del juicio descansa en esta propiedad de recíproca determinación entre ambos términos. Por lo tanto, si, como se afirma por parte de algunos lógicos, la determinación radica exclusivamente en uno de los términos, en tanto que el otro solo tuviera el carácter de ser una "materia del conocimiento", que fuera la única determinada; entonces, el juicio no sería una función, porque carecería de una característica fundamental e indispensable en toda función, o sea la reciprocidad entre sus términos. Por lo demás, como ya lo hemos señalado, la validez de una conexión lógica tiene como base el hecho de que corresponda a una conexión existente en el universo, ya que, en último término, la conexión lógica no es otra cosa que la expresión en el pensamiento de la relación que se tenga en la naturaleza o en la sociedad. Y toda conexión parcial es sólo la particularización de la interconexión universal -----

entre todos los procesos y de la mutua determinación de los unos con respecto a los otros.

El papel gramatical de la c ó p u l a . Si el resultado de un experimento o la conclusión a que hayamos arribado después de un desarrollo teórico, nos conducen a la formulación de un juicio en el cuál se exprese la relación encontrada entre los conceptos "célula" y "reproducción", nos veremos en la necesidad de efectuar algunas transformaciones en las palabras que representan a dichos conceptos y, al mismo tiempo, a agregar otras que desempeñarán un papel estrictamente gramatical en la proposición que formulemos. El concepto de "reproducción" lo convertiremos en el verbo "reproducir", para señalar la acción de este concepto -- con respecto al otro. Pero, ni siquiera nos bastará con el infinitivo, sino que tendremos que hacer uso de una \pm inflexión del verbo y, además, introducir un artículo y un pronombre reflexivo, para poder construir la oración: "la célula se reproduce". Entonces habremos expresado la relación entre el concepto "célula" y el concepto "reproducción".

Sin embargo, es corriente substituir la inflexión de la forma verbal del concepto, por la palabra "es", o por alguna otra flexión del verbo "ser". En nuestro caso, tendríamos que añadir el adjetivo "susceptible" y la preposición "de" y convertir el verbo "reproducir" a su forma reflexiva; así, formaríamos la oración: "la célula es susceptible de reproducirse". El papel de la inflexión del verbo "ser" es, por lo tanto, el de un simple signo de predicación entre los conceptos; pero no constituye realmente ninguna predicación. Pero, la voz "es" puede tener un sentido ambiguo, porque en algunos casos tiene, además, el significado de predicar la existencia; es decir, que es una forma en la cuál se expresa el concepto "existencia". Aprovechando esta ambigüedad, se ha hecho la falsa generalización de atribuir al vocablo "es" la implicación universal de la existencia. De este modo, al formular la oración de que "un centauro es una ficción poética", se estaría afirmando la existencia objetiva del centauro como un organismo vivo. Y, todavía más, como todo juicio es susceptible de expresarse por medio de una oración en la cuál intervenga una flexión del verbo "ser", se ha llegado a identi-----

ficar a dicha forma de oración con el juicio, excluyendo a todas las demás posibles, en las cuales puede expresarse el mismo juicio. Entonces, por esta persistencia artificial, se le ha adjudicado el carácter de ser indispensable en el juicio, aún cuando, en verdad sólo lo es para esa forma particular de oración. (Nota 4).

Siguiendo este desenvolvimiento apoyado en la duplicidad de su significación, la palabra "es" se ha denominado "cópula" y, con este nombre, se le ha elevado al rango de término en el juicio. Tres serían, en consecuencia, los conceptos que intervendrían en la judicación: - el concepto-sujeto, el concepto-cópula y el concepto-predicado. Pero, para que así fuera, tanto el sujeto y la cópula, como ésta y el predicado, deberían encontrarse en alguna relación funcional definida. Sin embargo, desde el punto de vista lógico no es posible establecer ninguna función entre ellos y, por lo tanto, la cópula no es un término del juicio. Debe advertirse que un juicio puede contener más de dos conceptos, en rigor un número cualquiera de ellos; pero, en todo caso, siempre podrán agruparse en dos términos únicos, que entonces serán compuestos y, además, también será posible siempre expresar en forma explícita la relación en que cada uno de los conceptos se encuentre con respecto a cada uno de los otros, en función de los demás. En consecuencia, la cópula tiene un papel exclusivamente gramatical, y eso en determinadas proposiciones que expresan al juicio, -- del mismo modo que los otros elementos agregados desempeñan también únicamente una función gramatical.

Relación entre la lógica y la didáctica del conocimiento. En la reconstrucción de los procesos seguidos para la adquisición del conocimiento, la lógica tiene una función muy importante. Por medio de ella es que pueden repetirse, con firmeza, todos los pasos que conducen a la conclusión ya alcanzada anteriormente. En este sentido, la técnica de la transmisión del conocimiento científico se apoya enteramente en las leyes y en los métodos desarrollados por la lógica. El aprendizaje de una disciplina se efectúa por un -----

(Nota 4): John Stuart Mill, *Système de Logique Déductive et Inductive*, Paris, Felix Alcan, 1896, tomo I, p. 84-5.

procedimiento lógico que permite al estudioso seguir la trama elaborada sistemáticamente. Por otra parte, el estudio riguroso de una ciencia es el mejor antecedente, en realidad indispensable, para aprender la lógica misma.

Pero, con todo, la lógica no es la ^{didáctica} ~~metodología~~ del conocimiento. Porque su dominio de investigación es bien diferente. Como ya lo hemos expresado, la lógica se ocupa de encontrar, en el proceso mismo del trabajo científico, las formas en que este procede, para desarrollarlas sistemáticamente y convertirlas así, en eficaces instrumentos para la propia investigación de la ciencia. En cambio, la técnica de la enseñanza se ocupa únicamente de rehacer el curso de la investigación, para mostrarlo en su forma más simple y, de esta manera, hacer posible que lo ya conocido sea aprendido por otros sujetos, comprendiéndolo. En resumen, la lógica se interesa en la producción del conocimiento científico, en tanto que la didáctica se encarga de difundir sus productos, cuando éstos ya están elaborados.

C o r r e l a c i ó n e n t r e j u i c i o y c o n c e p t o . El juicio, como expresión más caracterizada de la determinación, establece la relación entre dos o más conceptos. La función judicativa condiciora recíprocamente a los dos elementos que la constituyen, a los conceptos que en ella intervienen. Desde este punto de vista, el concepto desempeña un papel primario, con respecto al juicio del cual forma parte. Solo que, al propio tiempo, el concepto no tiene otro contenido que aquél que el conocimiento va integrando, por medio de todos los juicios en que dicho concepto interviene. Por lo tanto, el concepto mismo tiene como elementos primordiales a los juicios que lo constituyen. Tenemos así una correlación mutua entre juicio y concepto. El juicio se forma de conceptos, pero también, el concepto es el resultado, nunca concluido por enetero, de una sucesión de juicios.

Cuando, en el estudio clásico de la física, se pasa de la cinemática a la dinámica, es necesario agregar otros conceptos. Además del espacio, del tiempo, de la velocidad y de la aceleración, con los cuáles se constituye el dominio de la cinemática, se tienen que introducir nuevos conceptos; inicialmente los de inercia, fuerza --

y masa. Pero éstos no se encuentran ya, de por sí, determinados. Por lo contrario, procediendo primitivamente de la experiencia científica, su postulación resuelve transitoriamente ciertos problemas críticos, paltaados por la experimentación misma. Y es únicamente en el transcurso de la investigación, a medida que se va integrando el dominio de la dinámica, conforme se solucionan sus problemas peculiares, por medio de juicios en que intervienen justamente los conceptos de inercia, de fuerza y de masa; que éstos van obteniendo, el mismo tiempo, su determinación. Por lo demás, también los conceptos fundamentales de la cinemática -el espacio, el tiempo, la velocidad y la aceleración- alcanzan una determinación más amplia y más comprensiva en el campo de la dinámica. Y, -- del mismo modo, tanto los conceptos cinemáticos, como -- los dinámicos, serán determinados con mayor exactitud por el estudio de la hidrodinámica, de la elasticidad, de la termodinámica y, así, sucesivamente.

3. La determinación como dialéctica.

Concordancia entre el pensamiento y la existencia. Los postulados fundamentales del conocimiento, acerca de la existencia del universo y de su cognoscibilidad, se expresan también en el hecho de que tanto nuestro pensamiento subjetivo como el mundo objetivo, se encuentran sujetos a las mismas leyes. Por esto es que, en último término, los resultados del conocimiento desarrollado teóricamente, lejos de contradecir los hechos aportados por el experimento, se encuentran en coincidencia con ellos. La filosofía se encarga, justamente, de demostrar la analogía existente entre los procesos que se operan en el pensamiento y aquellos otros en que la naturaleza y la sociedad se expresan; y, recíprocamente, entre éstos y los primeros. Al mismo tiempo, la filosofía comprueba la validez de leyes semejantes para todos los procesos, en los casos más variados y en los más diferentes dominios del conocimiento.

La dialéctica debe concebirse, por lo tanto, como la ciencia de las leyes más generales de todo el movimiento. Lo cual implica que sus leyes tienen la misma validez en el movimiento de la natura-----

leza y de la historia, que en el proceso del conocimiento. Las diferentes formas y variedades de la naturaleza, los distintos modos que la sociedad manifiesta y las múltiples fases del pensamiento, sólo se conocen por medio del movimiento; y es en el movimiento, y sólo en él, que se expresan en sus propiedades. De aquello que no se mueve -- siquiera sea parcialmente en uno de estos aspectos, de naturaleza, sociedad o pensamiento -- no es posible -- decir nada. De aquí que la propia constitución de los -- procesos sea un resultado de las formas de su movimiento.

D i s t i n c i ó n e n t r e e l e n t e n d i m i e n t o y l a r a z ó n . La actividad del entendimiento es común al hombre y a algunas especies de animales. Algunos animales también practican la inducción, la deducción y la abstracción, cuando forman conceptos generales; como la distinción que hacen entre objetos peligrosos y aquellos que no lo son. -- El análisis, la síntesis y aún el experimento, son realizados, asimismo, por dichos animales; como cuando examinan un posible alimento, cuando ponen en práctica una treta; o cuando se atreven a enfrentar un obstáculo o una situación desconocida para ellos. Ciertamente que, en los animales, estos modos de obrar son rudimentarios. Pero, con todo, no difieren de los que el hombre realiza, excepto en cuanto al nivel de su desarrollo. Por lo tanto, todos los medios de investigación científica que reconoce la lógica ordinaria son, fundamentalmente, los mismos que practican los llamados animales superiores. -- Las características fundamentales de estos métodos son iguales y conducen a resultados semejantes en el hombre y en el animal; en tanto que ambos obran exclusivamente -- con arreglo a estos métodos elementales o se atienen únicamente a ellos. (Nota 5).

Por lo contrario, el pensar dialéctico implica la -- investigación de la naturaleza de los conceptos y, por -- ésto, sólo al hombre le es posible practicarlo. Y, aún a ésto, únicamente hasta que ha logrado alcanzar un nivel de desarrollo relativamente elevado; como, por ejemplo, -- en la cultura griega y en la egipcia. (Nota 6). Pero, --

(Nota 5): Engels, D i a l é c t i c a d e l a N a t u r a l e z a, p. 224.

(Nota 6): Engels, D i a l é c t i c a d e l a N a t u r a l e z a, p. 224-5.

desde ese nivel, ha sufrido una evolución lenta pero segura; hasta alcanzar su expresión explícita y consecuente en la culminación de la filosofía alemana, particularmente en Hegel, Marx y Engels. Sin embargo, el desenvolvimiento entero de la ciencia constituye una comprobación reiterada de la concepción dialéctica del universo y, con ella, de las formas esencialmente dialécticas de todos los procesos y de todas las leyes que rigen en la naturaleza, en la sociedad y en el pensamiento. Y cada nuevo avance del conocimiento científico se traduce, dentro de la lógica, en la adquisición de determinaciones más profundas y más amplias, de las leyes dialécticas y de las relaciones que entre ellas existen. Por esto es que la lógica, cuya posibilidad única es la de ser lógica de la ciencia es, como ciencia, la dialéctica.

Capítulo Tercero

TEORIA DEL JUICIO

1. La función de las categorías.

La mutua implicación entre los conceptos. De la correlación entre juicio y concepto, resulta que los conceptos constituyen los elementos del juicio; se encuentran desempeñando, con respecto a éste, la función de ser los componentes primarios, a partir de los cuáles es posible efectuar la judicación. Es claro que un concepto es susceptible de un número infinito de determinaciones y, por lo tanto, que puede formar parte de una infinidad de juicios. Se tienen, además, conceptos cuyas interrelaciones pueden establecerse de un modo directo, en tanto que otros sólo pueden serlo a través de la mediación de una sucesión más o menos complicada, de juicios. En fin, hay ciertos conceptos que implican necesariamente a otros, es decir, que se encuentran confirmados por ellos de manera indispensable. En general, ningún concepto deja de implicar, irremisiblemente, a otros. No se tiene concepto alguno que pueda considerarse como enteramente aislado, o separado, de los demás. Porque, por una parte, su propia constitución se realiza únicamente por medio de una cadena de juicios, en cada uno de los cuáles se determina alguna relación del concepto de que se trate, con respecto a otros. Y, por otro lado, el concepto no es otra cosa que el resultado de la determinación de una característica del universo y, por lo tanto, su validez radica en la correspondencia que tiene con el modo de existencia del proceso particular que traduce, el cuál, ante todo, se encuentra en relación inseparable con todos los demás procesos que ocurren en el seno del universo.

En todo juicio se encuentra contenida la implicación de otros conceptos más generales, que aquellos que constituyen sus elementos.

Pero, estos mismos conceptos que son más generales que los constituyentes del juicio, implican a su vez otros conceptos todavía más generales y, éstos, sucesivamente, otros que aún lo sean más. Siguiendo esta sucesión de implicaciones, nos vemos conducidos hasta los conceptos cu ya generalidad sea tal, dentro de una disciplina determinada, que se encuentren implicados necesariamente en todo juicio perteneciente a dicha rama de la ciencia. Es claro que, en general, estos conceptos no son un límite en el cuál se detenga la generalización; ya que ellos mismos podrán implicar a otros conceptos todavía más com prensivos. Solo que, si nos remontamos a ellos, habremos traspasado el dominio particular de la disciplina de que se trate y nos encontraremos en el campo más general de la ciencia que incluya, además de dicha disciplina, a otras ramas diferentes; es decir, que tendremos conceptos tan generales, que lo mismo se implicarán en la disciplina a que pertenezca el juicio considerado en particular, como también en todas las otras que formen parte de la ciencia que las comprenda a todas ellas. Sin embargo, ni aún allí se detendrá la implicación. Todavía podremos en contrar otros conceptos que no sólo se implican en una ciencia, sino en todo un grupo de ciencias, Y, aún más, llegaremos a encontrarnos con conceptos que estén incli dos en todo juicio de las ciencias naturales, o en toda judicación de las ciencias sociales. Finalmente, arribaremos a ciertos conceptos que estarán contenidos en todo el pensamiento de la ciencia. El último de ellos que, a la vez, es la propiedad más general del universo, es el concepto de la existencia del propio universo, en forma independiente al conocimiento, y del hombre como parte del mismo.

Ahora bien, esta implicación que hemos recorrido en el sentido de creciente generalización, también se opera en forma inversa. Desde el concepto de la existencia del universo, nos vemos compelidos a implicar, uno a uno y sin terminar nunca, a todos los conceptos de la ciencia; dado que no es siquiera posible establecer ni la determi nación más elemental, sin recurrir a cierta particularización en la cuál se implica, por necesidad, un concepto menos general. Tenemos, entonces, simultáneamente con la implicación de los conceptos en el sentido de su crecien te generalización, la relación implicativa de su particu larización, también creciente. Un juicio no representa, así, sino un momento de la determinación en el cuál se dan, a la vez, la implicación de los conceptos más gene rales que -----

comprenden a los términos del juicio y, también, de los conceptos más particulares que se encuentran comprendidos en dichos términos. Por otra parte, como el conocimiento se encuentra en un movimiento continuo, sin tener nada de estable en sentido absoluto, entonces esta doble implicación que existe entre los conceptos que se relacionan por generalización y por particularización, siempre está en actividad.

Los conceptos fundamentales de la ciencia. En este juego dialéctico de los conceptos, la ciencia encuentra definido su dominio por algunos conceptos fundamentales, que estarán implicados en todo juicio que se establezca científicamente. En este dominio universal de la ciencia, -- los otros campos menos generales, que constituyen los dominios particulares de cada una de las ciencias, se definen por medio de otros conceptos que, si bien tienen menos generalidad que los primeros, son fundamentales, sin embargo, dentro del dominio definido para la ciencia a la cual pertenezcan. Y, dentro del campo de una ciencia, también se definen dominios más particulares, caracterizados por otros conceptos que desempeñan en ellos dicha función fundamental; así se constituyen la diferentes ramas de una misma ciencia. Todavía se llegan a practicar nuevas divisiones y subdivisiones, para estudiar aspectos más particulares de los procesos del universo, encontrándose definidos siempre por conceptos característicos. Dentro de los límites de su dominio, estos conceptos tienen un carácter universal, ya que operan sin excepción en todos los juicios que en esa disciplina se establezcan; es decir, que siempre se encuentran implicados por los otros conceptos que en ellos intervienen.

A los conceptos que desempeñan la función que hemos relatado, se les denomina categorías. Algunas de ellas se encontrarán implicadas, ineludiblemente, en todo conocimiento. Otras, en cambio, sólo operarán en el dominio de las ciencias de la naturaleza, en tanto que habrá otras más que únicamente tendrán aplicación en las ciencias de la sociedad. Además, cada ciencia tendrá también sus categorías características y, aún más, en cada una de sus ramas se distinguirán claramente categorías que les sean peculiares. Por lo tanto, las categorías pueden servir como discriminantes para determinar, en -----

cada caso, el dominio particular en que un juicio se ha-
ya producido; porque dentro de ese dominio no puede esta-
blecerse ninguna judicación cuyos conceptos no impliquen
necesariamente, a las categorías que definen dicho domi-
nio. Además, el juicio implicará también, imprescindible-
mente, a las categorías más generales que constituyen, -
desde este punto de vista, a la ciencia de que forme par-
te la disciplina considerada y, en último término, a --
las categorías elementales del conocimiento en general.
Por lo tanto, podemos definir a las categorías, como a--
quellos conceptos más generales que todo juicio implica.

El sistema de las cate-
gorías no es rígido. Empero, -
la relación sistemática que existe entre las diversas ca-
tegorías, no tiene nada de rígido. Por una parte, el co-
nocimiento científico se ve compelido a multiplicar cons-
tantemente las divisiones y subdivisiones establecidas -
dentro de su objeto universal, haciendo que nuevas cate-
gorías surjan ininterrumpidamente, para caracterizar a -
esta particularización de los dominios. El número de las
categorías subordinadas a las más generales no tiene, de
este modo, límite alguno; puesto que experimenta un cre-
cimiento ininterrumpido. A la vez, el aumento de relacio-
nes entre las divisiones establecidas, produce una inte-
rrelación cada vez mayor entre las categorías que las ca-
racterizan, haciendo que el sistema sea cada vez más com-
plicado y de mayor amplitud.

Por otro lado, el propio desarrollo de la ciencia, -
plantea constantemente la substitución de unas categorías
por otras, cuando su avance pone en evidencia que ellas
han dejado de ser operantes como conceptos generales. Y-
este proceso por el cual se derrumban ciertas categorías,
para ser desplazadas ante el surgimiento de otras nuevas,
se opera con mayor rapidez a medida que el dominio sea -
más particularizado. Pero, aunque más lentamente, tam-
bién alcanza a transformar hasta la caracterización de -
las categorías más fundamentales, en los más amplios do-
minios. Solo que en estos campos, dichos cambios ocurren
de modo cada vez más imperceptible, según el grado de su
generalidad, hasta que la acumulación es suficiente para
provocar una transformación radical en las mismas cate-
gorías fundamentales de una ciencia. Cuando esto ocurre, -
siempre con una apariencia espectacular -----

la ciencia de que se trata sufre una crisis que la conmueve en su totalidad. Tal como la que recientemente ha experimentado la física, al derrumbarse las categorías de espacio y de tiempo de la mecánica clásica, para ser substituidas por la categoría única de espacio-tiempo de la teoría de la relatividad.

Finalmente, aún cuando las categorías más generales del conocimiento tienen aplicación universal en toda ciencia, esto no quiere decir que en cada uno de los dominios particulares tengan exactamente el mismo carácter. En realidad, adoptan ciertas formas características cuando se las considera dentro de cada uno de los campos. Como vamos a tener oportunidad de ponerlo en claro más adelante, la categoría de espacio es diferente, en cierto modo, dentro del dominio de la geometría, que en el campo de la física, en el de la biología, o en el de la psicología. Y, aún dentro de los límites de una disciplina determinada, las categorías que la constituyen en su generalidad, presentan variaciones definidas dentro de cada una de sus ramas; y, en éstas, cuando se las considera dentro de cada una de sus múltiples divisiones. De este modo, una rama del conocimiento se encontrará definida por las categorías que la constituyen particularmente y de modo peculiar y, además, por las categorías de la ciencia a la cuál pertenece dicha rama y, también, por las categorías del conocimiento en general. Sólo que estas dos últimas clases de categorías, las de la ciencia de que forma parte la rama considerada y las del conocimiento en general, adoptarán en la propia rama una forma específica, condicionada por las categorías subordinadas que la constituyen, y esta forma será también peculiar para el dominio de que se trate. Así, cada una de las divisiones de la ciencia posee sus propias categorías particularizadas, que la definen por completo. Pero, al mismo tiempo, las mismas categorías solo se determinan en el proceso de su operación y, por lo tanto, se encuentran también condicionadas por las formas más particulares que adoptan en las subdivisiones que integran la división que hayamos considerado.

Las categorías son formas de expresión de las relaciones del universo. Esta fluidez que hemos señalado dentro del sistema de las categorías, expresa su carácter dialéctico. Toda -----

fijación que de ellas se haga será siempre transitoria; porque, más pronto o más tarde, el avance de la ciencia las hará insostenibles. Y no es únicamente que, llegado el caso, sea necesario sustituirlas por entero, colocand~~o~~ a otras en su lugar; sino que, en realidad, constantemente están sufriendo transformaciones, condicionada~~s~~ por los resultados aportados por el conocimiento. Y estas modificaciones llegan a hacerse radicales en tal forma que, en ocasiones, lo único que se conserva de las anteriores categorías, es el nombre.

El pensamiento dialéctico refleja el movimiento con traditorio de la naturaleza y de la sociedad, en todos sus aspectos; y este caracter fundamental se acusa también en el establecimiento de las categorías. Estas expresan, de modo determinado, las formas en que se manifiestan las relaciones sociales y las conexiones que existen entre el hombre y la naturaleza, de la cuál es parte integrante. Todo proceso es el tránsito continuo en el cuál se resuelve un conflicto entre opuestos, para fundirse finalmente en una forma superior, condicionada por otros procesos y condicionantes, a su vez, de ellos. Este movimiento a través de contradicciones, caracteriza a toda manifestación particular de existencia y, al propio tiempo, al pensamiento por el cuál llega a determinarse esta manifestación. Así, la relación más general entre las categorías es, justamente, la de su mutua oposición. Por lo tanto, el paso de unas a otras se realiza por la negación sucesiva que hace que un polo opuesto se transforme en el otro. Como toda la lógica, el sistema de las categorías se desenvuelve en y por estas condiciones progresivas.

Pues bien, las categorías más generales del conocimiento científico pueden agruparse dentro de cuatro clases; c u a l i d a d, c a n t i d a d, r e l a c i ó n y m o d a l i d a d. A su vez, estas clases pueden dividirse en grupos, o subclases, que comprendan los momentos dialécticos fundamentales. Sin embargo, deben hacerse algunas advertencias. La terminología adoptada no entraña el compromiso de que la ciencia moderna adopte la tabla kantiana de las categorías, ni menos que se rija por ella. Se trata de una coincidencia nimal que únicamente conserva puntos de contacto en algunos de los aspectos más secundarios. En la exposición que enseguida consignaremos, acerca de cada una de las categorías del conocimiento en general, con las cuáles opera en la actualidad la cien -----

cia en su conjunto, quedará enteramente dilucidado el -- carácter radicalmente distinto que adoptan dichas catego- rias en el proceso del conocimiento científico de nues- tros días. Las objeciones que puedan hacerse por el man- tenimiento de ciertos términos gramaticales, quedan des- truidas por el hecho de que, por una parte, es imposible acuñar nombres enteramente nuevos para designar las nue- vas concepciones y, por otro lado y sobre todo, porque -- la propia ciencia los ha conservado, si bien con un sig- nificado enteramente diferente. Por lo demás, no se cor- rre ningún peligro de equívoco en esto, ya que las cate- gorías y todos los conceptos de la ciencia, se utilizan en ésta con arreglo a la deter-minación que en ella misma reciben. En segundo lugar, la forma esquemática de pre- sentar las categorías, que aquí se adopta, no tiene otra pretensión que la de expresar del modo más fiel que nos- ha sido posible, la deter-minación que de éstas categorías ha llegado a establecerse hasta estos momentos. Por lo -- tanto, el sistema no tiene nada de fijo y debe conside- rársele, esencialmente, como susceptible de modificarse -- ante los nuevos resultados que, en cualquier momento, -- pueda arrojar la investigación de la ciencia.

2. La cualidad y sus grados.

La u n i d a d d e l o s o p u e s t o s. El análisis de la unidad y la deter-minación de sus partes contradictorias, constituye la operaci ó n m á s e l e m e n t a l y el fundamento de la dialéctica. En la identi-dad de los opuestos se expresa la existencia de aspectos contradictorios que se excluyen mutuamente; se exponen -- las tendencias contradictorias y antagónicas que se mani-fiestan en todos los fenómenos y procesos de la naturale-za, lo mismo que de la sociedad y del pensamiento. El de-sarrollo de los procesos se manifiesta como una pugna de con-trarios que, sin embargo, llegan a unificarse. Y en -- esta lucha y por esta identificación es que se deter-mina el movimiento de todo lo existente, los saltos bruscos, las interrupciones en el gradual desarrollo de los proce-sos, la transformación de los polos en sus opuestos, la destrucción de lo caduco y el surgimiento de lo nuevo. La co-incidencia de las contradicciones es siempre condi-cional, temporal, transitoria y re -----

lativa. En cambio, la lucha de los contrarios, que se excluyen recíprocamente, es absoluta; como es absoluto el desarrollo, o el movimiento, de lo existente. Por lo tanto, también la diferencia entre lo relativo y lo absoluto, es relativa; porque lo absoluto se encuentra contenido en lo relativo, de la misma manera que lo relativo -- forma parte de lo que es absoluto. (Nota 1). El estado é del universo en su totalidad, y en su particularidad, es siempre de contradicción; si bien la contradicción mísma se encuentra también en vías de superación. (Nota 2).

El conflicto entre los contrarios se manifiesta de diversos modos. En primer término, toda determinación implica necesariamente una determinación de su opuesto; -- porque la existencia de un proceso implica, también necesariamente, la existencia de un opuesto. (Nota 3). En la matemática tenemos el signo de más implicando el de men os, el proceso de dif er enc ia n -- c i ón haciendo surgir al de int egr ac i ón. En física, la determinación recíproca entre la acción y la reacción, lo mismo que la existencia simultánea de electricidad negativa y positiva. En química, la combinación de los elementos, que se encuentra condicionada por la disociación atómica de otras moléculas. En la historia, la lucha de clases, en la cuál se expresa el conflicto entre las relaciones de producción y las de distribución. (Nota 4). Para comprender algo, es preciso distinguirlo de su opuesto, porque su existencia depende de la existencia de otras cosas, que se engendran con ella, justamente en una relación de contradicción. (Nota 5).

Por otra parte, los opuestos polares se identifican.
Aún cuan-----

(Nota 1): V.I. Lenin, En torno a la cuest ión de la dial ect ica; en "Marx, Engels y el marxismo", Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1947, p. 306-11.

(Nota 2): V. J. McGill and W. T. Parry, The uni-t ect ica l opp os ites: a dial ect ica l opp os ites; en "Science and Society", New York, vol. XII, núm. 4, Fall 1948, p.418-444.

(Nota 3): McGill and Parry, op. cit. .

(Nota 4): Lenin, op. cit. .

(Nota 5): McGill and Parry, op. cit. .

do en cierta determinación aparezcan dos propiedades como excluyentes entre sí, es decir, de tal manera que sólo sea posible que se tenga una o la otra, pero nunca las dos a la vez. Sin embargo, esta radical oposición llega siempre a superarse en una nueva determinación, en la cual se identifican los opuestos por la coincidencia de sus características. En cualquier caso, una abstracción suficiente en lo que respecta a sus condiciones, nos conduce a la unidad de los contrarios, a tal punto que resulten indistinguibles e intercambiables. Tal es el caso de los números reales, en lo que se refiere a los racionales y a los irracionales, de los cuales surgen por superación de ellos y de su contradicción. Se trata siempre de que las formas de oposición ocurren de tal manera que dos procesos siempre pueden contraponerse de un modo, en tanto que de otro se identifican. Los opuestos supuestamente irreductibles siempre acontecen como límites extremos de un conjunto de intensidades, que difieren en grado. Y toda determinación se sitúa siempre en alguno de los puntos de esta transición; porque los opuestos mismos no se encuentran incluidos en el conjunto: son sus fronteras, pero no pertenecen a él, dado que tienen un carácter hipotético, que únicamente se realiza relativamente a su contrario. (Nota 6).

En otro aspecto, cualquier proceso concreto es siempre la unidad de determinaciones opuestas. Porque toda manifestación concreta involucra la abstracción de otras. del mismo modo, tal proceso es particular porque en él se cumplen condiciones de validez universal que, a su vez, sólo pueden determinarse en los casos particulares. De otra manera, aquello que logramos determinar en una ocasión, será siempre la actualización de alguna de las propiedades potenciales de un proceso; pero, al mismo tiempo, aquellas otras que no se manifiestan entonces, sino que se conservan potencialmente, se harán presentes no obstante, y de manera ineludible, en condiciones propias. Así, se tiene una unidad entre la estructura y la función de los tejidos, de los órganos y de los organismos. Estructura y función se encuentran en una relación de interdependencia, de modo que una de ellas no puede existir sin la otra. Son inseparables pero, a la vez, distinguibles; como la parte convexa y la parte cóncava de

(Nota 6): McGill and Parry, The unity of opposites.

una curva. Incluso en la distinción cualitativa más elemental, la que se establece entre lo uno y lo múltiple, se cumple esta identificación. El número 17 es una multiplicidad, pero también una unidad, si se considera que constituye el número de alumnos de un grupo. -- (Nota 7).

En otro sentido, tenemos que todo proceso se encuentra determinado necesariamente por fuerzas que se oponen directamente. La órbita recorrida por un planeta está de terminada en cada punto por fuerzas contrapuestas; la gravitación induce su movimiento hacia el centro del sol, en tanto que la cantidad de movimiento poseída por el planeta lo hace tender al movimiento rectilíneo. El resultado es la superación de esta contradicción, en una trayectoria elíptica. Igualmente, en el organismo se expresa también típicamente este antagonismo de fuerzas contrarias, entre los músculos extensores y los flexores. En cualquier actividad rítmica, como el caminar, los músculos flexores y extensores tiran en sentidos opuestos, de modo simultáneo; en tanto que unos se contraen, los otros se distienden. El carácter de la actividad se encuentra determinado por los esfuerzos ejercidos relativamente, por las contracciones de estos músculos antagonísticos. Asimismo, el desarrollo de una sociedad se determina por el conflicto entre las fuerzas productivas y las relaciones de propiedad. La lucha entre las clases contrapuestas conduce a superaciones parciales, que siempre tienen un carácter esencialmente inestable y que plantean, con necesidad ineludible y en un plazo relativamente corto, una nueva agudización del conflicto que, a su vez, será solucionado de modo relativo. Y, así, incesantemente, hasta que llega un momento en que las contradicciones no admiten paliativo de ninguna naturaleza, dando lugar a una época de revolución social; en la cual se transforman radicalmente las relaciones de producción y de distribución, es decir, el régimen de propiedad, por la negación de las clases, que desaparecen para dar lugar a otra enteramente nueva, que las comprende en su superación. Debe advertirse, de paso, la distinta connotación que adquiere la categoría de *í u e r z a* en cada uno de los tres campos en que la hemos examinado, el físico, el biológico y el sociológico. No obs -----

(Nota 7): McGill and Parry, The u n i t y o f o p p o s i t e s .

tante lo cuál, las tres se encuentran comprendidas en la generalización filosófica de f u e r z a, como categoría universal del conocimiento, ya que en cualquier dominio científico, el movimiento de un sistema se encuentra determinado por dos fuerzas que actúan en sentido contrario. (Nota 8).

La d e t e r m i n a c i ó n c u a l i t a t i v a. Primordialmente se tiene a la existencia como idéntica a sí misma, en una indiferenciación absoluta. - Esta mera existencia es también mera abstracción y, por consiguiente, es absolutamente negativa, como indeterminación que es. Pero, tanto la existencia como la indeterminación, se identifican en el devenir; formando una u n i d a d cuyo movimiento, mediante la diversidad contradictoria entre la existencia y su indeterminación, conduce a la determinación de lo existente. La existencia determinada es la unidad de lo existente con la indeterminación; y, en su relación, que es a la vez su contradicción, se tienen tan solo como momentos. El resultado es la contradicción superada, es la existencia con su determinación y su negación. Es el devenir puesto en la forma de uno de sus momentos. (Nota 9).

Esta existencia determinada con el carácter que le es inmediato, es simplemente la cualidad. Pero esta cualidad destacada se niega como ella y como otra. En tanto que existe como otra es su propia determinación, sólo -- que distinta de ella; puesto que es la existencia para esa otra. Así es como todo proceso, por su cualidad, es finito y mudable. La finitud y la mutabilidad pertenecen a su existencia. Pero este proceso también llega a transformarse en otro, y este otro es también un proceso que, a su vez, se muda en otro y, así, hasta lo infinito. (Nota 10).

El progreso hasta lo infinito constituye el perpetuo proseguir de estas determinaciones, que se engendran la una de la otra. Un proceso llega a existir como otro, y lo otro como otro aún. Y lo que se combina, se convierte en lo otro de lo otro. De este modo, lo infinito y lo finito son una sola y la misma cosa. La infinidad -----

(Nota 8): McGill and Parry, T h e u n i t y o f o p p o s i t e s.

(Nota 9): Hegel, e n c i c l o p e d i a, p. 77-82.

(Nota 10): Hegel, o p . c i t ., p. 82-3.

es determinada como unidad de lo finito y de todo lo infinito. La existencia, como relación consigo misma, es - inmediatividad y, como relación de su negación consigo - misma, es lo uno; lo cuál, por ser diferenciado en sí -- mismo, excluye a lo otro. (Nota 11).

La relación de lo negativo consigo mismo, es relación negativa, distinción de lo uno de sí mismo, repulsión de lo uno, posición de muchos. La repulsión de los unos que existen, se convierte en su repulsión recíproca, en un mutuo excluirse. Sin embargo, cada uno de los muchos existe en la existencia del otro. Cada uno es uno y también uno de los muchos. La repulsión en sí misma es, - por el comportamiento negativo de los unos entre sí, la relación fundamental de los unos con los otros. Por esto, la repulsión es atracción, suprimiéndose lo uno como exclusivo o subsistente por sí mismo. La determinación cualitativa, que ha llegado en el uno a existencia determinada en y por sí misma, se convierte así en la determinación suprimida; esto es, en la existencia como cantidad. (Nota 12).

El momento de la identidad. En lo uniforme o idéntico se expresa la base de la relación de comparación, por la cuál se establece la determinación cualitativa más simple. (Nota 13). - Todo proceso necesita identificarse consigo mismo para llegar a diferenciarse de los otros y, entonces, poder ser determinado. Pero esta identificación constituye solamente una abstracción; porque ningún proceso puede considerarse únicamente como idéntico consigo mismo, como absolutamente constante en medio de la mutabilidad de los demás. Así, todo organismo es, en todo instante de su vida, idéntico a sí mismo y, sin embargo, se está diferenciando el mismo tiempo de sí mismo, incesantemente. Por absorción y desasimilación de substancias, por las transformaciones que se operan en éstas, por respiración y circulación, por un conjunto de cambios incesantes, se condiciona y se hace posible la vida del organismo; y son los resultados de estos procesos de identificación y diferenciación, los que se manifiestan en el desarrollo embrionario, en el -----

(Nota 11): Hegel, Enciclopedia, p. 83-4.

(Nota 12): Hegel, op. cit., p. 85-6.

(Nota 13): Natorp, Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas, p. 62. 16 - ----

crecimiento, en la reproducción, en la senectud y en la muerte. (Nota 14).

Este hecho de que la identidad contenga en sí misma a la diferencia, se encuentra expresado en todo juicio. El predicado es necesariamente distinto del sujeto. Puede ser que el predicado contenga enteramente en su extensión al sujeto, o que el predicado esté contenido por completo en el sujeto, o bien que ambos tengan en común una parte de su extensión. Es más, hasta es posible que coincidan por completo en extensión, el sujeto y el predicado, por lo que se refiere a una de las determinaciones que comprenden. Pero, en todo caso, por el juicio se identifican relativamente conceptos que son diversos. La identidad se establece en la diversidad, como un momento de ésta; y, del mismo modo, la diversidad se determina en el seno de la identidad. (Nota 15).

El momento de la contradicción. Por contraposición con la identidad y como relación cualitativa mutua más simple, se produce la determinación de lo diverso, lo cuál se diferencia de lo idéntico por contradicción. En este momento de la distinción cualitativa se establecen las notas negativas acerca de los procesos. Aquello que se ha logrado identificar consigo mismo, se distingue de lo otro, por la negación en que consiste su propia relación. Pero, a la vez, esto mismo idéntico se muda de sí mismo constantemente, se contradice en su determinación, se transforma él mismo en otro. Solo que este otro, junto con el mismo que lo engendra, se identifican nuevamente en la unificación de ambos y de su contradicción. Y esta nueva identidad produce, igualmente, de sí misma, la contradicción de su negación; además de la distinción en que, desde un punto de vista también nuevo, se determina con los otros existentes. Lo cuál conduce necesariamente a otra elevación que los comprenda en su contradicción. A otra identificación. Y, así, en un proceso sin término.

Esta contradicción se manifiesta también en todo juicio. Bien -----

(Nota 14): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 178.

(Nota 15): Natorp, Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas, p. 63.

sea de modo directo, cuando sujeto y predicado no coinciden en ninguna porción de su extensión y, sin embargo, por la relación establecida se determinan entrambos. Por que nunca es suficiente la determinación que identifica a un proceso consigo mismo, ya que la producción que hace por sí mismo de lo otro, por lo cual se diferencia, conduce necesariamente a esta negación. El establecimiento del modo como se manifiesta la existencia de un proceso, se precisa con la determinación de los modos como esta existencia no se expresa; puesto que únicamente en la recíproca relación entre estas dos determinaciones, que en cierta manera se excluyen, es posible que se engendre el siguiente momento de la distinción cualitativa, por el cual se arriba a la definición del proceso en un nivel superior; como una clase cuyos elementos se establecen sin ambigüedad. En otros juicios, la contradicción se manifiesta de modo indirecto, pero no por ello menos explícito, cuando sujeto y predicado tienen en común una parte de su extensión, radicando la determinación en la negación de la porción no coincidente. En todo caso, por el juicio se expresa, además de la identidad relativa, la contradictoria diversidad, también relativa, que se determina recíprocamente entre los conceptos.

El momento de la limitación de la clase. La superación entre la identidad y la contradicción que ésta engendra, se manifiesta en el momento de la limitación de clase. Por ella es posible establecer, de manera completamente definida y unívoca, la distinción cualitativa entre un proceso y los otros. Consiste en determinar la separación entre una clase de procesos y todos los demás, sin excepción; de modo tal que siempre sea posible saber, sin ambigüedad, si un proceso forma parte o no de dicha clase. Para esto es necesario establecer la condición característica que deban cumplir los elementos que formen parte de la clase y, entonces, se podrá determinar inequívocamente cuáles procesos cumplen con ella y cuáles no. Es evidente que la existencia de un solo caso de ambigüedad es suficiente para comprobar que una colección no forma clase; y, por lo tanto, para que sea posible definir correctamente la condición que sirva como constituyente de una clase, es necesario que el conocimiento se haya precisado previamente a través de los momentos de la identidad y de la contra-----

dicción.

De este modo, por ejemplo, entre los puntos de una superficie que se extiende al infinito en todas direcciones, puede determinarse una clase bien definida, cuando en ella se traza una curva cerrada. La clase estará constituida por todos los puntos que se encuentran comprendidos en el interior de la figura descrita por la curva y, también, por los puntos de la curva misma. Entonces, en todo caso y sin excepción, de cualquier punto perteneciente a dicha superficie podrá establecerse inequívocamente, si forma parte o no de la clase, sin que exista ningún caso de ambigüedad. Y, todavía más, como la distinción es omnicomprensiva, de cualquier punto del espacio, ya sea que se encuentre o no en la superficie, podrá determinarse con precisión si es un elemento de la clase. Finalmente, de todo objeto del conocimiento puede establecerse la misma determinación, sea o no sea punto. En rigor, las condiciones que definen la clase se destacan en los elementos que las cumplen y que, por lo tanto, forman parte de ella; a saber, ser puntos, estar comprendidos en la superficie y encontrarse en el contorno o en el interior de la curva trazada. En cambio, todos los puntos de la superficie que se encuentren en el exterior del contorno, lo mismo que todos los puntos del espacio que no formen parte de la superficie y también todos los objetos que no sean puntos, no son elementos de la clase, con toda certeza. Por esto, una clase correctamente establecida, como la que hemos definido, produce una separación exhaustiva respecto de todos los objetos del universo, incluyendo los de la naturaleza, los de la sociedad y los del pensamiento.

3. La cantidad y sus grados.

La cuantificación de las cualidades. La determinación cualitativa de un proceso lleva, necesariamente, a su consideración cuantitativa. Después de identificar a un proceso consigo mismo, de distinguirlo negativamente de los demás y de unificarlo con otros para hacerlo elemento de una clase, para separarlo como grupo distinto de todos los demás; entonces, surge la necesidad de establecer la determinación cuanti-----

tativa de este proceso. En la coincidencia de sus propiedades comunes a las del resto de los elementos de la clase, el proceso se diferencia únicamente de los otros miembros por su cantidad. La cantidad es, así, una distinción que se establece en el propio seno de la conexión cualitativa, sin provocar ninguna separación abstracta. Las diferencias de cantidad se manifiestan desde un punto de vista cualitativo unitario e invariable, aún cuando esto último sea siempre relativo. Pero esta cuantificación únicamente puede establecerse en forma dinámica, introduciendo un procedimiento de medida, en el cuál pueden expresarse las distinciones cuantitativas. Y, entonces, como resultado de la medición de cantidades, se obtiene la magnitud, por la cuál es posible determinar la relación entre las cantidades.

Todo proceso del universo se convierte en objeto particular de la consideración de la ciencia, cuando el conocimiento llega a ser capaz de cuantificarlo, después de haber descubierto sus propiedades o cualidades. Las mismas categorías, que expresan las relaciones más generales que tienen cumplimiento en el dominio entero de una disciplina, se particularizan en cada uno de los procesos por su cuantificación y por las relaciones cuantitativas que establecen. Espacio y tiempo, velocidad y aceleración, fuerza y masa, momento y movimiento, y todos los conceptos fundamentales de la física, sin excepción, operan siempre en su determinación cuantitativa y se conectan entre sí y con respecto a los demás conceptos que se forman a partir de ellos, por medio de los diferentes procedimientos de medida; en los cuáles se manifiesta su cantidad. Y esto mismo ocurre en la química, en la biología, en la psicología, en la economía, en la historia y en toda disciplina científica. Toda cualidad que el universo pone de manifiesto, se explica por medio de su determinación cuantitativa. Aún cuando es claro que, también toda determinación de cantidad llega a mostrar su insuficiencia, cuando en ella misma se engendran diferencias cualitativas, que contradicen la relación establecida. Entonces, se acusa la necesidad de encontrar una nueva determinación de cantidad, en la cuál se disuelvan las oposiciones de cualidad, por una relación más penesante.

La determinación cuantitativa. Cuando la determinación cualitativa llega a su existencia determinada en y por sí misma, se transforma en la existencia como cantidad. La cantidad es la existencia en la cuál se ha superado la determinación, haciéndose indiferente. La cantidad constituye también, la determinación fundamental del universo, cuando se considera que en ésto, como absolutamente indiferente, toda diferencia es únicamente cuantitativa. La cantidad es primitivamente, como determinación exclusiva que se tiene en sí misma, cantidad limitada. En su desenvolvimiento, esta cantidad limitada pasa por dos momentos. Por uno de ellos se expresa como multiplicidad, en tanto que, por el otro, se manifiesta como unidad. Las determinaciones del concepto de cantidad son la multitud y la unidad; y la cantidad misma es la unificación de ambas. Pero ya la unidad más simple es tal, en virtud de su conexión, es decir, en la pluralidad; y la multitud y la unificación de ésta con la unidad son, igualmente, determinadas en su relación externa, esto es, en la liga de lo uno con los otros. Por lo tanto, lo cuantitativo es el modo como las propiedades se conectan. Solo que toda unificación no constituye, a su vez, sino un momento transitório que dará lugar, por su parte, a una nueva multiplicidad y, ambas, conducirán aún a otra unidad. Y ésto de manera continua y sin cesar. Por otro lado, todo proceso determinado cualitativamente, es susceptible de aumento o de disminución, sin que por ellos se suprima la cantidad. Pero esta permanencia únicamente se cumple de modo simple y directo, dentro de ciertos límites críticos, es decir, dentro de una medida determinada de la cantidad. Porque, cuando se transponen dichas fronteras, cuando se rebasa la medida por defecto o por exceso, entonces, los cambios cuantitativos producen también un cambio de la cualidad. Así, la cantidad no solo determina a un proceso, diferenciándolo en el seno del conjunto de elementos que poseen una cualidad común; sino que, de esta manera, la cantidad determina, además, a la cualidad misma como tal. Y, ésto que acontece con la cualidad, desde el punto de vista de la cantidad, ocurre igualmente a la cantidad como determinada por la cualidad. Los cambios cualitativos también condicionan transformaciones de la cantidad. (Nota 16).

(Nota 16): Hegel, Enciclopedia, p. 87-92.

Cantidad, magnitud y medida. El extraordinario desarrollo logrado por la matemática desde principios del siglo XIX, ha producido una verdadera revolución en su seno. En virtud de este desenvolvimiento se han transformado radicalmente los fundamentos de la matemática, se ha recuperado la precisión lógica y se ha afinado la sutileza en la distinción, que habían sufrido un serio quebranto a partir de la introducción de la geometría analítica y del cálculo infinitesimal. Al mismo tiempo, se ha podido practicar una revisión rigurosa de todos los conceptos matemáticos y, por último, la propia estructura lógica ha recibido un desarrollo incomparable. En todos estos aspectos, la lógica misma ha recibido una enorme aportación. Estos cambios han sentado las bases para que la lógica pueda practicar generalizaciones más amplias y, a la vez, para que haya adquirido una mayor penetración en sus problemas y una mayor exactitud en todos sus aspectos. Entre estas modificaciones, los conceptos de cantidad, de magnitud y de medida, han recibido particularmente, una determinación mucho más elevada.

Si se entiende por medida la correlación entre números y otras entidades que no sean números ni conjuntos, entonces, se ha puesto al descubierto que la medida no constituye una exclusiva de la cantidad; puesto que se tienen cantidades que no pueden medirse directamente y, también, se conocen algunos entes que no son cantidades y que, sin embargo, pueden medirse; como, por ejemplo, las razones aritméticas definidas proyectivamente. En rigor, la medida es aplicable a todas las series que pertenecen a una cierta clase; la cual incluye, por una parte, algunos entes que no son cantidades y que, por otro lado, excluye a algunas cantidades; ya que estas últimas solo pueden medirse recurriendo a procedimientos indirectos. Además, se ha visto que las dos características que se atribuyen a la magnitud, o sea la propiedad de relacionarse de mayor a menor, o viceversa, y la de ser divisible, pueden separarse. Así, se ha debido restringir el significado de magnitud, reservándolo exclusivamente para la clase de objetos ligados por la relación de mayor a menor, o sea, por la desigualdad. En tanto que la cantidad constituye la clase de objetos que pueden ser iguales. Cuando se realiza esta igualdad entre cantidades, se pone de manifiesto que ambas tienen la misma magnitud. De este modo, una regla de un metro es una canti -----

dad, en tantó que su longitud es una magnitud. (Nota 17).

Se define, así, a la cantidad como todo aquello susceptible de igualdad cuantitativa con algo. Y esta igualdad cuantitativa posee, por su parte, las siguientes propiedades: es reflexiva, "A es igual a A"; es simétrica, "si A es igual a B, entonces, B es igual a A"; es consistente, puede darse el caso de que "A es igual a B"; y es transitiva, "si A es igual a B, y B es igual a C, entonces, A es igual a C". Aún cuando muchas cantidades son divisibles se tienen, no obstante, otras que no lo son, como los entes psíquicos "placer" y "pánico", que no constituyen una colección de unidades - que fueran todas ellas perfectamente divisibles; puesto que las entidades divisibles constan de un número infinito de partes simples. Además, algunas relaciones que no son concebibles como divisibles son, sin embargo, cuantitativas; como, por ejemplo, dos tonos de rojo son más semejantes entre sí, de lo que cada uno de ellos lo es con el tono azul. (Nota 18).

Las magnitudes, por su parte, son irreflexivas, ninguna magnitud es mayor o menor que sí misma; son asimétricas, "si L es mayor que M, entonces, M es menor que L"; son transitivas, "si L es mayor que M, y M es mayor que N, entonces, L es mayor que N"; y son inconsistentes, "o L es mayor que M, o L es menor que M". Cuando una magnitud puede particularizarse por su posición espacio-temporal, o cuando, siendo una relación, puede particularizarse en una pareja de términos entre los cuales se cumple la magnitud así particularizada, entonces, es una cantidad. De las cantidades que resultan de particularizar la misma magnitud, se dice que son iguales. (Nota 19).

La medida de magnitudes es el método por el cual se establece una correspondencia biunívoca, es decir, única y recíproca, entre todas o algunas de las magnitudes de una clase y todos o algunos de los números de una clase. Si todos los acontecimientos son o se encuentran correlacionados con la serie dinámica determinista, entonces-----

(Nota 17): Bertrand Russell, Los principios de la matemática, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1948, p. 210.

(Nota 18): Russell, op. cit., p. 212-4.

(Nota 19): Russell, op. cit., p. 219-21.

ces, todas las magnitudes son susceptibles de medida. Del mismo modo, si todas las series de magnitudes son contínuas, en el sentido de Cantor, o són semejantes a series tales que una de ellas sea continua, entonces es posible correlacionar cualquier clase de magnitud con todas -- con algunos de los números reales. Por lo tanto, tenemos dos grandes clases de magnitudes que son susceptibles -- de medirse directamente, las divisibilidades y las distancias. Todas las demás magnitudes sólo son mensurables cuando se establece su relación causal. Habiendo expresado ya el significado de divisibilidad, diremos que se llama distancia a la relación que existe entre dos términos cualesquiera de una colección, que comprenda a cualquier número de términos, que pueda disponerse en forma de serie. (Nota 20).

La síntesis de la continuidad y el procedimiento -- de la discontinuidad. -- En la determinación cualitativa se caracteriza a los procesos de tal manera que siempre es posible dividirlos continuamente, sin que por eso se alteren esencialmente sus componentes, por más pequeños que sean. Por lo contrario, cada una de estas partes sigue siendo idéntica por su cualidad, a todas las demás y a cualquier agrupamiento -- de ellas, incluyendo el todo que integran. En cambio, la cantidad constituye un procedimiento por el cual se descompone una unidad cualitativa en partes discretas que, así son cuantificables. Tales porciones mantienen su identidad cualitativa, pero son diferentes por su cantidad; ya sea porque sean desiguales o bien porque, aún -- cuando sean iguales, constituyen elementos separados, es decir, que son trozos discretos establecidos en el seno de la continuidad. Por esto es que, en tanto que la cualidad es una síntesis de la continuidad, la cantidad es, por lo contrario, el procedimiento de la discontinuidad.

Sin embargo, la continuidad de un proceso es relativa. Únicamente se mantiene dentro de ciertos límites que pueden establecerse definidamente. Al rebasar estas fronteras se rompe la continuidad existente dentro del intervalo en el cual tiene cumplimiento. Solo -----

(Nota 20): Russell, Los principios de la matemática, p. 231-6.

que este rompimiento de una continuidad se produce única-
mente para dar paso a una nueva continuidad, que aconte-
ce dentro de otros límites bien definidos. Y esto ocurre
a lo largo de todas las manifestaciones infinitas de un
proceso; y lo mismo acontece para todos los infinitos --
procesos del universo. De esta manera, todo proceso está
compuesto de una sucesión de intervalos continuos, sepa-
rados por límites bien definidos. Dentro de las condicio-
nes señaladas por los límites de cada intervalo, los pro-
cesos son enteramente continuos o, por lo menos, como ta-
les aparecen. Pero, a la vez, los procesos son también -
completamente discontinuos, puesto que están compuestos
de una colección de intervalos discretos.

Cuando se determinan la propiedades de una substan-
cia química, se establecen la cualidades que se cumplen
para cualquier cantidad de ella que se considere. Son -
las mismas cuando se trata de un metro cúbico de la sub-
stancia, que cuando solamente se tiene un milímetro cúbico.
Y, aún estos volúmenes pueden subdividirse infinitamente
al parecer, sin que por ello se alteren las propie-
dades de la substancia, las cuáles se siguen manifestando
igualmente. Sin embargo, si se practica otra especie
de división, si se disocian las moléculas de la substan-
cia, entonces las partes separadas ya no presentan las -
características anteriores, sino que muestran propieda-
des bien distintas. Se rompe la continuidad, que hacía -
posible la identidad de la substancia primitiva consigo-
misma. Pero esto mismo solo ocurre para dar lugar a la -
nueva continuidad que, por su parte, también se mantiene
idéntica a sí misma, dentro de ciertas condiciones. Cada
una de las nuevas substancias, que son más simples que -
la primitiva, puede dividirse de este modo, en un número
cualquiera de porciones que tendrán, sin embargo, las mis-
mas cualidades del todo. Solo que también entonces es po-
sible efectuar otra clase de división, la desintegración
atómica; la cual constituye un nuevo rompimiento de la -
continuidad establecida y produce, no obstante, otra con-
tinuidad, los distintos elementos resultantes son, por -
su parte, idénticos consigo mismos y, por lo tanto, en e-
llos se mantienen la continuidad por más que se subdivi-
dan; hasta en tanto que no ocurre otra separación, la de
las partículas elementales que constituyen el núcleo ató-
mico, porque entonces tendremos una nueva transición dis-
creta, desde una continuidad hasta otra distinta.

Queda en claro, por lo tanto, la manera como suce-
den los in -----

tervalos de continuidad, a través de su separación dis-
creta. Pero, aún los mismo intervalos de continuidad se-
manifiestan, en condiciones determinadas, como compuestos
por partes no idénticas, es decir, que las acciones pro-
ducidas por el todo no son idénticas a las que originan
sus partes. Así, el bismuto en dosis pequeñas sirve para
la curación de ciertas enfermedades; pero, en cambio, en
cantidades mayores es un veneno activo que puede llegar-
a ocasionar la muerte.

El momento de la reali-
dad. Puesto que la cantidad establece, en el seno de
la conexión determinada por la cualidad, una distinción
que no provoca separación alguna, en abstracto, el prime-
ro de sus momentos es el de la realidad. Todo proceso del
universo se convierte en objeto de la consideración de
la ciencia, es decir, se realiza para el conocimiento --
científico, cuando se llega a su cuantificación. Por lo
tanto, toda realidad es siempre la particularización ex-
trema de un proceso, esto es, constituye una singulari-
dad. Y en su cuantificación misma, esta singularidad se
expresa en el hecho de que toda cantidad es, por sí mis-
ma, una unidad. Lo unitario es, así, la caracterización
primordial de la realidad.

El proceso del conocimiento siempre incluye este me-
mento de la realidad. Cuando el resultado de un experi-
mento singular acusa la existencia de un proceso descono-
cido, o bien descubre un aspecto ignorado de un proceso
ya conocido, plantea la postulación de un concepto que,
entonces, se establece dentro de las condiciones de la u-
nidad. El descubrimiento adquiere el carácter de realidad
dentro del conocimiento, por esa determinación unitaria
que de él se establece. Y lo mismo ocurre cuando el nue-
vo conocimiento se origina por un desarrollo teórico. --
Porque también entonces se acuña el concepto en el cuál
se realiza, por medio de su determinación cualitativa u-
nitaria.

El momento de la plura-
lidad. No obstante, el conocimiento no se mantiene
en el momento de la realidad, singular y unitaria. Por-
que la unidad siempre forma parte de una multiplicidad.
Ningún proceso es absolutamente singu-----

lar, sino que siempre se encuentra relacionado cuantitativamente con otros. La propia unidad engendra su pluralidad. Aquello que se determina para un proceso, también cumplese para muchos otros. Todo proceso es, por una parte y en cierta forma, repetible dentro de ciertas condiciones; mientras que, por otro lado, son muchos los procesos susceptibles de coincidir con él en la mayor parte de sus determinaciones. De este modo, ninguna determinación resulta exclusiva para un proceso solo; del mismo modo que en forma inversa, y en correspondencia, tampoco se tenga para un proceso una sola determinación.

En el proceso del conocimiento, este momento de la pluralidad sigue a toda realización unitaria. El resultado singular de un experimento, o la conclusión teórica - también singular, tienen que ser comprobados necesariamente, en una pluralidad de casos. Es preciso efectuar un número suficientemente grande de experimentos, o establecer la demostración de la conclusión teórica, así sea limitada, para que el descubrimiento resulte operante dentro de un dominio; por lo menos dentro del grupo definido de procesos para el cual se ha establecido directamente. Entonces se destaca la pluralidad determinada, como una pluralidad de unidades.

El momento de la totalidad. Empero, la unidad y la pluralidad se superan en el momento de la totalidad. La pluralidad, formada de unidades, se generaliza hasta comprender a todas las unidades. Aquello que se ha establecido para un cierto número de casos, siempre finito por grande que sea, se extiende a la totalidad de casos posibles, siempre en número infinito. La determinación de las condiciones que se cumplen en un grupo de casos particulares, alcanza -- tal precisión que llega a incluir a todos los otros casos, desconocidos directamente, pero posibles. La pluralidad se convierte, por su extensión omnicomprensiva, en un conjunto unitario. De la unidad primitiva se engendra su pluralidad y, de ésta, la totalidad que es también, por su parte, una nueva unidad. Este conjunto estará determinado por uno de sus elementos o, cuando mucho por un grupo de ellos; solo que, en su misma determinación, estarán comprendidas las condiciones establecidas para la unidad del conjunto.

El momento de la totalidad se alcanza, en el conocimiento, cuando las determinaciones establecidas para un grupo de procesos se generaliza hasta adquirir validez universal, comprendiendo a todos los procesos que cumplan condiciones definidas. Los resultados coincidentes de muchos experimentos, que hayan sido ejecutados variando -- las condiciones, a excepción de aquellas en que radique en ese caso la función determinativa, conducen a la generalización universal de su cumplimiento. Y, del mismo modo, las conclusiones teóricas también adquieren validez universal, cuando se demuestra su cumplimiento para todos los tipos comprendidos; que, a su vez, representan a todos los casos posibles.

4. La relación. La determinación de la naturaleza y de la sociedad.

La relación entre las cantidades. Cuando se alcanza el momento cuantitativo de la totalidad, se encuentra determinado un -- conjunto de procesos, habiendo establecido las condiciones que se cumplen universalmente por parte de todos y cada uno de los elementos del conjunto. Pero tal determinación no es suficiente. Es necesario considerar también a los conjuntos de procesos en sus mutuas relaciones de dependencia, es decir, no solamente tomando a cada uno -- como determinado aisladamente, con todo, lo relativo que -- que pueda ser su separación, sino tal y como se presentan en la experiencia, determinándose mutua y recíprocamente. Porque, "por mucho que la experiencia se apoye en el pensamiento, es siempre algo más que simple pensamiento; en todo caso, más que un pensamiento que fuera solamente pensamiento de cantidad y cualidad". (Nota 21).

Los procesos tienen que ser considerados en sus mutuas relaciones de dependencia, no solamente dentro del conjunto del cual forman parte como elementos determinados cualitativa y cuantitativamente, sino además, en las conexiones de unos conjuntos con los otros. La relación es, por lo tanto, la forma en que se expresa la -----

(Nota 21): Natorp, Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas, p. 67.

concatenación que existe entre un proceso del universo y todos los demás, sin excepción alguna. Lógicamente, la relación se manifiesta como una función, puesto que la función es la representación más general de toda relación. Y la función, en tanto que tiene cumplimiento, --- constituye una ley para todos aquellos casos en que se presentan las condiciones de la conexión. Como legalidad es que se establece la determinación de la naturaleza y de la sociedad. Por lo tanto, naturaleza y sociedad se expresan científicamente como sistemas de leyes, esto es, de conexiones dinámicas que, a medida que avanza el conocimiento, se hacen cada vez más generales y perentorias. (Nota 22).

La determinación relación nante. La relación inmediata es la del todo con -- las partes, es decir, la del universo con sus componentes. El universo es el todo y consta de las partes, como su opuesto. Las partes son distintas entre sí, porque -- son diversidades en cierto modo independientes. Pero son partes solamente en su relación de identidad entre sí; + bien sea porque se encuentren unificadas internamente -- por la consideración cualitativa, o bien porque como elementos de un conjunto convengan en alguna condición cuantitativa definida. Además, las partes son tales porque -- constituyen, reunidas, al todo. Pero esta reunión, el todo, es lo contrario y la negación de la parte. (Nota 23).

La relación del todo y de las partes es la conexión y la conservación inmediata y, por lo tanto, como enlace de la identidad que lleva consigo a la diversidad, conduce a la determinación del todo. Y, también, esta determinación del universo en su conjunto, produce nuevas determinaciones de los procesos que lo integran como partes. Solo que, en cada caso, la particular es la antítesis de lo universal, del mismo modo que el universo es la contradicción de sus partes. Y, así, debiendo las partes consistir en el todo, y éste en aquellas, una vez el uno y otra vez las otras, son lo que aparece como subsistente. Mientras los procesos particulares se mantienen para determinar al universo en su totalidad, a partir de ellos;

(Nota 22): Naturp, Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas, p. 67-84.
(Nota 23): Hegel, Enciclopedia, p. 106.

también el universo está comprendido en la determinación de los procesos particulares. (Nota 24).

C a t e g o r í a y f u n c i ó n . En correspondencia con la singularidad uniforme de la cualidad con la unidad discreta de la cantidad, para expresar la conexión entre un proceso del universo y los otros, se requiere establecer al movimiento como negación. La constancia, como fundamento de toda variación, sirve de base para su determinabilidad. La ciencia busca, así, determinaciones primarias, pero para ellas no supone entidades metafísicas, ni tampoco convierte a los conceptos en substancias, sino que las encuentra en ciertas relaciones objetivas que se mantienen relativamente invariables. De esta manera, en la investigación se considerará hipotéticamente como algo último a aquellas relaciones que se muestran consistentes por tiempo definido y en condiciones determinadas; hasta en tanto que la ampliación del dominio de la experiencia produce la muda de dichas relaciones, o su substitución por otras, de tal manera que en las subsistentes se encuentran siempre comprendidos los últimos resultados de la investigación. Pero, eso sí, es ineludible el tener que hacer la suposición de estas determinaciones primarias, las cuáles nos presentan en forma científica a la naturaleza y a la sociedad. Es decir, que es necesario concebir a lo existente como determinado de una manera unívoca y dentro de un dominio definido; abarcando a todos los conjuntos de procesos que se manifiestan simultáneamente en la unidad del universo. Ahora bien, tales relaciones primarias, en las cuáles se expresa la conexión universal, no son otra cosa que las categorías. Por lo tanto, la determinación-categorial es, asimismo, la primaria categoría de relación. En la ciencia de nuestros días ha desaparecido el último rastro de la antigua substancia metafísica; puesto que todas las determinaciones que se presentan como primarias acusan siempre, por una parte, su carácter relacionante, mientras que, por otro lado, destacan su variabilidad dentro de una relativa invariabilidad. (Nota 25).

(Nota 24): Hegel, Enciclopedia, p. 107.

(Nota 25): Natorp, Los fundamentos lógicos de las ciencias exactas, p. 71-3.

Considerando dos procesos cualesquiera del universo, siempre nos vemos compelidos a llegar a la conclusión de que no son independientes entre sí, sino que se encuentran conectados. En todos los casos, la determinación de uno de ellos determina al otro y, recíprocamente; aún cuando en algunas ocasiones esta relación de dependencia sea muy compleja. Por esto, se dice que el segundo proceso es una función del primero, del mismo modo que puede afirmarse, inversamente, que el primer proceso es una función del segundo. En general, se dice que dos procesos cualesquiera se encuentran ligados por una función, en virtud de que entre ellos puede establecerse una relación tal que, a manifestaciones definidas de un proceso, correspondan siempre determinadas manifestaciones en el segundo y, del mismo modo, que la forma en que se exprese el segundo determine modos definidos de expresión del primer proceso. En la mayor parte de los casos, la función es susceptible de expresarse por medio de una fórmula matemática, la cual permite calcular directamente el valor cuantitativo de un proceso, cuando se conoce el del otro término de la función. Pero, no obstante, esto último no constituye una característica fundamental de la función. Por lo tanto, la función constituye la forma general para la expresión de toda relación y, entonces, las categorías no son otra cosa que funciones, cuyo campo de determinación es el dominio de la disciplina constituida por dichas categorías. (Nota 26).

Ecuaciones diferenciales y leyes físicas. Por medio de una ecuación diferencial se define, no a un ente particular de la matemática, sino a una clase entera de objetos matemáticos, para los cuales se cumple la misma función expresada por la ecuación diferencial. Además, en general, a la ecuación diferencial se le puede practicar nuevamente la operación de diferenciación, de modo sucesivo y sin límite. Como resultado de estas operaciones, se irán definiendo clases de antes cada vez más extensas, de las cuales constituirán casos particulares las clases anteriores. En todo caso, la clase se encontrará definida por la solución general de la ecuación diferencial; en tanto que las -----

(Nota 26): Harold Jeffreys, Theory of Probability, Oxford, At the Clarendon Press. p. 11-2.

soluciones particulares definirán, por su parte, a subclases de la clase general y éstas, en ocasiones, quedarán constituidas por un solo miembro. (Nota 27).

Pues bien, con excepción de las leyes estadísticas, todas las leyes físicas formuladas con anterioridad a la teoría cuántica, pueden expresarse por medio de ecuaciones diferenciales. Además, la mayor parte de las leyes físicas solo son susceptibles de expresión en forma diferencial. En física, se llama ley a una condición que es cumplida por todos los procesos pertenecientes a una clase. La ley define las condiciones que se cumplen entre el estado presente de un sistema en evolución continua y el estado del sistema en el instante siguiente. La función matemática que expresa una ley, debe satisfacer necesariamente los siguientes requisitos: 1. Debe ser susceptible de definir conexiones entre magnitudes, en puntos espacio-temporales cercanos. 2. Debe ser suficientemente general como para incluir a una clase entera de posibilidades. 3. Debe connotar la continuidad del cambio. Las ecuaciones diferenciales suplen con estas condiciones. En efecto, las derivadas establecen una conexión entre los valores de una magnitud entre puntos inmediatos; al propio tiempo, la existencia de esas derivadas implica el cumplimiento de la propiedad de la continuidad; y, finalmente, la generalidad se encuentra garantizada por el hecho de que la solución general de una ecuación diferencial comprende siempre a una clase entera de posibilidades. De esta manera, la ecuación diferencial constituye la expresión matemática de la ley física. (Nota 28).

Los movimientos de las partículas se expresan por medio de ecuaciones diferenciales ordinarias. Es decir, que las ecuaciones diferenciales ordinarias constituyen el instrumento matemático de la concepción atomística de la naturaleza. En cambio, cuando se consideran medios continuos deformables, el instrumento se encuentra en las ecuaciones diferenciales parciales. Ahora bien, en general es posible tratar a un mismo proceso desde los dos puntos de vista antagónicos de la continuidad y de la discreción. Por ejemplo, la gelatina se presenta macroscópicamente como un medio continuo deformable-----

(Nota 27): D'Abro, The decline of -
mechanism, p. 167-71.

(Nota 28): D'Abro, op. cit., p. 177-9.

y, entonces, las perturbaciones que se propagan a través de ella, se expresan por medio de ecuaciones diferenciales parciales. Pero también se puede partir, de otro modo, de la consideración microscópica de la constitución atómica de la gelatina, tomando en cuenta los movimientos de cada una de las partículas individuales. A cada partícula se encontrarán asociadas, entonces, tres ecuaciones diferenciales ordinarias y, por lo tanto, se tendrá en conjunto un número enorme de tales ecuaciones. De este modo, en ciertos casos una ecuación diferencial parcial puede ser equivalente a un número muy grande de ecuaciones diferenciales simples. Y en esto se manifiesta, al mismo tiempo, la coincidencia de resultados entre la consideración atómica de la materia y su concepción como un medio continuo. (Nota 29).

Por otra parte, los problemas planteados en el estudio de los procesos elásticos, no pueden ser resueltos por medio de ecuaciones diferenciales ordinarias, ni tampoco utilizando ecuaciones diferenciales parciales. Requieren un nuevo instrumento matemático, que se ha desarrollado con el nombre de ecuación integro-diferencial. Pero este tipo de ecuación es equivalente a un número infinito de ecuaciones diferenciales ordinarias. Esto es, que si se considera a un cuerpo elástico desde el punto de vista atómico, se requiere el establecimiento de un número sumamente grande de ecuaciones, correspondiendo al número igualmente elevado de corpúsculos cuyo movimiento se considera.

Las propias leyes de la teoría cuantista, cuando se consideran los resultados estadísticos y no los procesos individuales, acusan su carácter de continuidad y su determinismo riguroso y, por lo tanto, son susceptibles de expresión en ecuaciones diferenciales. Finalmente, las leyes de la mecánica ondulatoria, correspondientes a los movimientos de un fluido continuo, se expresan por medio de ecuaciones diferenciales parciales. La ecuación ondulatoria del átomo de hidrógeno de Schrödinger, es de este tipo; y a venido a substituir a las primitivas explicaciones del átomo, completamente insuficientes, que utilizaban mecanismos más o menos complicados. En todo esto puede verse claramente cómo es que toda ley física puede expresarse por medio de una ecuación diferencial y, lo ---

(Nota 29): D'Abro, The decline of
mechanism, p. 182-3.

que es más, que una gran parte de las leyes físicas sólo pueden formularse en una ecuación diferencial, y no de ningún otro modo. (Nota 30).

E s p a c i o y t i e m p o . En correlación con la diversidad de la cualidad y con la pluralidad de la cantidad, la variación o el movimiento constituye la determinación característica de la naturaleza y de la sociedad. El tiempo es el modo de ordenación único, común y fundamental para todos los procesos, en tanto -- que el espacio es el orden de la coexistencia y el movimiento es la expresión de la conjugación de ambos. (Nota 31). Objetivamente, el universo existe en movimiento y, por lo tanto, espacio y tiempo son las condiciones esenciales de su existencia. "Las formas fundamentales de to de existencia son el espacio y el tiempo, y una existencia concebida fuera del tiempo es tan absurda como lo sería una existencia concebida fuera del espacio". (Nota 32). La objetividad del tiempo y del espacio no se aniquila por la transformación de los conceptos acerca del espacio y del tiempo, del mismo modo que la variación de los conocimientos científicos sobre la estructura y las formas del movimiento, tampoco refutan la existencia objetiva del universo. (Nota 33).

El punto crucial de la teoría de la relatividad, -- con la cuál se ha forjado la concepción moderna, científica y dialéctica, del espacio y del tiempo y de su variación o movimiento, se encuentra en la revisión radical de los conceptos de la física clásica, acerca del espacio y del tiempo. Partiendo de las ecuaciones de transformación de H. A. Lorentz, para el cambio de coordenadas entre dos sistemas de referencia que se mueven el uno respecto del otro, la teoría de la relatividad ha substituido el concepto del intervalo-de-espacio, o distancia, independiente del concepto de intervalo-de-tiempo entre dos acontecimientos cualesquiera, por el concepto más com

(Nota 30): D'Abro, The decline of -
mechanism, p. 104-5.

(Nota 31): Natorp, Los fundamentos -
lógicos de las ciencias e-
xactas, p. 45.

(Nota 32): Engels, Anti-Düring, p. 43.

(Nota 33): V. I. Lenin, Materialismo y
empírico criticismo, Moscú, Ediciones en
Lenguas Extranjeras, 1948, p. 195.

prensivo del intervalo continuo de espacio-tiempo. Espacio y tiempo han perdido, así, su carácter absoluto de formas independientes. Pero esta relatividad del intervalo espacial y la simultaneidad temporal, no significa la refutación de la objetividad del espacio y del tiempo, -- sino que pone de manifiesto el carácter relativo del movimiento; es decir, demuestra la imposibilidad de concebir siquiera el movimiento en un cuerpo aislado, ya que dicho movimiento solo existe en relación a otros cuerpos y referido a otros cuerpos. Se ha derrumbado, por lo tanto, la separación metafísica entre el espacio y el tiempo, para concebir a éstos como absolutos y objetivos, pero no en su mutua separación, sino en su relación recíproca, en su carácter unitario e inseparable, en la interconexión dialéctica en que consiste su objetividad.-- (Nota 34).

La postulación de la infinitud del espacio y del tiempo, en su conexión, constituye la formulación espacio-temporal de la no-creabilidad y de la indestructibilidad del movimiento. El universo es único y continuo, -- es un conjunto simple, indisoluble; pero, al mismo tiempo, es discontinuo, posee estructura atómica, es infinitamente divisible. Estas propiedades del universo determinan las propiedades respectivas de continuidad y discontinuidad del espacio y del tiempo, que se demuestran directamente en el movimiento. La discontinuidad del movimiento se expresa en el número infinito de momentos en que puede descomponerse, los cuáles son simultáneamente y en su íntima relación, espaciales y temporales. Por lo tanto, el tiempo y el espacio pueden cuantificarse en -- fracciones infinitesimales, es decir, que poseen la cualidad de la puntualidad y de divisibilidad infinita. Pero, además, la continuidad del movimiento es un proceso de cambios continuos de momentos discontinuos, los cuáles se encuentran en estrecha unidad y determinan, a su vez, la continuidad del tiempo y del espacio. (Nota 35).

Las propiedades específicas del espacio. Junto con las propiedades comunes al -----

(Nota 34): George Kursanov, Espacio y tiempo, formas de existencia dialéctica, de la materia; en "Dialéctica", La Habana, vol. IV, núm. 11, marzo-abril 1944, p. 147-83.
(Nota 35): Kursanov, op. cit.

tiempo, el espacio tiene también dos propiedades específicas. Estas son la tridimensionalidad y la conexión. Las tres dimensiones del espacio son objetivas, puesto que toda determinación del universo las incluye necesariamente. En el continuo espacio-tiempo de cuatro dimensiones, hay que tener presente que es el tiempo el que se introduce como una cuarta dimensión singular, en tanto que el espacio permanece siendo, en todo caso, tridimensional. Por otra parte, es posible representar matemáticamente a un espacio en otros de distinto número de dimensiones, - aunque nunca de manera totalmente unívoca y continua. Así, podríamos transformar mediante una representación de esta especie, al espacio tridimensional en un espacio tetradimensional y, de este modo, despojar al número de dimensiones de toda significación objetiva; pero entonces se perdería la continuidad de la conexión causal. En consecuencia, puede decirse que el número dimensional --- t r e s ---, es aquél que hace posible un orden causal continuo de la realidad. Por lo demás, este número de dimensiones es un resultado de la experiencia, el cual se reitera incansablemente en la experimentación y justamente - en esto descansa, en último término, el hecho de que constituya una caracterización objetiva de la realidad. Por consiguiente, la teoría matemática del espacio de más de tres dimensiones, de un número cualquiera de dimensiones, no tiene significación física, sino que constituye únicamente su instrumentación matemática definido, para cuantificar a un conjunto de objetos, por medio de un número --- cualquiera de sus propiedades comunes. (Nota 36).

La otra propiedad específica del espacio, la conexión, se define como la infinita proximidad de los puntos del espacio. Esto quiere decir que el entorno de un punto cualquiera del espacio, siempre existe un número infinito de puntos situados a una distancia menor que un valor dado cualquiera, por pequeño que éste sea. Solo que, como se obtiene el mismo resultado al examinar sucesivamente los entornos de puntos cualesquiera, se tiene entonces que todos los puntos del espacio se encuentran infinitamente próximos. La conexión del espacio es, por lo tanto, la propiedad que expresa su continuidad física, - como una forma de la existencia de una materia única y continua, del universo en una sola palabra. La conexión,

(Nota 36): Kursanov, E s p a c i o y T i e m p o .

como propiedad geométrica, tiene como contenido físico - al espacio material y, en consecuencia, se encuentra limitado por el concepto de campo, el cuál es, asimismo, - material; y por el cuál han desaparecido completamente - de la ciencia moderna, la ficticia acción a distancia y el eter fantasma. (Nota 37).

Las propiedades específicas del tiempo. Por su parte, el tiempo tiene también dos propiedades específicas fundamentales. Estas son la monodimensionalidad y la irreversibilidad. El tiempo, es monodimensional y, por lo tanto, queda completamente definido por una coordenada única. La posición de un móvil en el continuo espacio-tiempo se encuentra definida por tres coordenadas espaciales y una sola temporal. En un instante dado de su movimiento, nos es posible tener dos o más coordenadas temporales, sino que una sola determina completamente al movimiento. Por lo contrario, una o dos coordenadas espaciales no determinan completamente al movimiento de un cuerpo, sino que se necesitan tres y solamente tres. En consecuencia, es suficiente una medida sobre la coordenada temporal única, para determinar completamente el movimiento de un cuerpo material en el tiempo. (Nota 38).

La otra propiedad fundamental del tiempo, la irreversibilidad de su proceso, se define como el flujo del tiempo en una dirección única y simple. Distinguimos presente, pasado y futuro en el tiempo, los cuáles se desenvuelven en una dirección definida y en un orden que no es intercambiable. La historia no puede regresar y volver a empezar. La duración es el desarrollo eterno de la materia en una dirección irreversible. Y la imposibilidad de que el tiempo cambie de sentido, como una forma de la existencia de la materia, expresa esta propiedad de la duración infinita de la materia universal. En sentido físico, la irreversibilidad del tiempo se encuentra en relación con el fenómeno de la entropía, que caracteriza a todos los procesos que solo tienen un sentido. La energía no puede fluir de cuerpos con un nivel inferior de energía hacia cuerpos que tengan un nivel superior, sin haber recibido energía del sistema. Por ejemplo, la radiación del calor que se transmite desde los cuerpos de temperatura más al-

(Nota 37): Kursanov, Espacio y Tiempo.
(Nota 38): Kursanov, op. cit.

ta a los más fríos, es un proceso que siempre se produce en un sentido definido. Esto constituye el fundamento físico de la irreversibilidad del tiempo. (Nota 39).

Con esto quedan descritas las propiedades más importantes del espacio y del tiempo, tanto las comunes como las específicas. Pero, debemos advertir que las propiedades del espacio y del tiempo son tan numerosas e inagotables como lo es el universo. El descubrimiento y la determinación continua de nuevas propiedades del espacio y del tiempo, es tarea de la ciencia y su conceptualización, - la obra de la lógica. (Nota 40).

La concepción del espacio en la geometría. Para destacar las distintas determinaciones que se operan para un mismo concepto, cuando se lo considera centro de dominios diferentes del conocimiento científico, nos vamos a referir someramente a las características más generales que presenta el concepto de espacio en la geometría, en la física, en la biología y en la psicología. En primer lugar, dentro de la geometría misma, existen numerosos tipos de espacio. Cada uno de ellos se distingue por la conservación de relaciones definidas entre los elementos espaciales, que se mantienen en todas las transformaciones a que se los sujeta. Estas transformaciones constituyen las condiciones determinantes del tipo de espacio de que se trate y las relaciones permanentes son las invariantes del mismo. (Nota 41).

En la geometría métrica, que es el tipo al cual pertenece la geometría elemental, las operaciones de transformación son los movimientos de translación y de rotación de las figuras. Tanto en la translación como en la rotación se mantienen todas las propiedades de las figuras, porque ambos movimientos son rígidos y simplemente las transportan. Ahora bien, las invariantes métricas son aquellas relaciones que únicamente se conservan en estos movimientos y que, en cambio, desaparecen cuando se sujeta a las figuras a otra clase -----

(Nota 39): Kursanov, Espacio y Tiempo.
(Nota 40): Kursanov, op. cit.
(Nota 41): Felix Klein, Elementary Mathematics from an advanced standpoint. Geometry, New York, The Macmillan Company, 1939, p. 130.

de transformaciones. Así, son invariantes métricas las distancias y las áreas. La geometría métrica es el tipo más comprensivo, puesto que a él pertenecen la geometría euclídeana, la que se utiliza en la topografía, la que se usa en la geodesia y las geometrías no-euclídeanas. † (Nota 42).

En la geometría homotésica se consideran las transformaciones de semejanza entre las figuras. Por ejemplo, todos los cuadrados son semejantes entre sí, independientemente de la longitud de sus lados. Igualmente, un triángulo dado tiene otros muchos semejantes, todos aquéllos cuyos lados se encuentren en la misma relación de proporcionalidad con los lados del primero. Pues bien, un cuadrado se puede transformar, entonces, por semejanza, en otro cuadrado; un círculo en otro círculo; y, de este modo, una figura cualquiera es susceptible de convertirse en otra que sea semejante a ella. Las invariantes homotésicas son, por lo tanto, propiedades tales como las relaciones entre longitudes, los ángulos, los círculos, los ejes principales de una curva cónica, etc. Debe hacerse notar que las invariantes homotésicas también se mantienen en la geometría métrica. (Nota 43).

Por otra parte en la geometría afín, las figuras se sujetan a transformaciones afines. Como, por ejemplo, -- cuando se establece una figura por sus coordenadas referidas a los tres ejes espaciales y, entonces, se producen desplazamientos desiguales paralelamente a dichos ejes. Las invariantes serán, las rectas, el paralelismo, los centros de segmento, las elipses, etc. Estas propiedades afines también se conservan en la geometría métrica y en la homotésica. En cambio, en la geometría proyectiva, -- las figuras sufren transformaciones de proyección. Por medio de una proyección puede hacerse que un círculo se transforme en una elipse, en una hipérbola o en una parábola. Las invariantes proyectivas son las rectas, las curvas cónicas como clase, la alineación de puntos, la concurrencia de líneas, etc. Estas propiedades proyectivas también se mantienen en la geometría métrica.

(Nota 42): William C. Graustein, *Introduction to Higher Geometry*, New York, The Macmillan Company, 1940, p. 18.

(Nota 43): Levi S. Shively, *An Introduction to Modern Geometry*, New York, John Wiley & Sons, 1939, p. 11-20.

tría métrica, en la afin y en la homotésica. (Nota 44).-

Para terminar con los tipos geométricos de espacio, en la geometría topológica, o *analysis situs*, se consideran todas las transformaciones que son reversibles, biánvocas y continuas. Por ejemplo, si tuvieramos las figuras trazadas en una superficie de goma y las sujetáramos a toda clase de distorsiones, con la única restricción de que la goma no se rompiera, las propiedades que persistieran en tales distorsiones, serían topológicas. De este modo, son invariantes topológicas la propiedad de ser curva cerrada, lo mismo que la de ser curva abierta; la conexión entre los puntos, la disposición ordenada de las figuras, etc. Ahora bien, las invariantes topológicas también se mantienen en la geometría métrica, en la homotésica, en la afin y en la proyectiva. Por lo tanto, una propiedad del espacio será topológica cuando se cumpla en todos los tipos de geometría; será proyectiva cuando se mantenga en todos, a excepción del topológico; será afin, cuando persista en la métrica, en la homotésica y en la afin; será homotésica cuando únicamente sea válida en la métrica y en la homotésica; y será métrica en el caso de que permanezca exclusivamente en la métrica. (Nota 45).

Como puede verse, los tipos geométricos del espacio se encuentran conectados estrechamente por su creciente complejidad. La geometría topológica incluye las relaciones más generales del espacio, en tanto que la proyectiva es un caso particular de ella, del mismo modo que la afin lo es de la proyectiva, la homotésica de la afin, la métrica de la homotésica y la geometría no-euclidiana de la métrica. En este sentido, con el establecimiento de condiciones cada vez más rigurosas y penetrantes, se obtienen determinaciones mucho más amplias y que tienen validez en relación con un número menor de condiciones, puesto que las invariantes topológicas resisten todas las transformaciones posibles. Al mismo tiempo, cada una de las geometrías define un tipo de espacio, cuya universalidad tiene cumplimiento dentro de los límites marcados por sus condiciones determinantes.

(Nota 44): Graustein, Higher Geometry, p. 179-82.
(Nota 45): Klein, Elementary Mathematics, p. 105-6.

La concepción del espacio en la física. En el dominio de la física, el concepto de espacio se complementa con los resultados experimentales. Para efectuar observaciones físicas se hace necesario introducir ciertas definiciones que permitan la operación del concepto espacial dentro de las condiciones del experimento físico. Tales definiciones, que se establecen en un principio como postulados, se someten a la prueba de su comportamiento ante las propiedades objetivas del espacio. Y en este tratamiento se acusa claramente cómo es que una hipótesis, formulada siguiendo un tipo de espacio matemático definido, puede dar lugar a la demostración del tipo de espacio que contradiga al primero. Así, por ejemplo, los instrumentos astronómicos se construyen siguiendo los principios de la óptica geométrica, o sea, en último término, en los postulados de la geometría euclídeana; y, sin embargo, con las observaciones realizadas con estos instrumentos, lo que se demuestra es que el espacio existente se comporta siguiendo los lineamientos de la geometría no-euclídeana. Por lo tanto, como conclusión tiene que admitirse la legitimidad de las determinaciones euclídeas, como una aproximación que es suficiente para porciones pequeñas del espacio. (Nota 46).

La primera definición necesaria para la determinación del espacio físico, es la unidad de longitud. Para ello se elige una magnitud tomada directamente de la cuantificación de un proceso del universo, cuya invariancia se encuentre dentro de una probabilidad muy cercana a uno. Esta cantidad se fija en una barra formada de cierta aleación metálica que se mantiene dentro de ciertas condiciones de aislamiento y, entonces, constituye la unidad de medida espacial. La que se utiliza comúnmente en las investigaciones científicas es la centésima parte de la distancia entre las dos marcas de una barra de platino-iridio, que se conserva en Sévres, cerca de París, por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, a una temperatura de 0°C . La distancia entre las dos marcas de la barra se conoce con el nombre de metro y la unidad de longitud se llama centímetro. Como puede verse, en la definición se ha aban-----

(Nota 46): Hans Reichenbach, Objetivos y métodos del conocimiento físico, México, El Colegio de México, 1945, p. 131.

donando toda referencia a la magnitud de la cuál se ha tomado la cantidad usada como unidad de medida, o sea la consideración de que el centímetro fuera la $1/4$ 000 000 parte de la longitud de la circunferencia del meridiano terrestre, tal y como se le determinó originalmente; en vista de que determinaciones más precisas de esta magnitud pusieron al descubierto que la proporción indicada entre el centímetro y la circunferencia del meridiano terrestre, no era exactamente esa. (Nota 47).

Por lo tanto, se ha introducido como unidad, a una cierta longitud fijada en una barra patrón, es decir, a una unidad material. Esta barra tiene una composición química que la preserva de la acción de aquellas fuerzas que puedan alterar sus propiedades topológicas, como la rotura, la evaporación, la fusión, y aún, la pérdida de átomos por la acción de radiaciones muy penetrantes. Es decir, que se conserva en la barra dentro de las condiciones más perfectas de una invariancia topológica. Además, también se toman precauciones para evitar que se modifique la distancia marcada en la barra patrón, o sea, que se procura mantener esta invariancia métrica. Ahora bien, en todo caso, la preservación se entiende respecto de las fuerzas diferenciales, es decir, de aquellas que obran desigualmente sobre los distintos cuerpos y que, además, son susceptibles de neutralizarse por medio de algún aislador. Entonces, y debido a que la barra patrón se encuentra sometida a las condiciones de mayor aislamiento posible, se le considera como inmutable y, por lo tanto, carece de significación cualquier juicio referente a cambios de su longitud, para los efectos de medida. (Nota 48).

Una vez determinada la unidad de longitud, se hace necesario establecer un procedimiento de medición, sin el cuál permanecería indeterminado y ambiguo, desde el punto de vista físico, el propio concepto de la cuantificación del espacio. Tal procedimiento consiste en definir la distancia entre dos puntos cualesquiera, como el número de veces que se encuentra comprendida la unidad material de longitud, o una copia de ella, entre los dos puntos en cuestión. En esta definición se especifica el método de medir una longitud, con -----

(Nota 47): David García Bacca, Filosophía de las Ciencias, México, Editorial Séneca, -- 1941, p. 9-5.
(Nota 48): García Bacca, o p . c i t . , p. 252-4.

tando el número de veces que la unidad material puede colocarse en posiciones sucesivas en el intervalo de que se trate. (Nota 49). Solo que, entonces, es necesario introducir otra definición, la del transporte de la unidad material de medida. Justamente porque la unidad es material y no podría ser de otro modo - resulta indemostrable el saber si esta unidad se modifica o no con su transporte, porque para determinararlo se requiere practicar una medición, en la cual debe emplearse ineludiblemente a la unidad cuya inviolabilidad se discute. Ni siquiera con el uso de un anteojo -por ejemplo, de un teodolito- es posible tener una comprobación, puesto que aún en este caso, la luz interviene en la determinación, y la propagación de la luz también es un transporte. No obstante, la invariancia de la unidad material de longitud cuando se la transporta, se establece como una definición. Y, por lo tanto, siempre que en el transporte se tomen todas las precauciones necesarias para la conservación de las propiedades topológicas y métricas que hemos señalado, -resultará posible practicar la medición por el procedimiento de comparar entre sí una longitud cualquiera y la magnitud de la unidad de medida. (Nota 50).

Por otra parte, y debido a que es imposible considerar que ningún proceso se encuentre en reposo, la medición se efectúa en todos los casos, comparando dos longitudes que se encuentran en movimiento. Se tiene, entonces, la dificultad planteada por la física relativista, acerca de la deformación que sufren los cuerpos en movimiento. Parece, así, que la medición es imposible, puesto que, a pesar de todas las precauciones que se tomen, ni la unidad de medida, ni tampoco la longitud, por medir se mantienen fijas, sino que se deforman como consecuencia de la velocidad de sus movimientos. Pero, como tal perturbación se manifiesta tanto en el patrón, como en el cuerpo que se trate de medir, la objeción se disuelve. En efecto, ya hicimos ver que la física únicamente establece determinaciones sobre fuerzas que producen efectos diferenciales y como, por -----

(Nota 49): Nathaniel H. Franck, Introducción
to Mechanics and Heat, New --
York, McGraw-Hill Book Company, 1939, p. 4.
(Nota 50): García Bacca, Filosofía de --
las Ciencias, p. 254-5.

una parte, la deformación se produce en ambos cuerpos a la vez, y, por otro lado, en el momento de la comparación los dos cuerpos se encuentran sujetos a la misma velocidad, resulta que los efectos de la deformación no pueden diferenciarse entre sí. Por lo tanto, también se define como posible la medición cuando se toman en cuenta las condiciones del movimiento en que se encuentran todos los procesos del universo. (Nota 51).

Con las definiciones anteriores resulta posible efectuar determinaciones en el espacio físico, las cuales serán al mismo tiempo, las determinaciones físicas del espacio. De este método de establecer físicamente el orden espacial, es de donde se ha originado la errónea consideración de la geometría como un orden puramente conceptual. Pero, si bien la geometría es, desde un punto de vista parcial, un sistema de conceptos; este sistema únicamente tiene significación en tanto que expresa el conocimiento del universo en general. Toda disciplina puede presentarse, en forma unilateral, como un sistema ordenado de conceptos; pero esta representación del estado alcanzado por el conocimiento en un dominio determinado y en un momento definido también, no constituye sin embargo, la expresión del conocimiento en su proceso de investigación. Tal esquema conceptual es sencillamente la forma adoptada por la estructura lógica de los resultados ya obtenidos y, por lo tanto, no es lícito considerarlo como algo más que un esquema.

La concepción moderna del espacio físico pone de manifiesto que la topología constituye una determinación más profunda que la comprendida en la geometría métrica; y, al mismo tiempo, pone al descubierto que la consideración topológica se encuentra prescrita por la existencia objetiva del espacio, encontrándose ligada estrechamente con el principio del determinismo. Por esto es que si, para la explicación de ciertos procesos, se establece un espacio no-euclideo, esférico y cerrado y, entonces, la introducción de la geometría euclidea en este espacio tendría como consecuencia, entre otras cosas, que un rayo luminoso pudiera recorrer en un tiempo finito la extensión infinita del espacio, regresando por el lado opuesto al de su partida. Por otra parte, la tridimensionalidad del espa

(Nota 51): Reichenbach, Objetivos y métodos del conocimiento físico, p. 141-2.

cio y su conexión, se comprueban en este concepto físico; puesto que ambas propiedades son supuestos imprescindibles para la operación continua de la interrelación de terminista entre todos los procesos. (Nota 52). Por lo demás, en las mismas definiciones que se intriducen para la medición, se destaca el carácter esencialmente dinámico, y no solamente cinemático, de la concepción física del espacio; ya que la intrducción de la unidad de medida sólo puede hacerse a condición de que ella sea material y susceptible de determinar al movimiento y de ser determinada en él.

La concepción del espacio en la biología. Desde el punto de vista biológico, el espacio adquiere una determinación conceptual diferente de las anteriores. Las funciones de los organismos y el espacio en que se desenvuelven, constituyen un complejo de acciones recíprocas que nunca se interrumpen. En su mismo cuerpo, los seres vivos tienen, además de la manifestación espacial de su volumen material, la diferenciación clara de la tridimensionalidad del espacio. Su propia forma se presenta siguiendo tres planos de simetría, o de asimetría; los cuales se encuentran colocados perpendicularmente entre sí. En los vertebrados, por ejemplo, se distingue un plano de simetría bilateral y dos de asimetría. Estos planos definen un sistema de tres ejes coordenados, los cuales expresan las tres dimensiones del espacio. En el animal se distinguen las orientaciones de arriba y abajo, de atrás y adelante, y de derecha e izquierda; e incluso, algunos animales las distinguen en su propio cuerpo. La simetría es, al mismo tiempo, una conformación dinámica, puesto que los animales se mueven en una dirección definida por el plano de simetría. (Nota 53).

En el espacio circundante, ciertos animales distinguen también las seis orientaciones, la cercanía y la lejanía que resulta de la comparación entre localizaciones y, por último, las formas.-----

(Nota 52): Reichenbach, Objetivos y métodos del conocimiento físico, p. 145.

(Nota 53): Ernst Mach, Space and Geometry in the light of physiological, psychological and physical inquiry, La Salle, The Open Court Publishing Company, 1913, p. 18.

Por otra parte, el movimiento es distinguido por el animal, por el cambio de posición de las partes de su cuerpo, por el desplazamiento de los otros objetos y por la expansión y la contracción que sufren las formas cuando se alejan o se acercan, ya sea por el traslado de ellas mismas o por el movimiento del animal. Por lo demás, las sensaciones espaciales son activos estímulos para los movimientos del animal. (Nota 54).

Ahora bien, la investigación biológica ha podido -- comprobar que las sensaciones de dirección son auténticas experiencias de los sentidos. Los conductos semicirculares que forman parte del laberinto del oído, son tres pequeños canales excavados en el hueso, que se orientan perpendicularmente entre sí. Se tienen, pues, un canal sagital, uno transversal y otro horizontal; y su excitación es la que produce la sensación de dirección. El estímulo del canal sagital provoca la sensación de adelante o atrás, el del canal transversal corresponde a la sensación de arriba o de abajo, y la excitación del canal horizontal da por resultado las sensaciones de izquierda y derecha. De este modo, los conductos semicirculares constituyen un sistema de coordenadas y, por medio de ellos y en forma análoga a la determinación matemática de la posición de un objeto, el organismo establece la posición en el espacio existente, valiéndose de la sensación que se propaga simultáneamente en las tres direcciones, pero con distinta intensidad en cada una de ellas. (Nota 55).

En los vertebrados, la fijación de posición se realiza exclusivamente por sensaciones visuales rudimentarias. Un movimiento horizontal de la cabeza y uno vertical, relacionan a cada objeto con dos sensaciones de movimiento, en tanto que el traslado del animal le hace percibir la dirección adelante y atrás. En los vertebrados, también entran en juego los movimientos del ojo, para las determinaciones espaciales. Pero estas contracciones de los músculos oculares provocan siempre la excitación, por vía nerviosa, de los canales semicirculares; dando por resultado las sensaciones mucho más precisas de dirección que estos conductos proporcionan. Los -----

(Nota 54): Mach, Space and Geometry.
p. 21-3.

(Nota 55): Jakob von Uexküll, Ideas para una concepción biológica del mundo, Buenos-Aires-México, Espasa-Calpe, 1945, p. 262-3.

vertebrados más inferiores poseen primero uno y después dos canales semicirculares; pero la inmensa mayoría tienen los tres conductos. Cuando se le quitan a una paloma los seis conductos semicirculares, ya que existe un sistema de tres en cada oído, se observa que se mueve con la cabeza hacia abajo; porque solo de ese modo consigue que las imágenes que se forman invertidas en su retina, se encuentren derechas en relación con su cuerpo. Se tiene aquí una demostración de la estrecha conexión que existe entre el ojo y el oído, puesto que son los canales semicirculares los que enderezan la sensación visual. (Nota 56).

Por otra parte, en el laberinto auricular de algunos animales, incluso en especies mucho más inferiores que aquellas que tienen canales semicirculares, existen unos pequeños cristales de carbonato de calcio, los estatolitos, que se encuentran inmersos en la endolinfa que llena el laberinto. Los estatolitos producen la sensación de equilibrio, porque sus movimientos acusan cualquier inclinación que sufre el animal. Son, por lo tanto, los indicadores del centro de gravedad del animal, determinando una sensación muy precisa de la dirección vertical. Tenemos, así, que en la conjugación de las sensaciones descritas, el animal dispone de cuatro modos de determinación espacial: la luz, y los colores, los movimientos musculares del ojo, los conductos semicirculares y los estatolitos. (Nota 57).

Valiéndose de estas determinaciones del espacio, el animal pone en relación directa la posición de su cuerpo y la de sus miembros, con la de los otros objetos. Mediante ellas, es que se encuentra orientado acerca de la posición de los objetos en el espacio para, entonces, describir sus movimientos dentro del espacio mismo. Por lo demás, todos los movimientos ejecutados por el animal son múltiples, en ellos intervienen varios músculos al mismo tiempo y se efectúan en las tres direcciones del espacio. El espacio, desde el punto de vista biológico es, de esta manera, el campo común en que viven los organismos y en donde se realizan sus movimientos. (Nota 58).

(Nota 56): Uexküll, Ideas para una concepción biológica del mundo, p. 264-5.

(Nota 57): Uexküll, op. cit., p. 266-7.

(Nota 58): Uexküll, op. cit., p. 267-8.

La concepción del espacio en la psicología. En el dominio de la psicología, el concepto de espacio se forma en relación directa con la integración de la conciencia; porque la conciencia no es otra cosa que conciencia de la existencia. En primer término, es la percepción -- del mundo objetivo que existe independientemente de ella. Aún tratándose de sí mismo, el hombre no obtiene conocimiento sino de modo indirecto y a través de los demás; y es por medio de su actividad, de su conducta, que se manifiesta su relación con los otros y consigo mismo. La percepción de una experiencia no se encuentra nunca limitada al mundo interno, sino que se halla siempre e inevitablemente, interrelacionada con el universo externo y material, que es su fundamento y su origen. Por otra parte, la conciencia no es una posesión limitada y personal del individuo, sino una formación social; porque se desarrolla sobre la base de la actividad humana y, por lo tanto, está condicionada por las relaciones sociales. La conciencia es, al propio tiempo, la conexión práctica -- del hombre con el universo, la cuál se expresa por medio de la acción. De esta manera, la acción consciente constituye, como el juicio, la solución de un problema; y éste se encuentra determinado por las conexiones recíprocas entre el objetivo propuesto y las condiciones existentes. Así, toda acción humana es la unidad en la cuál se superan y se contienen las contradicciones que se manifiestan entre lo externo y lo interno. (Nota 59).

Ahora bien, la noción psicológica de espacio se origina en la coordinación mutua entre los esquemas sensoriales primitivos y los motores primarios. Comienza cuando cada uno de estos esquemas se presenta en un estado de cohesión, de unidad y de sistematización tales, que hacen que la acción se distinga de la simple sucesión fortuita. La percepción que entonces se realiza, se relaciona con la acción del individuo sobre los objetos. Es, -- por lo tanto, en este nivel, un espacio subjetivo. Más adelante, llega a consumarse la distinción entre los procedimientos y el fin. Los esquemas se ensayan y se coordinan siguiendo las necesidades planteadas. Las cosas son puestas en relación y localizadas en el espacio. Los objetos son:-----

(Nota 59): S. L. Rubinstain, La conciencia a la luz del materialismo dialéctico; en "Dialéctica", La Habana, vol. VI, núm. 19, julio-diciembre 1946, p. 198-205.

ya múltiples y distinguibles del conjunto. Más tarde, se separa la visión del tacto. Los objetos son captados sin necesidad de que al mismo tiempo los perciba la mano y, por lo tanto, se independizan de la posición de la mano. Los ensayos de reunión entre medios y fines conectan a los esquemas motores con la manipulación de las cosas. Por último, aparece la representación. Empiezan a intervenir combinaciones mentales en la invención de medios. Por una acumulación suficiente de simples asimilaciones recíprocas de esquemas, la invención llega a ser inmediatamente una estructura, debido a la complejidad de las experiencias y a la rapidez con que éstas se acumulan. (Nota 60).

En este nivel de la representación, el espacio se encuentra implicado en todo movimiento ordenado, con la serie de lugares en que se despliega. El movimiento coherente supone una organización elemental que, por intermedio de las excitaciones a las cuáles responde, se pone de acuerdo con la organización de las cosas entre las cuáles se desarrolla. Estas estructuras localizadoras se presentan en todo animal con actividad motriz, así sea bajo formas muy elementales. Pero, si el espacio imagina do estáticamente y el espacio en que se desarrolla el movimiento se encuentran relacionados de algún modo, no por ellos dejan de ser distintos por oposición. Lejos de ser idénticos, los dos campos tienen ciertas diferencias que los ponen en conflicto. La disposición de los automatismos supone su subordinación exacta a las relaciones del espacio y del cuerpo. Solo que, por una parte, la percepción espacial de los conductos semicirculares del laberinto del oído supera a la de los ojos; mientras que, por otro lado, el espacio más bien se encuentra conectado con referencias visuales, en cuanto que es opuesto al sujeto en el mundo exterior y en tanto que sirve como punto de partida para el conocimiento de los procesos del universo. Se llega, así, al momento de la conexión entre la actividad psicomotriz y la actividad mental, que constituyen dos aspectos distintos, aunque ligados siempre por una relación necesaria. (Nota 61).

"El pasaje de uno al otro -de la actividad psicomotriz a la actividad mental- parece producirse en el instante en que la noción -----

(Nota 60): Henri Wallon, *Del acto al pensamiento*, Buenos Aires, Editorial Lantaro, 1947, p. 40-5.
(Nota 61): Wallon, *op. cit.*, p. 217-9.

del espacio, dejando de confundirse con el espacio de -- nuestros movimientos y del cuerpo propio, parece subli-- marse en sistemas de lugares, contactos, posiciones y re-- laciones independientes de nosotros. Los grados de esta sublimación van de lo más concreto a lo más abstracto y se hallan en la base de los diferentes esquemas con ayuda de los cuáles nuestra inteligencia puede clasificar y agrupar las imágenes concretas o los símbolos abstractos con los que se torna capaz de especular". (Nota 62). Con la inteligencia práctica, el espacio se exterioriza parcialmente, desbordando el esquema dinámico del cuerpo -- propio. Se extiende a las relaciones entre los objetos, -- permitiendo sistemas de movimientos que se efectúan just-- tamente en función de estas relaciones. Al mismo tiempo, la noción espacial se encuentra subyacente en el lengua-- je, manifestándose en la distribución de las partes del discurso en un orden de sucesión. Esta noción se reab-- sorbe en el automatismo del lenguaje, cuando la palabra se hace corriente. (Nota 63).

La noción espacial es igualmente necesaria en el jue-- go normal de las representaciones, tal como se pone de -- manifiesto en ciertos trastornos de su función. Las obse-- siones son un caso límite que lo ejemplifica. Las repre-- sentaciones del obseso se encuentran, en algún aspecto, en conflicto con las condiciones de la experiencia co -- rriente y, en particular, con los datos bien ordenados -- del espacio y con las relaciones entre el yo y el espa-- cio. El espacio psicológico regresa a su etapa primitiva, deja de ser un orden entre las cosas, para volver a ser-- simplemente una cualidad de los objetos por su relación con nosotros mismos, por afectividad, por pertenencia, -- por acercamiento, por precavimiento, o por alejamiento. -- Con frecuencia, el obseso es incapaz de apreciar las dis-- tancias y las velocidades, de manera que tiene efectos que todas las pervisiones espaciales hacen imposibles. A una distancia cualquiera a que perciba un vehículo, tiene la impresión de que ya está sobre él. En otros casos, el ob-- seso manifiesta una gran incertidumbre acerca de su prop-- pia estabilidad entre las cosas, muestra agorafobia o mis-- do ante -----

--
(Nota 62): Wallon, C o m p t e s r e n d u s d u
C o n g r é s d e P s y c h o l o g i e d e
P a r i s , 1937, p. 131; citado por él mismo, "Del acto
al pensamiento", p. 219.

(Nota 63): Wallon, D e l a c t o a l p e n -
s a m i e n t o , p. 219-20.

los sitios amplios. Esta obsesión expresa la impotencia para imaginar el espacio como simple sistema de referencia entre los objetos de la percepción o entre los movimientos y el medio. Incluso Chaslin y Meyerson, a propósito de un obseso, consideran que las antinomias de Zeno de Elea corresponden a las dificultades de la primera fase de la representación, cuando el análisis se inicia. Exponen que en ellas se congela al objeto en el espacio, reduciendo a éste exclusivamente a los objetos -- que contiene; y al tratar de distinguir entre el sujeto que piensa y el objeto pensado, simplemente son yuxtapuestos, sin lograr su diferenciación. (Nota 64).

Por lo dicho, tenemos que toda imagen y toda sensación forman parte de un conjunto y que no existen sino en una estructura. La cualidad se percibe por contraste sobre un fondo diferente. Tosco y brusco al principio, -- el contraste se afina progresivamente, bajo el doble influjo de la maduración funcional y del ejercicio de la experiencia. La graduación cualitativa se hace cada vez más sutil y la cualidad misma deja de ser la de un objeto particular, para devenir en concepto. Y, entonces, entran en operación dos procesos inversos, pero solidarios. Por una parte, los objetos se resuelven en colecciones -- de variables, en las cuales cada uno de ellos tiene asignado su lugar entre los otros; mientras que, por otro lado, se les atribuyen cualidades constantes, dimensiones, forma, color, individualidad. (Nota 65). Del caso particular sale, pues, su contrario, la categoría. Al principio, por diferenciación de estructuras gradualmente más próximas y más semejantes. Pero también por proyección -- de estas diferencias, por menudas que sean, sobre un fondo continuo y apto para reducirlas. Pues no basta que sean comprobadas; deben también ser concebidas como posibles en toda su eventual diversidad. Es necesario algo común aunque no fuera sino un medio donde disponerlas. -- El orden a reconocer entre ellas, debe resultarles anterior. Debe confundirse con un poder, con una potencia. -- Debe ser un orden virtual. En su intuición del espacio, el hombre parece haber logrado hacer coincidir la imagen de un medio homogéneo, ordenado, y de un campo ofrecido a sus propias realizaciones, a su potencia de expansión, a

(Nota 64): Wallon, De l' a c t o a l p e n s a m i e n t o , p. 221-7.
(Nota 65): Wallon, o p . c i t . , p.228.

su poder de transformar las cosas". (Nota 66). De este modo, el espacio se encuentra implicado en todas las estructuras psicológicas y, por lo tanto, constituye un elemento fundamental en la integración de la conciencia.

Como hemos visto, la determinación del espacio en diversos dominios del conocimiento, adopta formas bien distintas. Pero, con toda la diversidad de su definición en las diferentes ciencias, en todas ellas conserva sus propiedades más generales, a las cuáles nos hemos referido en un principio. Solo que esta persistencia no indica que dichas cualidades se encuentren determinadas de antemano por el conocimiento, sino que, por lo contrario, su permanencia constituye una conclusión que se desprende - justamente del conjunto de determinaciones parciales que se hacen del espacio en todos y cada uno de los dominios científicos. Y, por lo demás, estas mismas propiedades no son otra cosa que los modos en los cuáles se expresan, en el conocimiento, las formas de existencia del universo.

P e r m a n e n c i a y m o v i m i e n t o .
La existencia del universo objetivo se manifiesta como existencia de la materia en movimiento. Pero este movimiento está ligado con la variación de la ubicación de unos cuerpos con respecto de otros, los cuáles se toman como puntos de referencia y, entonces, resulta que ninguno de estos cuerpos puede considerarse como absolutamente inmóvil, ya que los movimientos son siempre, y únicamente, relativos entre sí. (Nota 67). Por lo tanto, la permanencia no tiene otro significado que el mantenimiento transitorio de un punto de referencia, para hacer posible la determinación del movimiento. Toda persistencia es, así, persistencia del movimiento. El concepto mismo de conservación constituye la formulación de la indestructibilidad del movimiento, y sólo como determinación del movimiento es que tiene validez universal. Por otra parte, todo proceso es, por su movimiento, una conjugación del espacio con el tiempo. Espacio y tiempo se unifican, junto con la contradicción que los opone, en la unidad superior del movimiento. Pero el movimiento no constituye nunca una unidad simple.-----

(Nota 66): Wallon, Del acto al pensamiento, p. 233.

(Nota 67): Maximov, Materia y movimiento, p. 27.

Siempre contiene, en sí mismo y por sí mismo, los elementos antagónicos de la continuidad y de la discontinuidad; los cuáles expresan las propiedades correspondientes del universo existente. Al propio tiempo, una forma cualquiera de movimiento siempre es susceptible de engendrar, -- también en y por sí misma, a las otras formas del movimiento; tal como se pone de manifiesto en la ley de la conservación y de la transformación de la cantidad de movimiento. En fin, aún el movimiento que llegue a ser considerado como el más simple, estará constituido por la composición de otros movimientos, de tal manera que no es posible determinar a ninguna forma del movimiento como primaria, sino únicamente dentro de restricciones definidas y con carácter relativo. (Nota 68).

En el campo de la física se acusa claramente esta relatividad de la simplicidad del movimiento. Los procesos térmicos no son otra cosa que manifestaciones del movimiento molecular. La radiación emitida por los elementos químicos en estado gaseoso, corresponde al movimiento que tiene lugar en el interior del átomo. Las trayectorias de los electrones que giran al rededor del núcleo atómico, son el resultado de la conjugación de un cierto número de ondas, en las cuáles consiste el movimiento del electrón. El propio electrón, junto con el núcleo atómico, forma un conjunto complejo de una cantidad de ondas considerablemente grande. De este modo, el simple movimiento de translación uniforme y rectilínea, deja de ser el primario, puesto que resulta de la composición de los movimientos que ocurren en los procesos de las partículas elementales. Se tiene, así, que tanto la inercia como la gravitación y la repulsión, deben considerarse, -- desde este punto de vista, como manifestaciones derivadas de los movimientos que son inaccesibles en los experimentos que se realizan con magnitudes comparables a las dimensiones humanas. (Nota 69).

Relación entre espacio, tiempo y movimiento. Tal como se ha expuesto, el espacio y el tiempo son formas objetivas de la existencia del uni-----

(Nota 68): Maximov, *Materia y movimiento*, p. 118-9.

(Nota 69): Maximov, *op. cit.*, p. 182-93.

verso y, por lo tanto, tienen un significado enteramente material. Ni el espacio, ni el tiempo, son conformados por su concepto, sino que es el concepto el que surge como consecuencia de la existencia de la materia, como medio de expresarla. Espacio y tiempo se encuentran constituidos materialmente. La materia del universo es, de este modo, lo existente que se manifiesta como tiempo y como espacio. Y solo por un proceso de abstracción es que espacio y tiempo llegan a considerarse como lo primario, con respecto a la materia. Sin embargo, el curso mismo que sigue la investigación de la ciencia, nos proporciona la prueba mas cabal y repetida de que, como en el caso de todas las formaciones conceptuales, es en el universo existente en donde se encuentra el fundamento objetivo y la demostración del tiempo y del espacio, como formas adoptadas por el universo en sus manifestaciones. -- (Nota 70).

Por otra parte, el movimiento es el proceso en el cual se opera la continua transición del tiempo en espacio y de éste en tiempo. A la vez, el movimiento no puede siquiera concebirse sino como movimiento de la materia del universo y, recíprocamente, tampoco resulta posible ni la consideración más elemental de la materia, si no es en movimiento. Por lo tanto, la materia es la relación de espacio y tiempo, como identidad latente, a diferencia del movimiento que es su translación continua. De esta manera, la materia constituye la existencia primaria del universo y en ella y en forma indisoluble a ella, se tiene la persistencia objetiva del espacio, del tiempo y del movimiento. Y, justamente por su permanencia material, es que tanto el espacio como el tiempo y el movimiento, excluyen por completo la separación absoluta de cualesquiera de sus formas y de ellos entre sí, (Nota 71).

Causalidad e interacción.
En correspondencia con la distinción que se hace de la diversidad, en la unidad superior de la clase; y, también, con la unificación de la cantidad, como reunión en un todo; se tiene a la causalidad, como ordenación en una serie formada por la operación de sucesión y, así-----

(Nota 70): Hegel, Enciclopedia, p. 176-7.

(Nota 71): Hegel, op. cit., p. 180.

mismo, como la vinculación de las series entre sí, la --
cuál se encuentra determinada por la dependencia mutua --
en que se manifiesta la acción recíproca universal. La --
propia ley de orden no llega a ser determinable para ca-
da una de las series, si no es por la relación que las --
comprende a todas. Y en esta relación, cada una de las --
series es codeterminante de las demás y, recíprocamente,
es determinada por ellas. De este modo, el orden total --
se extiende a todas las series, comprendiendo a la natu-
raleza, a la sociedad y a la naturaleza y a la sociedad
en conjunto; como un sistema dinámico que establece una-
conexión funcional, dialéctica, única y omnicomprensiva.
(Nota 72).

Solo que los propios conceptos de orden, ley, siste-
ma, poseen un significado objetivo, puesto que expresan
la actividad del universo. La legalidad objetiva de la --
naturaleza y de la sociedad, lo mismo que su causalidad
objetiva, se manifiestan en los conceptos de orden, ley-
y de sistema, pero solo con una precisión aproximada. --
Los conceptos mismos de causa y efecto, únicamente tie-
nen validez en su aplicación a los casos concretos aisla-
dos, porque cuando se considera a éstos en su conexión --
general, articulados en el conjunto total del universo, --
entonces las causas y los efectos cambian constantemente
de sitio. Lo que ahora o aquí es un efecto, se transforma
después o allí en una causa, y viceversa; y, de este
modo, los conceptos de causa y efecto convergen y acaban
por disolverse en la concepción de la acción y de la reac-
ción universales, en la concatenación de acciones reci-
procas como actividad del universo. Causa y efecto son, --
así, una simplificación conceptual de la conexión objeti-
va de los fenómenos del universo; y esta conexión se ex-
presa aproximadamente cuando se aísla parcialmente a uno
o a otro aspecto del proceso único del universo. (Nota 73).

Ahora bien, el conocimiento no busca las causas por
un camino puramente especulativo, sino que las indaga --
fundamentalmente en la experiencia. La ciencia no inves-
tiga las causas externamente a los procesos, sino dentro
de ellos mismos, como contenido de ellos -----

(Nota 72): Hatorp, Los fundamentos --
lógicos de las ciencias --
exactas, p. 79-80.
(Nota 73): Lenin, Materialismo y em-
piriocriticismo, p. 168-72.

y por medio de ellos. (Nota 74). La causalidad es un esquema sistemático que sirve para explicar las relaciones entre los procesos, justamente porque es un resultado de la determinación de estos mismos procesos. Como todas -- las formas lógicas, la causalidad representa, en cierto sentido, una síntesis de los conocimientos anteriores, - cuyo contenido está constituido por las manifestaciones objetivas de la conexión universal; las cuáles se presentan en todo experimento, sin excepción alguna.

La determinación de resultados de la actividad humana. Lo primero que se pone de manifiesto al considerar al universo en movimiento, es la interconexión de los movimientos individuales de los cuerpos separados, esto es, su existencia determinada por otros. Pero, no sólo se encuentra que un movimiento particular es seguido por otros, sino que también se pone en claro que es posible producir un movimiento peculiar, cuando se establecen las condiciones necesarias para que éste se efectúe. Y, todavía más, la propia determinación del movimiento permite al hombre transformar las condiciones naturales, elevando su rigor en un sentido definido y unilateral, - con lo cuál logra producir movimientos que no ocurren exactamente de la misma manera en la naturaleza. En esto consiste, por ejemplo, los movimientos efectuados por -- las máquinas inventadas y desarrolladas por el hombre, - desde las simples palancas hasta las precisas y poderosas maquinarias de la industria contemporánea. En todos estos casos, el hombre toma como base la imitación de la actividad de la naturaleza, pero, al mismo tiempo y sobre todo, mejora y perfecciona de tal manera las condiciones naturales, siempre sirviendo a sus propósitos productivos, que en los resultados obtenidos puede hablarse -- apropiadamente de la creación de movimientos específicos; - aún cuando queda claro que estos se desenvuelven dentro del más estricto cumplimiento de las leyes universales de la naturaleza. En tales movimientos, el hombre predetermina rigurosamente su dirección y su extensión. (Nota 75).

(Nota 74): Josef Dietzgen, The Nature of Human Brain-Work; "The positive outcome of philosophy", Chicago, Charles H. Kerr & Company, 1928, p. 125.

(Nota 75): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 138.

Es precisamente por esta vía, por la actividad humana, que llega a establecerse el concepto de causalidad, el juicio de que un movimiento sea causa de otro. En realidad, el concepto de causalidad se origina en la secuencia regular que manifiestan ciertos procesos naturales, pero este orden no proporciona, sin embargo, la prueba del concepto. Es la actividad del hombre la que constituye la comprobación de la causalidad. Por ejemplo, cuando se coloca el cartucho de un rifle y se oprime el gatillo, ya se saben los efectos resultantes, aún cuando no se ha realizado esta experiencia concreta; debido a que se conoce en todos sus detalles el proceso entero de ignición, combustión y explosión, casi instantáneas, por la repentina conversión del explosivo en gas y por la presión ejercida por éste sobre la bala. Y, ni siquiera la falla que se produzca en un disparo particular, puede considerarse como una refutación de la causalidad, porque siempre es posible encontrar entonces la causa de tal desviación, ya sea por alguna descomposición química, por defecto del cañón, por desajuste del mecanismo o por cualquiera otra circunstancia. Por lo tanto, la excepción particular, en lugar de refutar a la causalidad, duplica su prueba. Por lo demás, ésto mismo se aplica a todos los procesos, de tal manera que, aún en el caso de que no sea posible descubrir desde luego la causa de una excepción, el científico concluye simplemente que se trata de una falta de conocimiento suficiente, pero nunca lo atribuye a un fracaso de la causalidad. Y, en efecto, más tarde o más temprano, en avance de la investigación encuentra siempre, o por lo menos lo ha encontrado hasta ahora, una causa definida como responsable de la excepción. (Nota 76).

La ciencia de nuestros días ha introducido en la investigación misma, la consideración de la influencia ejercida por la actividad del hombre sobre el experimento. Los propios investigadores han abandonado su supuesto papel de meros observadores pasivos, para tomar en cuenta las perturbaciones causadas por su actividad en el experimento; así se trate de aquellos experimentos que se realizan en óptimas condiciones de aislamiento. Por lo demás, ésto no es otra cosa que una nueva expresión de la identificación fundamental -----

(Nota 76): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 188-9.

entre el universo y el pensamiento, los cuales nunca pueden ser considerados como absolutamente aislados. Porque es precisamente la alteración de la naturaleza y de la sociedad por el hombre, y no aisladamente el universo como tal, lo que constituye el fundamento esencial e inmediato del pensamiento. En la medida en que el hombre ha aprendido a cambiar la naturaleza y la organización de la sociedad en que vive, es que se ha incrementado su inteligencia y, por lo tanto, en que se ha desarrollado su pensamiento. No se trata simplemente de que la naturaleza reaccione sobre el hombre, sino que también, el hombre mismo reacciona sobre la naturaleza, transformándola y provocando en ella la creación de nuevas condiciones de existencia para sí mismo. (Nota 77).

E l d e t e r m i n i s m o f í s i c o .
La vigencia del principio determinista en la física, implica necesariamente el reconocimiento del orden y de la regularidad existentes en el universo. A su vez, esta regularidad de la naturaleza se encuentra enlazada con la existencia de leyes naturales, las cuales rigen las diferentes clases de procesos. Sin embargo, las leyes naturales, debido a su generalidad, únicamente condicionan las posibilidades, pero no describen particularmente a ningún desenvolvimiento definido de los acontecimientos futuros, ni tampoco proporcionan ninguna información precisa acerca del desarrollo individual de un proceso en el pasado. Por esto es que, aún cuando se conozca la ley -- que controla la actividad de un sistema, este conocimiento no es suficiente, a pesar de que es siempre indispensable, para predecir la evolución del sistema o para saber su historia transcurrida. Al conocimiento de las leyes naturales es necesario agregar, entonces, ciertos datos específicos del sistema en particular. (Nota 78).

Cuando se considera, por ejemplo, un sistema mecánico formado por partículas materiales que se mueven libremente bajo la acción de sus atracciones gravitatorias recíprocas, tenemos que completar el conocimiento de las leyes que controlan la evolución de este sis-----

(Nota 77): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 189-90.

(Nota 78): D'Abro, The decline of mechanism, p. 45-6.

tema, que son las tres leyes del movimiento y la ley de la gravitación, con el conocimiento de las posiciones y de las velocidades de las partículas materiales que constituyen el sistema, en un instante cualquiera. Tendremos entonces un conocimiento suficiente para que el problema se encuentre determinado. Partiendo de las condiciones iniciales y aplicando a ellas las leyes generales, es posible predecir, teóricamente, las posiciones y las velocidades que adquirirán las partículas materiales del sistema en cualquier instante futuro; y también es posible establecer con exactitud estas determinaciones para los instantes pasados. (Nota 79).

Tenemos aquí un marcado contraste entre la continuidad de las condiciones iniciales y la permanencia, o puesta y contradictoria, de las leyes naturales. Porque el instante en el cual se fijan las posiciones y las velocidades de las partículas materiales, esto es, el instante inicial, se escoge libremente entre el conjunto de instantes posibles; mientras que las leyes que gobiernan su evolución, la cual seguirá distintos derroteros conforme a las condiciones seleccionadas como iniciales, son siempre las mismas. Y, no obstante, el resultado de la conjugación de condiciones contingentes, pero definidas, con las condiciones necesarias que establece la ley natural, tiene un carácter de indudable necesidad; tal como se expresa en la formulación del principio físico del determinismo. De este modo, la evolución de todo sistema físico se encuentra controlado por leyes rigurosas, las cuales, combinadas con las condiciones que se consideran como iniciales para el sistema, determinan sin ambigüedad todos los estados futuros, los mismo que todos los pasados. La historia del sistema se encuentra, así, enteramente determinada por las leyes naturales y por las condiciones particulares establecidas inicialmente. (Nota 80).

Es preciso hacer, sin embargo, algunas aclaraciones acerca de la operación del determinismo en el dominio físico. Cuando se establece que el presente determina al pasado, se está afirmando en rigor, que es posible determinar las condiciones que existieron necesariamente en cualquier estado pasado del sistema, partiendo de -----

(Nota 79): D'Abro, The decline of mechanics, p. 46.
(Nota 80): D'Abro, op. cit. p. 46-7.

las condiciones del estado presente. Por otra parte, el presente físico no es nunca un instante matemático, aún cuando lo sea muy aproximadamente en muchos casos, sino que implica necesariamente un lapso más o menos corto de tiempo; es decir, que las condiciones iniciales no son estrictamente instantáneas, sino que corresponden a cierto intervalo definido de tiempo. Además, debe insistirse en que el conocimiento de las condiciones iniciales no conduce, por sí solo, al conocimiento de la evolución del sistema; del mismo modo que tampoco puede determinarse por el exclusivo conocimiento de las leyes naturales. Porque siempre se requiere la aplicación de las leyes generales que controlan la actividad del sistema, a las condiciones iniciales y, todavía más, es posible que se tropiece prácticamente con la dificultad de que el problema no pueda resolverse matemáticamente por mucho tiempo. También se requiere, para el cumplimiento del principio del determinismo, que el sistema se encuentre aislado, porque de no ser así, estará sujeto a las influencias del exterior y, por lo tanto, no se tendrá un conocimiento completo de las condiciones iniciales. La única manera de comprender a todas esas influencias externas, sería en considerar a la totalidad del universo, ya que ninguna porción de éste se encuentra estrictamente aislada de las demás y, la plena validez del principio determinista solo se cumple con respecto al universo en su integridad. No obstante, es posible considerar a algunos sistemas limitados, tal como el solar, como aislados en forma muy aproximada y, por lo tanto, será a esta clase de sistemas a los que se considere como relativamente aislados. De todas maneras, esto que ocurre para el caso del determinismo, no es privativo de este principio, sino que se presenta indefectiblemente en la aplicación de toda ley científica y en el conocimiento mismo en toda su integridad. Finalmente, las condiciones iniciales de que se parte, deben ser aquellas que tienen cumplimiento en el sistema en cualquier tiempo; y por esto es que estas condiciones, en conjugación con las leyes que controlan el sistema, son suficientes para determinar su historia. (Nota 81).

Del examen efectuado se demuestra que la comprobación del principio del determinismo físico requiere que, además de poder e-----

(Nota 81): D'Abro, The decline of mechanics, p. 47-9.

fectuar una medición perfecta de las condiciones iniciales, se experimente con un sistema rigurosamente aislado. Pero, por una parte, el único sistema estrictamente aislado que existe es el universo en su totalidad, y éste no es experimentable, de vez, en su integridad; y, por otro lado, además de que las mediciones humanas son siempre imperfectas, en cualquier observación se introducen necesariamente factores extraños en el sistema, por lo menos los instrumentos de medición mismos, que lo perturban, destruyendo su aislamiento. Por lo tanto, y en todo caso, siempre tendremos resultados aproximados. No obstante lo cual, no se invalida el principio determinista; porque el perfeccionamiento constante de los instrumentos y de los métodos de investigación y el avance mismo del conocimiento, han comprobado, en forma cada vez más aproximada y en condiciones establecidas cada vez con mayor rigor, su cumplimiento inexceptional. Y, como el propio principio no difiere en nada, en cuanto a su carácter lógico, de los otros principios científicos, se tiene que el determinismo ha acusado con toda precisión, en el curso del desarrollo de la ciencia, su tránsito desde su carácter primario de mero postulado, hasta su conversión, cada vez más firmemente establecida, en fundamento del conocimiento. Y esto, a pesar de que, al igual que todas las leyes y principios de la ciencia, nunca puede alcanzarse por completo y en forma absoluta, este carácter. (Nota 82).

D e t e r m i n i s m o e i n d e t e r m i n i s m o . e n l a c i e n c i a . El determinismo ha tenido formulaciones diferentes a lo largo del desenvolvimiento histórico de la ciencia. Pero, en las diferentes formas adoptadas al expresarlo, siempre ha sido el medio de poner de manifiesto la conexión dinámica que existe entre todas y cada una de las partes del universo. Su expresión ha pasado desde la más sencilla consideración de causas y efectos simples, hasta la formulación que ya hemos expuesto anteriormente, de acuerdo con el nivel actual del desarrollo científico. (Nota 83). En todo caso, el determinismo constituye el modo en el cual se manifiesta la acción recíproca universal, cuando un grupo de pro -----

(Nota 82): D'Abro, The decline of mechanism, p. 50-1.
(Nota 83): Véase en las ps. 47-8.

cesos se separa, de manera relativa, con respecto al resto de procesos del universo. Dentro de cada dominio científico se destacan diversas formas de movimiento, las --cuáles se transforman las unas en las otras, se determinan mutuamente entre sí y aparecen en un lugar como causa y en otro como efecto, de manera que la cantidad total --del movimiento, en todas sus formas cambiantes, permanece siempre la misma. Y, aún más, en algunos aspectos, la ciencia contemporánea ha podido establecer también el --cambio de una clase de movimiento perteneciente a un campo científico definido, en otra clase de movimiento comprendida dentro de un dominio diferente; como en el caso de la desintegración atómica, en la cuál ciertos movimientos físicos se manifiestan determinadamente como transformaciones químicas de los elementos.

Tal como lo expresaba Hegel y lo confirma la ciencia de nuestros días, la acción recíproca es la verdadera causa final de todos los procesos. Y, por lo tanto, no es necesario, ni tampoco posible, el ir más allá en el conocimiento de esta acción recíproca, --por la sencilla y gran razón de que no hay nada detrás, --ni más allá, por conocer, Conociendo las formas del movimiento del universo, se conoce al universo mismo y, por lo tanto, el conocimiento es completo. Al propio tiempo, partiendo de esta acción recíproca universal es que se puede llegar a establecer, con rigor, la relación causal. Porque, al considerar a los procesos como separados relativamente, aislados hasta cierto punto de su interconexión general, es que aparece el cambio de movimiento, en donde uno se muestra como causa y el otro como efecto. --(Nota 84).

Sin embargo, en ciertas épocas, cuando la investigación se concentra transitoriamente en el estudio de los procesos separados, con el objeto de descubrir en ellos sus relaciones internas de manera más fácil, para poder después confrontarlas en la concatenación de los procesos mismos; entonces, tal parece que el determinismo es puesto en suspenso y que su lugar es ocupado por una indeterminación en las relaciones existentes entre los procesos. Pero este punto de vista aparente, además de ser transitorio, también es enteramente relativo; porque hasta las relaciones internas que puedan -----

(Nota 84): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 191-2.

parecer más íntimas dentro de un proceso cualquiera, están siempre en conexión estrecha y recíproca con todas las demás relaciones del universo, de modo tal que se determinan mutuamente entre ellas. Esto viene a ponerse de manifiesto en cuanto los resultados de la investigación, por la cuál se consideró un aislamiento abstracto de ciertos procesos, tienen que incorporarse al sistema de conocimientos de la disciplina de que se trate.

Empero, con todo lo parcial, lo abstracto y lo transitorio que resulta ser el criterio de relativa separación, que se adapta como punto de vista para el estudio de aspectos particulares de algunos procesos; no obstante, en él se apoyan quienes proclaman a la indeterminación como la característica del conocimiento. Ellos afirman, entonces, que el indeterminismo constituye el principio radical de alguna ciencia, o por lo menos, de algunas ciencias en particular. Pero, esta manera de pensar no es más que una forma de expresar la supuesta irracionalidad de la ciencia y, al mismo tiempo, y por lo tanto, la incognoscibilidad del universo. Porque el conocimiento del universo en su totalidad se logra justamente por la conexión indisoluble que existe entre todos y cada uno de sus procesos particulares, puesto que resulta imposible comprender al universo, de vez, en su integridad. A la vez, la ciencia concatena racionalmente sus resultados, precisamente para expresar en esa sistematización la relación universal de la acción recíproca. Y el fundamento imprescindible de dicha concatenación es el principio del determinismo. En todo caso, la indeterminación relativa que se presenta en ocasiones en algunos dominios limitados del conocimiento, termina siempre por desaparecer; en cuanto el desarrollo de la ciencia avanza suficientemente para establecer la conexión entre unos conocimientos y otros. Y esta conexión es, indefectiblemente, determinista.

Por lo demás, generalmente en toda negación del determinismo se encuentra siempre encubierta una tendencia teleológica. Aquello que no se puede o no se quiere explicar por medio de su conexión con el resto del universo, es atribuido a la prosecución de su fin pre-establecido. En contra de las brillantes y cada vez más abrumadoras comprobaciones que ofrece constantemente la investigación de la ciencia, acerca de la interrelación existente entre todos los procesos del universo, la concepción teleológica trata de introducir extra -----

ñas tendencias hacia metas supuestas, como si el universo en lugar de explicarse por sí mismo y de manifestarse por sí mismo y de sí mismo, estuviera atendido a alguna voluntad exterior y no sirviera sino como un medio dúctil y maleable para el cumplimiento de las acciones ordenadas por esa entidad metafísica. Pero la ciencia, una y otra vez y de modo incesante, no sólo no proporciona ninguna base en que pudiera apoyarse esta pretensión, sino que en forma demoledora la refuta incansablemente, al encontrar siempre ~~en~~ y en el seno del universo mismo, las causas de todos sus procesos. Por lo tanto, cada vez dispone de pruebas más penetrantes y más comprensivas de la conexión entre todos los elementos del universo, por medio de la acción recíproca y universal entre todos ellos, sin excepción. El adelanto y el perfeccionamiento de la ciencia, sigue un cauce definitivamente determinista; y las únicas transformaciones que se operan dentro de la ciencia, en este sentido, son aquéllas que conducen al perfeccionamiento y a la mejor determinación del principio de la causalidad. En cambio, la explicación teleológica no solo es extraña al conocimiento, sino que representa una tendencia anticientífica y es, en último término y sin remedio, una concepción teleológica; aún cuando este último carácter no aparezca siempre explícitamente, sino solo de modo subrepticio y vergonzante.

La caracterización determinista de la biología y su explicación teleológica. Dentro de las ciencias naturales, es en el dominio de la biología en donde han aparecido, en mayor número y con argumentos más plausibles, las explicaciones teleológicas. Debido a que la vida constituye el proceso más complejo de la naturaleza y a que su conocimiento está condicionado por el desarrollo previo de la matemática, de la física y de la química; el desenvolvimiento de la biología ha tenido que seguir necesariamente, y en cierto modo, a las otras disciplinas y, por lo tanto, su propia estructura lógica es la menos perfecta. Sin embargo, el hecho de que la biología sea utilizada todavía como reduccionismo del finalismo, es un argumento que se vuelve en contra de la teleología misma, puesto que la historia de la ciencia muestra cómo ha ido desapareciendo, en for

ma lenta pero segura, de los otros dominios de la ciencia natural; y, aún mas, cómo el determinismo es el que ocupa su lugar de modo indudable y comprendiendo hasta a los problemas críticos de la biología, tal como lo pondremos al descubierto en lo que sigue.

Es indudable que el movimiento es tan característico de la vida, como lo es de cualesquiera otra clase de procesos del universo; aún cuando las formas del movimiento biológico difieran de las mecánicas, de las moleculares, de las atómicas y de las intratómicas. La misma vida vegetal posee también esta característica, a pesar de lo que podría concluirse a primera vista. La división celular constituye un conjunto de complicados movimientos y entre todas las células existe una activa corriente de protoplasma vivo. El movimiento es, en efecto, tan característico del protoplasma viviente, como lo es el metabolismo; porque el movimiento es, a la vez, la manifestación y el producto del metabolismo. Ahora bien, en los organismos también se cumple el principio general de la transformación de las diversas formas de la energía y del movimiento; poniéndose de manifiesto en los cambios que se operan entre los procesos físicos y químicos, por una parte, y biológicos, por otro lado. Desde la acción del protoplasma, que es el resultado de las modificaciones químicas operadas en su propio seno, hasta las actividades biológicas más complejas de los organismos superiores, se tiene una transferencia constante de unas formas de energía y de movimiento a otras formas distintas. Además, las transformaciones biológicas son muy activas, se realizan incesantemente y en sentidos opuestos y se resumen en el concepto general del metabolismo. (Nota 85).

Dentro del nivel alcanzado actualmente por la investigación, se ha podido verificar que las acciones de los seres vivos se rigen por las leyes generales de la física y de la química, es decir, que estas leyes se encuentran como fundamentos imprescindibles de toda determinación biológica. Es claro que la energía consumida por la célula no se encuentra siempre en relación directa con la cantidad de trabajo externo realizado. Mientras que las células musculares y las de las glándulas de excreción ejecutan un trabajo externo considerable, las células nerviosas y los óvulos fertilizados, por lo contrario, apenas si lo realizan y, en su lugar, ejecutan un trabajo inter-----

(Nota 85): Charles Singer, Historia de la Biología, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1947, p. 390-1.

no de consideración. Así, la demanda, la obtención y el consumo de energía para la conservación y el funcionamiento de la estructura interna, son propiedades características de los organismos. Pero la posesión de tales cualidades no constituye, en modo alguno, el incumplimiento de ninguna de las leyes de la física, porque el sistema formado por el organismo no se encuentra aislado, sino que, por lo contrario, está íntimamente conectado, de manera recíproca, con el exterior; tanto para la obtención de energía, como para la devolución de la misma en otra forma y para el desenvolvimiento de su actividad. (Nota - 86).

La acción de los músculos se gobierna con arreglo a las leyes de la mecánica y, a la vez, tanto la fase de la contracción como la de su restablecimiento, constituyen procesos químicos activos; por los cuales se transforma primero el glicógeno en ácido láctico y, luego, éste se oxida en parte y en parte se reconvierte en glicógeno disponible para otro movimiento. El esqueleto y los cartílagos están conformados siguiendo las líneas en que se transmiten los esfuerzos que soportan, en forma enteramente análoga a los diseños estructurales que calculan los ingenieros modernos. La respiración es un proceso similar al de la combustión, en el cual se oxidan las grasas y los hidratos de carbono contenidos en las sustancias asimiladas, en tanto que se conservan las proteínas. Por otra parte, la propia estructura y las actividades de los organismos se conservan, dentro de ciertos límites, en medio de todas las vicisitudes de los seres vivos y del intercambio visible y constante que existe entre el organismo y el medio ambiente. Pero, en todo esto no se tiene ninguna prueba concluyente de la existencia de alguna especie de "memoria" orgánica, por la cual los organismos mantuvieran su estructura y sus funciones; ni mucho menos de que esta conservación estructural y funcional carezca por completo de analogía en el campo inorgánico. Por lo contrario, todo cuerpo físico también posee una estructura definida y ésta se mantiene, dentro de ciertas condiciones, a pesar del intercambio de energía que se produce de un modo incessante, entre el cuerpo y el exterior. Cuando un conductor transmite una carga eléctrica, sus átomos se encuentran sujetos a un proceso de desintegración y de integración sucesivas, porque en

(Nota 86): Singer, Historia de la biología, p. 391-2.

tre ellos se produce un intercambio de electrones, en el cual consiste justamente el paso de la corriente; y, sin embargo, el conductor persiste en su estructura, a través de esta sucesión continua de modificaciones discontinuas que se operan en la conformación de sus átomos. (Nota 87).

Desde la última mitad del siglo pasado, la biología ha podido establecer, con sólido fundamento en los resultados de sus investigaciones, la unidad interna de su propio dominio; al llegar a unificar procesos que ocurren por igual, tanto en las plantas como en los animales. Los mecanismos de la respiración y de la alimentación son fundamentalmente similares en las dos clases de organismos. Sobre la función clorofiliana, que anteriormente se consideraba como específicamente característica de los vegetales, se sabe ahora que existe a ambos lados de la frontera tan imprecisa que separa a los animales de las plantas. Algunas especies de animales poseen cloroplastos, en tanto que hay plantas que carecen de estas formaciones y, en general, se ha llegado a la conclusión de que la mayor frecuencia de la clorofila en el reino vegetal, se encuentra vinculada con el hecho de que las plantas no se desplazan para obtener sus alimentos. Por otra parte, el protoplasma es, en su aspecto general y en muchas de sus actividades, indiferenciable entre plantas y animales; e, igualmente, la célula, como unidad vital y en todos sus caracteres esenciales, es la misma para animales y plantas. Los procesos de la división celular y de su conjugación sexual, son fundamentalmente idénticos en ambos reinos. También en las plantas se observan alteraciones en su generación, correspondiendo enteramente a las que ya se conocían entre las células haploides y las diploides de los animales. La interdependencia entre animales y plantas, se manifiesta en procesos tales como el del ciclo del nitrógeno; y se ha desarrollado ampliamente dentro del dominio de la ecología, como disciplina que estudia las asociaciones y las relaciones recíprocas que se mantienen dentro de las comunidades vegetales y animales, y entre unas y otras. Finalmente, todas las conclusiones acerca de la herencia, se derivan por igual del estudio de los animales y de las plantas; admitiéndose una semejanza fundamental entre ambos; en este sentido. Con todo esto, además de que -----

(Nota 87): Singer, Historia de la Biología, p. 393-400.

la biología se ha constituido como la ciencia que estudia a la vida desde un punto de vista integral, también se han desarrollado la leyes biológicas con caracteres de universalidad y de determinación, similares a los que se encuentran en las leyes físicas. (Nota 88).

Acerca de la regulación dominante del sistema nervioso en la vida de todos los miembros de la serie animal, con excepción de los más inferiores, se han realizado -- investigaciones muy detalladas. Estas investigaciones -- han introducido en la biología la concepción de una serie enormemente grande y compleja de sistemas para la -- transmisión de los impulsos nerviosos. Estos sistemas, -- cuando están intactos y funcionan normalmente, determinan las actividades, las reacciones y la vida entera del organismo. En la corteza cerebral se han localizado superficies específicas vinculadas a los movimientos de diferentes partes y de distintos órganos, otras regiones se encuentran relacionadas con las variadas formas de la discriminación sensorial, como la vista, el peso, el gusto, la posición ocupada, etc.; en tanto que otras zonas intervienen en la articulación del lenguaje, tanto hablado como escrito. Además, se ha podido descubrir que en la médula espinal residen los centros nerviosos de ciertos reflejos, localizándose en su materia gris el funcionamiento de diversos arcos nerviosos; desde el más simple, en el cuál por la impresión aferente de un órgano sensorial se genera intraespinalmente un impulso eferente, hasta procesos mucho más complejos. Junto con los fenómenos espasmódicos, como el estornudo, la tos y la acción de rascarse, una gran parte de las actividades ordinarias de la vida, como son la posición de pie, al andar, la respiración, se expresan como actos reflejos. Se tiene por lo tanto, una concepción general que explica todas las reacciones, y aún la vida íntegra de los organismos superiores, con un fundamento puramente objetivo y sin referencia alguna con elementos volitivos. (Nota 89).

De esta manera, el sistema nervioso consiste totalmente en un conjunto de centros nerviosos que se han formado históricamente, tanto en la especie como en el individuo, por la conjugación de elementos separados; los cuáles, al mismo tiempo, se han originado en cierto modo unos de otros y también se han determinado y se siguen de

(Nota 88): Singer, Historia de la biología, p. 401-2.

(Nota 89): Singer, p p . c i t . , p. 403-8.

terminando entre sí. Algunas porciones de este sistema funcionan en forma espontánea, automática y completamente uniforme; otras, si bien son principalmente automáticas, son susceptibles de cierta alteración y ajuste, en grados diversos; algunas requieren una atención intermitente o constante y necesitan recibir aportes renovados de energía, a plazo corto o largo; otras, en fin, casi no han alcanzado todavía una forma fija y se improvisan, por decirlo así, según las condiciones en que se ponen en actividad. En esta forma, el sistema nervioso es un sistema de sistemas, que presentan todos los grados de dependencia y de determinación entre sí. Cada uno de ellos posee ciertas peculiaridades características, que representan las formas de organización adoptadas en las distintas etapas de la evolución del animal; siendo, en general, más antiguos los sistemas que ahora funcionan de modo más automático y con menos dependencia directa de los demás. Ahora bien, mediante los reflejos condicionados, se acoplan entre sí los diferentes sistemas en las formas más variadas e, incluso, los millones de células nerviosas; de modo tal que fácilmente puede considerarse que ningún organismo vivo llega a utilizar más que un número muy pequeño de sus recursos cerebrales, en comparación con el enorme número de sus posibilidades. Por compleja que sea una actividad mental, siempre se compone fundamentalmente de conexiones sucesivas, adquiridas y modificables, entre las neuronas. Por lo tanto, y desde el punto de vista biológico más estricto, la libertad, la voluntad y la finalidad, no son otra cosa que reflejos condicionados de orden superior. (Nota 90).

Es claro que los resultados anotados no constituyen, en modo alguno, la última palabra de la biología. Si hemos visto que en todos los dominios de la ciencia, los resultados siempre acusan este carácter de relativa inestabilidad y de manifiesta susceptibilidad de superación, es evidente que esto tiene que manifestarse también para el caso de la biología. Pero, también hemos expuesto como en el proceso ininterrumpido de la investigación de la ciencia, los resultados anteriores no se invalidan por los nuevos, cuando aquéllos han sido establecidos correctamente, sino que solamente son superados. Por lo tanto, lo que ocurre en general, es una limitación del campo en que se cumplen con necesidad las relaciones conocidas ante-----

(Nota 90): Singer, Historia de la biología, p. 403-15.

riormente, al ponerse al descubierto las condiciones definidas de su operación, por parte de las nuevas relaciones establecidas, siempre más amplias y más comprensivas que las primeras. Entonees, los resultados alcanzados actualmente, a pesar de su relativa exactitud, no sólo representan conocimientos sólidos y firmemente establecidos, sino que son, al mismo tiempo, las bases más firmes y más precisas y, en rigor, las únicas en que se asienta el pensamiento. Pues bien, de lo que hemos expuesto acerca de los resultados actuales de la investigación biológica, tenemos que concluir que en ella se acusa, efectivamente, una tendencia general o, lo que es lo mismo, que en ella se tiene una finalidad; sólo que ésta es nada más que la de llegar a establecer en todos sus detalles, tal como hasta ahora ha podido encontrarse en su generalidad y, además, en su pleno vigor, el principio del determinismo. La supuesta estructura teleológica de la biología se encuentra en la última fase de su proceso de disolución. Cada avance que ahora se logra, cada vez que se establece alguna nueva ley dentro de su dominio, se tiene un nuevo aporte en el conocimiento que comprueba, de modo creciente, el cumplimiento de la causalidad. Y, ésta, si bien posee las características de los procesos biológicos, no por ello deja de encontrarse con la misma universalidad que se tiene en la física y en la química.

El curso general de la historia de la sociedad y su determinación particular. Lo que diferencia a la historia humana de la animal, es que ella es hecha por los hombres. En cuanto más se alejan del animal, entendido en forma limitada, los hombres hacen más ellos mismos su historia y, también, en mayor grado corresponden a los resultados históricos, a los objetivos planteados. Pero, si el hombre ha sido capaz de adquirir un dominio notable sobre las fuerzas de la naturaleza, en cambio, solo en una medida mucho menor ha podido controlar las fuerzas que intervienen en el proceso de la producción social y, con esto, ha resultado una desproporción enorme entre los objetivos propuestos y su realización histórica. En la sociedad no opera la lucha por la vida que determina en cierta forma a los animales y a las plantas. Porque, a lo más que llega el animal es a recolectar, mientras que el hombre produce; es decir, crea medios para su subsistencia que, sin su actividad, la -----

naturaleza nunca hubiera producido. De esta manera, resulta imposible la vigencia, inmediata, de las leyes de las asociaciones animales, en la sociedad humana. Además, la producción supera pronto la etapa en que se entiende exclusivamente con los medios de existencia, para dirigirse también hacia los medios de goce y de desarrollo social. Solo que los medios de producción tienen por objeto, hasta ahora casi exclusivamente, el efecto útil más inmediato y directo, en tanto que las otras consecuencias, que solamente se manifiestan más tarde, y cuya efectividad reside en su repetición y en su acumulación gradual, no son considerados como objetivos. (Nota 91).

La primitiva propiedad común del suelo corresponde a un desarrollo elemental, en el cual el hombre sólo tiene nociones acerca de lo más inmediato y, por otra parte, implica un cierto exceso del suelo disponible, para dar margen a las siempre posibles malas consecuencias de esta economía rudimentaria. Siempre que se agota este exceso de suelo, también desaparece la propiedad en común. Y todas las formas más elevadas de la producción han avanzado hacia la separación de la sociedad en clases diferentes y, con esta división, a la oposición entre clases dominantes y clases oprimidas. Pero, entonces, se presenta un elemento nuevo, que viene a impulsar la producción. Este es el interés de la clase dominante, que hace que la producción no se limite ya al estrecho margen de necesidad para la subsistencia de los oprimidos. Pero, más tarde, la clase que domina la producción y el intercambio, llega a no preocuparse sino del efecto útil más inmediato de sus actividades y, finalmente, hasta este efecto de la utilidad del artículo producido o cambiado - pasa enteramente a segundo plano, cuando el provecho a obtener con la venta del producto, viene a ser el único interés. (Nota 92).

"Las relaciones sociales", dice Marx, "están íntimamente conectadas con las fuerzas de producción. Al aparecer de nuevas fuerzas productivas, los hombres cambian el régimen de producción y, paralelamente con la transformación operada en el modo de producir, en la manera de obtener los medios de subsistencia, cambian también todas las relaciones sociales... Y esos mismos hombres que amol-----

(Nota 91): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 22-23, 230-231.

(Nota 92): Engels, op. cit., p. 319-20.

dan las relaciones sociales al régimen material de producción, modelan igualmente las ideas, los principios y las categorías, a las condiciones sociales en general. - Por eso es que esas ideas y esas categorías, son tan pocas eternas como las condiciones y las relaciones que ellas expresan. Son productos históricos fugaces, transitorios". (Nota 93). "Si nos preguntamos... por qué un principio dado aparece en el siglo XI o en el XVIII y no en otro cualquiera, necesariamente tendremos que estudiar detalladamente como eran los hombres que vivieron en aquel siglo, e indagar cuáles eran las necesidades específicas, las fuerzas productivas que imperaban, los métodos de producción y las materias primas empleadas; cerciorándonos, en fin, de cuáles eran las relaciones sociales resultantes de todas estas condiciones de existencia. Pero, ¿qué es el ir a la raíz de todas estas cuestiones, sino trazar la historia real y profana de los hombres que vivieron en cada siglo, presentándolos como los autores y actores, a la vez, de su propio drama?". (Nota 94).

Ahora bien, este curso general de la historia de la sociedad, que hemos relatado de modo tan somero, se particulariza en cada época y en cada país, en forma completamente definida. La historia de las relaciones sociales de producción y de distribución determina por entero a la historia política y al desarrollo histórico de las ideas. Pero esto no quiere decir que en cualquier momento y en cualquier lugar, los acontecimientos sociales se encuentran ya fijados rigidamente, de una manera unívoca e invariable. Porque lo que se expresa como determinismo de la historia no es, en modo alguno, la grosera e inoperante concepción de la causalidad que sustenta, por ejemplo, la escolástica. Por lo contrario, se trata de una función del determinismo que, sin ser idéntica a la que tiene en el dominio de la ciencia natural, sí coincide con ella en su caracterización general. Se trata, así, de un modo de expresar la conexión de todos los acontecimientos entre sí y de la manera en que los sucesos que siguen se encuentran condicionados por los anteriores. Esto quiere decir que, tal como lo demuestra constantemente la investigación

(Nota 93): Karl Marx, *The poverty of philosophy*, New York, International Publishers, p. 92-3.

(Nota 94): Marx, p p . c i t . . p. 97-8.

científica de la historia, los acontecimientos posteriores sólo pueden ocurrir dentro de las condiciones establecidas por los anteriores y que se confirman por ellas. Solo que, dentro de condiciones definidas, las posibilidades siempre son múltiples, aunque nunca arbitrarias. - En ocasiones, se llega a producir una acumulación y un desarrollo tales de los factores concurrentes, que el nuevo acontecimiento viene a romper por completo con la relativa continuidad mantenida hasta entonces; con lo cual se transforman completamente las propias condiciones, estableciéndose en su lugar otras distintas para regir en los acontecimientos futuros; como es el caso en las épocas de revolución social. Por lo demás, aquí también nos encontramos con una expresión de la ley de la transformación recíproca entre cantidad y cualidad, por la cual ocurre la conversión entre las propiedades de los factores y sus magnitudes. Y, por otra parte, también se encuentra en paralelismo con el modo como se cumple en los procesos físicos, el determinismo.

5. La modalidad y la metódica: posibilidad, existencia y necesidad.

La modalidad de las relaciones. En el momento relacionante de la determinación, se conocen las mutuas relaciones de dependencia que existen entre los diversos conjuntos de procesos; es decir, que se expresa la acción recíproca universal que se manifiesta entre todos ellos. Con la modalidad, es lo que se establece es la medida en que la determinación de un objeto corresponde a su naturaleza general. La relación que guarda un objeto con otros es investigada en sus relaciones legales, para determinar si ella debe considerarse como posible, como hipótesis, o bien como un hecho comprobado, aunque no deducido o derivado, o en fin, como consecuencia de leyes generales y necesario en virtud de la objetividad de ellas. En la posibilidad se establecen anticipaciones acerca de la relación del objeto, basadas en los conocimientos anteriores y exigidas por sus resultados; pero, estas anticipaciones tienen -- ser llevadas a ejecución, para probar en definitiva su posibilidad o su imposibilidad. En esta ejecución se comprueba si lo propuesto se mantiene a lo largo del proceso del co-----

nocimiento del objeto, éstas, en la experiencia. Finalmente, la reiteración de existencia dentro de la variación de todas las condiciones posibles, permite la elevación a una proposición superior, a un conocimiento más general, que constituye la significación de la necesidad científica, la formulación de una ley de validez universal dentro de las condiciones establecidas.

En cuanto procedimiento universal y legal, la modalidad es susceptible de formulación matemática. Las leyes de la demostración, de la certeza, de la necesidad, de la probabilidad y de la interconexión dialéctica, en las cuáles se expresa la modalidad, pueden ser desarrolladas como instrumentos matemáticos. Tanto en la investigación de la ciencia, como en la lógica científica, cada uno de los momentos modales se integra y obtiene su validez, precisamente en su oposición dialéctica. La posibilidad se constituye de la imposibilidad y en la imposibilidad. La existencia es el resultado de la determinación de inexistencias sucesivas. La necesidad se estructura en la contingencia, se manifiesta en ella y se mantiene en ella. Todo el proceso del conocimiento se conforma en una serie de hipótesis afirmativas y negativas, en la expresión de existencias contingentes y de inexistencias transitorias; y, además, de necesidades manifiestas en la contingencia, así como de contingencias resultantes de la necesidad. Y, en esto, se expresan las múltiples modalidades de los procesos del universo, en el cual lo que en un momento-espacio-temporal se muestra como contingente, exhibe también después, su aspecto de necesidad.

L a d e t e r m i n a c i ó n m o d a l . -
Las manifestaciones de la existencia del universo, son el universo mismo. El universo es la posición primordial de la unidad, la relación idéntica consigo misma y, por lo tanto, procede del universo y se dirige al universo. La manifestación del universo es su acción recíproca, en ella se refleja en sí mismo y, por esto, el universo determinado es solamente la manifestación de sí mismo. Como identidad, en general, el universo es primeramente posibilidad, es su postulación como hipótesis fundamental. Esta posibilidad, con todo lo fundamental que es para la determinación del universo, es, al principio, solo posibilidad. La existencia y la necesidad, por lo contrario, resultan ser lo que no es meramente puesto, sino como lo que es con-----

cretamente realizado en la existencia. Primeramente, frente a lo concreto como universal, la posibilidad es la -- simple forma de la identidad, cuya regla no es otra que la que establece que un proceso no se contradiga a sí mismo; y, de este modo, resulta que todo es posible, puesto que por medio de la abstracción se puede dar esta forma a todo contenido. Solo que, además, también todo es imposible; ya que en todo contenido, en cuanto es concreto, se puede concebir como determinada a la determinación de la antítesis y, por consiguiente, como contradicción. Como mera posibilidad, la existencia es algo contingente y, a la inversa, la posibilidad es la simple contingencia.-- (Nota 95).

Posibilidad y contingencia son los momentos de la existencia, puestos como simples formas que constituyen la manifestación de lo existente. Pero, en esta manifestación de la existencia está incluida, más precisamente que la contingencia, la identidad de ella consigo misma; pero, fundamentalmente, sólo como posición. Esta manifestación es, por lo tanto, algo supuesto, una posibilidad; pero que tiene la determinación de ser superada, que incluye la posibilidad de ser otra cosa y que, por lo tanto, es una condición. Así desarrollada, esta manifestación es como una espiral de las determinaciones sucesivas entre la posibilidad y la existencia inmediata, es decir, de la posibilidad en general. Este movimiento de la posibilidad es actividad, mostración de la existencia universal que se suprime, haciéndose existencia concreta y es, al mismo tiempo, expresión de la existencia accidental, de las condiciones. Cuando se cumplen todas las condiciones, el proceso se manifiesta existiendo; sólo que el proceso mismo es una de las condiciones, ya que, primeramente como algo interino, es solamente un supuesto. Esta existencia desarrollada, como la alternación coincidente de la posibilidad y de la contingencia, como la interacción dialéctica de sus movimientos opuestos -- que se reúnen en un movimiento único, es la necesidad.-- (Nota 96).

La necesidad es, así, la unidad de la posibilidad, de la existencia y de la contradicción de ambas. La condición es lo que se supone, como circunstancia contingente que, sin embargo, ingresa en -----

(Nota 95): Hegel, Enciclopedia, p. 110-1.
(Nota 96): Hegel, pp. cit., p. 111-2.

el contenido del proceso y que, conforme a este contenido, contiene en sí a su determinación. Por su parte, el proceso mismo es también, al principio, un supuesto que llega a mostrarse como existente por el cumplimiento de las condiciones, por la realización de las determinaciones de su contenido, las cuáles corresponden, a su vez, a las condiciones. De este modo, el proceso se muestra como proceso por medio de sus condiciones y procede de ellas, en tanto que estas condiciones son el resultado de la determinación de otros procesos. Finalmente, la actividad que se realiza entre lo supuesto y la existencia, es posible solamente en las condiciones y en el proceso; es el movimiento que expresa el cumplimiento o incumplimiento de las condiciones en el proceso y la existencia de éste en aquellas. Estos tres momentos constituyen el curso que conduce al establecimiento de la necesidad. Pero esta necesidad tiene siempre, una validez limitada -- por el proceso y por sus condiciones, en la generalización de ambos. Lo que es necesario, lo es así por medio de otra cosa y en las manifestaciones inmediatas y contingentes de la existencia; las cuáles constituyen, a la vez, su condición. La única necesidad completamente incondicionada es la propia existencia del universo; pero ésta, a la vez, nunca puede ser determinada en forma absoluta. (Nota 97).

El momento de la posibilidad. La forma del desarrollo de la ciencia, tanto de la que se ocupa de la naturaleza, como de la que tiene su objeto de conocimiento en la sociedad, es la hipótesis. Cuando se observa experimentalmente un nuevo hecho, a cuando se arriba teóricamente por medio de un desarrollo basado en los resultados de experimentos anteriores, a una conclusión nueva que haga posible la explicación establecida acerca de los procesos pertenecientes al mismo conjunto, entonces, tiene que formularse una nueva hipótesis que comprenda las nuevas condiciones conocidas. Estos modos de explicación, diferentes a los anteriores, al principio se fundan solamente en un número restringido de hechos, de observaciones y de conclusiones; y es únicamente con la acumulación ulterior de material proveniente de la experimentación y del desarrollo teórico, que estas hipótesis se depuran, a-----

(Nota 97): Hegel, Enciclopedia, p. 112-3.

bandonando unas y corrigiendo otras, hasta que finalmente, por su verificación, se establece la ley que expresa un cumplimiento universal y necesario, aún cuando siempre dentro de las condiciones que en el desenvolvimiento de la hipótesis se han convertido en fundamentales.

Si la experiencia ha sugerido una hipótesis, es necesario entonces desarrollar teóricamente sus consecuencias, siempre con vistas a establecer resultados que sean susceptibles de una prueba experimental. Porque los supuestos se verifican solamente en y por las conclusiones a que conducen. Esta verificación se produce siempre con probabilidad. Sin embargo, es posible alcanzar un grado de probabilidad tal, que casi coincida con la estricta certeza, sobre todo cuando las consecuencias obtenidas por la postulación de esos supuestos, concuerdan perfectamente con los resultados de la experiencia. Esto se logra especialmente cuando se ha realizado un número suficientemente grande de experimentos y, sobre todo, cuando se consigue predecir y estructurar a los nuevos procesos que deban producirse a partir de dichos supuestos, de tal manera que al final se tenga que el resultado corresponde a nuestra esperanza. (Nota 93).

Tanto los desarrollos teóricos de las hipótesis, como ellas mismas, son equivalentes desde el punto de vista lógico; esto es, que para ellos se postula la misma certeza atribuida a las hipótesis. Ahora bien, la posibilidad lógica de la certeza, radica en la correspondencia que puede establecerse entre los datos invariantes del pensamiento. Solo que la invariancia de los objetos de la experiencia es siempre relativa y nunca es completamente rigurosa, de tal manera que la estricta invariancia de su representación lógica depende del grado de desarrollo alcanzado por el conocimiento. De este modo, la representación por medio de conceptos constituye una abstracción de la existencia, por la cual un conjunto de procesos es aislado por el pensamiento, de todas las condiciones que lo complican o lo hacen variar. Pero las relaciones así establecidas tienen siempre un carácter aproximado, cuyo grado de certeza dependerá de la influencia mayor o menor que ejerzan los elementos no considerados; y esto tendrá que confirmarse indefectiblemente en la expe

(Nota 93): Hermann Weyl, Philosophy of Mathematics and Natural Science, Princeton, Princeton University Press, 1949, p. 157.

riencia. (Nota 99).

El desarrollo de las hipótesis fundamentales de la física. Las distintas hipótesis que se han sucedido en el dominio de la investigación física, ilustran el carácter general que tienen las hipótesis en el proceso del conocimiento. Los primeros investigadores solamente pudieron utilizar instrumentos rudimentarios, e aún carecieron por completo de ellos y, además, efectuaron sus experimentos bajo condiciones que diferían muy poco de las comunes y corrientes. En consecuencia, solamente consideraron las temperaturas comprendidas entre el hielo y el fuego, las presiones semejantes a la atmosférica y las masas de magnitudes comparables a las del hombre, es decir, que únicamente investigaron al nivel del conocimiento de dimensiones similares a las humanas. Pero, en cambio, cuando se perfeccionó la técnica de la experimentación, fué posible explorar las temperaturas cercanas al cero absoluto, el vacío casi completo, las presiones enormes, las velocidades cercanas a las de la luz y las masas infinitesimales; esto es, los niveles remotos del conocimiento. Ahora bien, como toda hipótesis no se limita a coordinar los hechos ya conocidos efectivamente, sino que también relaciona los que se producen en otros niveles, entonces, al ser investigados estos, las hipótesis se someten a pruebas decisivas, de las cuales resultan siempre transformaciones de las hipótesis primitivas, hasta el grado de llegar a ser descartadas y por completo. Desde este punto de vista, la historia de la física, del mismo modo que la historia de la ciencia en general, es la historia del desarrollo de sus hipótesis. Solo que esta sucesión forma una cadena de aproximaciones progresivas, tal como se pone de manifiesto en su formulación matemática, en donde cada hipótesis se muestra como un mero refinamiento de su predecesora. (Nota 100).

La evolución de la ley de la gravitación constituye un ejemplo destacado de este hecho. Galileo, ilegía concluir que el campo gravitatorio producido por la tierra tenía la misma intensidad en -----

(Nota 99): Federico Enriques, Problemas de la Física, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1947, p. 210-5.
(Nota 100): D'Abro, The decline of mechanism, p. 36-7.

todas las elevaciones, debido a que sus observaciones se limitaron a regiones muy cercanas a la superficie terrestre, en donde no se apreciaba pérdida alguna en el peso de los cuerpos, debido a la elevación. Newton destruyó esta hipótesis cuando pudo demostrar que la intensidad del campo disminuía con el incremento de la elevación, valiéndose de la coordinación que estableció entre un gran número de hechos observados en un nivel más remoto, en la luna y en los planetas; ya que todavía ahora es imposible apreciar experimentalmente alguna diferencia en el peso de un cuerpo, cuando se eleva unos cuantos metros sobre la superficie terrestre. Por lo tanto, la ley newtoniana del inverso de los cuadrados se transforma en una ley de fuerzas constantes, cuando se aplica a la cercanía inmediata de la superficie terrestre; puesto que resulta despreciable la diferencia al centro de la tierra, en comparación con la dimensión del radio terrestre. Por esto, la hipótesis galileana representa una primera aproximación que se acerca a la estricta corteza para el caso de elevaciones pequeñas, mientras que la ley de Newton resulta ser un refinamiento de la hipótesis de Galileo. La corrección que posteriormente introduce Einstein, se basa en los resultados de experimentos electromagnéticos sumamente refinados, de observaciones astronómicas muy precisas y de la consideración de las partículas que se mueven con velocidades comparables a la de la luz. Pero, a medida que decrecen, tanto la intensidad del campo gravitatorio como las velocidades de las partículas, entonces difieren cada vez menos la ley de Newton y la de Einstein. De este modo, la hipótesis einsteiniana es un refinamiento de la newtoniana; de la misma manera como ésta es, por su parte, un refinamiento de la de Galileo. (Nota 101).

Sin embargo, tanto la teoría de los cuanta, como la nueva hipótesis gravitatoria de Birkhoff, han venido a demostrar que la teoría relativista no es la última palabra. Y es por esto que, con apoyo en el desarrollo histórico, podemos suponer que el avance de la investigación colocará ante una serie ilimitada de hipótesis cada vez más aproximadas y que comprendan un mayor número de procesos. La corteza absoluta y el conocimiento final del universo resultan, así, inalcanzables por completo; pero, en cambio, la aproxima

(Nota 101). D'Abro, The decline of mechanics, p. 37-8.

ción sigue siempre en ascenso. Por otra parte, se tiene una relación directa y clara entre las distintas hipótesis, de tal manera que una teoría más aproximada se transforma sucesivamente en las menos aproximadas que la han precedido, a medida que se traslada desde los niveles más remotos del conocimiento hasta el nivel común y corriente para el hombre; a tal punto, que en las cercanías de este nivel común y corriente, las sucesivas teorías resultan indistinguibles entre sí. (Nota 102).

El momento de la existencia de las relaciones establecidas en una hipótesis, se efectúa por medio de su verificación en las manifestaciones de los procesos del universo. Por el procedimiento de la verificación se confirman, se corrigen o se desechan las hipótesis formuladas. Toda hipótesis establecida como resultado de experimentos anteriores, comprende dos clases de elementos, unos están contenidos implícitamente y representan ciertas relaciones ya comprobadas entre los procesos, en tanto que otros, contenidos de modo explícito, son los postulados peculiares de la hipótesis y constituyen relaciones entre las asociaciones anteriores de los procesos. Es claro que la hipótesis no pone en consideración más que los elementos de la segunda clase, ya que los primeros se tienen como ya adquiridos en el nivel alcanzado por el conocimiento. Durante el curso de la verificación de las postulaciones de la hipótesis, sus elementos implícitos proporcionan aquellos conocimientos que determinan el campo de la experimentación y que hacen posible su interpretación. Ahora bien, tales postulaciones se refieren a caracteres de clase, es decir, a las características de un conjunto de procesos, o bien, se refieren también a caracteres susceptibles de variar, como funciones de los procesos dentro de la misma clase. (Nota 103).

Una clase puede estar compuesta por un número finito y pequeño de elementos, o por un número finito pero muy grande, o bien por un número infinito de elementos. En el primer caso y si se trata de

(Nota 102): D'Abro, The decline of the mechanism, p. 58-9.
(Nota 103): Enriquez, Problemas de la lógica, p. 223-5.

elementos accesibles, es posible obtener una verificación completa de la hipótesis, efectuando repetidamente la experiencia con cada uno de ellos. Pero, en general, lo que se tiene es una clase formada por un número muy grande de elementos, en rigor un número infinito; y, por lo tanto, solo puede efectuarse la experiencia con un número limitado de dichos elementos. Tales experiencias pueden conducir a dos resultados distintos, o bien se concluye que la determinación propuesta no pertenece igualmente a los elementos contrastados, o bien se comprueba que si se encuentra en todos los elementos experimentados por igual. En el primer caso, la verificación es cierta y negativa, el conjunto de elementos, como clase, no manifiesta la relación postulada. Pero, en el segundo caso, es necesario practicar una generalización, para extender la determinación verificada para un grupo de elementos, a la clase entera. Esta generalización se efectúa por medio de una interpretación probabilística del resultado obtenido, con arreglo a las leyes del cálculo de las probabilidades y al principio de la continuidad, tal como lo expondremos con detalle después, al ocuparnos de la generalización de la experiencia en la teoría de la inducción. (Nota 104).

Por todo esto, la interpretación de las experiencias depende, en parte, de las categorías y de las demás postulaciones implícitas en la hipótesis que se verifica y, también en parte, de los resultados obtenidos. La existencia se establece siempre como probabilidad, en tanto que la inexistencia puede determinarse con certeza. Sin embargo, esta probabilidad de la existencia que resulta de la verificación positiva de una hipótesis, tiene un valor muy elevado en las técnicas modernas de la investigación científica, acercándose extraordinariamente a la unidad, o sea, a la certeza absoluta. Además, con el progreso de la ciencia, aumenta considerablemente el grado de confirmación, con la reiteración de las experiencias en que vuelven a intervenir las postulaciones de la hipótesis considerada. Por otra parte, en cada experimento se logra una nueva determinación de los supuestos implícitos en las hipótesis, los cuáles, de este modo, quedan comprobados cada vez de manera más definida. Y lo mismo ocurre con las leyes de la probabilidad y con el principio de continuidad, en los cuáles se funda la generalización de los resultados de -----

(Nota 104): Enriques, Problemas de la
lógica, p. 227-8.

la experiencia que, como todas las leyes científicas, se confirman y se determinan más aún en cada experiencia. - (Nota 105).

L a e x i s t e n c i a m a t e m á t i c a .
Se encuentra muy generalizada la opinión, entre quienes no se encuentran familiarizados con la matemática -pero que se ocupan, no obstante de la lógica- de que en la matemática es suficiente con establecer una relación cualquiera para que, por sí sola, exista. Sin embargo, -lo que pasa es que se tiene un desconocimiento completo de las operaciones matemáticas y, sobre todo, de su estructura lógica. Porque, como ya lo hemos demostrado, (Nota 106), en la matemática no se tiene una excepción en lo que se refiere al transcurso de los tres momentos de la posibilidad, de la existencia y de la necesidad; sino que, por lo contrario, también en este aspecto muestra -su completa unificación con los procesos de investigación de todas las otras ciencias. Especialmente, y tal como lo ha puesto de manifiesto Félix Klein, (Nota 107), toda disciplina matemática se apoya fundamentalmente en la postulación de cuatro principios primordiales, el primero de los cuáles es el principio de existencia, que establece la presencia de los elementos que se están considerando, y a éste le siguen los principios de conexión, de orden y de continuidad. Esto significa que, aún en la forma adaptada por la axiomática, (Nota 108), la existencia de las relaciones consideradas debe establecerse explícitamente en los postulados. Porque, en caso contrario, y debido a que esta hipótesis es imprescindible, se tendría su postulación de modo implícito y operante en todo el dominio de la disciplina, de tal manera que la formulación de ella habría resultado incorrecta. Así, y en todo caso, la postulación explícita de la existencia es enteramente necesaria, sin excepción, para el correcto establecimiento de las relaciones matemáticas; y, por esto es que todo postulado matemático se expresa siempre en la forma de que: "e x i s t e n estas entidades ----- que tienen tales y cuales relacio-----"

(Nota 105): Enriques, *Problemas de la l ó g i c a*, p. 228-33.

(Nota 106): véase ps. 48-9.

(Nota 107): Klein, *Elementary mathematics*, p. 128.

(Nota 108): véase p. 17-9.

nes entre sí".

Ahora bien, puesto que se trata al principio de una mera postulación, la afirmación de existencia no constituye en modo alguno, su verificación como hecho. Por lo contrario, esa existencia debe comprobarse siempre, como es el caso en toda ciencia, porque es claro que un postulado de existencia solamente indica la posibilidad de la construcción afirmada; pero únicamente adquiere significación de fundamento, para desarrollos ulteriores, en virtud de su construcción efectiva, por la prueba de su ejecución. "En cualquiera de los numerosos teoremas de existencia de la matemática, lo que tiene validez en todo caso no es el teorema como tal, sino la construcción llevada a cabo en su comprobación; sin ella, el teorema es solo una vana ilusión". (Nota 109). Por lo tanto, la existencia postulada en un principio, debe verificarse positivamente para convertirse en fundamento de los teoremas sucesivos. De este modo, las relaciones universales, al igual que en la ciencia en general, no expresan hechos concretos, ni pueden considerarse tampoco como productos lógicos de un número infinitamente grande de procesos singulares, sino que constituyen siempre determinaciones hipotéticas que, al aplicarse a un conjunto particular definido de procesos, producen expresiones también definidas.

El momento de la necesidad. El momento en que culmina la modalidad es el de la necesidad, que sólo se alcanza por medio de la contingencia. La mera postulación de la necesidad implica la inestabilidad y la contingencia. Cuando se afirma que el universo es íntegramente necesidad, únicamente se esta determinando su existencia, es decir, su determinación primaria como apoyo para todas las otras determinaciones. Solamente ante la manifestación de la contingencia es que se muestra, también, la necesidad. Se postula primero la totalidad del universo existente con respecto a sí mismo, para determinar en sus partes. Pero cada una de sus partes en cuanto tal depende, tanto en su existencia como en sus manifestaciones, de las otras partes, y, por lo tanto, resulta requerida necesariamente por las otras partes. Solo que, al propio tiempo, esta misma necesidad engendra la contingencia de la -----

(Nota 109): Weyl, Philosophy of mathematics, p. 51.

distinción de una parte con respecto a las otras. Lo necesario siempre es necesario dentro de una relación, y no es necesario en sí y por sí; tiene por condición lo contingente, aún cuando sea, a la vez, la condición para la determinación de la contingencia misma. (Nota 110).

En la propia necesidad pueden distinguirse tres momentos. En primer lugar, la necesidad externa es, estrictamente, la necesidad fortuita. Las condiciones en que se manifiesta son inmediatas y, como la existencia inmediata es una posibilidad, estas condiciones pueden existir o no existir. Cuando se hace pasar por un orificio muy pequeño un torrente de electrones, se tiene la contingencia de que cada electrón al pasar el orificio, seguirá trayectorias diferentes. Si enfrente del orificio se coloca un dispositivo para producir una explosión, que pueda ponerse en acción por el choque, entonces, se tendrá la posibilidad de que una de las trayectorias seguidas pase por el dispositivo y lo haga funcionar. Pero, al mismo tiempo, también se tendrá la posibilidad de que ninguno pase, ya que no se puede predecir la trayectoria de un electrón individual. Las condiciones, que son el torrente de electrones y el choque con el dispositivo, pueden ocurrir o no ocurrir. Las causas condicionantes y los resultados, el paso de los electrones y la explosión, encierran un contenido completamente distinto. Los efectos son enteramente diferentes a las condiciones puestas, la necesidad se produce en forma totalmente contingente. Si los electrones no pueden llegar al dispositivo sino pasando previamente por el orificio, entonces, tanto el paso como el dispositivo mismo constituyen condiciones necesarias, pero no suficientes, para que llegue a producirse la explosión. (Nota 111).

Por otra parte, la necesidad interna consiste, por lo contrario, en la correspondencia entre el resultado y su motivo. Lo que se manifiesta impulsado por su necesidad interior, se muestra de tal modo que no puede resultar otra cosa que los supuestos de que se parte, sino que el proceso es siempre de tal forma que el resultado a---

(Nota 110): John Dewey, La experiencia y la naturaleza, México, Fondo de Cultura Económica, 1948, p. 209.
(Nota 111): Bloch, El pensamiento de Heidegger, p. 148.

cusa lo que se supuso de antemano, coincidiendo con ello y encontrándose en el mismo. El resultado es la colección de lo que entrañan las condiciones y la manifestación de este contenido en su particularización. (Nota 112). Las leyes establecidas por la ciencia, expresan esta necesidad interna, en ellas se afirma el cumplimiento universal de ciertas consecuencias que se derivan, de modo definido y necesariamente, de ciertas condiciones. La necesidad se cumple dentro de las condiciones que la limitan; pero eso sí, dentro de tales condiciones no existe posibilidad de excepción, ni tampoco de ambigüedad. El resultado se encuentra estrictamente determinado por las condiciones. Por lo tanto, las condiciones son necesarias y suficientes para que se produzca la consecuencia. Cuando una planta demanda agua, se encuentra sujeta a una necesidad que no tiene nada de exterior, ni tampoco una simple distinción introducida por el pensamiento. Esta necesidad interna denota un estado concreto de procesos, cierto nivel de tensión en la distribución de energía, que produce una presión desde los lugares de alto potencial hasta los de bajo potencial; la cuál da lugar, a su vez, a cambios característicos que alteran la conexión existente entre la planta y su contorno, de tal manera que ella obra de modo diferente sobre el contorno y queda expuesta al mismo tiempo a recibir diferentes acciones del contorno. Este estado de perturbación de su equilibrio interno, que conduce a la planta a una actividad de relación con su medio circundante, termina después de un ciclo de cambios y movimientos, con la saturación que corresponde a la satisfacción del organismo vegetal. (Nota 113).

Finalmente la necesidad universal expresa la implicación de los procesos más generales del universo, condicionando a los más particulares. La necesidad externa se exterioriza como necesidad universal, en tanto que pone de manifiesto a los procesos más generales del universo en la operación de los menos generales. La expresión de esta necesidad se intensifica y se hace más densa, en relación directa con la extensión de la validez de las leyes en que se

(Nota 112): Bloch, El pensamiento de Hegel, p. 148.
 (Nota 113): Dewey, La experiencia y la naturaleza, p. 209.

define. Un principio será más o menos necesario, conforme a que sea mayor o menor el número de clases de procesos que comprenda y a los cuáles sirva de fundamento. En este sentido, los principios de la lógica expresan una necesidad mayor que los de la geometría, aún cuando estos últimos sean modos de expresar un alto grado de necesidad. Y los dos postulados fundamentales del conocimiento, pondrán de manifiesto la máxima necesidad. Sin embargo, la necesidad se acusa en razón inversa de la generalidad de la determinación y, por lo tanto, tiene su mayor cumplimiento definido en tanto que sea más elevado el grado de particularización.

Cuando se establece la antigüedad del Homo neanderthalensis, se determina particularmente el cumplimiento de la necesidad implicada en las leyes de la Paleobiología; pero tales leyes expresan al mismo tiempo, una necesidad más general. La edad de los restos fósiles encontrados se computa por la disposición de las formaciones de la corteza terrestre, observables en el lugar en que las osamentas y los artefactos se encontraron. Pero éste exige el conocimiento de las leyes de la Estratigrafía, como estudio del origen y de la sucesión cronológica de las diferentes capas terrestres; las cuáles, a su vez, se basan en la ley de la superposición, que expresa como la secuencia cronológica de cualquier sección estratigráfica depende del orden original en que se asentaron las formaciones, o sea, que se apoya fundamentalmente en las leyes de la Geología Estructural. Esta última deriva su necesidad de la Petrología que, a su vez, implica a la Mineralogía, y la cuál, por su parte, es una división de la Dinámica Geológica, que es, finalmente, una rama de la Geología. Solo que, en la misma Geología se cumplen las leyes de la Biología, de la Química, de la Física y de la Matemática. Y, en todas ellas, los principios en que la ciencia expresa la necesidad de la naturaleza. De esta manera, la necesidad natural expresada en las leyes científicas, tienen una generalidad mayor, de acuerdo con la mayor amplitud de las clases de procesos en que rige; pero, al mismo tiempo, en la medida de su especificación es que su cumplimiento ocurre con una definición mayor. (Nota 114).

(Nota 114): Richard M. Field, An outline of the principles of geology, New York, Barnes & Noble, 1947, p. 150-1.

L i b e r t a d y n e c e s i d a d. "Hegel fué el primero que supo exponer de un modo exacto", - dice Engels, "las relaciones entre la libertad y la necesidad. Para él, la libertad no es otra cosa que el conocimiento de la necesidad. 'La necesidad sólo es ciega en cuanto no se la comprende'. La libertad no reside en el ensueño de la independencia con respecto a las leyes naturales, sino en el conocimiento de estas leyes y en la posibilidad, basada en dicho conocimiento, de hacerlas actuar de un modo planeado para fines determinados. Y esto rige no solamente con las leyes de la naturaleza exterior, sino también con las que gobiernan la existencia corporal y espiritual del hombre; dos clases de leyes -- que podremos separar, a lo sumo, en nuestra representación, pero no en la existencia. El libre albedrío no es, por tanto, según esto, otra cosa que la capacidad de decidir con conocimiento de causa. Así pues, c u a n t o m á s libre sea el juicio de una persona con respecto a un determinado problema, tanto más señalado será el carácter de n e c e s i d a d que determine el contenido de ese juicio... La libertad consiste, por lo tanto, en el dominio de nosotros mismos y de la naturaleza exterior, basada en el conocimiento de la necesidad natural". (Nota 115).

La necesidad del universo es el fundamento de la voluntad y de la conciencia humanas. Tanto la voluntad como la conciencia son, en último término, expresiones de la necesidad universal. Tal necesidad no se conoce de modo absoluto; pero todo el proceso de la ciencia en su conjunto, consiste, en este sentido, en la transformación de esa necesidad objetiva y exterior al hombre, en su conocimiento relativamente universal. "El desarrollo de la conciencia en cada individuo humano por separado y el desarrollo de los conocimientos colectivos de toda la humanidad, nos demuestran a cada paso la transformación de la 'cosa en sí' no conocida, en la 'cosa para nosotros' conocida; la conversión de la necesidad ciega, de la 'necesidad en sí' no conocida, en la 'necesidad para nosotros' determinada". (Nota 116). Esto mismo constituye una comprobación de la objetividad de la existencia del universo exterior a la conciencia del -----

(Nota 115): Engels, A n t i - D u h t i n g, p. 113-4.

(Nota 116): Lenin, M a t e r i a l i s m o y e m p i r i o c r i t i c i s m o, p. 212.

hombre y de su necesidad; a la vez que de la perfecta -- cognoscibilidad de esta necesidad, aún cuando nunca pueda ser conocida por completo. El desenvolvimiento del conocimiento demuestra una y otra vez, y sin excepción alguna, como la ignorancia es desplazada por el saber, cuando los procesos del universo actúan sobre nuestros órganos de los sentidos y, al mismo tiempo y por lo contrario, como el conocimiento se convierte en ignorancia -- cuando se omite la posibilidad de experimentar dicha acción. (Nota 117).

6. Las formas del movimiento del pensamiento.

Las interrelaciones de las categorías. Tal como lo hemos expuesto, dentro de cada una de las cuatro clases más generales de categorías, se engendran sus distintos momentos -- los unos de los otros. Cualitativamente, la identidad -- conduce a la contradicción y ésta a su vez, produce la limitación de clase. Por su parte, la realidad unitaria se niega en la pluralidad, para alcanzar el momento cuantitativo superior de la totalidad. Igualmente, la función categórica se expresa en la permanencia y en el movimiento espacio-temporales, para dar lugar al momento del determinismo y de la acción recíproca. Por último, la posibilidad lleva a la existencia o a la inexistencia, para elevarse a la necesidad en el seno de la contingencia.

Pero no solamente de ese modo se encuentran conectadas mutuamente las categorías, sino que el momento cualitativo de la limitación de clase vuelve a engendrar, por su parte, una nueva identidad, sólo que más elevada que la primitiva. Y lo mismo ocurre con la totalidad, que es, por sí misma, una unidad superior, la cual también se realiza como objeto de conocimiento; con la acción recíproca, que se expresa como función categórica; y con la necesidad, que plantea siempre nuevas posibilidades. De la misma manera, la unidad realizada como objeto de conocimiento se engendra de la limitación de clase, la función se produce como determinación de la totalidad, la posibilidad se manifiesta como resultado de la causalidad ----

(Nota 117): Lenin, Materiaлизм y empirio-crítica, p. 210-2. 110.

y la identidad surge del cumplimiento de la necesidad. Y, todavía más, cada uno de los momentos de la cualidad contiene, en y por sí mismo, a los momentos de la cantidad, de la relación y de la modalidad; y lo mismo se tiene con respecto a cada uno de los momentos de la cantidad, de la relación y de la modalidad, que comprenden siempre a los momentos de las otras tres clases.

En esta intrincada conexión recíproca que se observa entre todas y cada una de las categorías, se expresa, por una parte, la mutua relación que existe entre cada uno de los procesos del universo y todos los demás; y, por otro lado, se pone de manifiesto la relatividad que rige toda determinación, ya que nunca es posible establecer ninguna que exclusivamente se constituyera por uno de los momentos, ni siquiera por una sola de las clases. Toda determinación es siempre cualitativa, cuantitativa, relacionante y modal; y, además, contiene a los momentos de las cuatro clases. Y lo que acontece entre las categorías más generales del conocimiento, también se presenta entre las categorías específicas de cada ciencia, tanto entre ellas mismas como con respecto a las del conocimiento en general. De este modo, cualquier determinación perteneciente a una rama de alguna disciplina, contiene al mismo tiempo a los conceptos generales de la división del conocimiento de que se trate, a los de la ciencia a que pertenezca y a los más generales del conocimiento. Así, en cada determinación se expresa la inextricable conexión entre todas las categorías que sirven de supuesto y de fundamento y que, a la vez, reciben también una nueva definición particular.

El proceso de generalización en la ciencia. Por otra parte, la determinación científica constituye siempre, solo un momento en el transcurso incesante hacia la generalización. Desde la identificación primaria de un proceso consigo mismo, se tiene un tránsito ininterrumpido hasta el establecimiento de la necesidad universal. Lo que se determina de modo particular y se expresa en su función como constante, se muestra como variable en cuanto se amplía su contenido; entonces vuelve a presentarse como permanente para un conjunto más extenso, aún cuando más adelante tenga que poner de manifiesto a una nueva variación, para comprender otras clases de procesos y, así sucesivamente. La generalidad de la determinación de que: $1 + 1 = 2$, no -----

desvansa en la constancia de sus elementos, ni en su absoluta definición; sino que, por lo contrario, expresa una necesidad universal en tanto que afirma que "cualquier unidad y cualquier otra unidad, son dos unidades". Por esta variabilidad de sus elementos y por su completa definición específica, es que dicha determinación es válida para diversas clases de números. Lo que se establece como constante dentro de límites estrictos, se generaliza por medio de la determinación de su variación dentro de esos mismo límites. El proceso de transformación de las constantes de una función, en variables, conduce a una generalización; la cuál siempre será posible superar con otra generalización más elevada. Porque los términos de las determinaciones siempre incluyen la posibilidad de transformarse en variables, después de que han alcanzado un nivel, transitorio y relativo, de constancia. El conjunto de elementos, al igual que el elemento particular considerado primeramente, se transforma también en una variable; y lo mismo ocurre con las clases de conjuntos y con los grupos de estas clases, de modo continuo e incesante. (Nota 118).

Es claro entonces, que en el juicio, como expresión de la determinación del conocimiento, se encuentra comprendido este carácter fundamental de la variabilidad de sus términos. Por lo tanto, cualquier clasificación que se intente para los juicios, debe reflejar este dinamismo, en el sentido de su creciente generalización. Al mismo tiempo, en un esquema de esta naturaleza, tendrá que ponerse de manifiesto la indisoluble conexión mutua que muestran las categorías. Porque, así, quedará representado en el pensamiento, el movimiento interrumpido que constituye el modo de existencia primordial del universo. De esta manera, las clases que pueden establecerse para los juicios, atendiendo a los momentos categoriales, tienen un significado enteramente restringido a la determinación, transitoria y relativa, que contienen. Tales clases constituyen una abstracción estática del proceso esencialmente variable del conocimiento y están sujetas, por lo tanto, a una indefinición considerable. Sin embargo, como tipos de las formas adoptadas por los juicios en su constante variación, constituyen los testigos de la generalización alcanzada por los juicios específicos; aún cuando los mismos-----

testágos sena siempre relativos y estén también sujetos a la variación de su propia estructura y a la de las categorías que representan.

La forma del juicio. El juicio es la relación diferencial de los conceptos en la particularidad de sus momentos, los cuáles, siendo cada uno de ellos subsistente por sí y, a la vez, idéntico consigo mismo, no lo son, sin embargo, el uno con el otro. El sujeto no constituye una determinación por sí, que unida al predicado, como determinación universal exterior al sujeto y existente en el pensamiento, forme al juicio. - Porque el juicio constituye siempre una determinación de algún proceso, o conjunto de procesos, del universo. El esquema del juicio abstracto es el establecimiento de que "lo singular es lo universal", o más definitivamente, de que "el sujeto es el predicado". Es cierto que las determinaciones de individualidad y de totalidad, y las de sujeto y predicado, son también distintas; pero es indudable que en todo juicio se las postula como idénticas, -- desde cierto punto de vista, puesto que lo individual y lo universal, del mismo modo que el sujeto y el predicado, nunca pueden considerarse como rigurosamente aislados. La propia expresión del juicio es siempre objetiva. Y se establece con independencia del significado subjetivo que pueda tener para el sujeto que lo determina. (Nota 119).

En el juicio abstracto, "lo individual es lo universal", el sujeto es lo inmediatamente concreto, en tanto que el predicado es lo abstracto, lo indeterminado y lo universal. Pero, en su relación con el sujeto, el predicado debe contener, también, en su universalidad, a la determinación del sujeto; es decir, a la particularidad, la cuál, como indiferente respecto a las diferencias entre sujeto y predicado, es el contenido del juicio. Solamente en el predicado es que el sujeto alcanza su determinación explícita y su contenido; pero, al mismo tiempo, únicamente en su relación con el sujeto es que el predicado mismo se particulariza y obtiene una determinación parcial. Ahora bien, como el sujeto es concreto, de modo general e inmediato, y debido a que el contenido determinado del predicado es sólo una de las muchas determinaciones del sujeto, éste es -----

(Nota 119): Hegel, Enciclopedia, p. 124-5.

más rico y más amplio que el predicado. Pero, inversamente, el predicado en su universalidad, es indiferente del sujeto particular, trasciende del sujeto y lo subsume en sí, y es, por lo tanto, más amplio y más comprensivo que el sujeto. Entonces, solamente el contenido determinado del predicado, la cuantificación que sufre en su relación con el sujeto, constituye la identidad relativa que se establece entre ambos en el juicio. (Nota 120).

Sujeto, predicado y contenido determinado, son primeramente puestos en el juicio, en su relación misma, como diversos y divergentes. Pero, según el concepto resultante del juicio, los tres elementos son idénticos, puesto que la totalidad concreta del sujeto consiste en la unidad de lo individual, de lo particular y de lo universal, y esta unidad es el predicado. Según esta identidad, el sujeto recibe la determinación del predicado, pero éste mismo se determina en su relación particular con el sujeto. La determinación ulterior del juicio constituye la determinación de la universalidad, que era primariamente abstracta, en la concreción de la totalidad, de la pluralidad y de la unidad. En este sentido, las diversas especies de juicio se encuentran conectadas entre sí, por el conocimiento de esta determinación ulterior del juicio. Los distintos juicios tienen que considerarse, necesariamente, como derivados unos de otros y como determinaciones ulteriores del concepto resultante; puesto que el juicio no es otra cosa, en este sentido, que el concepto determinado. Así, las formas superiores del juicio se desarrollan a partir de las inferiores y se encuentran interconectadas en todos sentidos. (Nota 121).

7. La clasificación de los juicios.

J u i c i o s d e i n h e r e n c i a . El juicio inmediato es el juicio de la existencia determinada, en donde el sujeto es puesto como en su predicado, el cual es una cualidad inmediata. Este juicio de inherencia se establece acerca de la propiedad general de un solo proceso, determinán-----

(Nota 120): Hegel, Enciclopedia, p. 126.
(Nota 121): Hegel, op. cit., p. 127.

dose, entonces, el juicio positivo, en el cual se establece que lo individual es un particular. En el juicio negativo, en cambio, la cualidad individual determinada no corresponde a la existencia concreta del proceso, por lo cual se establece que lo individual no es un particular. En esta negación subsiste todavía la relación del sujeto con el predicado, e el cual es, por lo tanto, algo relativamente universal - de lo que se niega únicamente la determinación. De este modo, la negación de un atributo siempre implica la afirmación de otro de orden superior, que comprende tanto al negado como a otros. Pero, así, se llega a la determinación de la clase, como distinción cualitativa entre un proceso y todos los otros, lo cual permite el establecimiento definido y unívoco de la condición característica y, por lo tanto, produce el juicio limitado. Considerados objetivamente y en conjunto, -- los juicios de inerencia expresan los modos de existencia de los procesos universales, en su relación concreta e inmediata, esto es, en la diversidad cualitativa de los procesos referidos, la cual es su completa disconveniencia. (Nota 122).

J u i c i o p o s i t i v o : Lo individual es un particular.

La suma de tres y cuatro es un número entero.

El frotamiento es una fuente de calor.

Los fenómenos más importantes de la estructura y desarrollo de las células de los cartilagos, concuerdan -- con los correspondientes procesos en los vegetales. (Nota 123).

La urea tiene la misma composición química que el cianato de amonio. (Nota 124).

El protón se identifica con el núcleo del átomo de hidrógeno.

(Nota 122): Hegel, Enciclopedia, p. 127-8; y, también Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 263.

(Nota 123): Schwann; citado por Singer, "Historia de la biología", p. 337.

(Nota 124): Wöhler; citado por J. R. Partington, Historia de la Química, Buenos-Aires, Espasa-Calpe, 1945, p. 247.

J u i c i o n e g a t i v o : Lo individual no es un particular.

La clase de sensación consecutiva al estímulo de un nervio sensitivo, no depende del modo de excitación, sino de la naturaleza del órgano sensorial al cuál se encuentra vinculado el nervio. (Nota 125).

Los gusanos hallados en la carne no derivan de la putrefacción, sino de las moscas. (Nota 126).

La mayor parte de los conceptos físicos, especialmente los que se refieren a la estructura atómica de la materia, no son exactos, puesto que representan valores-medios. (Nota 127).

J u i c i o l i m i t a n t e : Lo individual es un particular definido.

El vanadio es un elemento químico.

El ácido cianhídrico es un compuesto químico.

Un punto no es un número.

El ³⁰Si es un isótopo estable del silicio.

La tierra no es estrella.

J u i c i o s d e i n c l u s i ó n . Lo individual, como individual puesto en el juicio, tiene un predicado. El sujeto, en su existencia determinada, ya no es inmediatamente cualitativo, sino que se encuentra en relación y en conexión con otro y, sobre todo, con el universo. Y con ésto, la universalidad recibe el significado de esta relatividad; tal como lo expresa el j u i c i o de inclusión, estableciendo la conexión entre las propiedades de diversos procesos. En el ~~juicio~~ juicio unitario, se determina que lo individual es un universal. Solo que en esta relación se eleva sobre su singularidad, extendiéndose extrínsecamente a la particularidad indeterminada. Se engendra, así, el juicio particular, estableciendo que algunos son universales. Lo individual se divide en af; en parte se refiere a sí y en parte a otro. Pero la particularidad se dilata en universalidad,

(Nota 125): Johannes Müller; citado por Singer, "Historia de la biología", p. 384.

(Nota 126): Redi; citado por Singer, op. cit., p. 422.

(Nota 127): Weyl, Philosophy of Mathematics, p. 141-2.

se determina por medio de la individualidad del sujeto, - en la totalidad común. El juicio universal - a l generaliza la determinación establecida como --- constante en la unidad, produciendo su variación hasta - comprender a la comunidad. En su conjunto, y de modo ob- jetivo, los juicios de inclusión determinan al sujeto co- mo universal y, por lo tanto, es esta identificación con el predicado contienen a la determinación misma del juic- io como indiferente. Pero, no obstante, es esta unidad- del contenido la que convierte a la relación del juicio en una relación universal, que se cumple necesariamente- dentro de un campo definido. (Nota 128).

J u i c i o u n i t a r i o : Lo individual - es un universal.

π es un número.

El agrupamiento simétrico de los átomos en las molé- culas se realiza de acuerdo con sus valencias. (Nota 129).

La trayectoria que he observado hoy es la de un elec- trón positivo libre. (Nota 130).

El bombardeo del berilio por rayos alfa del polonio, provoca la emisión de radiaciones cuyo resultado es la - producción de electrones positivos. (Nota 131).

El lugar individual en el continuo se define por u- na sucesión de números naturales. (Nota 132).

J u i c i o p a r t i c u l a r : Lo particu- lar es un universal.

El conjunto de los números racionales está inclui- do en el conjunto de los números reales.

(Nota 128): Hegel, Enciclopedia, p. 128-9; y, también, Engels, Dialéctica de la - Natural eza, p. 263.

(Nota 129): Frankland; citado por Pattington, "Historia - de la química", p. 299.

(Nota 130): Anderson, el 2 de agosto de 1932; citado por R. A. Millikan, Electrones (+ y -), pro- tones, fotones, neutrones - y rayos cósmicos, Buenos Aires-Méxic- co, Espasa-Calpe, 1944, p. 290.

(Nota 131): F. Joliot e I. Curie; citados por Millikan, - op. cit., p. 332.

(Nota 132): Brouwer; citado por Weyl, "Philosophy of ma- thematics", p. 52.

La vida individual de todas las células se halla -- sometida a la de todo el organismo. (Nota 133).

Se ha comprobado la existencia de electrones positivos en varios casos. (Nota 134).

Bombardeando boro, magnesio o aluminio, con rayos - alfa del polonio, se hacen radioactivos estos elementos. (Nota 135).

J u i c i o u n i v e r s a l : Lo universal es un universal.

Todo movimiento mecánico es susceptible de convertirse en calor por medio del frotamiento.

La suma de positivos tiene como resultado un positivo.

La multiplicación de enteros produce un entero.

El impacto de un fotón sobre un núcleo atómico, produce simultáneamente un electrón negativo y uno positivo. (Nota 136).

La geometría analítica reduce todos los problemas geométricos a problemas algebraicos.

J u i c i o s d e i m p l i c a c i ó n . -
La identidad del contenido en su distinción, comprende en el predicado, en parte a lo universal concreto y, en parte, a la determinación específica exclusiva. En el juicio de implicación se determinan, por lo tanto, las condiciones en que los modos de existencia de los procesos se manifiestan. El juicio categórico establece la forma en que el universal concreto contiene en sí a la determinación como negativa. Pero, conforme a su existencia, los dos términos muestran como su identidad es solamente interior, por lo que, a la vez, la existencia del uno no es suya enteramente, sino que es la existencia del otro, tal como se expresa en el juicio hipotético. Ahora bien, en esta exteriorización del concepto, lo universal concreto es idéntico a sí mismo en su individualidad exclusiva. El juicio disyuntivo comprende a este universal en sus dos extremos,

(Nota 133): Schwann; citado por Singer, "Historia de la biología", p. 339.

(Nota 134): Anderson, septiembre de 1932; citado por Millikan, "Electrones...", p. 299.

(Nota 135): I. Curie y F. Joliot; citados por Millikan, op. cit., p. 315. --- (Nota 136): I. Curie y F. Joliot; citados por Millikan, op. cit. p. 321.

una vez como tal y otra como el dominio de su particularización que se excluye a sí mismo. De este modo, en los juicios de implicación, la universalidad, primero como género y después como dominio de sus especies, se determina y se establece como totalidad. (Nota 137).

J u i c i o c a t e g ó r i c o : Lo universal específico es universal concreto.

El conjunto de los números algebraicos es numerable.

El conjunto de los números reales no es numerable.

El proceso vital de las células individuales es la base fundamental de los procesos fisiológicos. (Nota 138).

La división de la célula es conducida y regulada por el núcleo. (Nota 139).

Entre los compuestos inorgánicos y los orgánicos existe simplemente una diferencia de grado, que es la mayor complejidad de estos últimos. (Nota 140).

J u i c i o h i p o t é t i c o : Si es lo universal concreto, entonces es lo universal específico.

Si se somete a la ebullición durante más de media hora, un frasco bien cerrado, entonces no se desarrollan organismos, mientras el frasco permanezca cerrado. (Nota 141).

Cuando las plantas han adquirido cualquier grado superior de desarrollo, son agregados de células. (Nota 142).

Donde nace una célula debe haber habido otra célula, de la misma manera que un animal no puede proceder sino de otro animal y una planta no se origina sino de otra planta. (Nota 143).

J u i c i o d i s y u n t i v o : Lo universal concreto es este universal específico, o aquél otro o aquél de más allá.

(Nota 137): Hegel, Enciclopedia, p. 129; y, también Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 263.

(Nota 138): Schleiden; citado por Singer, "Historia de la biología", p. 336.

(Nota 139): Strasburger y Flemming, citados por Singer, op. cit., p. 345.

(Nota 140): Wöhler; citado por Weyl, "Philosophy of mathematics", p. 212.

(Nota 141): Spallanzani; citado por Singer, op. cit., p. 336.

(Nota 142): Schleiden; citado por Singer, op. cit., p. 344.

(Nota 143): Virchow; citado por Singer, op. cit., p. 344.

Los elementos se transmutan unos en otros, por emisión nuclear o por absorción de partículas elementales.

La resta de positivos es un positivo o un negativo.

La división de enteros tiene por cociente a un entero o a un fraccionario.

La célula, o tiene una vida independiente que sólo pertenece a su propio desarrollo, o tiene una vida incidental, como parte integrante de un organismo. (Nota 144).

La planta o el animal entero, están compuestos por células o por substancias segregadas por las células. -- (Nota 145).

El organismo no sólo puede desintegrar, sino también sintetizar substancias químicas. (Nota 146).

J u i c i o s d e c o n c o r d a n c i a .
La totalidad en forma simple, lo universal en su completa determinación, dentro de ciertos límites, constituye el contenido del j u i c i o d e c o n c o r d a n c i a . Su establecimiento se refiere a la medida en que el proceso realizado como objeto del conocimiento, corresponde a la existencia objetiva del propio proceso. El objeto, como sujeto individual, tiene por predicado a la determinación particular de su existencia universal. Y en la concordancia o falta de concordancia de estas -- dos determinaciones, consiste el j u i c i o a s e t ó r i c o . Pero, en esta forma, el juicio no contiene la relación entre lo universal y lo particular, que se expresa en el predicado. Constituye, por lo tanto, solamente una particularidad contingente, frente a la cuál se establece, con la misma validez, la asección opuesta, en este momento, se tiene el j u i c i o p r o b l e m á t i c o . Ahora bien, cuando la particularidad puesta en el sujeto se conforma como su existencia determinada, el sujeto expresa su relación con su determinación y, por consiguiente, constituye el contenido del predicado, produciendo el j u i c i o a p o d í c t i c o . En los juicios de concordancia, los procesos se se determinan en una relación individual de una conformación particular; y su definición consiste en la comprobación de que esa particularidad se encuentre conforme, o no, con lo universal. (Nota 147).

(Nota 144): Schlegel; citado por Singer, "Historia de la biología", p. 336.

(Nota 145): Schwann; citado por Singer, op. cit., p. 339.

(Nota 146): Bernard; citado por Singer, op. cit., p. 388.

(Nota 147): Hegel, *Enciclopedia*, p. 129-30; y, también, Engels, *Dialéctica* de la Naturaleza, p. 262.

J u i c i o a s e r t ó r i c o : Lo particular es posiblemente lo universal

Los animalculos infusorios pueden considerarse como organismos completos. (Nota 148).

El número de casos de encuentro entre una fiera y su presa, en los cuáles la fiera devora a su presa, es proporcional al producto del número de individuos de una especie por el número de individuos de la otra. (Nota 149).

La masa de las partículas elementales parece ser de una naturaleza menos primitiva y menos universal que su carga. (Nota 150).

El gene es posiblemente una molécula nucleo-proteica de una estructura sumamente complicada. (Nota 151).

El análisis científico parece haber encontrado en el gene a la última unidad de la materia viva y en su facultad de dividirse la propiedad fundamental. (Nota 152).

J u i c i o p r o b l e m a t i c o : Lo particular es probablemente lo universal.

Los organismos pueden descomponerse en ciertos elementos de aspecto y textura específicos. (Nota 153).

Las células, las membranas celulares, los contenidos celulares y los núcleos en los animales, son análogos a las partes que tienen nombres semejantes en las plantas. (Nota 154).

La valencia de un elemento puede variar en diferentes compuestos. (Nota 155).

El parásito se multiplica a medida que penetra más y más al interior de su huésped y a medida que crece la población de éste. (Nota 156).

(Nota 148): Ehrenberg; citado por Singer, "Historia de la biología", p. 335.

(Nota 149): Volterra; citado por S. A. Sévertzev, *Dinámica de la población animal*, Buenos Aires, Editorial Lautaro, 1947, p. 331.

(Nota 150): Weyl, *Philosophy of mathematics*, p. 171.

(Nota 151): Weyl, op. cit., p. 279.

(Nota 152): Weyl, op. cit., p. 241.

(Nota 153): Bichat; citado por Singer, op. cit., p. 332-3.

(Nota 154): Schwann; citado por Singer, op. cit., p. 337.

(Nota 155): Blomstrand; citado por Partington, "Historia de la química", p. 309.

(Nota 156): Sévertzev, op. cit., p. 355.

J u i c i o a p o d i c t i c o : Lo particu-
lar es necesariamente lo universal.

Toda forma de movimiento, bajo condiciones determi-
nadas, se ve compelida a transformarse, directa o indirec-
tamente, en cualquier otra forma de movimiento.

Todo número entero y positivo, diferente de cero, es
necesariamente un producto de números primos.

Los seres orgánicos siempre se originan de células-
y están formados por células. (Nota 157).

La fermentación, la putrefacción o la producción de
micro-organismos, nunca tiene lugar si se toman las debi-
das precauciones para excluir los organismos vivos, y sus
huevos, esporas o semillas. (Nota 158).

(Nota 157): Oken; citado por Singer, "Historia de la bio-
logía", p. 333.
(Nota 158): Pasteur; citado por Singer, op. cit., p. 429.

Capítulo Cuarto

TEORIA DEL CONCEPTO

1. La determinación del concepto.

El proceso del concepto. Los conceptos son el resultado de los juicios. Pero sólo se desprenden de los juicios para convertirse en nuevas formas de relaciones y, por lo tanto, para hacerse puntos de partida de nuevos juicios. Se tiene, así, una progresión interminable en la cual se originarán los conceptos los juicios, y los conceptos se engendran de los juicios. El juicio es una determinación entre conceptos y, a la vez, la determinación del concepto. El concepto, en el juicio, tiene siempre la doble función de determinante y de determinado. A través de la sucesión de juicios en que el concepto se relaciona, adquiere progresivamente su determinación, cada vez más definida y precisa. En cada juicio, el concepto se niega como lo ya determinado, para hacerse término de la relación establecida y transformarse, en cierto modo, en otro, en lo determinado de un punto de vista nuevo. Las propias categorías, como conceptos más generales del conocimiento, se convierten en el curso de la infinitas judicaciones en que intervienen, de los elementales conceptos indefinidos de los postulados, en los determinantes fundamentales de todo juicio. Y este proceso de determinación incessante a que todo concepto se halla sujeto, representa el progreso del conocimiento en su tarea infinita de determinar las manifestaciones inagotables de la existencia del universo. Porque todo concepto es siempre, y de modo directo e inseparable, la expresión más o menos aproximada de las formas en que el universo se muestra como existente.

El desarrollo de un concepto en la mente individual se encuentra relacionado íntimamente con el desenvolvimiento del mismo concepto en la historia del conocimiento. Constituye una reproducción abreviada de todo el curso de penosos esfuerzos y de múltiples expe-----

riencias, que la humanidad ha empleado con anterioridad en adquirirlo; de la misma manera que el desarrollo del embrión sintetiza la evolución del organismo. (Nota 1). Por lo tanto, el proceso del concepto constituye, al mismo tiempo, su desarrollo histórico. Ahora bien, las formas lógicas del concepto no son "recipientes muertos", pasivos e indiferentes de las representaciones y de los pensamientos", (Nota 2); sino que, por lo contrario, --- constituyen las formas activas en que se determina la existencia. Toda forma conceptual es abstracta, porque es parte integrante del pensamiento y, por lo tanto, representativa de la manifestación concreta de la existencia. Pero, como forma misma, toda determinación es un concepto y, por ésto, aunque abstracto, es propiamente lo que es concreto. Sólo que esta concreción es siempre relativa, como relativa es la manifestación de existencia del proceso particular; porque lo único absolutamente concreto es el universo mismo en su totalidad. Todo otro concreto, por comprensivo que sea, no es tan íntimamente idéntico a sí mismo y, por lo tanto, no es tan concreto en sí mismo. (Nota 3).

La transformación del concepto. El concepto contiene los momentos de la universalidad, de la particularidad y de la individualidad; pero ninguno de estos momentos constituye una separación, puesto que cada uno de ellos es la totalidad del concepto. Las determinaciones del juicio pueden ser tomadas y consideradas cada una de por sí, separadas de lo opuesto. Pero, en cambio, ninguno de los momentos del concepto puede ser tomado de modo inmediato y aislado, sino únicamente por y con los otros. Universalidad, particularidad e individualidad, tomadas abstractamente, son lo mismo que identidad, diferencia y limitación de clase. Pero, la universalidad es lo que es idéntico consigo mismo, con la expresa significación de que en lo universal está contenido, al mismo tiempo, lo particular y lo individual. Lo particular es lo que es diferente, o sea, lo determinado; -----

(Nota 1): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 248.

(Nota 2): Hegel, Enciclopedia, p. 120.

(Nota 3): Hegel, op. cit., p. 122.

aún cuando siempre significa que es universal en sí y que se muestra como individual. Finalmente, lo individual -- tiene la significación de sujeto y de existente, que con tiene en sí al género y a la especie, y que se refiere a su propia existencia. Esta es la inseparabilidad manifiesta de los momentos en su diferencia, es decir, la expresión del concepto; en la cual no producen ninguna suspensión ni perturbación las diferencias, sino que son también expresivas. Por lo tanto, el concepto no puede ser clasificado en especies distintas, salvo por lo que se refiere a su formación psicológica, o por una reflexión extrínseca que introduzca diferencias que nunca se manifiestan en el proceso de la investigación científica. Y, en ambos casos, es claro que no se tratará de especies lógicas. Por lo contrario, la diferencia immanente y la determinación del concepto se encuentra en el juicio, -- puesto que juzgar no es otra cosa que determinar al concepto. (Nota 4).

Universalidad, particularidad y singularidad son, -- por lo tanto, las tres determinaciones en que se desenvuelve el desarrollo entero del concepto. A través de ellas, y por ellas, es que el concepto progresa; y no en una forma, sino en muchas modalidades, de lo individual a lo particular y de éste a lo universal. La distinción y las determinaciones que resultan en el proceso del discernimiento, constituyen la proposición del concepto; y por esto es que cada uno de los momentos es el concepto entero, tanto concepto determinado, como determinación del concepto. Primero es el concepto simple, o la determinación de la universalidad; pero este concepto universal es, también, sólo un concepto determinado o particular. El concepto es la totalidad, fundamentalmente el hecho de determinar y de distinguir y, por lo tanto, penetra y comprende a todos los momentos; del mismo modo que se autodetermina como siendo únicamente lo universal, en contraposición con la distinción de los momentos. En segundo lugar, el concepto se muestra como concepto particular, es decir, como el concepto determinado que se afirma de modo distinto a los otros. Finalmente, la individualidad es el concepto que se refleja por sí mismo como fuera de la distinción, dentro de la absoluta negación. Y, al mismo tiempo, es el momento -----

(Nota 4): Hegel, Enciclopedia, p. 121-3.

en que abandona su identidad, para entrar en su alternación, convirtiéndose en juicio. (Nota 5).

La expresión de los ---
conceptos en los distintos
tipos de geometría. Euclides con-
cibió a las paralelas como restas coplanares que, prolon-
gadas cuanto se quiera, nunca se encuentran. También demo-
stró que los ángulos internos formados del mismo lado-
por una recta transversal a dos paralelas, son suplemen-
tarios; y de aquí dedujo la proposición inversa, que cons-
tituye el Postulado quinto de sus
Elementos. Además, completó su concepción de las parale-
las con otras proposiciones: líneas rectas paralelas a
una misma recta, son paralelas entre sí; por un punto da-
do únicamente se puede trazar una sola recta que sea pa-
ralela a otra recta dada; las rectas paralelas son equi-
distantes; la suma de los ángulos de un triángulo es i-
gual a dos rectos; etc. Ya Proclo se refería, sin embar-
go, a la observación de Gemino acerca de la paradojica -
existencia de líneas coplanares, como la hipérbola y sus
asintotas que, no siendo equidistantes, no obstante nunca
se encuentran. Después, tanto los griegos mismo, como
los árabes y más tarde los matemáticos renacentistas, --
trataron inútilmente de demostrar el Postulado de Eucli-
des, desplazando el problema a la comprobación de que el
lugar geométrico de los puntos equidistantes a una recta
sea otra recta y, por otra parte, centrándolo en la con-
cepción de las paralelas como rectas equidistantes. Pero,
en ningún caso fué obvenida la pretendida demostración.--
Más tarde, Saccheri, tratando de encontrar la demostra-
ción por el procedimiento de reducción al absurdo, partió
de la negación del Postulado euclideo de las paralelas
e intentó encontrar su afirmación como concluyente. Su -
tentativa resultó estéril en cuanto a su propósito, pero,
en cambio, constituyó posteriormente el punto de partida
para la formulación de las geometrías no-euclidianas y,
a la vez, resultó ser un magnífico ejemplo de la fecundi-
dad de la ley dialéctica de la negación, en el proceso τ
de la investigación científica. (Nota 6).

(Nota 5): Hefel, Science de la Lo-
gique, Paris, Aubier, 1947-49, tomo II, p. 271-2.

(Nota 6): Roberto Bonola, Geometrías no-
euclidianas, Buenos Aires-México, Espasa-Cal-
pe, 1955, p. 19-55.

El primero que expuso explícitamente los fundamentos de una geometría más general que la ordinaria y, a la vez, independiente del Postulado V de Euclides, fué Lobachevski, en una Memoria dirigida a la Universidad de Kazán en Febrero de 1826. En su geometría imaginaria, o pangeometría, Lobachevski demostró que por un punto exterior a una recta pasan dos paralelas a ella. Estas paralelas tienen las propiedades de conservación, de reciprocidad y de transitividad y, además, son asintóticas. Además, demostró que la suma de los ángulos de un triángulo no es igual a dos rectos. Al propio tiempo, introdujo -- los conceptos de oriciclo -círculo de radio infinito- y de orisfera -esfera de radio infinito- para substituir los conceptos de recta y de plano; pudiendo demostrar que "sobre la orisfera es válida la geometría euclidiana". El camino seguido por Lobachevski para alcanzar su valioso resultado, que vino a revolucionar el dominio de la geometría, lo relata él mismo en una de sus obras: "La infructuosidad de las tentativas, hechas desde la época de Euclides por espacio de dos milenios, despertó en mí la sospecha de que en los mismos datos no estuviere contenida la verdad que se había querido demostrar, y -- que para su confirmación pudiesen servir, como en el caso de otras leyes naturales, las experiencias, a ejemplo de las observaciones astronómicas. Habiéndome convencido finalmente de la exactitud de mi conjetura y adquirida la creencia de haber resuelto el difícil problema, escribí, en el año de 1826, una Memoria sobre el asunto". (Nota 7). Muy poco tiempo después, y en forma independiente, Juan Bolyai publicó un trabajo en el cual desarrollaba -- también los principios de la geometría no-euclidiana, tratando con mayor penetración el problema de la independencia del Postulado euclídeo; a diferencia de Lobachevski, quien había profundizado más el desarrollo analítico de la nueva geometría. (Nota 8).

Con las investigaciones de Lobachevski y de Bolyai, se abrió un campo insospechado para la geometría, tanto en su amplitud como-----

(Nota 7): Exposición sucinta --
 de sus principios de la g é o --
 metría; citado por Bonola, op. cit., p. 97.
 (Nota 8): Bonola, op. cit., p. 91-106.

en la penetración de sus problemas. Gauss, Riemann y Klein, a quienes citamos únicamente como los más importantes, desarrollaron diversos tipos de geometría y establecieron la conexión existente entre todos ellos. Al mismo tiempo, se pudo dar un tratamiento sistemático a ciertos trabajos geométricos efectuados anteriormente, pero que no habían tenido hasta entonces consecuencias y, con ellos, se desarrollaron también otros tipos geométricos. De este modo, se ha podido establecer una compleja estructura científica, en la cual se encuentran por doquier conexiones entre todos y cada uno de sus elementos y en donde, además, se pone de manifiesto el diferente grado de generalidad que existe entre las diversas propiedades del espacio y entre los distintos tipos de espacio. En todo esto, los conceptos geométricos se muestran, con gran claridad, como una combinación complicada de sus momentos y entre sus momentos. Conceptos que en un caso son universales, aparecen como particulares y aún como individuales en otras condiciones y en otros tipos de geometría; pero sólo para volver a manifestar su universalidad más adelante y, con ella, otro momento de particularidad y otro más de individualidad. Y esto hasta llegar a los conceptos de la topología, en donde se manifiestan en su mayor generalidad y, a la vez, en su más concreta individualidad, como expresiones de los modos más generales de la existencia espacial del universo.

2. Los momentos de la conceptualización.

La relación entre las formas de existencia y sus tipos conceptuales. Puesto que la determinación de los procesos del universo es solamente una aproximación siempre creciente, pero que no agota su caracterización; así también, la manifestación concreta de los procesos no responde idénticamente a su concepto. Por lo contrario, los procesos se muestran como contradicciones sucesivamente resueltas, pero nunca superadas por completo. La determinación más elemental de la existencia de los procesos acusa ya, de modo definido, que esa misma existencia es dialéctica en sí misma y por sí misma; de tal modo que la necesidad de la determinación

operada por el concepto, resulta siempre, al cabo, indiferente e indeterminada. Y no solo el movimiento en que se manifiestan las formas de existencia del universo se encuentra sujeto a la accidentalidad, sino que toda forma se escapa al tipo conceptual definido; no obstante lo cual, el universo es susceptible de ser determinado, con necesidad, por medio de conceptos; solo que éstos se encuentran, por eso mismo, en transformación constante. -- Por una parte se tiene la necesidad en que el concepto expresa racionalmente la existencia del universo y, por otro lado, se tiene la accidentalidad indiferente e irregularmente indeterminada, en que esa existencia se manifiesta; pero esa misma forma de manifestarse, por su propia indeterminación y por su accidentalidad, es el fundamento para otra nueva determinación necesaria. (Nota 9).

La accidentalidad es mayor en tanto que es más gran de la concreción de la formaciones conceptuales que, por lo tanto, únicamente son concretas de modo inmediato. De este modo, las determinaciones conceptuales no pueden dejar de ser abstractas, aún cuando se nutran incesantemente de lo concreto de las manifestaciones del universo y se transformen por ellas. El universo muestra una riqueza infinita y una variedad inagotable en sus formas de existencia, lo cual hace que los tipos conceptuales, que las representan abstractamente, posean igualmente esas características. Pero, además, el propio ordenamiento de esas formaciones, tal como ha sido determinado particularmente, llega a ser subvertido en otras manifestaciones del universo; y este nuevo conocimiento conduce al establecimiento de una ordenación superior, la cual sin embargo, llegará también a ser abandonada más adelante, en su carácter absoluto. En esto radica la imposibilidad de encontrar en los procesos mismos, diferencias absolutamente rigurosas entre clases y órdenes. En todas partes, las manifestaciones del universo constituyen mezclas que sobrepasan los límites establecidos, con procesos híbridos y fuera de las formas determinadas, que derrumban todas las distinciones rígidas formuladas con carácter absoluto. Entonces, para poder determinar a los procesos que los exceden, es necesario postular tipos relativamente fijos, que no se encuentran totalmente en

(Nota 9): Hegel, Enciclopedia; p. 164-5.

la experiencia, aún cuando siempre se extraen de ella -- por abstracción. Tales tipos, que siempre se encuentran en continua transformación y que, al mismo tiempo, son relativamente estables -- porque son representaciones aisladas abstractamente del conjunto inseparable del universo -- constituyen la base de la concepción y, por lo tanto, se encuentran sujetos enteramente a la variabilidad de las manifestaciones y a la estrecha interconexión mostrada por los procesos universales. De esta manera, las clases definidas por los conceptos, únicamente tienen validez dentro de las condiciones limitadas en que se establecen, ya que siempre llega a ser posible poner de manifiesto la interrelación de las diversas formas a que los conceptos corresponden y, por tanto, tiene que concluirse la imposibilidad de establecer fronteras absolutas entre las diversas partes del universo. (Nota 10).

El momento de la tesis. Los momentos de la concepción se manifiestan en la totalidad de la lógica, interviniendo sin excepción en todas sus operaciones. Tales momentos son inseparables; en contrándose contenidos, a la vez, en todas las manifestaciones del pensamiento, del mismo modo que también se encuentran comprendidos simultáneamente en toda experiencia. Sin embargo, es posible distinguirlos claramente. -- Primeramente, los procesos son entendidos abstractamente, su determinación tiene el carácter de una tesis simplemente establecida. El concepto se forma, en este primer momento, considerando a los procesos en y por sí mismos, sin referencia a los demás. Se incluyen dentro del concepto, por decirlo así, únicamente las relaciones internas e inmediatas que los procesos muestran en su objetividad. Pero esta determinación es abstracta, puesto que se finca en la consideración de los procesos en su aislamiento, sin tener en cuenta la conexión con su exterioridad. (Nota 11).

El momento de la antítesis. El segundo momento dialéctico es el de la supresión de dichas de -----

(Nota 10): Hegel, Enciclopedia, p. 165-6.
(Nota 11): Hegel, o p. cit., p. 73.

terminaciones finitas de los procesos en su separación, y de su paso a las opuestas. Se opera un proceso de reflexión negativamente racional, que conduce a la antítesis. La reflexión consiste, primeramente, en ir más allá de las determinaciones aisladas, considerando a los procesos en su relación con los demás. Pero esta reflexión se resuelve, en segundo lugar, en la expresión de la unilateralidad y de la limitación de las determinaciones separadas, como su negación. En el universo, todo finito muestra la propiedad de suprimirse a sí mismo; y esta cualidad inmanente, también se manifiesta en el conocimiento. La elevación sobre lo finito es, por lo tanto, el resultado de la conexión inmanente y de la necesidad, contenidas en la determinación, como expresión de las relaciones entre los modos de existencia de los procesos. El concepto se enriquece, así, por la negación de su limitación, con la determinación de las relaciones externas e inmediatas, que los procesos muestran en la conexión de su existencia. No obstante, esta determinación negativa no supera todavía la determinación primitiva, ya que simplemente contrapone lo interno del proceso, con su exterioridad. (Nota 12).

El momento de la síntesis. Finalmente, en el tercer momento se concibe a la unidad de las determinaciones, en su oposición. Se tiene, así, lo afirmativo en su solución y en su superación. El movimiento dialéctico alcanza la síntesis como un resultado positivo, porque tiene un contenido determinado, es decir, porque su proceso no es abstracto y vacío, sino que es la negación de ciertas determinaciones que se encuentran contenidas en el resultado, justamente porque éste es un resultado de la experiencia que expresa, de algún modo, la existencia del universo. De esta manera, el concepto, a la vez que sigue siendo algo pensado y abstracto, es también algo concreto; porque no es una unidad simple y formal, sino la unificación de determinaciones diversas del universo. Por esto, la filosofía no tiene nada que hacer con meras abstracciones, o con pensamientos formales, sino únicamente con pensamientos concretos y expresivos de los modos de existencia del universo. Ahora bien, como toda síntesis, el concep-----

(Nota 12): Hegel, Enciclopedia, p. 73-4.

to viene a ser, al mismo tiempo, una nueva tesis, la --- cuál tiene también su aspecto de abstracción y de separación y, por lo tanto, se ve compelida a engendrar su negación. De este modo, el proceso comienza de nuevo, atravezando por los tres momentos de la conceptualización, en -- forma incesante. Pero, siempre se tiene una elevación en la determinación, la cuál hace que, por una parte, sea -- imposible la mera repetición y, por otro lado, que las -- determinaciones sean cada vez más inclusivas. (Nota 13).

Los cambios conceptuales que se operan entre las -- diversas teorías físicas. -- Las primeras leyes rigurosas establecidas por la física fueron encontradas en los procesos mecánicos. En contraste con las concepciones teleológicas y arbitristas, la m mecánica fué considerada entonces, como la expresión por excelencia del determinismo; y aún se tuvo como sinónimos a los términos "mecanismo" y "determinismo". Sin embargo, esta identificación ha tenido que abandonarse, ante el descubrimiento de procesos no-mecánicos en los cuáles se cumple estrictamente el principio de causalidad y, también, por las sucesivas crisis que ha sufrido el ~~pro~~ -- pío determinismo, al verse obligado a considerar -- transitoriamente, como hipótesis que después se han abandonado, algunas explicaciones teleológicas. El aspecto -- mecánico de un proceso es aquel en que intervienen exclusivamente ciertas magnitudes físicas características, como la de fuerza, la de velocidad, la de aceleración, la de desplazamiento, la de cantidad de movimiento y la de esfuerzo. En cambio, todo movimiento que no se restrinja únicamente a dichas magnitudes, es considerado como un -- proceso no-mecánico. Dentro de los procesos mecánicos -- pueden establecerse dos divisiones, los procesos atomísticos y los continuos, atendiendo a los medios en que se operan. Como procesos mecánicos atomísticos se tiene a -- los comprendidos en la concepción atomista de Demócrito, en la teoría corpuscular de la luz de Newton, en la dinámica de las partículas materiales de Newton, en la teoría cinética de los gases de Maxwell-----

(Nota 13): Hegel, Enciclopedia, p. 74.

y Boltzmann y en la teoría electrónica de Lorentz. Por otra parte, como procesos que se operan en un medio continuo, se tiene a los de la teoría ondulatoria de la luz de Young y Fresnel, los de la teoría de la elasticidad y de la plasticidad y, en su principio, los de la teoría electromagnética de Maxwell. (Nota 14).

Pero, frente a los procesos considerados como mecánicos, la física ha descubierto otros aspectos, para los cuales resultaron insuficientes las categorías mecánicas. Hubo necesidad de introducir, entonces, un nuevo concepto fundamental, la categoría del campo. Se denomina campo a la distribución continua de alguna condición que prevalece a través del espacio; habiéndose utilizado el término tan general de "condición", dado que su naturaleza precisa varía de acuerdo con el problema de que se trate. Si dicha condición se describe suficientemente en cada punto del espacio, por medio de un número, se tendrá un campo escalar; como, por ejemplo, en la distribución de la temperatura en un volumen. Si la condición, además de magnitud, tiene dirección y sentido en cada punto espacial, entonces se tratará de un campo vectorial; como lo es un campo de fuerza, o lo es el definido por las velocidades instantáneas de las diversas partículas de un fluido. Si, en cambio, la condición se describe por medio de un tensor en cada punto, se tendrá un campo tensorial; como por ejemplo, en la distribución de esfuerzos en un medio elástico, o en el campo gravitatorio en el espacio tetradimensional de la teoría de la relatividad generalizada. La concepción del campo difiere de la del medio continuo, en el hecho de que en el primero no se involucran fundamentalmente categorías mecánicas y, por lo tanto, en que las propiedades del campo son las del espacio mismo; habiéndose dejado en definitiva de considerarse al espacio como un vacío pasivo, para ser tenido en cuenta como un agente que interviene activamente en los procesos. Además, la consideración del campo ha hecho desaparecer por completo la concepción de la acción a distancia, que se ejercía instantáneamente, substituyéndola por la acción por contacto, que requiere un cierto intervalo de tiempo para ejercerse, así sea muy pequeño. Como pro ---

(Nota 14): D'Abro, The decline of -
mechanism, p. 61-70.

cesos de campo, tenemos los de la teoría electromagnética de Maxwell y los de la teoría de la relatividad generalizada de Einstein. Pero, además, se ha podido comprobar que todos los procesos mecánicos constituyen manifestaciones de procesos de campo más complejos y, por lo tanto, siempre pueden tratarse dentro del dominio de las teorías de campo y utilizando la categoría de campo; solo que, en general, se tiene que hacer uso de instrumentos matemáticos más complicados, como son las ecuaciones diferenciales parciales. (Nota 15).

Por otra parte y desde un punto de vista diferente, también se ha efectuado un cambio en los conceptos de física. Como ya lo hemos expresado, el propósito más simple de toda teoría física consiste en establecer relaciones causales entre los procesos observados, para poder predecir el modo en que se comportarán dichos procesos a partir de ciertas manifestaciones conocidas. Pero la conexión causal no es necesariamente una relación directa, sino que puede existir un eslabonamiento tal entre dos procesos observados, que involucre conexiones entre procesos intermediarios. De esta manera, cuando todos los procesos implicados en una cadena causal son observables, se tendrá una teoría "fenomenológica"; como es el caso en la teoría de la termodinámica, en la cual son observables todos los procesos que intervienen, o sea, la presión, el volumen, la cantidad de calor y la entropía. En cambio, si se introducen conceptos correspondientes a procesos no manifestados, que se postulen para asegurar la conexión causal entre los procesos sí observados, se tendrán las que ~~se~~ pueden llamarse "teorías especulativas"; de este tipo son, por ejemplo, todas las teorías que citamos como casos de las mecanicistas y de las de campo. Ahora bien, en las "teorías especulativas", la fundamentación de los conceptos postulados es necesariamente inferida e indirecta. Sin embargo, y tal como lo expresa Planck, no es posible establecer una separación estricta entre los procesos observables y los que no lo son; puesto que todos los procesos pueden observarse de cierta manera y, a la vez, todos son inobservables en algún aspecto, según el punto de vista adoptado por la teoría con que se trabaje. Y, entonces, la única diferen---

(Nota 15): D'Abro, The decline of mechanics, p. 71-87.

cia consiste en el criterio que indique cuáles sean los procesos que se consideren como observables, en principio, dentro de cada categoría; lo cuál tendrá que demostrarse ulteriormente en la experiencia. En general, la distinción entre las teorías fenomenológicas y las que no lo son, consiste en que las primeras operan exclusivamente con las propiedades macroscópicas, o sea aquellas que manifiestan los procesos en el nivel común a las dimensiones humanas de la experiencia. En tanto que las no-fenomenológicas, disectan dichas propiedades macroscópicas, poniendo al descubierto otros procesos más profundos, generalmente microscópicos, como causantes de las cualidades macroscópicas. Por lo tanto, las teorías microscópicas han permitido una penetración más honda en los procesos físicos. Por ellas se ha demostrado, por ejemplo, que la viscosidad de un gas es independiente de la presión, y que la ley de entropía térmica sólo tiene validez estadística; así como otras muchas propiedades de los procesos físicos. Finalmente, las teorías cuantistas son, por una parte, fenomenológicas, en tanto que sus ecuaciones enlazan solamente magnitudes observables; pero, por otro lado, tales magnitudes no se encuentran conectadas directamente, sino por medio de intrincadas relaciones matemáticas, en un grado de abstracción superior a la de cualquier otra teoría física, de tal manera que ni siquiera se pueden imaginar en los términos de las nociones comunes. (Nota 16).

De esta manera, la evolución de los conceptos físicos y su substitución por otros, nos conduce nuevamente a la consideración de las teorías sucesivas como una serie de aproximaciones cada vez mayores. Así, los nuevos descubrimientos no han destruido por completo a las teorías mecanicistas del pasado, sino que las han refinado. Del mismo modo, las teorías de campo modernas no representan sino un nivel provisional, que será superado en el futuro por nuevas determinaciones que suministren una aproximación mayor. El progreso de la ciencia es, entonces, una cadena en la cuál cada eslabón ocupa su lugar, sin que pueda suprimirse ninguno, porque se rompería la continuidad de la cadena; y, a la vez, la propia cadena

(Nota 16): D'Abro, The decline of
mechanism, p. 88-100.

siempre estará inconclusa, abierta para incluir nuevos eslabones. Por lo tanto, resulta insostenible cualquier afirmación dogmática acerca de la pretendida absolutización de las teorías físicas modernas, ya que tanto histórica como lógicamente, la ciencia demuestra a cada paso y sin cesar, que lo único permanente que existe dentro de ella es la constante variación de sus determinaciones; y eso no de modo continuo, sino a pasos discretos de continuidad. (Nota 17).

3. La conceptualización científica.

Relación entre la materia del conocimiento y su forma conceptual. Los conceptos científicos no se forman arbitrariamente, sino que reflejan las conexiones y las relaciones objetivas que existen en el universo. Lo genérico ^{que} se expresa en el concepto existe objetivamente en los procesos del universo. No son solamente los procesos individuales separados los que muestran propiedades definidas, sino que también los grupos de procesos, en su conjunto, manifiestan cualidades generales determinadas. Es cierto que las designaciones inventadas por el hombre, pero esto mismo sólo es posible en la medida en que haya adquirido conocimiento de los procesos existentes. Los procesos atómicos en los cuales intervienen el electrón positivo, o positrón, por ejemplo, se desarrollan en el universo en forma independiente al hecho de que el hombre le haya puesto tal designación a dicha partícula, y aún al de que haya descubierto su existencia. El conjunto de procesos que comprende un concepto, existe objetivamente en la forma de una totalidad de individuos, conecyado por una derivación común y teniendo, por lo tanto, propiedades comunes, pero no como una generalidad abstracta. Ahora bien, como la formación de un concepto constituye una tarea sumamente ardua y compleja, gran parte de los filósofos se detienen en su expresión formal y abstracta, negando el contenido objetivo que el concepto refleja, en lugar de intentar resolver -----

de algún modo el problema fundamental de la correspondencia y de la correlación entre lo existente y su concepto. (Nota 18).

Los conceptos científicos se forman en el proceso de la evolución histórica del conocimiento y con fundamento en la práctica social. Incluso en la matemática, no obstante la extrema abstracción de sus estructuras, los conceptos se constituyen en un desarrollo histórico y experimental. (Nota 19). Los conceptos científicos rigen independientemente de la experiencia concreta de un individuo cualquiera; pero, no por ello son producto exclusivo de las creaciones o de la imaginación humanas. Los diez dedos de la mano, o los veinte dedos de manos y pies, con los cuales el hombre ha aprendido a contar y a practicar operaciones aritméticas, serán los que se quiebra, pero de ningún modo son una creación libre del pensamiento. Para efectuar el cómputo, sin embargo, no solamente se requieren objetos susceptibles de ser contados, sino también la capacidad de excluir de dichos objetos la consideración de todas sus otras propiedades, con excepción de la que se refiere al número; y esta capacidad es el resultado de una larga evolución histórica, basada en la experiencia. Del mismo modo que en el caso del número, también el concepto de forma se deriva exclusivamente del universo exterior y no se origina en el entendimiento como un producto puro del pensamiento. Fué necesario que los objetos existente mostraran una forma y que esas formas fueran comparadas entre sí, para que se pudiera llegar a establecer el concepto de forma. (Nota 20).

Formulación del concepto.
El concepto se determina a través de una sucesión de juicios, es decir, por medio de su relación con otros conceptos. El propio desarrollo a que el juicio se encuentra sujeto, tal como se expresa en su clasificación, representa los pasos seguidos en la construcción del-----

(Nota 18): E. Shur, Las teorías del concepto, del juicio y de la inferencia, en la lectica formal y en la dialéctica; en "Philosophy and Phenomenological Research", Buffalo, vol. V, núm. 2, december 1944, p. 199-216.
(Nota 19): Shur, op. cit.
(Nota 20): Engels, Anti-Dühring, p. 27-8.

concepto. De este modo, el concepto contiene en sí y por sí a su desenvolvimiento entero, tanto en sentido lógico como histórico y, siempre, como expresión de los existentes. En un nivel determinado de la investigación científica, el concepto constituye su formación más estable, pues lo que comprende a todo el conocimiento adquirido en una dirección; pero, al propio tiempo, el concepto es también el elemento más inestable, ya que es el más susceptible de variación ante las nuevas aportaciones ofrecidas por el avance del conocimiento, en su incansable tarea de determinar la existencia del universo. Por otra parte, los procesos que son únicos e indivisibles en el seno del universo, se separan en sus distintos aspectos dentro de los diferentes dominios científicos. Un concepto adopta, así, expresiones diversas y comprende determinaciones categoriales también diversas, en correspondencia con los diferentes puntos de vista desde los cuales se investigan los procesos del universo. De esta manera, la operación conceptual dentro de una ciencia, comprende únicamente a su determinación general y a su caracterización peculiar en el dominio de que se trate, excluyendo los contenidos específicos que ese mismo concepto adquiriera en otras disciplinas. Solo que ésto, que generalmente es comprendido y aplicado con entera consecuencia por los científicos, ha llegado a constituir una fuente de error para los lógicos, cuando utilizan, sin discriminación, el significado específico de un concepto en campos diferentes a aquél en donde haya sido establecida de ese modo.

Ahora bien, la cantidad infinita de los procesos existentes en el universo y la extrema multiplicidad de sus manifestaciones, hacen necesaria la práctica de una selección dentro de ellos. La concepción comprende, así, tres operaciones importantes. La primera es esa selección de los procesos y de sus aspectos; la segunda es la formulación de un concepto que los vincule entre sí; y la tercera es la comprobación, o la refutación, por medio de la experimentación, de que el concepto formulado expresa las conexiones mostradas objetivamente en los procesos. La ejecución de estas operaciones, cuyo resultado es el descubrimiento de las relaciones existentes en el universo, constituye una actividad de carácter social, cuya posibilidad radica en la enorme experiencia acumulada a lo largo de la historia humana y cuya práctica concreta es también una -----

función de la sociedad. Las memorias y los libros científicos expresan en general, solamente los resultados a que se ha arribado de modo más o menos certero; pero, por eso mismo, obscuracen también generalmente, el proceso que siguió efectivamente el investigador para llegar a ellos. Tal proceso está formado por una serie de conceptos improvisados, de "hipótesis de trabajo", entremezclados con demostraciones imperfectas y enteramente provisionales. Muchos de estos conceptos y la mayor parte de estas demostraciones, han tenido que ser transformados y aún que rehacerse por completo, al ser sometidos a nuevas comprobaciones. Y, sin embargo, en este trabajo penoso y extenso, que no aparece explícitamente en la comunicación de los resultados, es donde se encuentra el verdadero matiz - proceso de investigación de la ciencia. Aquí es donde se acusan con toda claridad, tanto la transformación incesante del concepto, como un transcurso ininterrumpido y recíproco entre sus momentos, como también la estrecha conexión que guarda el concepto con los modos de existencia del universo, de los cuáles es expresión. Por esto, los procedimientos lógicos que la ciencia utiliza, no pueden captarse nunca de un modo completo, ateniéndose a los textos científicos, sino que es indispensable siempre el aprendizaje de la ciencia en su propia actividad, esto es, en contacto directo con los procesos del universo y con la práctica de su determinación por la ciencia. (Nota 21).

4. Comprensión y extensión del concepto.

El contraste entre lo genérico y lo específico. Representando el concepto la reflexión del universo objetivo en el conocimiento, se distingue rigurosamente, sin embargo, de la percepción sensible. En la percepción sensible se refleja la existencia de las manifestaciones individuales y aisladas de los procesos universales, en tanto que en los conceptos se expresan las relaciones entre los procesos y las regularidades del movimiento del universo. Solo que es-----

(Nota 21): Singer, Historia de la Biología, p. 153-4.

tas relaciones y regularidades difieren en cuanto a su magnitud intensiva, o grado de generalidad y, en correspondencia con esa distinción y con arreglo a esta magnitud, los conceptos se distinguen por lo que se refiere a su rango. Por otra parte, las conexiones y legalidades de los procesos del universo, también se diversifican en otro sentido, por su magnitud extensiva, o comprensión cuantitativa y, en consecuencia, los conceptos se diferencian de otro modo por la amplitud del dominio que definen. (Nota 22).

La lógica formal contrapone lo genérico a lo particular, pero en sentido abstracto. Supone que el concepto general se origina por medio de la exclusión de todo lo concreto y particular y, por lo tanto, que a mayor generalidad corresponde un contenido más pobre; e, incluso, establece como un principio el que la comprensión y la extensión del concepto sean inversamente proporcionales. Por esto es que el concepto metafísico de ser se forma excluyendo todos los atributos peculiares al ser concreto, al hombre, al animal, al organismo, al cuerpo, a la cosa, etc.; y, como resultado, se tiene que el concepto de "ser" es una abstracción vacía, dentro de la cuál no hay posibilidad para cosa alguna. De este modo, se considera al concepto, en último término, como una construcción subjetiva de la cuál es posible eliminar o agregar a voluntad, las notas características, hasta el extremo de poder restarle todas. (Nota 23).

Pero, la abstracción científica no consiste en eliminar sencillamente la diversidad concreta del universo, sino en reflejarla en una forma fundamental. Por esto, el concepto primario y más general que existe, el concepto del universo objetivo y material, es el más rico en contenido entre todos los conceptos, ya que sus propiedades se manifiestan en todos los procesos, sin excepción y, en consecuencia, en todos los conceptos que corresponden a dichos procesos. En el universo, lo genérico se encuentra en conexión continua con lo particular y con lo individual; y, por lo tanto, en el concepto, lo genérico incluye toda la riqueza de lo concreto. Lo concreto, tal como se muestra en el pensamiento, esto es, el concepto concreto, es una unidad de la diversidad, un complejo de

(Nota 22): Shur, Las teorías del concepto.
(Nota 23): Shur, op. cit.

numerosas determinaciones. Solo que esta concreción no se logra de un modo inmediato y simple, como en la percepción, sino que es el resultado de la reproducción de la existencia en el pensamiento, con la cuál se adquiere el conocimiento científico cada vez más completo de ella. - (Nota 24).

Así, por ejemplo, el concepto de mercancía que establece Marx en El Capital, no constituye una esencia metafísica invariable, tal como lo sería el concepto vacío de la mercancía en general, sino que es la expresión fundamental de las propiedades de las mercancías concretas que existen en la sociedad capitalista. - Al considerar a la mercancía como la unidad, tanto del valor de uso como del valor de cambio, Marx destacó su carácter doble y contradictorio. En su forma lógica fundamental, tal como fué examinada por Marx, la mercancía refleja y contiene objetivamente todo el desarrollo histórico de la economía mercantilista. Al mismo tiempo, -- Marx pudo resolver el problema acerca de qué era lo que hacía posible el intercambio de mercancías. En la práctica, el hombre se ha dedicado al comercio durante muchísimo tiempo, estableciendo prácticamente la equivalencia entre las diferentes mercancías; pero sin llegar a descubrir cuál fuera la magnitud común que hace posible su comparación. Fué en el desarrollo de la economía política burguesa clásica que se llegó a descubrir el hecho de que el trabajo humano es el fundamento del valor de las mercancías. Pero fué también Marx quien logró definir los dos conceptos contradictorios del trabajo y su expresión como commensurabilidad conceptual de la mercancía, demostrando que la magnitud y la medida del trabajo socialmente necesario que se gasta en la producción de la mercancía, es lo que constituye la medida de su valor. De este modo, Marx descubrió la base fundamental del intercambio de mercancías y puso de manifiesto la ley del movimiento y del desarrollo de la sociedad capitalista. (Nota 25).

La relación entre los conceptos. En el concepto se encuentran reunidos sus tres mo-----

(Nota 24): Shur, Las teorías del concepto.
(Nota 25): Shur, op. cit.

mentos -universalidad, particularidad e individualidad- de tal manera que nunca pueden separarse de un modo completo. En rigor, la individualidad se encuentra referida a un conjunto de elementos, haciendo que por más estricta que sea la individualización, siempre se trate de una singularidad específica. En este sentido, el rango inferior que interviene en la operación de la ciencia es el concepto de especie. Por lo tanto, tomando en cuenta este carácter específico del concepto es que debe encontrarse la conexión existente entre la comprensión y la extensión de un concepto. Sólo que ésto únicamente puede indagarse en la relación entre los conceptos y no, en modo alguno, en un concepto aislado.

Si simbolizamos esquemáticamente a dos conceptos -- cualesquiera por las laterales A y B, tendremos la posibilidad de que entre ellos existan las siguientes relaciones: 1. que A se encuentre contenido íntegramente en B; 2. que A se encuentre contenido parcialmente en B, o, lo que es lo mismo, que B esté comprendido parcialmente en A; 3. que B esté comprendido por entero en A; y 4. que A y B no posean nada en común. Se trata, como se ha anticipado, de un esquema -- abstracto, ya que en realidad, el último caso es imposible; puesto que A y B son conceptos cuyos correlatos son procesos del universo y, por lo tanto, coinciden -- siempre, por lo menos, en el hecho de estar comprendidos en el universo. Pues bien, en el primer caso, A se encuentra subordinado a B, o sea que A es una especie del género B. En el segundo caso, A y B son conceptos coordinados, es decir, que ambos son especies de un género común. En el tercer caso, B es quien está subordinado a A, o también, B es una especie del género A. Finalmente, en el cuarto caso, A y B pertenecen a un orden superior que no se encuentra explícitamente manifestado en ellos; en último término se tratará de la coincidencia de los procesos que expresan, como partes -- integrantes del universo.

Por otra parte, se dice también en el primer caso, -- que A posee una comprensión más específica que la de B, y que B tiene una extensión genérica mayor que la de A; esto es, que mientras A es el resultado de la particularización de B, por su parte B es el producto de la generalización de A y de los otros conceptos específicos que están incluidos en B. Asimismo, en el
segunda-----

do caso, la comprensión y la extensión de A y B son equivalentes parcialmente, es decir, que su especificación y su generalización coinciden relativamente. En el tercer caso, B es quien tiene la comprensión más específica y quien constituye una particularización de A, y en tanto que A es quien tiene la extensión genérica mayor y quien es el resultado de la generalización de B y de otros conceptos específicos. Por último, en el cuarto caso, la comprensión y la extensión de A y de B no puede ser comparada, ya que se carece de referencia que permita conocer su relación.

Ahora bien, la comprensión y la extensión no se encuentran conectadas por una relación de proporcionalidad inversa, como lo afirma la lógica formal. Por lo contrario, el incremento de la comprensión no produce la disminución de la magnitud extensiva del concepto, sino que, al revés, la incrementa también o, por lo menos, no llega a afectarla, manteniéndose entonces en el mismo valor. Recíprocamente, la ampliación del concepto no da como resultado un decrecimiento de su comprensión, puesto que su resultado es también el aumento en dicha determinación o, si acaso, la conservación de la misma magnitud intensiva. Por lo tanto, la comprensión y la extensión del concepto se encuentran ligadas por una relación que se representa matemáticamente por medio de una función monotónica no-decreciente; ya que el incremento en el valor de uno de los términos, siempre produce un aumento en el valor del otro, o bien, su persistencia en el valor anterior, pero nunca su decrecimiento.

Las diferentes clases de números nos suministran un ejemplo ilustrativo de la relación entre la comprensión y la extensión de los conceptos. En efecto, el concepto de número racional es más comprensivo que el concepto de número natural, pero ambos poseen la misma extensión; ya que el conjunto de los números racionales es numerable y, por lo tanto, tiene el mismo número de elementos que el conjunto de los números naturales. En este caso, al incremento de la comprensión, que se efectúa al pasar de los números naturales a los racionales, corresponde la persistencia de la extensión en su misma magnitud. En cambio, el concepto de número complejo es, al mismo tiempo, más comprensivo y más extenso que el concepto de número natural; puesto que el conjunto de los números complejos ya no

se encuentra medido por el mismo infinito, alef, que -- caracteriza la extensión del conjunto de los naturales, -- sino por un infinito de orden superior, alef₁. Se trata -- por lo tanto, de un ejemplo de crecimiento simultáneo de -- ambas magnitudes conceptuales y, así, a la mayor compren -- sión corresponde una extensión también mayor.

La cuantificación de --- los conceptos en el juici -- cio. A pesar de la diferente extensión que puedan po -- seer independientemente los conceptos que intervienen en el juicio, su relación judicativa implica necesariamente el que se identifiquen cuantitativamente. Puesto que el juicio constituye la expresión de la función que liga en -- tra sí al sujeto y al predicado, ambos términos deben ee -- coincidir en su extensión dentro del juicio, para poder -- abarcar definitivamente a todos los casos comprendidos en una ecuación judicativa determinada. La cuantificación -- del sujeto ha sido reconocida desde Aristóteles, sirvien -- do de base para la clasificación de los juicios de inclu -- sión, en unitarios, particulares y universales. Pero, en -- cambio, fué hasta 1846 que W. Hamilton (Nota 26), vino a -- formular la correspondiente teoría de la cuantificación -- del predicado. Esta identificación cuantitativa entre -- los términos conceptuales del juicio debe ser tomada en -- cuenta, de modo ineludible, al considerar la operaciones -- interjudicativas. De este modo, el esquema del juicio u -- nitario de inclusión se transforma de la afirmación de -- que "lo individual es un universal", en la forma más de -- sarrollada de que "lo individual es uno de los elementos -- de un universal". Análogamente, el juicio particular que -- expresa que "lo particular es un universal", se convier -- te en la forma esquemática de que "lo particular es una -- de las partes integrantes de un universal". Y, finalmen -- te, el juicio universal que afirma que "lo universal es -- un universal", se desenvuelve en la expresión de que "lo -- universal es un conjunto universal".

Como puede comprobarse fácilmente en cualquier juici -- o -- por ejemplo en los que aparecen en las ps. 147-8 -- estos esquemas desarrollados de las formas de los juicios -- de inclusión corresponden a lo que ocurre en el juicio -- científico y, en general, en todo juicio; -----

puesto que siempre se tiene necesariamente implicada la cuantificación del predicado, hasta quedar igualado en este respecto con el sujeto. La importancia del descubrimiento hecho por Hamilton, podrá apreciarse justamente en el tratamiento de la teoría de la deducción, que se hace más adelante. Al mismo tiempo, se pondrá de manifiesto como es que la cuantificación del predicado desempeña un papel imprescindible en la conversión que se hace necesario practicar constantemente entre los juicios, para arribar a determinadas conclusiones. Sobre todo, podrá verse claramente que la cuantificación, tanto del sujeto como del predicado, interviene en todas las operaciones lógicas a que los juicios se someten. Por otra parte, la misma consideración del juicio como expresión de la función que liga a sus términos, solamente es compatible con la condición de que ambos términos sean cuantificables; ya que únicamente así es que pueden formar parte de una ecuación. Por lo demás, la propiedad cuantitativa de todo concepto que, por supuesto, es independiente de su particular como sujeto o como predicado de un juicio dado, es, en último término, la expresión de la distinción cuantitativa que los procesos del universo manifiestan, la cuál llega siempre a ser susceptible de determinación.

5. Las relaciones interconceptuales.

La conexión entre los conceptos. Cuando expusimos el esquema lógico de la ciencia, en su carácter postulativo, hicimos ver cómo intervienen en los postulados, conceptos no-definidos. Al propio tiempo, pusimos de manifiesto el proceso de determinación que experimentan esos mismos conceptos, al efectuarse la operación lógica que tiende a transformar continuamente a los postulados en fundamentos del conocimiento, en el transcurso de la investigación de la ciencia. Pues bien, esta conversión no es privativa de los conceptos fundamentales, sino que se opera para todo concepto. Primariamente, el concepto ingresa siempre como concepto no-definido, como noción general. Sólo que el proceso científico consiste precisamente en desarrollar la determinación del concepto. Y, en este desenvolvimiento de su definición, por el -----

cuál va quedando expuesto su contenido, es que la noción general se transforma en concepto científico definido. - La definición del concepto refleja, así, los resultados y la generalización alcanzados por la ciencia. Pero esta definición no consiste simplemente en enumerar las propiedades características que se describen al concepto; - sino que por ella se trata de expresar, del modo más aproximado que permite el avance de la ciencia, el fundamento mismo y la ley del desarrollo de un dominio determinado de la existencia del universo. (Nota 27).

Por lo tanto, y para cumplir con la condición de reflejar y de reproducir a los procesos existentes en el universo, los conceptos deben constituir una unidad de determinaciones diversas, en el cuál se encuentren comprendidos los distintos elementos y los aspectos mutuamente contradictorios, que dichos procesos ponen al descubierto. Así, no es válido el establecimiento de relaciones automáticas o arbitrarias entre los diferentes atributos del concepto; sino que se requiere un deslinde recíproco de la unidad dialéctica fundamental, dentro de la diversidad manifiesta en los procesos del universo. Porque el concepto no es el simple registro de la existencia de los procesos, sino que debe responder a la exigencia científica fundamental de suministrar una explicación de ellos, de descubrir su fundamento y su interrelación con los otros procesos del universo. Las diversas formas adoptadas por el concepto en su desenvolvimiento, no se producen de manera fortuita, ni tampoco existen, por otra parte, de un modo a priori en la conciencia humana; puesto que representan el progreso y la evolución regulares del conocimiento, desde las nociones primitivas hasta los conceptos científicos cada vez más desarrollados, -- que ponen al descubierto las conexiones generales entre los procesos universales. (Nota 23).

La clasificación de los conceptos. Cuando se expresa un grupo de procesos existentes en el universo, por medio de un concepto, se establece al propio tiempo una división relativa entre ese grupo de procesos y todos los -----

(Nota 27): Shur, Las teorías del concepto.
(Nota 28): Shur, op. cit.

demás. Se tiene, así, en cada concepto, la representa-
ción de una clase, más o menos bien definida. En esta ca-
racterística radica la posibilidad de ordenar los distin-
tos grupos de procesos determinados, por medio de la cla-
sificación de sus correspondientes conceptos. Tomando co-
mo punto de partida a un concepto determinado, se esta-
blece una división del universo en dos clases. Una de
ellas, a la cuál podemos denominar positiva, estará forma-
da por todos los procesos expresados en el contenido del
concepto; en tanto que la otra clase, a la cuál llamare-
mos negativa, estará constituida por todos los otros pro-
cesos del universo cuyas propiedades manifiestas no se
encuentren incluidas en dicho contenido. Pero esta última
clase, a su vez, estará dividida también en una clase
positiva y en otra negativa, por medio de otro concepto
distinto; y lo mismo ocurrirá con la nueva clase negativa-
resultante y, así, podrá seguirse practicando la distin-
ción sucesivamente y de modo ininterrumpido. Ahora bien,
las clases positivas que quedan determinadas en esta for-
ma, son las que se ordenan atendiendo a la relación que
guardan entre sí, es decir, según constituyan géneros, e
especies o clases coordinadas como rangos iguales de un
mismo orden superior; obteniendo como resultado, una cla-
sificación sistemática de un dominio determinado del con-
ocimiento. (Nota 29).

En la clasificación científica, los grupos formados
por la identificación de las propiedades mostradas por
los procesos distintos, se ordenan de tal modo que en el
sistema mismo se encuentran expresadas las leyes que ri-
gen su movimiento y, a la vez, están contenidas de modo
implícito las reglas que sirven para el descubrimiento
de nuevos grupos, como otros tantos elementos del siste-
ma de que se trate. Sin embargo, toda clasificación se
encuentra superada enteramente al nivel alcanzado por
la investigación científica, en el tiempo en que dicha
clasificación se formule. Por lo tanto, el avance del co-
nocimiento provoca continuamente transformaciones en el
sistema de clasificación, introduciendo variaciones de
grado; pero que, en ocasiones, llega a producir la subs-
titución completa del ordenamiento establecido, por otro
enteramente distinto. Tanto histórica como lógicamente,
la agrupación de los procesos existentes en -----

(Nota 29): Stuart Mill, S y s t é m e d e L o --
g i q u e , tomo II, p. 266-7.

el universo se ha modificado a medida que se han llegado a descubrir en ellos características más profundas y nuevas. El progreso de la técnica de investigación, tanto teórica como experimental, ha conducido a la determinación de cualidades cada vez más fundamentales y menos aparentes en los procesos; dando por resultado la operación de numerosos cambios en la identificación y en la diversificación de los distintos grupos de procesos y, aún, en el propio conjunto del sistema clasificado. Por otra parte, la propia nomenclatura científica es un resultado directo del sistema de clasificación, la cual se encuentra expresada, de modo abreviado y en forma más o menos explícita, en cada uno de los nombres que la ciencia aseña a los procesos del universo, para referirse a ellos.

El procedimiento sistemático de clasificación en la biología. Desde la antigüedad, se ha tratado de resumir el conocimiento de la naturaleza como una serie ininterrumpida de formas ascendentes y, en particular, se ha considerado a los organismos vivos como una escala cada vez más perfeccionada de formas distintas. Paralelamente, se ha mantenido la convicción de que la clasificación representa el nivel más elevado del conocimiento, en un momento determinado, considerando que en ella se concibe a la naturaleza en la forma más breve y lógica posible, pero, al propio tiempo, del modo más completo y comprensivo. Sin embargo, la clasificación realizada por Linneo, que es históricamente el primer gran sistema de la naturaleza orgánica que se haya formulado, no estuvo condicionada, en general, por las concepciones filosóficas anteriores; sino, más bien, por el interés de estructurar una agrupación práctica de los organismos, con base en sus propiedades, que viniera a servir para poder reconocerlos con facilidad. A pesar de esto, el sistema de Linneo fué un ensayo ejecutado en gran escala y de modo consecuente, es decir, aplicando criterios rigurosos en la clasificación. Más adelante, el propio criterio de clasificación cambió, habiéndose substituido la descripción de los organismos atendiendo a sus propiedades externas, por la caracterización de ellos de acuerdo con sus propiedades fundamentales. En este sentido, la clasificación sistemática se ha ido perfeccionando cada vez más, tratando siempre de -----

expresar con un grado creciente de aproximación, las relaciones existentes entre las diversas clases de plantas o de animales. (Nota 30).

De este modo, se ha llegado a establecer un sistema de clasificación que, en primer término separa a los organismos en dos grandes ramas o reinos, el de los vegetales y el de los animales. El reino vegetal se divide, por su parte, en cuatro grandes grupos, denominados divisiones o phyla, constituidos por las plantas Thallophyta, las Bryophyta, las Pteridophyta y las Spermatophyta. El phylum de las Spermatophyta comprende a todas las plantas productoras de semillas y, además, a aquellas otras que, aún cuando no producen semillas, son completamente semejantes en sus características generales a otras espermatofitas. Además, en muchos casos, hasta se ha podido probar la estrecha relación que las une, demostrando que tales variedades sin semilla han surgido de otras que si la tienen, en un proceso de mutación que se produce bajo condiciones bien conocidas. El agrupamiento de estas plantas dentro de un phylum único, constituye una demostración de que la clasificación se funda sobre todo en las relaciones existentes entre los diferentes vegetales, y no en caracteres arbitrariamente escogidos. Como Pteridophyta se considera a los helechos y a los licopodios, plantas que no producen flores ni semillas, sino que se reproducen por medio de esporas. Las Bryophyta son los vegetales tales como los musgos y las hepáticas. Finalmente, en la división de las Thallophyta se encuentran incluidas todas aquellas plantas en las cuales no se puede diferenciar ni raíz, ni tallo, ni hojas, como son las bacterias, las algas, los hongos y los líquenes. (Nota 31).

Las cuatro divisiones generales se subdividen en clases, las cuales se encuentran separadas por características prominentes. Así, el phylum de las Spermatophyta se compone de dos clases, la de las Gymnospermae y la de las

(Nota 30): E. Radl, Historia de las teorías biológicas, Madrid, Revista de Occidente, 1931, tomo II, p. 34-7.

(Nota 31): William H. Brown, The plant kingdom, Boston, Ginn and Company, 1935, p. 361-2.

Angiospermae; perteneciendo a la primera las plantas que carecen de flores verdaderas y que tienen -- sus semillas desnudas, en tanto que a la segunda clase pertenecen las plantas con flores y con semillas cubiertas. Por su parte, las clases se dividen en órdenes; comprendiendo, por ejemplo, la clase de las Angiospermae a los órdenes de la Glumales, las Palmales, las Lemnales, y otros. Los órdenes, a su vez, se dividen en familias; como las de las Commelinaceae, las Juncaceae, las Liliaceae, las Amarillidaceae, y las otras que componen el orden de las Palmales. También las familias se dividen en géneros, como Allium, Smilax, Asparagus, Lilium, y otros -- que forman la familia de las Liliaceae. Por último, los géneros incluyen varias especies, como cepa, sativum, porrum, y otras que forman el género de las Allium. Ahora bien, las especies se designan utilizando simultáneamente el nombre genérico y el específico; así, el ajo es conocido con la denominación científica de Allium sativum. De este modo, la propia nomenclatura es una consecuencia derivada del sistema de clasificación. (Nota 32).

Sin embargo, a pesar de que es en la botánica y en la zoología en donde la clasificación de los conceptos, correspondientes a los distintos tipos de organismos, ha alcanzado el más alto nivel de desarrollo, no por ello debe considerarse que el ordenamiento ejecutado pueda -- conservarse de modo ~~variable~~ invariable. Porque, por una parte, la penetración creciente del conocimiento lógico conduce constantemente al descubrimiento de nuevas determinaciones en los tipos ya conocidos y, aún, al descubrimiento de tipos antes desconocidos, los cuales constituyen otros tantos elementos que deben agregarse en el sistema establecido. Por otro lado, el avance de la investigación en el sentido de las mutaciones que se producen entre las mismas especies conocidas -- las cuales llegan al extremo de dar lugar al surgimiento de especies nuevas -- hace que el propio sistema de clasificación se encuentre experimentando continuas transformaciones. En ri

(Nota 32): Brown, The plant kingdom, p. 362.

gor, la biología considera actualmente que la variación de las especies constituye un proceso continuo e ininterumpido; sólo que de ordinario se opera de un modo tan lento, con respecto a la duración de la vida humana, que pasa desapercibido; del mismo modo que, durante mucho tiempo, no llegó a notarse el movimiento de las estrellas que, por eso, eran consideradas como fijas. Pero no por ello deja de existir constantemente ese proceso de transformación, que se hace manifiesto en las mutaciones relativamente espontáneas que, entonces, aparecen como súbitas; y, también, en los cambios profundos que se presentan a plazos cortos, bajo ciertas condiciones del medio y con la intervención del hombre. De todas maneras, la especie nunca queda completamente descrita por la enumeración de sus caracteres peculiares, ni tampoco por la simple observación de sus características anatómicas, ni por el conocimiento detallado de su fisiología, ni por el género de su vida, ni siquiera por sus relaciones ecológicas. En realidad, es únicamente por la conjugación en los organismos de todos estos caracteres al mismo tiempo, y no por el simple hecho de que se reúna una serie de ellos, por lo que llega a definirse una especie. La especie es, así, una unidad compuesta por caracteres fisiológicos, embriológicos, psicológicos y de otras muchas clases más. Y esto, que se afirma con respecto a la especie, también se cumple en el caso del género, de la familia, del orden, de la clase del phylum y del propio reino vegetal o animal. En todos los casos se trata de la unidad dialéctica de todos y cada uno de sus caracteres, tal como se muestran unidos inseparablemente en los organismos existentes en la naturaleza. (Nota 33).

La definición de los conceptos. En tanto que los conceptos constituyen clases, esto es, que representan conjuntos de procesos, su definición consiste en la determinación de las condiciones que debe satisfacer un proceso para quedar comprendido dentro de dicho conjunto. La definición es, por lo tanto, un juicio que establece con precisión los límites del concepto, separando su dominio de todos los demás. En este sentido, en el juicio definitorio se identifican de tal modo sus dos términos, -----

(Nota 33): Radl, Historia de las teorías biológicas, tomo II, p. 344-6.

que resultan enteramente intercambiables desde el punto de vista lógico; es decir, que no es posible diferenciar en este juicio al sujeto del predicado. Por ejemplo, la definición que hace la geometría plana, de que "el círculo es el lugar geométrico de los puntos que equidistan de un punto fijo", es completamente simétrica y, en consecuencia puede invertirse simplemente sin alteración, dando lugar al juicio definitorio idéntico de que "el lugar geométrico de los puntos que equidistan de un punto fijo es el círculo". Debe observarse, sin embargo, que la definición no constituye una tautología, puesto que no consiste en una mera repetición del concepto definido.

Para insertar dentro de un sistema de clasificación establecido a un nuevo elemento, se recurre a la definición estática del concepto. El procedimiento que se sigue consiste en caracterizar al concepto investigando su género próximo, esto es, el concepto al cual se encuentre subordinado y, entonces, en indicar su diferencia específica, o sea aquello que lo distingue de los otros conceptos que se encuentren coordinados con él. Así, por ejemplo, cuando se encuentra -- que la mica -- concepto por definir -- es una roca ígnea -- género próximo -- compuesta de potasio, hierro, magnesio y silicato de aluminio y que cristaliza en forma monoclínica -- diferencias específicas -- se habrá aplicado esta clase de definición, determinándose el lugar ocupado por la mica en el sistema de clasificación de las rocas que componen la litosfera.

Por otra parte, se tiene la definición dinámica, en la cual se indica el procedimiento que se sigue en la formación o en la operación del proceso que se encuentra expresado, como objeto de conocimiento, en el concepto. En esta definición en que se señala la ley de desenvolvimiento del concepto, también se implica, por lo tanto, su posibilidad; quedando incluidos los elementos que permitan reproducir el proceso de construcción del concepto. La fórmula de un compuesto químico cualquiera, es un buen ejemplo de esta definición dinámica. Así, tenemos que la definición del ácido acético se expresa por medio de la fórmula:

$$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} + \text{O} \text{ ---- } \text{CH}_3 - \text{CO.OH}$$
 ; indicando que del acetaldehído ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O}$) se obtiene, por oxidación, el ácido acético ($\text{CH}_3 - \text{CO.OH}$). Claramente se advierte cómo en su definición se encuentra contenido el proceso de su formación. (Nota 34).

Finalmente, por medio de la definición dialéctica se crean nuevos conceptos, a partir de otros ya conocidos. Para ello se niegan algunas de las condiciones limitantes que definen a un concepto ya determinado y, entonces, estas negaciones se establecen como las condiciones limitantes del nuevo concepto. Como resultado, se tiene la superación del concepto anterior y de su negación, en la constitución de un dominio diferente, al cuál corresponde el concepto creado de esta manera. Así, por ejemplo, en la proyección de elementos geométricos se presenta el problema de que las líneas paralelas no poseen ningún punto en común. Entonces se recurre a la creación de un tipo de punto distinto de aquél que se utiliza en la geometría elemental. De este modo, se define el punto al infinito, estableciendo que en cada dirección del espacio y correspondiendo a la totalidad de rectas paralelas que tienen esa dirección, existe un punto al infinito que tiene la propiedad de ser común a ese conjunto de rectas y de no pertenecer a ninguna otra recta. Por lo tanto, existiendo una infinidad de direcciones en el espacio, se tendrá un número también infinito de puntos al infinito. Se habrá creado, así, un nuevo concepto, por la negación de determinadas condiciones de un concepto anterior y por la afirmación de estas negaciones como condiciones del concepto que ahora se define. Ahora bien, con el establecimiento de este tipo de punto, no solamente se ha llegado a crear un nuevo concepto, sino que, simultáneamente se ha efectuado una extensión de las propiedades del espacio y, con ella, se ha formulado una de las categorías de la geometría proyectiva. (Nota 35).

La universalidad de la definición matemática. Recordando el esquema abstracto que la axiomática ha establecido para la matemática, (Nota 36), tenemos que las definiciones constituyen el segundo tipo de proposiciones que intervienen, inmediatamente después de los postulados, en la construcción de una disciplina matemática cualquiera. Entonces, una proposición de este tipo consistirá en todo caso, en de -----

(Nota 35): Graustein, Higher Geometry,

p. 21.

(Nota 36): Véase la p. 17.

finir una clase de entidades que satisfaga condiciones determinadas. Solo que, particularmente, se tratará de señalar una relación fija, respecto a términos fijos, por medio de la cuál quedará definido un nuevo término. Tales términos fijos serán los conceptos no-definidos que forman parte de los postulados; o sea, las categorías. Por lo tanto, se considera que una función matemática queda definida cuando ha podido referirse a los términos de otra función aceptada como indefinible; bien sea que la relación se establezca directamente o que se impliquen otras funciones intermedias.

Ahora bien, como en las definiciones matemáticas se establecen con toda exactitud las condiciones que deben cumplir los elementos de una clase, para poder pertenecer a ella; por lo mismo, se tiene la inclusión universal, dentro de la definición, de todas las entidades comprendidas en dicha clase. Esto puede hacerse debido a que únicamente se consideran dichas entidades en tanto que cumplen con las condiciones fijadas, y solamente en cuanto las cumplen. Porque en rigor, cuando se toma en cuenta otra condición, diferente de las que comprende la definición, se tendrá por ese solo hecho, otra clase distinta a la considerada; y ésto, aún cuando todos los elementos de la clase primitiva cumplan, sin excepción, con la condición nueva. Se tiene, por lo tanto, que en la definición matemática se agotan las notas características del concepto definido, permitiendo, por una parte, su comprensión unívoca y, por otro lado, la consideración exhaustiva de todos los elementos que lo integran.

De este modo es como en el algebra, por ejemplo, se define como dominio entero a cualquier conjunto de elementos que cumpla con la condición de contener, dentro del conjunto mismo, a la suma y al producto de dos cualesquiera de sus elementos. En esta definición se incluyen exhaustivamente a todos los conjuntos de elementos que constituyen dominios enteros, esto es, a la clase completa de estas entidades. Además, se expresan todas las propiedades características de la clase y se proporciona una comprensión unívoca del concepto definido. Por lo tanto, esta definición comprende universalmente a todos los dominios enteros. Pero, si se agrega una nueva condición, por ejemplo la de que el conjunto contenga, además al inverso de cada uno de sus elementos que sea diferente de -----

cero, satisfaciendo la ecuación: $a \cdot 1/a = 1$; entonces--
se habrá llegado a establecer una nueva clase, la cual --
comprende a los conjuntos que se denominan campos.
Por su parte, también la definición de campo posee el ca-
rácter de universalidad que tiene la definición de domi-
nio entero, al igual que todas las definiciones matemáti-
cas. (Nota 37).

(Nota 37): Garrett Birkhoff and Saunders MacLane, A
survey of modern algebra,
New York, The Macmillan Company, 1946, p. 3 y 40.

Capítulo Quinto

LA APORETICA

1. Caracterización de los problemas científicos y de sus leyes.

El planteamiento de los problemas. Hemos insistido con frecuencia en el hecho de que la lógica se ocupa fundamentalmente de los procesos de investigación científica. Pues bien, la investigación misma supone siempre el planteamiento de problemas, ya que su tarea consiste justamente en resolverlos. La ciencia, tanto en general como en particular, constituye una sucesión interminable de problemas, que llegan a resolverse solamente para venir a plantear nuevos problemas que, a su vez, al ser resueltos pondrán al descubierto otros interrogantes y, así, en un flájo continuo e inagotable. En esta característica de la ciencia no se acusa, por lo demás, otra cosa que la infinitud de las manifestaciones del universo, cuya determinación nunca puede terminarse. Por consiguiente, el estudio de las condiciones fundamentales que se cumplen en el planteamiento de los problemas científicos, constituye una parte importante en el dominio del conocimiento lógico.

Ahora bien, como ya lo hemos expresado, dentro del pensamiento se distinguen dos elementos, el juicio y la interrogación. Pero, el juicio es el resultado de una pregunta y la pregunta, por su parte, resulta de juicios anteriores. De este modo, el pensamiento se compone de una serie de preguntas y respuestas que se encuentran conectadas estrechamente entre sí, que se suponen mutuamente y que surgen unas de otras de modo recíproco. Por lo tanto, estando implicados en el planteamiento de un problema muchos juicios anteriores y, puesto que el problema mismo conduce a la posibilidad de nuevos juicios, dicho planteamiento se encuentra sujeto, en general, a las mismas condiciones que se han establecido para el juicio. En las aporías se implica, así, la operación de las categorías, con idéntica fun

ción a la que desempeñan en el juicio; y, por lo tanto, en las aporías se presentan igualmente los distintos momentos categoriales. Además, en los problemas se representa también el desarrollo del conocimiento, tanto en sentido histórico como lógico, en su incansable tarea de determinar al universo. En consecuencia, las aporías se clasifican en los mismos tipos que hemos señalado para el juicio, correspondiendo a la progresión continua de su desenvolvimiento.

Pero, a pesar de las señaladas concordancias que existen entre el juicio y la aporía, en esta última pueden distinguirse ciertas características propias, que no se acusan con la misma significación en el juicio. En primer lugar, el planteamiento de un problema siempre toma en cuenta, de modo sintético, a los conocimientos adquiridos con anterioridad; pero, no se mantiene en el momento de su expresión, como es el caso en el juicio, sino que los proyecta en determinada dirección, en una tentativa por resolver las incógnitas que el propio desarrollo del conocimiento contiene. Por otra parte, en el problema se expresan, fundamentalmente, los resultados de la experimentación y del desarrollo teórico, que no se pueden explicar por completo con apoyo en los conocimientos anteriores; a diferencia del juicio, en el cual se exponen más bien las verificaciones obtenidas en la teoría y en la experiencia. Finalmente, del mismo modo que en el juicio se encuentran contenidos, implícitamente, múltiples problemas cuyo surgimiento responde precisamente a la judicación establecida; así también en la aporía se encuentran comprendidas algunas de las bases necesarias para la solución de los problemas que en ella se plantean.

En el curso histórico de la ciencia, algunos problemas han llegado a considerarse como insolubles; lo cual se ha tomado muchas veces como argumento para sostener una pretendida limitación de la ciencia en un sentido metafísico. Así, se han pretendido establecer dominios subtraídos de modo radical e insalvable a la investigación científica y, también, se han creído encontrar regiones pertenecientes al campo de la ciencia que, sin embargo, estuvieran absolutamente fuera del alcance del conocimiento. Pero, ha sido la propia historia de la ciencia quien se ha encargado de demostrar, una y otra vez y sin excepción, que ni existen problemas que sean radicalmente insolubles para ella ni, mucho menos, aspectos del universo que no -----

puedan llegar a ser enteramente cognoscibles y que, por último, hasta los dominios imaginados por la fantasía metafísica, si bien no pueden ser estudiados en una existencia objetiva e independiente de la conciencia humana, porque no la tienen, si en cambio llegan a ser perfectamente explicados por la ciencia, como producto de las condiciones sociales y psicológicas que los hacen surgir en la conciencia de sus sustentantes. Así, incluso los más famosos problemas pretendidamente insolubles, como la "cuadratura del círculo", el "movimiento continuo" y la "transmutación de los metales", han dejado de ser tales, en cuanto la ciencia ha avanzado lo suficiente para poderlos resolver. Porque, lo que ocurre en realidad es que, cuando un problema no ha podido ser resuelto en una época, éste se ha debido a su mal planteamiento; ya sea porque no se haya tomado en cuenta con exactitud las condiciones impuestas por la investigación ya lograda, o bien, porque haya hecho falta el conocimiento de otras condiciones previas, que sean indispensables para encontrar su solución. De este modo, la limitación de la ciencia no tiene otro sentido que el reconocimiento de las fronteras transitorias que le son impuestas por el nivel alcanzado por el conocimiento en un momento dado; pero estas fronteras son completamente salvables y relativas y, de hecho, están siendo traspuestas constantemente y en todos sentidos, por el avance de la investigación científica.

La posibilidad de los problemas científicos. En el correcto planteamiento del problema descansa, entonces, la posibilidad de su solución. En cada caso concreto, la a-porfa debe corresponder enteramente a las condiciones objetivas que la hayan hecho surgir. Pero, además, existen ciertas reglas generales que deben ser aplicadas y de cuya correcta interpretación depende el planteamiento válido del problema. Tales reglas se han extraído directamente del examen lógico de numerosos planteamientos efectuados por parte de los científicos, en los casos en que han tenido éxito al encontrar la solución. Dichas reglas son las siguientes:

1. Todo problema debe establecerse explícitamente.
2. Las tentativas de solución deben derivarse lógicamente del planteamiento establecido.
3. El planteamiento debe ser consistente en sí mismo, es -----

- decir, que no debe presentarse la posibilidad de que las conclusiones teóricas que de él se derivan, se encuentren en contradicción con los resultados ya obtenidos por la investigación experimental.
4. Toda condición que se establezca debe ser aplicable en la práctica; tanto el punto de partida como la estimación de los resultados deben involucrar solamente experimentos posibles.
 5. Todas las definiciones incluidas en el planteamiento, o implicadas por él, deben ser de tal naturaleza que permitan el reconocimiento de los procesos definidos, cuando éstos ocurran en la experiencia o en el desarrollo teórico, en los mismos términos de la definición.
 6. El planteamiento debe contener explícitamente la posibilidad de que las inferencias que se practiquen, resulten incorrectas al tratar de verificarlas en la experiencia, de tal manera que siempre sea posible modificar el planteamiento mismo en el sentido de los resultados experimentales.
 7. El planteamiento no debe negar a priori ninguna proposición empírica, sino que por lo contrario, debe permitir la inclusión de cualquier proposición empírica que se establezca con rigor, manteniéndose siempre dentro del margen de modificabilidad de la regla anterior.

Además, y en todo caso, cuando en el curso mismo de la investigación, el científico llega a advertir que las condiciones planteadas resultan insuficientes para la solución del problema, procede a modificar su planteamiento e incluso a transformarlo por completo. En la estricta aplicación de estas reglas se tiene, pues, una condición necesaria, aunque no suficiente, para poder arribar a una solución satisfactoria. (Nota 1).

2. La relación entre la aporía y el sistema.

La perspectiva problemática del sistema científico. Desde la manifestación más elemental del universo, en su existencia, éste se encuentra mostrado como una totalidad indisoluble. Y en esta totalidad, ningún proceso aparece aislado sino que, por lo contrario, se relaciona con todos y cada uno de los demás. Esta conexión recíproca

y universal es que la ciencia trata de expresar, primordialmente, por medio del sistema. En el sistema se encuentra, en consecuencia, la representación de la estructura del universo, tal como llega a ser determinado por el conocimiento. Pero, la propia existencia universal adopta una infinidad de formas, se manifiesta en múltiples y muy diversos aspectos y, además, nunca llega a mostrarse en su integridad. En consecuencia, y fundamentalmente como reflejo de estas características del universo, el sistema establecido por la ciencia se mantiene en una variación continua, dentro de la cual se modifican constantemente sus elementos integrantes y se agregan continuamente otros nuevos. Y, además, el sistema mismo siempre se encuentra inconcluso.

Por otra parte, el descubrimiento incesante de nuevos aspectos, en los cuáles se muestra la existencia del universo no menos que en los anteriores, se traduce en el planteamiento ininterrumpido de problemas también nuevos. El sistema de la ciencia se halla en un estado continuo de integración y de transformación; y es por medio de la solución encontrada a las aporías que se modifican los conocimientos anteriormente establecidos y que se extiende el dominio de la ciencia. En este sentido, el problema desempeña una función indispensable en la estructuración sistemática del conocimiento; es, por decirlo así, el operador que se aplica sin excepción al experimento y a la conclusión teórica y que, al propio tiempo, constituye su consecuencia inmediata.

En el sistema parece encontrarse concentrada toda la certeza del conocimiento, mientras que en el problema parece radicar principalmente la incertidumbre. Pero, a pesar de esta contradicción y, más bien por ella misma, la aporía y el sistema son fases complementarias en la investigación científica. En lugar de excluirse, sistema y problema se implican recíprocamente. Ellos son instrumentos inseparables en el trabajo de la ciencia. Son los factores, aparentemente incompatibles, en los cuáles descansa el desarrollo dialéctico del pensamiento. Porque, en último término, tanto el sistema como la aporía, corresponden en el pensamiento a las formas fundamentales en que el universo se manifiesta como existente. Por una parte, el universo se muestra como una trabazón inextricable y total, mientras que por otro lado y a la vez, se particulariza en procesos cambiantes, los cuáles plantean precisamente la necesidad de descubrir su conexión dentro del sistema del universo.

La conexión sistemática en el procedimiento pro-blemativo de la geometría. La manera como los problemas mismos quedan incorporados en calidad de elementos dentro del sistema, se ejemplifica de modo característico en el procedimiento de exposición sistemática que se sigue en la geometría. En los Elementos de Geometría de Euclides, después de la enunciación de las definiciones, de los postulados y de las nociones comunes, se inicia la exposición de los teoremas. Los teoremas euclidianos son de dos clases: constructivos y demostrativos, según los ha denominado Hilbert. En los teoremas constructivos se expresa explícitamente un problema a resolver, como por ejemplo en el teorema I.2, que dice: "En un punto dado construir una recta igual a otra recta dada" (Nota 2); o en el teorema I.31, que plantea: "Por un punto dado trazar una recta paralela a otra recta dada" (Nota 3). En cambio, en los teoremas demostrativos se establece sencillamente un juicio, como en el teorema I.15 que afirma: "Si dos rectas se cortan hacen ángulos opuestos por el vértice iguales" (Nota 4); o en el teorema I.18, que expresa: "En todo triángulo el lado mayor subtiende el ángulo mayor" (Nota 5).

En el primer caso, en los teoremas constructivos, se propone un problema de construcción geométrica, cuya solución constituye el primer paso en el desarrollo del teorema, señalando el procedimiento que deba seguirse para efectuar el trazo requerido. Pero, a continuación, se tiene la resolución de un nuevo problema, el de la demostración que justifique la construcción realizada. Este segundo problema implícito en el enunciado mismo del teorema y cuya solución es indispensable para poder incorporar al propio teorema como elemento del sistema de la geometría, es en el que radica fundamentalmente el interés científico, como justificación del conocimiento adquirido. En el caso de los teoremas demostrativos que, generalmente, no encierran ninguna dificultad constructiva, también aparece implicada la exigencia de su demostración, sólo que de modo mucho más explícito. La demostración es, por lo tanto, una operación inseparable del teorema y, por medio de ella, -----

(Nota 2): Euclides, Elementos de Geometría, México, Universidad Nacional de México, 1944.

p. 15.

(Nota 3): Euclides, op. cit., p. 77.

(Nota 4): Euclides, op. cit., p. 43.

(Nota 5): Euclides, op. cit., p. 49.

se obtiene la certeza de que el problema planteado forma parte del conocimiento geométrico. Los teoremas se encuentran identificados en esta su caracterización lógica general, por el hecho de que los teoremas constructivos incluyen un paso previo, el que se refiere a la ejecución del ~~trazo~~ pedido, no afecta en nada la importancia primordial de la secuela demostrativa; y, porque, en último término, los teoremas demostrativos también contienen ese paso previo, solo que ya se supone conocido el proceso de construcción geométrica y, por eso, no se hace referencia directa a ella.

En consecuencia, en la geometría encontramos de modo destacado y puesta al descubierto, la conexión sistemática que toda ciencia practica entre sus elementos problemáticos. Los teoremas, de la misma manera que las leyes científicas en general, no importa cuál sea el grado de la extensión de su cumplimiento, forman parte de la estructura de la ciencia, en cuanto a que han sido demostradas, es decir, en tanto que se ha podido resolver satisfactoriamente el problema que plantean. Por otra parte, como hipótesis problemáticas, los teoremas y las leyes constituyen uno de los instrumentos por excelencia de la investigación; complementándose y verificándose continuamente en el experimento, que es el otro instrumento indispensable. En el enunciado de los teoremas y en la secuela de su demostración -la cuál representa en forma abreviada el trabajo realizado en la investigación- queda incorporado al sistema el procedimiento problemático que sigue la ciencia. Por lo demás, es en el propio sistema en donde los problemas mismos encuentran su mutua conexión; de manera análoga y correspondiente a la relación recíproca en que los procesos se manifiestan en el seno del universo existente.

Capítulo Sexto

LA METODICA

1. Objeto y función de la metódica.

La operación metódica del conocimiento. "El hombre", decía Marx, "se distingue del topo en que, antes de construir, levanta los planos". (Nota 1). Para que el investigador pueda actuar con éxito, antes tiene que haber proyectado su trabajo. Pero, esto no quiere decir que sea el universo el que se comporte siguiendo el modelo esquemático que el hombre haya formado. Por lo contrario, el conocimiento no surge como una reflexión autónoma del pensamiento, ni es el espectador de sí mismo; sino que es, simple y llanamente, el reflejo de los procesos del universo y de sus modalidades de existencia relativamente permanentes, cuya función se representa, al ser determinada, en las categorías. Además, tal como lo afirmaba Marx, "no basta que el pensamiento pugne por abrirse paso en la realidad; es necesario que la realidad misma se esfuerce por abrirse paso en el pensamiento". (Nota 2). Y esto mismo lo confirma Einstein, cuando expresa que "el desarrollo histórico ha demostrado que, entre todas las construcciones teóricas imaginables, invariablemente existe una que es la que comprueba ser superior a todas las demás... (y) nadie que realmente tenga cultura científica puede negar que es el mundo de las percepciones el que determina al sistema teórico, de modo efectivo e inequívoco, aun cuando no siempre se ponga al descubierto el camino lógico que conduce a los fundamentos de la teoría". (Nota 3).

(Nota 1): Citado por Bloch, El pensamiento de Hegel, p. 387.

(Nota 2): Citado por Bloch, op. cit., p. 388.

(Nota 3): Discurso pronunciado por Einstein, en ocasión del sexagesimo aniversario de Max Planck, en 1918; citado por Weyl, "philosophy of Mathematics", p. 153.

La ciencia estructura los conocimientos adquiridos valiéndose de elementos lógicos; pero hasta la imaginación científica se encuentra regida por métodos rigurosos, en los cuáles se acusa la sujeción de las posibilidades formuladas, a su confirmación en la experiencia y en el experimento. El método es, el procedimiento o el plan que sigue el investigador en el descubrimiento de los nuevos aspectos mostrados por los procesos del universo y en la penetración más profunda que en ellos se practica. Pero el método mismo es también un resultado de la investigación, es un producto de la experiencia acumulada a lo largo de los pacientes esfuerzos realizados por el hombre en su desenvolvimiento histórico. No se trata pues, en modo alguno, de ninguna especie de instrumento apriorístico que sirviera como amuleto mágico para hacer surgir, a su conjuero, al universo existente. Por lo contrario, el método es un conocimiento logrado en forma análoga a los otros conocimientos y como consecuencia de ellos y, por lo tanto, también se caracteriza por la particularidad de ser susceptible de modificarse y, de hecho, se transforma continuamente en el avance de la investigación.

Sin embargo, el método se distingue de los otros conocimientos adquiridos, en la función peculiar que desempeña en la investigación. Porque el método es, a la vez, el conocimiento y la aplicación de las leyes que rigen el trabajo científico. El dominio del método es, así, el proceso que se sigue en la adquisición del conocimiento. Pero, del mismo modo que el conocimiento científico en general representa, en último término, la expresión del dominio del hombre sobre la naturaleza y de que conduce, prácticamente, a la sujeción de la propia naturaleza al hombre, con la superación de la técnica; así también, en el método se expresa el dominio sobre el conocimiento que conduce, en la práctica, al desarrollo del conocimiento mismo, con el perfeccionamiento de los instrumentos de investigación. No obstante, la distinción entre el conocimiento y el método exhibe su carácter relativo en el hecho de que los propios conceptos llegan a convertirse en otros tantos instrumentos metodológicos y, aún, disciplinas enteras llegan a servir como métodos de investigación, tal como ocurre en el caso de la matemática.

L o s o p e r a d o r e s m e t ó d i c o s .
Dentro de la metódica quedan incluidos todos los procedimientos que se aplican en la obtención y en la constitución del conocimiento. De este modo, forman parte de ellas los métodos generales, las caracterizaciones específicas que éstos adquieren en cada uno de los dominios científicos, las operaciones investigadoras, las secuencias demostrativas y las técnicas de experimentación. Los instrumentos y aparatos de laboratorio, son elementos imprescindibles en el desarrollo metódico de la investigación, que se encuentran relacionados directamente con los procedimientos del trabajo científico. Entre ellos se ejerce, además, una acción recíproca indudable, puesto que el perfeccionamiento de los instrumentos redundan en el desenvolvimiento de las técnicas empleadas; las cuáles, a su vez, se traducen en nuevos adelantos que se aplican en el diseño y a la fabricación de los aparatos, lo cual nuevamente produce el avance de los métodos y, a sí, sucesivamente.

Ahora bien, los operadores metódicos se encuentran sujetos, como las categorías, a una determinación específica dentro de cada ciencia. Ni los procedimientos de investigación, ni las técnicas de experimentación, ni los desarrollos demostrativos, son idénticos en cada uno de los dominios científicos. No obstante, sus características generales se mantienen en todas y cada una de sus determinaciones particulares, siendo ellas las que forman parte del campo de la lógica general. Además, como ya lo hemos advertido, los métodos no tienen nada de estático, ni son definitivos, sino que se encuentran en un desenvolvimiento histórico y sistemático continuo. Y este desarrollo lo adquieren, justamente, en la operación del trabajo de la ciencia, al cuál sirven de plan y de instrumento.

C a r a c t e r i z a c i ó n d e l o s m é t o d o s . Para servir como instrumento en la determinación científica, los métodos tienen que representar, en cierto modo, las propiedades generales del universo. En consecuencia y correspondiendo al perpetuo desarrollo de las contradicciones y de la acción recíproca universal, que se manifiesta en el movimiento y en el cambio incessantes, los métodos son eminentemente dialécticos. Por otra parte, en concordancia con la vinculación indisoluble que existe entre los procesos del universo, los métodos del conocimiento toman en cuenta las -----

conexiones entre el proceso estudiado y los otros que le condicionan recíprocamente. Además, los métodos establecen el examen de los procesos en su desarrollo y en su transformación, de acuerdo con las modificaciones y con la constante inestabilidad que exhiben en el universo, desde su surgimiento en otros procesos hasta su desaparición en otros nuevos. Por otro lado, los instrumentos lógicos de investigación plantean el examen de los procesos en su desarrollo histórico, como una sucesión ininterrumpida de mutaciones cuantitativas que dan lugar a cambios cualitativos, y viceversa; y no como ciclos de repeticiones constantes, que nunca se presentan en el universo. Finalmente, los métodos no establecen un camino recto e inmutable, sino que, por lo contrario, tratan de comprender el desenvolvimiento inarmónico de los procesos, descubriendo las contradicciones inherentes a su naturaleza misma, lo cuál hace que la propia tarea investigadora se vea compelida a seguir una trayectoria quebrada y llena de obstáculos, que sólo puede salvar al superarlos dialécticamente. (Nota 4).

Ahora bien, la determinación de los métodos no se ha encontrado nunca, ni puede encontrarse, al margen del desarrollo histórico de la ciencia y de la filosofía. -- Por consiguiente, en su determinación se acusan siempre las principales características que definen a la ciencia y a la filosofía en los distintos momentos de su desenvolvimiento. Así, los tres grandes métodos que han llegado a formularse definitivamente en la historia de la lógica, el deductivo, el inductivo y el dialéctico, han correspondido enteramente al nivel alcanzado por el desarrollo del conocimiento científico y de su reflexión lógica, en la época en que fueron formulados. Pero, debe tenerse en cuenta que nos estamos refiriendo a su formulación, esto es, a su exposición sistemática más o menos lograda, al momento en que llegaba a adquirirse conciencia lógica de ellos en forma definida. Porque, en realidad, cuando Aristóteles expuso por primera vez la teoría de la deducción, también se utilizaba ya, si bien de modo rudimentario, la inducción y la dialéctica; y, de hecho, en la propia exposición aristotélica se encuentran numerosos atisbos bas-----

(Nota 4): Jose Stalin, Sobre el materialismo dialéctico y el materialismo histórico; en "Cuestiones del leninismo", México, Ediciones Sociales. 1941. p. 635-66.

tante definidos de la inducción y de la dialéctica. Y lo mismo ocurre en el caso de la inducción, ya que la ciencia del renacimiento aplica una dialéctica todavía no -- bien desarrollada y puesto que el tratado de Francisco Bacon también contiene rasgos dialécticos bien marcados.

Pero, como sucede en todo conocimiento, la constitución sistemática de los nuevos métodos no ha significado el derrumbe completo de los anteriores. Lo que ha motivado es su constreñimiento a condiciones definidas que anteriormente habían pasado inadvertidas y, sobre todo, su reestructuración de acuerdo con el nuevo plan metódico. -- La deducción no fué abandonada, ni pudo serlo, con la introducción lógica del método inductivo. Solamente se redujo su dominio, del campo universal que se les adscribía a los límites que entonces llegaron a descubrirse para ella y, por lo demás, se modificó convenientemente haciendo resaltar su carácter inductivo, para quedar incorporada como parte de la nueva teoría. De manera análoga, la formulación metódica de la dialéctica no ha venido a constituir el abandono absoluto de la inducción, ni tampoco de la deducción. Por lo contrario, el poder establecer los términos condicionales dentro de los cuáles tienen cumplimiento, la dialéctica ha incorporado en su seno tanto a la deducción como a la inducción y, al propio tiempo, ha puesto al descubierto el aspecto dialéctico -- que ellas contienen.

La función metódica de la lógica. Como consecuencia de la función -- que desempeña la metódica en el proceso de la investigación científica, constituye indudablemente la parte más importante de la lógica. Porque el objetivo fundamental de la lógica se encuentra en descubrir el modo como la ciencia se hace; y esta actividad científica es la que se rige por las leyes del método científico. Solo que estas leyes no son nada extraño que se imponga exteriormente a la indagación de la ciencia, puesto que no solo se extraen directamente del proceso mismo sino que, además, son, en último término y ante todo, generalizaciones concretas de la propia actividad investigadora. En el método se expresa, así, el producto más acabado que la lógica elabora y, a la vez, su culminación sistemática. Y, -- por lo tanto, como fruto maduro de la investigación teórica, el método es la consecuencia técnica, esto -----

es, eminentemente práctica, que la lógica obtiene de la ciencia y que ésta utiliza, a su vez, en su actividad.

No obstante, a pesar del relevante papel que ocupa la metódica en el sistema lógico, no por eso puede prescindirse de las otras funciones elementales; porque ellas constituyen un fundamento indispensable en todo el desarrollo de la teoría del método. Además, porque, de la misma manera que juicio y concepto forman una relación indisoluble, de que se condicionan entre sí y de que uno surge del otro de modo recíproco; así también, entre el método y el concepto y entre el juicio y el método, se tiene una conexión enteramente semejante. Por otra parte, en la metódica no solamente se implica al concepto y al juicio, sino que en ella es donde encuentran su mejor expresión, al constituirlos como elementos en pleno desarrollo. Por esto es que, al afirmar que la metódica es la parte más importante de la lógica, se está señalando justamente que es en el método en donde se encuentra comprendida, sintéticamente, la operación lógica entera.

2. Desarrollo histórico de la metódica.

La correspondencia entre la filosofía y la ciencia. Ya hemos expuesto cómo la metódica no puede substraerse al desenvolvimiento histórico de la ciencia y de la filosofía; puesto que su propio desarrollo se encuentra determinado, en todo y por todo, por el avance de la investigación. En efecto, entre la filosofía y la ciencia se tiene una correspondencia recíproca que, en el caso de la lógica, se acusa en forma prominente. En general, entre el nivel alcanzado por la investigación científica y el nivel logrado por la indagación lógica, no llega a existir una diferencia apreciable; y, entre ellas, se tiene siempre una interrelación biúnívoca. Los avances científicos se traducen pronto en nuevos conocimientos lógicos e, igualmente, los desarrollos lógicos producen a corto plazo nuevos descubrimientos científicos. Sin embargo, entre el desenvolvimiento científico y el lógico existe también una relativa independencia, de tal modo que, y sobre todo en las épocas en que se presenta una revolución del conocimiento, la lógica ha sido capaz de llegar

por su cuenta y en forma simultánea, a conclusiones enteramente coincidentes con las de la ciencia. En todo esto, por lo demás, no se tiene otra cosa que la demostración clara de que la ciencia y la filosofía, como productos de la cultura humana, coinciden también en ser el resultado innegable de las condiciones existentes en la sociedad en que se forman.

La comprobación de la estrecha conexión que existe entre la lógica y la ciencia, la tenemos en la historia del conocimiento. Las épocas en que la investigación lógica ha podido expresar los diferentes métodos científicos, dentro de una teoría establecida sistemáticamente, son las mismas en que la ciencia ha llegado a exponer definitivamente, y en forma revolucionaria, sus concepciones radicalmente distintas a las anteriores y con arreglo a los métodos nuevos. La lógica deductiva de Aristóteles tiene su aplicación consumada en la geometría de Euclides y, en rigor, corresponde a los mismos antecedentes cognoscitivos. Por otra parte, la lógica inductiva de Bacon encuentra su realización contemporánea y fecunda en la mecánica de Galileo y es, al mismo tiempo, un resultado de la misma transformación del conocimiento que se opera en la época renacentista. Por último, en la lógica dialéctica de Hegel está contenido el método seguido por Marx en la investigación de su economía y, con certeza, es también un producto de la misma revolución científica cuyas consecuencias son las que se desarrollan en el presente.

Las coincidencias entre la lógica de Aristóteles y la geometría de Euclides. El cuadro sistemático de enlaces rigurosos que ofrecen los Elementos de Euclides, representa la aplicación fecunda de la exposición de los Analíticos de Aristóteles. Ambos textos han perdurado por siglos, considerados en un nivel de perfección irreprochable, de modo que no se creía posible superar. Por ellos, la antigüedad siguió modelando durante mucho tiempo al pensamiento subsiguiente. En sentido estricto, las enseñanzas que se desprenden de los libros de Euclides tienen un carácter mucho más lógico que geométrico, propiamente. Porque como dice Leibniz, en ellos "...la fuerza de la demos -----

tracción es independiente de la figura dibujada, que no utiliza más que para facilitar la comprensión de lo que se quiere decir y para fijar la atención; son las proposiciones universales, es decir, las definiciones, los axiomas y los teoremas ya demostrados, los que hacen el razonamiento y lo contendrán aún cuando la figura no existiera". (Nota 5). Esto es, que Euclides llegó a estructurar el esquema lógico de la geometría de manera tal, que lo hizo independiente de una representación gráfica cualquiera, al haberlo que comprendiera a la vez a todas ellas. De otro modo, que partiendo de las relaciones existentes entre elementos particulares, e introduciendo la variabilidad de éstos, pudo generalizar sus relaciones extendiéndolas a la totalidad de los elementos del conjunto. (Nota 6).

En cierto sentido, "...las maneras de argumentar que Euclides establece y explica al hablar de las proposiciones, son una extensión o promoción particular de la lógica general (es decir, de la aristotélica)...". (Nota 7). Sin embargo, a pesar de que los Elementos -- fueron escritos con posterioridad a los Analíticos o s de Aristóteles y de que lógicamente los suponen, es indudable que en la obra de Euclides se utilizan también los trabajos de las generaciones que precedieron a Aristóteles; y, no únicamente en lo que se refiere a sus descubrimientos científicos, sino igualmente en los que respecta a los resultados de sus investigaciones metodológicas y demostrativas. Además, en los escritos aristotélicos se encuentran textos o alusiones que señalan las concepciones sistemáticas de los matemáticos anteriores, por los cuáles se llega a la conclusión de que la geometría euclideana constituye la mejor expresión de una teoría científica que se había venido desarrollando y que entonces alcanzaba su madurez. Por consiguiente, entre la lógica aristotélica y la geometría de Euclides se tiene una coincidencia recíproca, en la cuál se pone de manifiesto la vinculación y la consecuencia de ambas con respecto al mismo desenvolvimiento histórico. Y, por lo tanto, la lógica de Aristóteles y la geometría euclideana

(Nota 5): Nuevos Ensayos, Libro IV, capítulo I, párrafo 9; citado por Leon Brunschvicg, Las etapas de la filosofía -- matemática, Buenos Aires, Editorial Lautaro, 1945, p. 109.

(Nota 6): Brunschvicg, op. cit., p. 109-10.

(Nota 7): Leibniz, Nuevos Ensayos, Libro IV, capítulo II, párrafo 9; citado por Brunschvicg, -- op. cit., p. 110.

se esclarecen mutuamente, sin que pueda decirse estrictamente que la que es cronológicamente posterior, procede necesariamente, en sentido lógico, de la primera. (Nota 8).

La conexión entre la lógica de Bacon y la mecánica de Galileo. A pesar de todas las insuficiencias y de las concepciones erróneas que -- pueden advertirse en el *Novum Organon Scientiarum*, es indudable que Bacon es quien expone por primera vez, dentro del dominio filosófico y en forma sistemática y explícita, el método de la inducción lógica. En su obra, Bacon fundamenta al procedimiento científico de investigación, de modo prominente, en la experiencia. El principio mismo de su concepción filosófica lo encuentra en la práctica, en el logro del dominio humano sobre las fuerzas de la naturaleza, por medio del descubrimiento y de la invención científicas. La inducción constituye, para Bacon, el instrumento metódico que se utiliza en la manipulación de los hechos; siendo el proceso por el cual se ordenan los datos de la observación y de la experiencia, que sirven de apoyo a la ciencia entera. Es por medio de la inducción, en suma, que resulta posible generalizar, partiendo de los enlaces entre los hechos, hasta llegar a encontrar las relaciones universales, que sirven tanto para explicar los hechos de que se parte, como también otros muchos más. (Nota 9).

Sin embargo, es Galileo quien viene no solo a exponer, sino a operar por vez primera, de modo definido y con gran seguridad, con el método inductivo. Como fundador de la ~~meccanica~~ ~~ciencia~~ y, con ella, de la ciencia moderna en su más claro sentido, Galileo establece al mismo tiempo y en la forma más explícita, la teoría y la práctica de la inducción lógica. Adelantándose a Bacon y a Descartes, puede decirse que Galileo supera, a pesar de la prioridad cronológica de su trabajo, tanto el empirismo exagerado del primero, co-----

(Nota 8): Brunschvicg, *Las etapas de la filosofía matemática*, p.110.

(Nota 9): Bertrand Russell, *A history of philosophy*, New York, Simon and Schuster, 1945, p. 541-5; y, también Wilhelm Windelband, *La filosofía del renacimiento*, México, Antigua Librería Robredo, 1943, p. 105-8.

mo el racionalismo unilateral del segundo. Con en desarrollo, en principio y en la práctica, del método experimental, Galileo establece las bases fundamentales de la revolución científica, avanzando al mismo en su desenvolvimiento, en forma considerable. (Nota 10). Considera al experimento como una intervención planeada en los procesos del universo, para aislar sus formas elementales y medirlas y, entonces, poder esclarecerlas en su conjugación. Y es por medio de la matemática que se expresan tanto la medida como las relaciones entre esas formas elementales; constituyendo, así, a la matemática, en un instrumento metódico para la investigación física. (Nota 11). Por lo tanto, Galileo representa en punto crucial en que se opera la transformación a que se refiere Brunschvicg, de la ciencia antigua, como "estudio cualitativo de la cantidad", a la ciencia moderna, cuyo principio es "el estudio cuantitativo de las cualidades". (Nota 12).

En el caso de la inducción no se tiene un paralelismo simétrico como el que puede establecerse entre Euclides y Aristóteles, con respecto a la deducción. Pero, es indudable que también aquí nos encontramos ante dos resultados que corresponden enteramente a un nivel común, dentro de un mismo desarrollo histórico del conocimiento. Es cierto que, aún en el rigor lógico de la fundamentación, el desarrollo galileano del método inductivo supe- rra a la expresión que Bacon le imparte. Además, y esto es de enorme importancia, que mientras Bacon falla lamentablemente en los escasos intentos que emprende por aplicar el método, en cambio Galileo lo maneja magistralmente y lo conduce a resultados grandiosos. Pero, en todo caso, lo que ocurre es que nos encontramos ante un hecho que desde entonces se ha repetido con frecuencia en la historia, el de que los científicos lleguen a descubrir y a desenvolver por cuenta propia sus instrumentos metódicos, en tanto que los lógicos pierden en esas ocasiones el contacto directo con el proceso de investigación científica.

(Nota 10): Teófilo Isnardi, en el prólogo a la edición española de los Diálogos acerca de dos nuevas ciencias, Buenos Aires, Editorial Losada, 1945, p. 7-8.

(Nota 11): Windelband, La filosofía del renacimiento, p. 113.

(Nota 12): Brunschvicg, Las etapas de la filosofía matemática, p. 122.

Los puntos de contacto entre la lógica de Hegel y la economía de Marx. En rigor, la dialéctica es más antigua que la lógica formal. El desarrollo progresivo del pensamiento a través de manifestaciones contrapuestas, tiene su antepasado directo en Heráclito, su maestro en Platón y su representante moderno en Leibniz. Pero, en donde adquiere su expresión completa es en la Ciencia de la Lógica de Hegel "Quien postula", dice (Nota 13), "que no existe nada que lleve dentro de sí la contradicción, como la identidad de los contrarios, postula, al mismo tiempo, que no existe nada vivo. Pues la fuerza de la vida y, más aún, el poder del espíritu, consiste precisamente en llevar dentro de sí la contradicción, en soportarla y superarla. Este poner y quitar de la contradicción de unidad ideal y disgregación real de los términos, forma el proceso constante de la vida, y la vida no es más que como proceso". En consecuencia, el conocimiento "no es una moneda acuñada que pueda darse y recibirse sin más", (Nota 14), sino que entraña su propio desarrollo dialéctico. Porque la dialéctica es, al mismo tiempo, el órgano de la experiencia, por el cual el contenido del universo adquiere la experiencia de sí mismo. (Nota 15). Por lo tanto, "Lo dialéctico es... el alma motriz del desarrollo científico y el principio sin el cual no existiría una conexión y una necesidad immanentes en el contenido de la ciencia". (Nota 16).

Esta ley de la evolución dialéctica se verifica incluso en el destino histórico del sistema hegeliano; por que, como lo comprendió ya Marx de joven, "es la razón misma de la cosa la que tiene que desarrollarse como algo contradictorio consigo mismo y encontrar dentro de sí misma su unidad". (Nota 17). La aplicación consecuente de las categorías de Hegel en el mundo social, conduce a Marx a entrar en conflicto con este mundo. Su crítica dialéctico-materialista -----

-
- (Nota 13): Citado por Bloch, El Pensamiento de Hegel, p. 126.
(Nota 14): Hegel; citado por Bloch, op. cit. p. 95.
(Nota 15): Bloch, op. cit., p. 96.
(Nota 16): Hegel, Enciclopedia, p. 74.
(Nota 17): Citado por Bloch, op. cit., p. 96.

ta supera toda la "urdidumbre cerebral" del idealismo -- absoluto de la dialéctica hegeliana y lo lleva al terreno de lo existente. Marx toma de Hegel el proceso dialéctico para poder al descubierto a la dialéctica como forma fundamental de la existencia del universo. La dialéctica deja de ser simplemente el método empleado para elaborar la historia, convirtiéndose en la historia misma. "Mi método dialéctico", dice Marx (Nota 18), "no sólo es fundamentalmente distinto del método de Hegel, sino que es precisamente su opuesto. Para Hegel, el proceso del pensamiento, al que transforma incluso en sujeto con vida propia, bajo el nombre de idea, es el que crea la realidad, la cuál es solamente su manifestación externa. Para mí, por lo contrario, la idea no es otra cosa que la materia, traspuesta e interpretada en la cabeza del hombre". En estas condiciones es como se estudian en El Capital los procesos de producción y de distribución que se operan en la sociedad.

Toda la obra de Marx se desprende, como consecuencia directa, de su XI Tesis sobre Feuerbach: "Los filósofos no han hecho más que interpretar de diversos modos el mundo, pero de lo que se trata es de transformarlo". (Nota 19). Por ésto es que su interés científico lo concentra en la economía, desarrollándola por primera vez en forma sistemática, para llegar a demostrar "que la sociedad actual no es algo pétreo o incommovible, sino un organismo transformable y sujeto a un proceso de transformación constante". (Nota 20). Por lo tanto, en Marx tenemos el primer desarrollo consciente y enteramente consecuente de la teoría y de la práctica del método dialéctico en la investigación científica. Pero, también tenemos otra cosa mucho más importante, el haber logrado demostrar que el universo mismo es dialéctico y, por consiguiente, que la dialéctica del pensamiento no es más que la reflexión racional de las formas del movimiento de la naturaleza y de la sociedad. Es cierto que tanto Hegel como Marx son productos del desarrollo

(Nota 18): El Capital, Buenos Aires, Biblioteca Nueva, 1946, p. 17.

(Nota 19): Las tesis están incluidas en la edición ya citada de la obra de F. Engels, Ludwig Feuerbach y el fin de la filosofía clásica alemana, p. 52.

(Nota 20): Marx, El Capital, p. 11-2.

histórico en una misma dirección y que, además, el segundo es un discípulo del primero. Solo que, como resultado de la misma evolución dialéctica, Marx supera definitivamente a su maestro, precisamente porque constituye su negación contradictoria.

3. Las formas metódicas y sus relaciones.

Estructura lógica de las teorías metódicas. Hemos dejado esclarecido que los métodos son los instrumentos empleados en la investigación para descubrir las conexiones de los procesos universales y, por lo tanto, que ellos conducen a la formación de las teorías científicas. Pero, al igual que todo conocimiento, el método mismo posee una estructura teórica, la cuál se forma por un procedimiento semejante al que sirve para la construcción de las teorías de la ciencia en general. Las teorías del método tienen, en consecuencia, la misma armazón lógica, que se acusa en las otras disciplinas y, en su formación, rigen también los mismos principios que se aplican en las ciencias naturales y en las sociales. Estos principios generales son las categorías específicas que tienen cumplimiento en la formación metódica de las teorías, incluyendo a las teorías de los métodos mismos. Los principios más importantes que se atienden en dicha formación, son: el de simplicidad, el de regularidad y el de continuidad.

Por simplicidad se entiende el adoptar la explicación más simple, entre todas las posibles que comprenden los resultados experimentales; es decir, el preferir, en su caso, la solución matemática más sencilla para describir la evolución de los procesos. Si se tiene, por ejemplo, una colección de 20 parejas de valores (x, y) correspondientes a una serie de observaciones acerca de dos procesos y, al representarla gráficamente o al indagar su ecuación matemática, se observa que los puntos correspondientes a dichos valores forman una línea recta, dentro de los límites de error aceptados, entonces se concluye que la función $y = f(x)$, que liga los valores respectivos, es una función lineal de la forma $y = ax + b$ por la cuál se expresa la ley natural que conecta a los procesos entre sí. Esta conclusión es la más simple, puesto que la relación en -----

tre las 20 parejas de valores también podría ser expresada por medio de funciones más complicadas. Al formular matemáticamente la conexión, es posible efectuar interpolaciones y extrapolaciones a los valores efectivamente observados (Nota 21). Al sujetarse a la verificación experimental, es posible que se registren ciertas variaciones a la ley establecida, pero éstas deben considerarse como desaciertos casuales, a menos que llegue a probarse objetivamente lo contrario. (Nota 22). Pero, si la conclusión fué establecida correctamente, lo corriente es encontrar la confirmación experimental de la ley, cuando se amplía el número de datos con la realización de nuevas observaciones. Y, todavía más, en muchos casos, la validez de la ley se incrementa con el aumento en el número de experimentos y con la exactitud de las medidas; como ha ocurrido, por ejemplo, en el caso de la geometría euclidea, ya que las mediciones geodésicas y astronómicas de precisión, han demostrado que su validez es mayor que la que pudo haberse concluido de las experiencias que condujeron a su formulación. (Nota 23). Esta simplicidad matemática no entraña, sin embargo, ninguna creencia en una simplicidad de la naturaleza, ni tiene nada que ver con la llamada "economía" del pensamiento.

Por otra parte, la simplicidad también se refiere a la condición de que los postulados iniciales, cuya introducción es inevitable cuando se expresan los hechos experimentales en lenguaje lógico o matemático, deben ser en el número menor que sea posible. Y, sobre todo, a que no se debe introducir un postulado para cada nuevo resultado experimental; evitándose siempre las hipótesis exclusivas para un solo resultado. Porque, siendo el objeto de una teoría el poder deducir lógicamente las implicaciones de un conjunto dado de postulados, si se agregan otras hipótesis elementales en el desarrollo de la deducción, entonces resulta imposible el extrapolar la teoría en ningún sentido, ni tampoco se puede practicar una interpolación estricta. Además, las teorías que contienen hipótesis exclu

(Nota 21): Weyl, Philosophy of mathematics, p. 156.
(Nota 22): Jeffreys, Theory of probability, p. 345.
(Nota 23): Weyl, op. cit., p. 156.

sivas son, en rigor, enteramente inservibles, ya que siempre se tiene con ellas la posibilidad de seguir introduciendo constantemente postulados correctivos, hasta el extremo de disponer de una hipótesis distinta para cada resultado experimental. Ahora que, justamente cuando se advierte la necesidad de incluir un nuevo postulado fundamental, en una teoría correctamente establecida, con objeto de explicar ciertos resultados de la observación experimental, entonces ha llegado el momento de formular una nueva teoría, porque la anterior ha caducado. En los dos aspectos expresados, la simplicidad es una condición imprescindible para la formación de toda teoría científica. (Nota 24).

En estrecha conexión con el principio de la simplicidad, se tiene la categoría de la regularidad. Se entiende por ella la consideración de que los procesos universales se rigen, aproximadamente, por las leyes en que el conocimiento los expresa. En esta condición se apoya la posibilidad de generalizar la conexión observada para un número finito de resultados experimentales, al conjunto infinito de procesos de la misma clase. Esto es, que en la postulación de la regularidad se encuentra comprendida la posibilidad de encontrar la ley del comportamiento de una clase de procesos, con base en la observación de uno de los intervalos finitos en que se manifiesta. Así, en el ejemplo puesto anteriormente para la simplicidad, la conexión establecida para las 20 parejas de valores observados, se extiende a la clase entera de procesos iguales, aún cuando no se haya experimentado con todos ellos; esto último, por lo demás, nunca es posible, ya que cualquier clase de procesos del universo está compuesta siempre de un número infinito de elementos. Ahora bien, la obtención de resultados experimentales acerca de los mismos procesos, en los cuales no se cumpla la conexión establecida, no constituye una violación al principio de regularidad; sino que indica simplemente la necesidad de transformar la función primitiva, estableciendo otra nueva que comprenda también a los resultados experimentales nuevos. Como puede verse, la regularidad es una condición indispensable, en la cual descansa la propia posibilidad de la formación de las teorías de la ciencia.

(Nota 24): D'Abro, The decline of mechanism, p. 32-5.

Finalmente, en el principio de continuidad se expresa la imposibilidad de efectuar una división radical dentro de un continuo uniforme. Desde luego, el propio universo es, por sí mismo, el continuo universal. Pero, además, todas y cada una de las partes que el conocimiento distingue en el universo, determinándolas, es también un continuo; y todos estos continuos se encuentran, a su vez, en recíproca relación de continuidad. (Nota 25). Por ésto, como dice Leibniz, "la ley que rige el reposo de los cuerpos es, por decirlo así, solamente un caso particular de la ley general del movimiento; la ley de la igualdad, caso específico de la ley de la desigualdad; y la ley de lo rectilíneo, una sub-especie de la ley de lo curvilíneo". (Nota 26). De este modo, cuando Galileo llega a establecer la ley de la caída de los cuerpos, observando su descenso en un plano inclinado, e en realidad determina también la ley del movimiento inercial, como caso límite del movimiento de caída; aún cuando no haya sido él, sino Newton, quien logró advertir explícitamente esta relación de continuidad. (Nota 27). Es, por lo tanto, por medio de la continuidad que es posible, por una parte, la introducción de postulados nuevos y la transformación de los ya establecidos, cuando así lo exige la explicación de los resultados experimentales; y, al mismo tiempo, la continuidad permite también, por otro lado, la conexión entre las diversas teorías, como partes del continuo indisoluble del conocimiento que, a su vez, refleja al continuo inseparable del universo.

Las clases de métodos. - En rigor, el método de la ciencia es único y sus diferencias no señalan más que otras tantas etapas de su desarrollo, en recíproca acción con el progreso del conocimiento. El hecho de que en el universo todo se encuentre entrelazado en un conjunto inseparable, haciendo que la materia en movimiento en todas sus manifestaciones - la gravitación, las fuerzas del campo electromagnético, las funciones de los organismos vivos, las relaciones económicas - se encuentre en una

(Nota 25): Weyl, Philosophy of mathematics, p. 160.

(Nota 26): initia rerum Mathematicarum metaphysica, Mathematica, p. 25; cit. S ch r i f t e n, VII, p. 25; cit. S c h r i f t e n, VII, p. 25; citado por Weyl, op. cit., p. 161.

(Nota 27): Weyl, op. cit., p. 161.

conexión indisoluble; sirve de fundamento incommovible a la consideración de la unidad del universo y, con ella, a la unidad del método científico. Es cierto que la física no es un simple modelo de la matemática, ni la biología es una química aplicada, ni tampoco la economía es una mera extensión de los procesos biológicos, del mismo modo que la historia no consiste exclusivamente en el desenvolvimiento económico de la sociedad; sino que cada una de estas disciplinas se distingue definitivamente de las otras, tanto por su dominio propio, como por las leyes que le son peculiares. Pero, con todo, la investigación científica en todos los campos del conocimiento, se practica con arreglo a los mismos instrumentos metódicos generales. Y las diferencias que se aprecian entre el método de la física y el de la historia, o entre las formas metódicas típicas de la biología y las de la economía, no son sino las diferencias específicas que se manifiestan en la particularización del método, siempre uno y el mismo, de acuerdo con el dominio de que se trate y conforme a las leyes del mismo dominio. (Nota 28).

Sin embargo, en el proceso de descubrimiento y de invención de la ciencia, pueden distinguirse tres etapas, la investigación propiamente dicha, la de sistematización y la de exposición. Y, en correspondencia con ellas, tienen que distinguirse tres clases principales de métodos: el de investigación, el de sistematización y el de exposición. "La investigación tiene que apropiarse la materia en detalle, analizar sus formas diversas de desarrollo y descubrir su vínculo íntimo". (Nota 29). En la sistematización, se encuentra la conexión que guarda el nuevo conocimiento adquirido con los otros, por la cuál se le incorpora a la estructura científica y, llegado el caso, las transformaciones que se hagan necesarias en la estructura anterior, se harán de acuerdo con el nuevo resultado de la investigación. Sólo después de realizado este trabajo, es que el movimiento existente, tal como ha sido determinado, puede ser expuesto en forma convincente. Cuando ésto se logra, se tiene una imagen ideal, en la cuál se expresa la existencia material del universo. Entonces, y sólo entonces, es que "puede parecer que se trata de u -----

(Nota 28): Weyl, Philosophy of mathematics, p. 214-5.
(Nota 29): Marx, El Capital, p. 17.

na construcción a priori" (Nota 30); esto es, cuando puede parecer plausible la inversión idealista del proceso del conocimiento, haciendo que "el hijo sea quien engendre al padre".

Por otra parte, el desarrollo histórico de la teoría del método ha señalado significativamente las tres etapas principales a que ya hemos hecho referencia: La deducción, la inducción y la dialéctica. Como lo ha puesto de manifiesto la ciencia contemporánea de modo incontrovertible, la dialéctica no solo es el fundamento de la actividad metódica, sino que se identifica en todo y por todo con el conocimiento mismo, en correspondencia con la propia existencia dialéctica del universo. En consecuencia, y tal como lo pondremos a descubierto más adelante, la inducción y la deducción son únicamente casos particulares e insuficientes del método dialéctico; en los cuáles, no obstante, éste se encuentra contenido de modo implícito. Pero, a la vez, la inducción y la deducción constituyen momentos necesarios en el proceso dialéctico del conocimiento, aún cuando nunca sean suficientes por sí solos. La deducción y la inducción han quedado incorporadas, así, a la dialéctica; una vez que se les sujetó a las transformaciones que se hicieron necesarias para poder exhibir en ellas sus aspectos dialécticos. Y, en este sentido es que serán expuestas después. Por lo tanto, el tratamiento del método ha quedado dividido en tres partes: Teoría de la deducción, teoría de la inducción y teoría de la dialéctica; correspondiendo por un lado, a su desarrollo histórico y, por otra parte, y sobre todo, por exigencias de exposición. De este modo, comenzaremos con el estudio de los elementos del método, para irnos adentrando hasta sus relaciones y sus operaciones más complejas, pero, al mismo tiempo, más fundamentales.

Capítulo Séptimo

TEORIA DE LA DEDUCCION

1. Los principios de la conexión.

I d e n t i d a d y d i v e r s i d a d .
El principio de identidad, en el sentido metafísico, se expresa diciendo que "todo objeto es idéntico a sí mismo" y, como tal, se pretende aplicar a la operación judicativa. Por una parte, se considera que "todo concepto, en cada proceso lógico, debe mantenerse idéntico a sí mismo". Por otro lado, se le constituye en criterio de verdad, señalando que a la identidad parcial entre el concepto-sujeto y el concepto-predicado corresponde necesariamente la verdad del juicio. De este modo, se manifiesta nuevamente una imagen petrificada del conocimiento; en la cual, lo establecido de una manera y en una forma determinada, se mantiene como tal de una vez y para siempre, sin que sea posible considerar variación alguna, porque ella constituiría una negación de su identidad, independientemente de la menor o mayor magnitud de esa variación. Al mismo tiempo, las relaciones judicativas en las cuales se enlazaran estos conceptos, eternamente idénticos a sí mismos, no serán otra cosa que juegos triviales, por medio de los cuales se estará comparando monótonamente en una actividad que carecerá de todo sentido, a esos conceptos que son siempre unos y los mismos.

Esta supuesta ley del pensamiento, o "principio lógico supremo", como también se acostumbra llamarla, ha sido refutada por la ciencia, junto con la metafísica entera. Porque el juicio científico no es esa inútil identificación de lo mismo con lo mismo; sino que, por lo contrario, como conexión entre dos términos conceptuales, representa una ecuación matemática. En una ecuación, se establece la igualdad entre la relación de sus miembros, la cual se cumple solamente dentro de las condiciones que se encuentran implicadas en la relación misma. Así, la ecuación: $x^2 + 3x = 10$, únicamente se vee

rifica en el caso de que x sea igual a 2 , o a -5 , pero no se cumple para ningún otro valor. Aún en el caso de que se tenga una identidad matemática, como en la expresión: $(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$; en cuyo caso se dice que tiene cumplimiento para cualesquiera valores de x y de y , no se tiene, sin embargo, una identidad absoluta; puesto que dichos valores "cualesquiera" tendrán que llenar ciertas condiciones. En este caso particular se tiene, por lo menos, la de que dichos valores sean números complejos, ya que, por ejemplo, un vector no puede ser elevado a una potencia. Por lo tanto, no cabe duda que es posible establecer abstractamente la identidad de algo consigo mismo; pero también es indudable que la identidad tautológica de que: $a = a$, no conduce a nada, ni sirve para dar un sólo paso en el conocimiento.

Lo que la investigación científica ha puesto de manifiesto es, justamente, el hecho de que la identidad contiene concretamente el cambio y la diversidad. La identidad abstracta que pueda establecerse, haciendo caso omiso de algunas condiciones y para determinaciones enteramente transitorias es, de por sí, simplemente una diversidad no desarrollada. Porque la diversidad como tal es ya el inicio de la contradicción, de la misma manera que la contradicción no es otra cosa que la diversificación llevada al extremo. (Nota 1). De este modo, la identificación contenida en cualquier judicación determinativa de la ciencia, no sólo es siempre relativa, sino que también comprende, simultáneamente, a la diversidad de los términos relacionados. Porque, en el devenir de los procesos del universo, nos encontramos indefectiblemente con desarrollos que transcurren continuamente de la identidad a la diversidad y, de ésta, a otra identidad que también llega a diversificarse y, así, ininterrumpidamente.

En el desenvolvimiento de los organismos vivos se destaca claramente este transcurso de la identidad a la diversidad y, entonces, a una nueva identidad. Así, por ejemplo, en el caso del amphioxus (*B r a n c h i o s t o m a l a n c e o l a t u m*), cuando un espermatozoide se introduce en el óvulo, produce inmediatamente la formación de la membrana de fecundación, que lo cubre por completo, transformándolo en huevo. Con la fecundación, se forma un segun-----

(Nota 1): Bloch, El pensamiento de Hegel, p. 105.

do cuerpo polar, que viene a agregarse al que ya se había emitido cuando todavía era óvulo. Después de una hora, el huevo se divide en dos partes iguales, llamadas blastómeros; los cuáles se siguen dividiendo en mitades, sucesivamente y en forma cada vez más rápida. De cuatro a seis horas después de la fecundación, los blastómeros -- han llegado a formar una esfera hueca, la blástula, la cuál no representa sino una forma transitoria que, al cabo de dos horas más, se ha transformado en la gástrula. Desde este estado, se produce una diferenciación de las células, agrupándose en las formas rudimentarias de los distintos tejidos, hasta que, aproximadamente 15 horas después de la fecundación, el embrión abandona la cubierta ovular; pero todavía se sigue nutriendo de su yema. Al cuarto día, cuando tiene 1 mm. de largo, su boca se abre, permitiendo que la larva pueda ingerir alimentos tomados del exterior; para entonces, todos sus sistemas orgánicos, con excepción del de reproducción, se encuentran funcionando. En unos tres meses, la larva alcanza una longitud de 3.5 mm. y sigue creciendo continuamente hasta que, cuando tiene unos 20 mm. de largo, se hace apta para la fecundación; con lo cuál vuelvo a repetirse el ciclo que hemos descrito. (Nota 2).

De este modo, la ciencia ha llegado a determinar -- que todo proceso del universo se encuentra en constante transformación y que, por lo tanto, constituye un conflicto entre lo que ya ha sido y aquello que llegará a ser. Toda manifestación corresponde, entonces, a una unificación transitoria entre opuestos y, en primer término, a la de la identidad ya lograda con la diversidad en que se está convirtiendo. Lo que la metafísica entiende por "cosa", no es nada si se le separa del conflicto entre los opuestos que la constituyen. Cuando una nueva oposición entre nuevos contrarios substituye a la primitiva, nos encontramos ante una cosa nueva y diferente. El niño, por ejemplo, no es una substancia que posea la cualidad de la infancia, sino simplemente una unidad transitoria de contradicciones, que constituye una etapa en el desarrollo del individuo; la cuál desaparecerá como "cosa" -- cuando el niño se transforme haciéndose adoles -----

(Nota 2): Waldo Shumway, Introduction to Vertebrate Embryology, New York, John Wiley & Sons, 1942, p. 9-11.
(Nota 3): Howard Selsam and Harry K. Wells, Dialectics transformed into its opposite; en "Science and Society", New York, vol. XIII, núm. 2, Spring 1949, p. 154-60.

No - contradicción y sí - cen
tr a d i c c i ó n . La lógica formal considera que o-
tro de los "principios lógicos supremos" es el de no-con-
tradicción. Ante dos juicios opuestos, el principio afir-
ma que no pueden ser verdaderos simultáneamente y que, -
por lo tanto, uno de ellos es falso. Por consiguiente, -
un juicio auto-contradictorio, en el que se establezca -
que "A es B y no-B", es necesariamente falso. Sin em-
bargo, la investigación posterior ha conducido a la nega-
ción de este principio, en tanto que era considerado com-
mo absoluto. En primer lugar, la determinación científica
nos ha enseñado que los procesos en el universo no --
permanecen siendo ellos y los mismos, sino que se trans-
forman continuamente en otros, poniendo de manifiesto su
alteridad; y, en consecuencia, su determinación por el -
conocimiento tiene que reproducir esta conversión contra-
dictoria. Por otra parte, el mantenimiento de la no-con-
tradicción, en tanto que se considera un nivel ya alcan-
zado y en cuanto que se le toma como estable, exhibe su
validez relativa, como condición para no establecer con-
fusiones en la deducción, al evitar el uso de juicios au-
to-contradictorios establecidos solamente por un automa-
tismo formal.

Pero, lo que sobre todo ha puesto al descubierto la
indagación científica, es el hecho de que el principio -
de no-contradicción no constituye en modo alguno, el --
criterio para decidir acerca de la certeza o de la compa-
tibilidad de un juicio o de un conjunto de juicios . Por
lo contrario, lo que el trabajo científico ha puesto de
manifiesto es que el único criterio necesario y suficien-
te para juzgar acerca de la compatibilidad y de la certe-
za del conocimiento, radica en su correspondencia con --
los procesos existentes en el universo. Así, por ejemplo,
el juicio de que "la materia es continua y discreta", que
resulta auto-contradictorio desde el punto de vista for-
mal y que, por lo tanto, es incompatible en sí mismo, y
además, carece de validez lógico-formal; es, sin embargo,
la expresión definida del conocimiento más profundo que
la ciencia ha alcanzado acerca de las formas de existen-
cia del universo. Siendo auto-contradictorio, en este --
juicio se refleja la existencia objetivamente contradic-
toria de la materia y, en consecuencia, es enteramente -

compatible y cierto en el máximo grado de aproximación -
logrado por la determinación científica.

En su postulación moderna, el llamado "principio de contradicción" se ha transformado él mismo en su opuesto contradictorio. La condición de la no-contradicción ha dejado de ser operante en lo fundamental, convirtiéndose en la ley de la sí-contradicción, que tiene cumplimiento en todo el dominio científico, lo mismo ~~para~~ en las -- ciencias naturales, que en las sociales y en la lógica. Esta ley comprende los siguientes aspectos: 1. La exigencia de un proceso implica la existencia de su opuesto; y, en consecuencia, la concepción de un objeto implica la concepción de su opuesto. 2. Los opuestos polares son idénticos. 3. Todo proceso concreto es una unidad de determinaciones contrapuestas. 4. Todo proceso concreto se encuentra determinado, simultáneamente, por --- fuerzas, movimientos, influencias, etc., de sentido opuesto, esto es, que transcurre continuamente entre una condición y su contradictoria. (Nota 4). 5. En todo proceso, siempre se manifiesta objetivamente su existencia -- contradictoria. 6. Las oposiciones no son propiedades que puedan predicarse externamente, sino que constituyen al proceso mismo, de manera intrínseca. 7. Las determinaciones contradictorias no sólo pueden, sino que deben ser compatibles y ciertas al mismo tiempo. (Nota 5).

Este conflicto entre opuestos contradictorios impera objetivamente en el universo entero. Es el movimiento a través de oposiciones radicales, que se pone de manifiesto en todas sus partes y entre todas sus partes y -- que, por la continua contraposición entre las contradicciones y su unidad en formas superiores, condiciona a la existencia del universo. Así, por ejemplo, en la evolución de los organismos se puede concebir a la herencia como el lado positivo y conservador, en tanto que se considera a la adaptación como el lado negativo, que destruye continuamente lo heredado. Pero, también es posible considerar que la adaptación es la actividad creadora, - activa y positiva; y que, en cambio, la herencia sea la actividad resistente, pasiva y negativa. Solo que, del mismo modo que en la historia -----

(Nota 4): McGill and Farry, The unity of opposites: a dialectical principle.

(Nota 5): Selsam and Wells, Dialectics transformed into its opposite.

se acostumbra definir al progreso como la negación de -- lo existente; también aquí, y por razones puramente prácticas, es la adaptación la que se considera como actividad negativa. (Nota 6). Por lo tanto, la conclusión que debe destacarse es el reconocimiento de que "el organismo y las condiciones necesarias para su vida constituyen un todo único", en donde "la herencia representa la propiedad de dicho organismo de requerir determinadas condiciones para su vida y su desarrollo y de reaccionar de una manera determinada ante unas y otras condiciones". Pero, al mismo tiempo, se tiene como una contradicción de la herencia, a la adaptación, la cuál, sin embargo, forma con ella una unidad indisoluble. Y por la adaptación no sólo adquiere el organismo caracteres y propiedades no heredadas, sino que, incluso, las hace susceptibles de ser transmitidas a su descendencia, en una proporción -- que "dependerá del grado en que las substancias de la parte modificada se incluyan en el proceso general que lleva a la formación de las células reproductoras sexuales o vegetativas". (Nota 7).

D i s y u n c i ó n y s í n t e s i s . De acuerdo con el "principio lógico supremo" del tercero excluido, la lógica formal considera que dos juicios que se contradicen no pueden ser los dos falsos y que, por lo tanto, basta con reconocer la falsedad de uno para -- que se pueda afirmar, sin mayor averiguación, la certeza del otro. Entre dos conceptos cualesquiera no se tienen más que dos alternativas, o su relación es positiva o es negativa; sin que sea posible encontrar otra salida. Lo único que no pretende resolver el principio del tercero-excluido es acerca de cuál de los dos juicios posibles sea el verdadero y cuál el falso; ya que se limita a sostener simplemente la disyuntiva de que uno es cierto y el otro es falso. Esquemáticamente, puede representarse como una disyunción contradictoria: "A es necesariamente B o no-B". Por lo tanto, el fundamento de este -- principio se tiene, como en los ca-----

(Nota 6): Engels, Dialéctica de la Naturaleza, p. 228-9.

(Nota 7): T. D. Lischnó, Informe acerca de la situación en las ciencias biológicas; incluido en las "Actas taquigráficas de la sesión de la Academia "Lenin" de Ciencias Agrícolas de la U. R. S. S., del 31 de julio de agosto de 1948"; Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1949, p. 16, 29, y 32.

tos anteriores, en la concepción de la lógica como un sistema rígido, en el cuál todos y cada uno de sus elementos funcionan de una manera absolutamente determinada, e en tal forma que las relaciones entre ellos son completamente unívocas e inmutables.

Sin embargo, también en este aspecto la investigación científica de la lógica ha venido a poner al descubierto la variabilidad de las relaciones judicativas entre los conceptos; tanto por la incesante transformación dialéctica que es immanente a los procesos del universo y a sus conexiones, como por el progreso que continuamente logra el conocimiento en la determinación de esos procesos. En su postulación moderna, el principio del tercero excluido ha cesado de significar una condición de cumplimiento universal; para venir a encontrar su aplicación dentro de ciertos límites, que llegan a ser definidos con precisión en cada caso. Por su validez limitada, se aplica como condición en niveles relativamente estables del conocimiento y para el efecto de evitar confusiones en la deducción, así como para impedir el establecimiento de contradicciones sin sentido. Pero, lo que sí ha descartado por completo la ciencia moderna, es el considerar a la exclusión de tercero como un criterio para decidir acerca de la certeza o de la falsedad de un juicio o de un conjunto de juicios. Porque, en todo caso, y sin excepción, el único criterio válido, que es a la vez necesario y suficiente para decidir acerca de la certeza o de la falsedad del conocimiento, se encuentra en su concordancia con la objetividad de los procesos existentes, de los cuáles constituye un modo de expresión. Así, por ejemplo, la física moderna ha llegado, por una parte, a la conclusión de que "la luz es corpuscular"; pero, por otro lado, se ha visto compelida a tener que reconocer también que "la luz es una perturbación ondulatoria". La comprobación de uno de estos juicios implica formalmente la falsedad del otro, y viceversa; y, sin embargo, la física ha podido comprobar la certeza de ambos. Encontrándose en contradicción radical, en los dos juicios se refleja la existencia objetivamente contradictoria de la luz y, por consiguiente, los dos son enteramente compatibles y ambos son ciertos.

La ciencia moderna ha podido comprobar que la continuidad es una de las formas de existencia del universo. En consecuencia, considera que todo proceso se manifiesta como un desarrollo continuo,

el cuál se representa en el conocimiento como una dicotomía. Por lo tanto, desde el punto de vista lógico, la ley de la síntesis de los opuestos, en la cuál ha venido a convertirse el antiguo principio del tercero excluido, comprende tres aspectos fundamentales, que se expresan así: 1. Todo proceso concreto constituye un desarrollo continuo, al propio tiempo que un desenvolvimiento discontinuo. 2. En el desarrollo de todo proceso, siempre pueden distinguirse aspectos en los que no se cumple la condición de tener necesariamente una característica o su opuesta, es decir, en donde no sea A ni tampoco no-A. 3. En el desarrollo de todo proceso existen siempre aspectos que cumplen con la condición de exhibir necesariamente, a la vez, dos características opuestas, esto es, en donde sea al mismo tiempo A y no-A. (Nota 8).

Como afirma Heisenberg, (Nota 9), "las teorías modernas no han nacido de ideas que fueran intrínsecas, por decir así, desde afuera en el interior de las ciencias naturales exactas; más bien fueron impuestas a la investigación por la naturaleza al intentar agotar consecuentemente hasta su final el programa de la física clásica". Esta imposición se puso en claro con los resultados obtenidos en algunos experimentos sumamente precisos, entre los cuáles ya se han hecho clásicos los famosos experimentos de Michelson y Morley. El aparato utilizado se construyó con fundamento en la interferencia de la luz, con gran ingenio y exactitud, para tratar de probar la acción del movimiento de la tierra sobre la velocidad de la luz; pero, el resultado que produjo fué, sin embargo, completamente negativo y sirvió justamente como punto de partida para comprobar lo contrario, o sea la invariancia de la velocidad de la luz y su consideración como la máxima velocidad existente en el universo. Así, se puso de manifiesto que carecía se sentido el considerar a dos acontecimientos como simultáneos, a menos que tuvieran lugar en posiciones espaciales contiguas, y, con ésto, se destruyó la separación -----

(Nota 8): McGill and Parry, The unity of opposites: a dialectical principle.

(Nota 9): W. Heisenberg, La transformación de la ciencia natural exacta; en "Revista de Occidente", Madrid, año XII, núm. CXXXIII, Diciembre 1934, p. 277-301.

absoluta que se hacía entre el tiempo y el espacio y, a la vez, dentro del tiempo mismo la separación que se hacía distinguiendo el pasado del futuro, como contradicción separada por medio del presente instantáneo. En general, se decía que un acontecimiento había pasado, cuando era posible ponerlo de manifiesto experimentalmente; se llamaba futuro, en cambio, a aquel acontecimiento cuyo transcurso todavía se podía intervenir, aún cuando fuera como mera posibilidad; y el presente venía a ser el instante infinitamente breve que separaba al futuro del pasado. Se tenía ya, por lo tanto, la consideración de dos propiedades temporales contradictorias, en donde, no obstante, tampoco se cumplía la exclusión de tercero. Pero, lo que se ha podido comprobar experimental y teóricamente, de acuerdo con lo expuesto antes, es que el presente es un intervalo pequeño pero finito, cuya duración depende de la distancia a que se encuentre el observador que trata de diferenciar entre pasado y futuro, del lugar en que ocurren los acontecimientos cuyo transcurso observa. O sea, que el presente es el aspecto del tiempo en donde los acontecimientos no son pasados ni futuros y, a la vez, también es en el presente en donde se acusa la característica temporal de que los acontecimientos -- sean simultáneos pasados y futuros. (Nota 10).

N e c e s i d a d y s u f i c i e n c i a .
La conexión entre conceptos, depende siempre de condiciones definidas. Para que el juicio tenga validez es preciso que se cumplan ciertas condiciones determinantes. En general, esas condiciones son de dos clases: necesarias y suficientes. Las condiciones necesarias son aquellas que resultan imprescindibles para el cumplimiento de la relación formulada en el juicio; de tal modo que basta con que una sola de ellas no se presente, para que por eso mismo la relación no se verifique. En cambio, -- las condiciones suficientes son aquellas cuya presentación implica ineludiblemente el cumplimiento de la conexión implicativa, sin que, por eso, sean siempre ineludibles. Por lo tanto, con mayor exactitud, las condiciones pueden ser de tres clases: 1. necesarias, pero no suficientes; 2. suficientes, pero no necesarias.

(Nota 10): Heisenberg, La transformación de los principios de la ciencia natural exacta.

ro no necesarias; y 3. necesarias y suficientes. Las condiciones necesarias son indispensables, pero por ellas solas no se realiza la conexi3n; por medio de las condiciones suficientes, la relaci3n se verifica, pero pueden no presentarse, con tal que se cumpla otra condici3n suficiente y todas las necesarias; por 3ltimo, las condiciones necesarias y suficientes, a la vez que son ineludibles, realizan por s3 solas al juicio, siempre en conjunto con las otras condiciones necesarias. Adem3s, las condiciones mismas se encuentran relacionadas de muchos modos, en tal forma que dos condiciones necesarias, pero no suficientes, pueden convertirse en suficientes cuando se conectan entre s3; o, tambi3n, una condici3n que sea necesaria para un caso general, puede ser suficiente para un caso particular; igualmente, una condici3n necesaria para un caso particular, puede no serlo para el caso general; y, as3, otras muchas relaciones complejas.

En la demostraci3n de un juicio, tienen que llegar a ser determinadas las condiciones implicadas para su cumplimiento; porque, si bien las condiciones necesarias, pero insuficientes, deben encontrarse contenidas en la relaci3n establecida, sin embargo, la demostraci3n misma descansa en el cumplimiento de las condiciones suficientes. Es decir, que para la demostraci3n del juicio tiene que examinarse su relaci3n con los juicios que lo condicionan, por lo que se refiere a su car3cter necesario, suficiente, y necesario y suficiente. Y en esta relaci3n entre un juicio y sus ~~condicionantes~~ condicionantes, no se expresa otra cosa que la conexi3n existente entre los procesos que se han determinado cognoscitivamente por medio de estos juicios.

Un ejemplo claro de la funci3n l3gica de las condiciones necesarias y de las suficientes, lo tenemos en la demostraci3n del teorema aritm3tico que establece el cumplimiento de la ley conmutativa para la multiplicaci3n, esto es, que: $x \cdot y = y \cdot x$. Una condici3n necesaria ser3 la validez del producto: $0 \cdot 0 = 0$; en cambio, el cumplimiento del producto: $x \cdot 0 = 0 \cdot x$, ser3 suficiente para el caso particular en que se tenga: $y = 0$, pero no lo ser3 para el caso general. Otra condici3n necesaria, pero no suficiente, ser3 que el producto del sucesor de un n3mero por otro n3mero, sea igual al producto de los dos n3meros m3s el segundo, es decir, que: $(x + 1) \cdot y = x \cdot y + y$. Finalmente, la condici3n necesaria y suficiente, -----

es la de que el producto del sucesor de un número por el sucesor de otro número, sea igual al producto del primer número por el sucesor del segundo y más el sucesor del segundo, es decir, que: $(x + 1) \cdot (y + 1) = \dots\dots\dots = x \cdot (y + 1) + (y + 1)$; porque de aquí se desprende, por inducción, la validez del teorema y, por lo tanto, la certeza de que: $x \cdot y = y \cdot x$. (Nota 11).

2. Las inferencias inmediatas.

La operación deductiva. Tal como lo hemos expuesto, la deducción es un proceso lógico en virtud del cual se derivan de uno o más juicios que expresan conocimientos ya adquiridos, o por lo menos postulados, otro juicio en el que se expresa un conocimiento menos general o, lo que es lo mismo, particularizado o implicado en los antecedentes. A los primeros juicios se les denomina premisas, al resultado se le llama conclusión y a la operación en conjunto se le conoce con el nombre de deducción. (Nota 12). Solo que debe advertirse que, en todo caso, la validez de la inferencia deductiva no radica en la corrección formal del procedimiento, sino que se encuentra siempre en la objetividad de las relaciones establecidas, es decir, en la comprobación de su existencia. Así, una inferencia será válida en tanto que lo sean sus premisas y su conclusión. Algunas veces, lo que se obtiene primero son las premisas, ya sea como resultado directo de un experimento o como consecuencia de un desarrollo teórico comprobado y, entonces, por la operación deductiva se llega a establecer la conclusión; la cual, sin embargo, debe ser sometida a prueba, para que llegue a adquirir plena validez. En otros casos, por lo contrario, se parte de una conclusión ya comprobada, para in-----

(Nota 11): Narciso Bassols Batalla, Deducción de un fragmento de la aritmética, como modelo de ciencia deductiva, Tesis para optar por el grado de Maestro en Ciencias Matemáticas, México, 1947, p. 25-6.

(Nota 12): Francisco Larroyo y Miguel A. Cevallos, La lógica de la ciencia, México, Editorial Porrúa, 1945, p. 183.

ferir por ella algunas de las premisas que le correspondan; sólo que éstas, también deben sujetarse entonces a la verificación objetiva, para que tengan validez como conocimientos.

Cuando se omite la comprobación de la conclusión, o de las premisas, como expresiones de los procesos existentes en el universo, la deducción se convierte en una operación puramente formal y completamente inútil como instrumento metódico. Además, cuando esto ocurre, se hace enteramente posible, no sólo en teoría, sino también prácticamente, el deducir conclusiones correctas desde el punto de vista formal, pero objetivamente falsas; bien sea por haber partido de premisas falsas o, porque el comportamiento de los procesos existentes no corresponda a la relación concluida. Y lo mismo ocurre en el caso de que se infieran premisas falsas, ya sea por la falsedad de la conclusión inicial, o porque las propias premisas no representen la existencia objetiva de los procesos.

Generalmente, se considera que la inferencia debe cumplir con dos condiciones. La primera es la de que la conclusión debe encontrarse contenida en las premisas, para que pueda ser válida. La segunda, establece que la conclusión debe ser diferente de las premisas, porque si no fuere así, carecerá de sentido y, en rigor, será inútil. Pero, resulta que el cumplimiento estricto y simultáneo de ambas condiciones, conduce a una paradoja. Por que, si la conclusión ya está contenida en las premisas, no puede expresar nada nuevo y, por otra parte, si la conclusión expresa algo nuevo, entonces no puede estar contenida en las premisas; y de este modo, se tiene que la inferencia no puede conducir a una conclusión que fuera, al mismo tiempo, válida y útil. No obstante, lo que ocurre es que la conclusión no se encuentra contenida literalmente en las premisas, sino que solamente es implicada por ellas, esto es, que está conectada con ellas de un modo necesario. Por lo demás, como ya hemos dicho, la implicación tiene que expresar relaciones que existan objetivamente en el universo y por ellas debe de ser comprobada. En consecuencia, las implicaciones válidas nunca son creadas por el conocimiento, sino únicamente descubiertas siempre. (Nota 13).

(Nota 13): Morris R. Cohen and Ernest Nagel, A n in -
t r o d u c t i o n t o l o g i c a n d -
s c i e n t i f i c m e t h o d , New York, Harcourt
Brace and Company, 1934, p. 175-5.

Teniendo en cuenta las condiciones limitantes dentro de las cuáles debe operarse la deducción, las inferencias sirven lógicamente para hallar la interconexión de los conocimientos adquiridos y, también, para la formulación de hipótesis auxiliares. Pero, en todo caso, tanto las relaciones recíprocas encontradas por el modo deductivo, como las conclusiones hipotéticas a que se haya arribado, deben sufrir la prueba crucial del experimento. En términos generales, el conocimiento en sentido deductivo procede de inferencias practicadas sobre resultados experimentales y, entonces, la conclusión así lograda tiene que verificar su existencia, o en caso de no ser verificada, por medio de un nuevo experimento. De este último vuelve a deducirse otra conclusión que, a su vez, también se comprueba experimentalmente, para buscar después nuevas conclusiones y, así, reiteradamente se prosigue en una conjugación del experimento con la deducción. Por otra parte, la conclusión puede no ser única, sino que pueden tenerse varias como posibles y, aún, puede ser -- que algunas conclusiones sean simultáneamente válidas. Igualmente, las premisas también pueden ser plurales y a una misma conclusión pueden corresponder, con validez objetiva, distintas premisas o grupos de premisas. Para su estudio lógico, las inferencias se dividen en dos clases: inmediatas y mediatas; siendo inmediatas aquellas en donde se parte solamente de una premisa, en tanto que son mediatas las que tienen como punto de partida a dos o más premisas.

Expresión e interpretación de los elementos deductivos. Para poder expresar con facilidad y, a la vez, con toda generalidad y necesidad a las operaciones deductivas, se requiere el empleo de fórmulas simbólicas, tal como lo ha hecho la lógica escolástica. Sin embargo, la representación simbólica adoptada por la escolástica adolece de graves defectos, entre los cuáles se encuentran principalmente, la imprecisión y la carencia de sentido matemático funcional. Por ello, las conclusiones no resultan simplemente de los símbolos y, además, se omite un número considerable de operaciones. Por éstas que aquí utilizaremos la notación de Boole, al cuál, además, seguiremos en lo general para la exposición de las inferen -----

El símbolo 1 , o sea la unidad, representará al universo en su totalidad y, por lo tanto, comprenderá a todas las clases de objetos existentes, sin excepción. Un mismo objeto podrá pertenecer a diferentes clases, como elemento de ellas; ya que, en general, un mismo objeto tendrá más de una cualidad que sea común para otros objetos. Las letras V, W, X, Y, Z , representarán clases de objetos. Por clase entenderemos la definición que hemos dado, esto es, que una clase establece una separación de todos los objetos del universo en dos partes, de tal modo que todos los objetos que tengan una propiedad bien definida estarán comprendidos en una clase, X por ejemplo, en tanto que todos los demás objetos del universo no pertenecerán a esa clase o, lo que es lo mismo, -- que estarán comprendidos en la clase $no-X$. Las clases de objetos que tengan más de una propiedad en común, esto es, las clases de los objetos que pertenezcan simultáneamente a dos o más clases, quedarán representadas por las expresiones: XY, XZ, YZ, XYZ , etc. Las expresiones: $XX, XXX, XXXX$, etc., serán equivalentes a la expresión: X ; puesto que únicamente se tendrá en ellas la repetición de la misma cualidad. Por lo tanto, tendremos que: $x^2 = x$; $x^3 = x$; $x^4 = x$; y, en general: $x^n = x$. Además, el orden en que se consideren las cualidades definitorias de las clases será indiferente y, en consecuencia, tendremos que: $xy = yx$. (Nota 14).

Si x representa a todos los elementos de una clase, entonces su suma con todos los elementos de la clase $no-x$, será el universo entero. Por lo tanto, tendremos que: $x + no-x = 1$, de donde se deduce que: $no-x = 1 - x$. De este modo, la clase $no-x$ quedará representada por el símbolo: $(1 - x)$. En el caso de los objetos con más de una propiedad en común, ya dijimos que se representan por la expresión: xy ; pero en este caso también tendremos a una clase, a la cual podemos representar por v , o por cualquiera otra letra sola, y esto lo podremos expresar así: $v = xy$. Con estos símbolos podremos representar a todas las operaciones deductivas. (Nota 15).

En las inferencias deductivas simples únicamente se consideran -----

T

(Nota 14): George Boole, The mathematical analysis of logic, Oxford, Basil Blackwell, 1948, p. 15-7.
 (Nota 15): Boole, op. cit., p. 20-1.

cuatro clases de juicios: universal positivo, universal negativo, particular positivo y particular negativo. Estos juicios se representaban de la siguiente manera:

| Juicio | Fórmula | Símbolos tradicionales |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| universal positivo | "todos los X son Y" | a SaP |
| universal negativo | "ningunos X son Y" | e SeP |
| particular positivo | "algunos X son Y" | i SiP |
| particular negativo | "algunos X no son Y" | o SoP |

En el juicio universal positivo se expresa que todos los miembros de la clase x son también miembros de la clase y . Por lo tanto, no existe un solo elemento que sea miembro de la clase x y de la clase $\text{no-}x$, a la vez, o sea que fuera al mismo tiempo elemento de x y de $(1 - y)$. En consecuencia, la clase de los objetos que simultáneamente tengan la propiedad x y la propiedad $(1 - y)$, no cuenta con ningún elemento, es decir, que es nula. Así, el juicio universal positivo se expresa por la ecuación: $x(1 - y) = 0$.

El juicio universal negativo expresa que no existe ningún elemento que sea común a la clase x y a la clase y . Y, como esa clase conjunta se representa por xy la condición establece que ella sea nula. Por lo tanto, el juicio universal negativo queda representado por la ecuación: $xy = 0$.

El juicio particular positivo establece la existencia de algunos elementos comunes a la clase x y a la clase y , o sea la existencia de la clase conjugada xy . Pero, como ya lo hemos dicho, esta misma clase también puede representarse por un símbolo propio, como v , el cual indica la existencia de la clase xy . Por consiguiente, el juicio particular positivo queda expresado por la fórmula: $v = xy$.

El juicio particular negativo establece la existencia de algunos elementos que no sean comunes a la clase x y a la clase y . Pero esto es equivalente a establecer la existencia de algunos elementos comunes a la clase x y a la clase $(1 - y)$, esto es, la existencia de la clase $x(1 - y)$; la cual también tendrá su símbolo propio v . Por lo tanto, el juicio particular negativo quedará representado por la fórmula: $v = x(1 - y)$.

En resumen, tenemos las cuatro fórmulas siguientes:

universal positivo: $x(1 - y) = 0$ "todos los X son Y"
 universal negativo: $xy = 0$ "ningunos X son Y"
 particular positivo: $v = xy$ "algunos X son Y"
 particular negativo: $v = x(1 - y)$ "algunos X no son Y"

Las fórmulas que hemos establecido hasta aquí, se refieren al caso en que x representa al sujeto y en donde y está ~~indicando~~ indicando al predicado. Para el caso en que y indique al sujeto y x al predicado, tendremos las siguientes fórmulas:

universal positivo: $y(1 - x) = 0$ "todos los Y son X"
 universal negativo: $yx = 0$ "ningunos Y son X"
 particular positivo: $v = yx$ "algunos Y son X"
 particular negativo: $v = y(1 - x)$ "algunos Y no son X"

Como puede verse, tomando en cuenta la regla establecida acerca de que el orden de las cualidades es indiferente, los juicios universal negativo y particular positivo, son idénticos en ambos casos, indistintamente que x represente al sujeto o al predicado. De este modo, el juicio: $xy = 0$ ("ningunos X son Y") es equivalente al juicio: $yx = 0$ ("ningunos Y son X"); y, de esta manera, el juicio: $v = xy$ ("algunos X son Y") es equivalente al juicio: $v = yx$ ("algunos Y son X"). (Nota 16).

Conversión de juicios. - Las inferencias inmediatas se practican, como ya lo hemos dicho, partiendo de una sola premisa. En rigor, de lo que se trata es de la conversión del juicio. El juicio que se convierte es la premisa, en tanto que el juicio convertido es la conclusión. Se distinguen tres operaciones como inferencias inmediatas: subalternación, oposición e inversión. La validez de estas operaciones se demuestra con toda claridad, utilizando las fórmulas simbólicas que hemos introducido.

En las inferencias por subalternación, el juicio universal se convierte en particular. El universal positivo: $x(1 - y) = 0$, también puede escribirse así: $x = xy$; expresando en esta forma que la clase x contiene a todos los elementos que son

(Nota 16): Boole, The mathematical analysis of logic, p. 21-2.

comunes a x y a y . En consecuencia, cualquier grupo dentro de la clase x , también estará compuesto por elementos comunes a x y a y . Y uno de estos grupos será la clase y . Por lo tanto, si: $x = xy$ (universal positivo) es válido, también lo es: $v = xy$ (particular positivo). De modo análogo, el universal negativo: $xy = 0$ puede escribirse también como: $x = x(1 - y)$; y considerando al grupo limitado y de elementos de la clase x tendremos que también se cumple: $v = x(1 - y)$. De esta manera, de la validez del juicio: $xy = 0$ (universal negativo), se infiere la validez de: $v = x(1 - y)$ (particular negativo).

En las inferencias por oposición, se tiene que la validez del juicio positivo condiciona la falta de validez del juicio negativo; y la falta de validez del positivo, determina la validez del negativo. Recíprocamente, la validez del juicio negativo determina la falta de validez del positivo; y la falta de validez del juicio negativo, condiciona la validez del positivo.

Si: $x(1 - y) = 0$ (universal positivo) es válido, entonces: $x(1 - y)$ es diferente de v , lo mismo que de cualquier otro valor que no sea cero y , por lo tanto: $x(1 - y) \neq v$; esto es, que: $v = x(1 - y)$ no se cumple (el particular negativo no es válido). Por otra parte, el juicio: $x(1 - y) = 0$, puede escribirse también como: $x = xy$; y, en consecuencia, xy es diferente de cero, o sea que: $xy \neq 0$; es decir, que no se cumple: $xy = 0$ (el universal negativo no es válido).

Si: $xy = 0$ (universal negativo) es válido, entonces, xy es diferente de v , lo mismo que de cualquier valor que no sea cero y , en consecuencia: $xy \neq v$; es decir, que: $v = xy$ no se cumple (el particular positivo no es válido). Por otro lado, $xy = 0$ también puede expresarse como: $x = x(1 - y)$; y, por lo tanto, $x(1 - y)$ es diferente de cero, o sea que: $x(1 - y) \neq 0$; esto es, que: $x(1 - y) = 0$ no se cumple (el universal positivo no es válido).

Si el juicio: $v = xy$ (particular positivo) es válido, entonces xy es diferente de cero, esto es, que: $xy \neq 0$; o sea que no se cumple: $xy = 0$ (el universal negativo no es válido).

Si el juicio: $v = x(1 - y)$ (particular negativo) es válido, entonces $x(1 - y)$ es diferente de cero, es decir que: $x(1 - y) \neq 0$; o sea que: $x(1 - y) = 0$ no se cumple (el universal

positivo no es válido).

Si: $x(1 - y) \neq 0$ (el juicio universal positivo no es válido) entonces $x(1 - y)$ tiene un valor diferente de cero, como \underline{v} ; y, por consiguiente; $v = x(1 - y)$ (el particular negativo es válido).

Si: $xy \neq 0$ (el juicio universal negativo no es válido), entonces el valor de xy es diferente de cero y, por lo tanto: $v = xy$ (el particular positivo es válido).

Si: $v \neq xy$ (el juicio particular positivo no es válido), entonces xy es igual a cero y, en consecuencia, $xy = 0$ (el universal negativo es válido). Por otro lado, como $v \neq xy$ quiere decir que no se tiene ningún elemento común a la clase \underline{x} y a la clase \underline{y} , entonces, necesariamente los elementos de \underline{x} no pertenecen a \underline{y} , lo cual es lo mismo que decir que pertenecen a $\underline{\overline{y}}$ (1 - y), que es la clase no-y; por consiguiente, \underline{x} y $\underline{\overline{y}}$ (1 - y) si tienen elementos comunes, y: $v = x(1 - y)$ se cumple (el particular negativo es válido).

Si: $v \neq x(1 - y)$ (el juicio particular negativo no es válido), entonces: $x(1 - y)$ es igual a cero, o sea que: $x(1 - y) = 0$ se cumple (el universal positivo es válido). Por otra parte, como: $v \neq x(1 - y)$ quiere decir que no existe ningún elemento común a la clase \underline{x} y a la clase $\underline{\overline{y}}$ (1 - y), entonces, necesariamente los elementos de \underline{x} no pertenecen a $\underline{\overline{y}}$ (1 - y), que es la clase no-y, lo cual es tanto como decir que pertenecen a la clase \underline{y} ; por lo tanto, \underline{x} y \underline{y} si tienen elementos comunes, y: $v = xy$ se cumple (el particular positivo es válido).

En las inferencias por i n v e r s i ó n, se intercambia el sujeto con el predicado. Del juicio universal positivo se infiere con validez el particular positivo; del universal negativo, el universal negativo; y del particular positivo, el particular positivo.

Si el juicio: $x(1 - y) = 0$ (universal positivo: "todos los X son Y") es válido, entonces, por subalternación, también es válido el juicio: $v = xy$ (particular positivo: "algunos X son Y"). Pero, como tenemos que: $xy = yx$, entonces también es válido el juicio: $v = yx$ (particular positivo: "algunos Y son X").

Si el juicio: $xy = 0$ (universal negativo: "ningunos X son Y") es válido, entonces, debido a que: $xy = yx$ también es válido -----

el juicio: $yx = 0$ (universal negativo: "ningunos Y son X").

Si el juicio: $v = xy$ (particular positivo: "algunos X son Y") es válido, entonces, porque: $xy = yx$, también se cumple el juicio: $v = yx$ (particular positivo: "algunos Y son X").

Las inferencias encontradas pueden resumirse en la forma siguiente:

| Si se tiene: | Entonces por: | También se tiene: |
|---|----------------|--|
| $x(1 - y) = 0$ es válido el juicio universal positivo: "todos los X son Y" | subalternación | $v = xy$ es válido el particular positivo: "algunos X son Y". |
| | inversión | $v = yx$ es válido el particular positivo: "algunos Y son X" |
| | oposición | $xy \neq 0$ no es válido el universal negativo: "ningunos X son Y" |
| | oposición | $v \neq x(1 - y)$ no es válido el particular negativo: "algunos X no son Y" |
| $x(1 - y) \neq 0$ no es válido el juicio universal positivo: "todos los X son Y" | oposición | $v = x(1 - y)$ es válido el particular negativo: "algunos X no son Y" |
| $xy = 0$ es válido el juicio universal negativo: "ningunos X son Y" | subalternación | $v = x(1 - y)$ es válido el particular negativo: "algunos X no son Y" |
| | inversión | $yx = 0$ es válido el universal negativo: "ningunos Y son X" |
| | oposición | $x(1 - y) \neq 0$ no es válido el universal positivo: "todos los X son Y" |
| | oposición | $v \neq xy$ no es válido el particular positivo: "algunos X son Y" |

Si se tiene:
 $xy \neq 0$
 no es válido el juicio universal negativo: "ningunos X son Y"

$v = xy$
 es válido el juicio particular positivo: "algunos X son Y"

$v \neq xy$
 no es válido el juicio particular positivo: "algunos X son Y"

$v = x(1 - y)$
 es válido el juicio particular negativo: "algunos X no son Y"

$v \neq x(1 - y)$
 no es válido el juicio particular negativo: "algunos X no son Y"

Entonces por:
 oposición

inversión

oposición

oposición

oposición

oposición

oposición

oposición

También se tiene:
 $v = xy$
 es válido el particular positivo: "algunos X son Y"

$v = yx$
 es válido el particular positivo: "algunos Y son X"

$xy \neq 0$
 no es válido el universal negativo: "ningunos X son Y"

$xy = 0$
 es válido el universal negativo: "ningunos X son Y"

$v = x(1 - y)$
 es válido el particular negativo: "algunos X no son Y"

$x(1 - y) \neq 0$
 no es válido el universal positivo: "todos los X son Y"

$x(1 - y) = 0$
 es válido el universal positivo: "todos los X son Y"

$v = xy$
 es válido el particular positivo: "algunos X son Y". (Nota 17).

(Nota 17): Boole, The mathematical analysis of logic, p. 26-30.

3. Los silogismos simples.

Los elementos y las especies. El silogismo simple es una inferencia inmediata compuesta por tres juicios: dos premisas y una conclusión. En tanto que en la inferencia inmediata intervienen dos términos, en el silogismo simple se tienen tres. Los dos términos que integran la conclusión.

ción son llamadas e x t r e m o s y el otro, que solo figura en las premisas, se denomina t é r m i n o m e d i o. La operación silogística consiste en demostrar que la relación entre el sujeto y el predicado de la conclusión, se encuentra implicada en la relación de las premisas y que, por lo tanto, puede inferirse de ellas.

Según la posición que tenga el término medio en las premisas, se distinguen cuatro formas, a las cuáles se les llama f i g u r a s. En la primera figura, el término medio es sujeto en la primera premisa y predicado en la segunda. En la segunda figura, el término medio es predicado en ambas premisas. En la tercera figura, el término medio es sujeto en las dos premisas. Por último, en la cuarta figura el término medio es predicado en la primera premisa y sujeto en la segunda. De este modo, si simbolizamos por X y Y a los extremos, y por Z al término medio, tendremos el siguiente esquema:

| | F i g u r a s | | | |
|-----------------|---------------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Primera premisa | Z Y | Y Z | Z Y | Y Z |
| Segunda premisa | X Z | X Z | Z X | Z X |

Las reglas del silogismo. Para asegurar la validez de la deducción silogística, se considera que deben cumplirse las cuatro reglas que se dan a continuación; las cuáles, por lo demás, pueden extraerse de las demostraciones que después presentamos respecto a cada modo válido. Las reglas son:

1. La conclusión de dos premisas positivas siempre debe ser positiva.
2. La conclusión de dos premisas negativas siempre debe ser negativa.
3. Si una premisa es negativa, la conclusión debe ser siempre negativa.
4. De dos premisas particulares, ninguna conclusión es válida.

De la aplicación de estas reglas se obtienen 35 formas válidas, a las cuáles se denomina m o d o s del silogismo. De estos modos, 8 corresponden a la primera figura, 7 a la segunda, 12 a la tercera y 8 a la cuarta. Sin embargo, la escolástica solamente llegó a descubrir la validez de 19 modos; los cuáles son, 4 de los 8 de la primera figura, 4 de los 7 de la segunda, 6 de los 12 de la

tercera, y 5 de los 8 de la cuarta. Los nombres de esos 19 modos los formó la escolástica de acuerdo con las siguientes convenciones:

1. Las letras a, e, i y o, indican las clases de juicios que intervienen en el silogismo, siguiendo la representación ya citada: a es el universal positivo, e el universal negativo, i el particular positivo, y o el particular negativo.
2. Las letras B, C, D, y F, señalan los modos de la primera figura que tengan la misma inicial, a los cuales reducía la escolástica el silogismo correspondiente, como único medio de comprobación; ya que la validez de los modos de la primera figura se tenía por evidente.
3. Las letras s y p, señalan que en la reducción de los juicios correspondientes a las vocales -- que las preceden, deben convertirse por inversión.
4. La letra m indica que las premisas deben transponerse.
5. La letra q intermedia, señala que la secuela a seguir debe ser la reducción al absurdo, esto es, el partir de la consideración de que la conclusión es falsa para que, al final, cuando se obtiene el modo correspondiente de la primera figura, -- tenga que reconocerse la propia conclusión como -- válida, por lo absurdo que resulta sostener su falsedad.

Con los nombres formados para los 19 modos que pudo descubrir la escolástica estableció los siguientes versos mnemotécnicos:

Barbara, Celarent, Darii, Ferio, que prioris.
Cesare, Camestres, Festino, Baroco, secundae.
Tertia, Darapti, Disamis, Datisi, Felapton,
Bocardo, Feriso, habet: quarta insuper addit.
Bamalip, Camenes, Dimatis, Fesapo, Fresason.

Sin embargo, en el tratamiento que aquí presentamos del silogismo, seguiremos también, como en el caso de las inferencias inmediatas, a Boole. De esta manera podremos presentar la deducción silogística de cada uno de los 35 modos, con todo el rigor lógico necesario y sin tener que apelar a la evidencia teológica. Así, incluso en esto nos apartaremos del dogmatismo escolástico. Porque, de acuerdo con la investigación de Boole, la misma rigorización de la demostración que se hace para cada modo, es la que hace posible el descubrimiento de los otros 16 modos válidos, que la escolástica nunca conoció.

La deducción silogística.
Partiremos de las expresiones simbólicas ya establecidas

clases de juicios que intervienen en el silogismo simple. Solo que, ahora tenemos necesidad de trabajar con tres clases, a las cuales representaremos con las literales: x , y y z , con sus correspondientes negaciones: $\overline{(1-x)}$, $\overline{(1-y)}$ y $\overline{(1-z)}$, y con la clase limitada y . Los términos extremos del silogismo estarán representados por x y y como clases; y el término medio por la clase z . Así, tendremos como elementos del silogismo a los siguientes juicios:

| universal positivo: | universal negativo: | particular positivo: | particular negativo: |
|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $z(1-y) = 0$ | $zy = 0$ | $v = zy$ | $v = z(1-y)$ |
| $y(1-z) = 0$ | $yz = 0$ | $v = yz$ | $v = y(1-z)$ |
| $x(1-z) = 0$ | $xz = 0$ | $v = xz$ | $v = x(1-z)$ |
| $z(1-x) = 0$ | $zx = 0$ | $v = zx$ | $v = z(1-x)$ |
| $x(1-y) = 0$ | $xy = 0$ | $v = xy$ | $v = x(1-y)$ |
| $y(1-x) = 0$ | $yx = 0$ | $v = yx$ | $v = y(1-x)$ |

Con estos elementos, la deducción de cada modo del silogismo la encontraremos por un procedimiento algebraico elemental. La expresión de cada juicio es una ecuación con dos variables. En esta forma, con las dos premisas tendremos un sistema de dos ecuaciones con tres variables: x , y y z . Y, entonces, eliminando a z entre las dos ecuaciones, se obtiene una ecuación en las dos variables x y y , que constituye la expresión de un juicio. Este juicio es justamente la conclusión y, como se encuentra por medio de un procedimiento riguroso, su validez queda asegurada desde el punto de vista de la corrección; dependiendo solamente, en cada caso particular, de la condición de que las premisas también sean válidas y, sobre todo, de que la conclusión misma se compruebe en la experiencia.

Los ocho modos de la primera figura.

I Si: "todos los Z son Y" premisas: $z(1-y) = 0$ (1)
 y: "todos los X son Z" $x(1-z) = 0$ (2)
 entonces: "todos los X son Y" conclusión: $x(1-y) = 0$ (3)

Porque, (2) puede escribirse: $x - xz = 0$, y multiplicarse por: $(1-y)$, y (1) puede multiplicarse por: x ; y, entonces, sumando (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{r} xz(1 - y) = 0 \\ x(1 - y) - xz(1 - y) = 0 \end{array}$$

$$x(1 - y) = 0$$

o sea, que la suma es la ecuación (3). Este modo es el - Barbara de la escolástica.

II Si: "todos los Z son Y" premisas: $z(1 - y) = 0$ (1)
 y: "ningunos X son Z" $xz = 0$ (2)
 entonces: "algunos X no son Y" conclusión: $v = y(1 - x)$ (3)

Porque, (1) puede escribirse: $z = zy$, y (2) se convier-
 te por subalternación en: $v = z(1 - x)$, y multiplican-
 do entre sí (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{r} z = zy \\ v = z(1 - x) \end{array}$$

$$vz = z^2y(1 - x)$$

pero, $z = z^2$, y suprimiendo a z por figurar en ambos -
 miembros, queda: $v = y(1 - x)$, que es la ecuación (3).
 Este modo no fué descubierto por la escolástica.

III Si: "todos los Z son Y" premisas: $z(1 - y) = 0$ (1)
 y: "algunos X son Z" $v = xz$ (2)
 entonces: "algunos X son Y" conclusión: $v = xy$ (3)

Porque, (1) se escribe también: $z = zy$ y multiplica-
 do (1) y (2) entre sí, se tiene:

$$\begin{array}{r} z = zy \\ v = xz \end{array}$$

$$vz = xyz^2$$

pero, $z = z^2$, y se suprime, quedando: $v = xy$, que es -
 (3). Este modo es el Darii de la escolástica.

IV Si: "ningunos Z son Y" premisas: $zy = 0$ (1)
 y: "todos los X son Z" $x(1 - z) = 0$ (2)
 entonces: "ningunos X son Y" conclusión: $xy = 0$ (3)

Porque, (2) se expresa también como: $x - xz = 0$, y mul-
 tiplicando (1) por x y (2) por y , y sumándolas, se -
 tiene:

$$\begin{array}{r} xzy = 0 \\ xy - xzy = 0 \end{array}$$

$$xy = 0$$

que es (3). Este modo es el Celarent de la escolástica.

V Si: "ningunos Z son Y" premisas: $zy = 0$ (1)
 y: "ningunos X son Z" $xz = 0$ (2)
 entonces: "algunos que no son X tampoco son Y" conclusión: $v = (1 - x)(1 - y)$ (3)

Porque, (1) se convierte por subalternación en: $v = z(1 - y)$, y (2) puede escribirse: $z = z(1 - x)$, y multiplicando (1) y (2) entre sí, se tiene:

$$\begin{aligned} v &= z(1 - y) \\ z &= z(1 - x) \end{aligned}$$

$$vz = z^2(1 - x)(1 - y)$$

pero: $z = z^2$, y se suprime, quedando: $v = (1 - x)(1 - y)$ que es (3). Este modo no fué conocido por la escolástica.

VI Si: "ningunos Z son Y" premisas: $zy = 0$ (1)
 y: "algunos X son Z" $v = xz$ (2)
 entonces: "algunos X no son Y" conclusión: $v = x(1 - y)$ (3)

Porque, (1) puede escribirse: $z = z(1 - y)$, y multiplicando (1) y (2) entre sí, se tiene:

$$\begin{aligned} z &= z(1 - y) \\ v &= xz \end{aligned}$$

$$vz = z^2x(1 - y)$$

pero, $z = z^2$, que se elimina, quedando: $v = x(1 - y)$, que es (3). Es el modo Perio de la escolástica.

VII Si: "algunos Z son Y" premisas: $v = zy$ (1)
 y: "ningunos X son Z" $xz = 0$ (2)
 entonces: "algunos Y no son X" conclusión: $v = y(1 - x)$ (3)

Porque, (2) se escribe: $z = z(1 - x)$, y multiplicando (1) y (2) entre sí, se tiene:

$$\begin{aligned} v &= zy \\ z &= z(1 - x) \end{aligned}$$

$$vz = z^2y(1 - x)$$

pero, $z = z^2$, y se elimina de ambos miembros, quedando: $v = y(1 - x)$, que es (3). Este modo no fué conocido por la escolástica.

VIII Si: "algunos Z no son Y" premisas: $v = z(1 - y)$ (1)
 y: "ningunos X son Z" $xz = 0$ (2)
 entonces: "algunos que no son X tampoco son Y" conclusión: $v = (1 - x)(1 - y)$ (3)

Porque, (2) se escribe: $z = z(1 - x)$, y multiplicando (1) y (2) entre sí, se tiene:

$$\begin{aligned} v &= z(1 - y) \\ z &= z(1 - x) \end{aligned}$$

$$vz = z(1 - x)(1 - y)$$

pero, $z = z^2$, que se elimina, quedando: $v = (1 - x)(1 - y)$, que

la demostración es la misma que para el modo VI de la primera figura. Es el modo Festino de la escolástica.

VI Si: "algunos Y son Z" premisas: $v = yz$ (1)
 y: "ningunos X son Z" $xz = 0$ (2)
 entonces: "algunos Y no son X" conclusión: $v = y(1 - z)$ (3)

la demostración es idéntica a la del modo VII de la primera figura. Este modo no fué descubierto por la escolástica.

VII Si: "algunos Y no son Z" premisas: $v = y(1 - z)$ (1)
 y: "todos los X son Z" $x(1 - z) = 0$ (2)
 entonces: "algunos Y no son X" conclusión: $v = y(1 - x)$ (3)

Porque, (2) puede escribirse: $(1 - z) = (1 - z)(1 - x)$,
 y multiplicando (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{r} v = y(1 - z) \\ (1 - z) = (1 - z)(1 - x) \\ \hline v(1 - z) = y(1 - z)^2(1 - x) \end{array}$$

pero, $(1 - z) = (1 - z)^2$, que se puede eliminar, quedando: $v = y(1 - x)$, que es (3). Este modo no fué conocido por la escolástica.

Los doce modos de la tercera figura.

I Si: "todos los Z son Y" premisas: $z(1 - y) = 0$ (1)
 y: "todos los Z son X" $z(1 - x) = 0$ (2)
 entonces: "algunos X son Y" conclusión: $v = xy$ (3)

Porque, (1) se convierte por subalternación en: $v = zy$,
 y (2) se escribe como: $z = zx$, entonces se multiplican
 (1) y (2), teniendo:

$$\begin{array}{r} v = zy \\ z = zx \\ \hline vz = z^2xy \end{array}$$

pero, $z = z^2$, que se elimina, quedando: $v = xy$, o sea -
 (3). Es el modo Darapti de la escolástica.

II Si: "todos los Z son Y" premisas: $z(1 - y) = 0$ (1)
 y: "ningunos Z son X" $zx = 0$ (2)
 entonces: "algunos Y no son X" conclusión: $v = y(1 - x)$ (3)

siendo la demostración igual a la del modo II de la primera figura. Este modo no fué conocido por la escolástica.

III Si: "todos los Z son Y" premisas: $z(1 - y) = 0$ (1)
 y: "algunos Z son X" $v = zx$ (2)
 entonces: "algunos X son Y" conclusión: $v = xy$ (3)

la demostración es la misma que se dió para el modo III de la primera figura. Es el modo Datisi de la escolástica.

IV Si: "todos los Z son Y" premisas: $z(1 - y) = 0$ (1)
 y: "algunos Z no son X" $v = z(1 - x)$ (2)
 entonces: "algunos Y no son X" conclusión: $v = y(1 - x)$ (3)

Porque, (1) puede escribirse: $z = zy$, y multiplicando (1) por (2), se tiene:

$$\begin{array}{l} z = zy \\ v = z(1 - x) \end{array}$$

$$vz = z^2y(1 - x)$$

pero, $z = z^2$, y se elimina, quedando: $v = y(1 - x)$, que es (3). Este modo no fué conocido por la escolástica.

V Si: "ningunos Z son Y" premisas: $zy = 0$ (1)
 y: "todos los Z son X" $z(1 - x) = 0$ (2)
 entonces: "algunos X no son Y" conclusión: $v = x(1 - y)$ (3)

Porque, (1) se reduce por subalternación a: $v = z(1 - y)$, y (2) puede escribirse: $z = zx$, entonces, multiplicando (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{l} v = z(1 - y) \\ z = zx \end{array}$$

$$vz = z^2x(1 - y)$$

pero, $z = z^2$, y se elimina, quedando: $v = x(1 - y)$, o sea (3). Es el modo Felapton de la escolástica.

VI Si: "ningunos Z son Y" premisas: $zy = 0$ (1)
 y: "ningunos Z son X" $zx = 0$ (2)
 entonces: "algunos que no son X tampoco son Y" conclusión: $v = (1 - x)(1 - y)$ (3)

la demostración es la misma del modo V de la primera figura. Este modo no fué conocido por la escolástica.

VII Si: "ningunos Z son Y" premisas: $zy = 0$ (1)
 y: "algunos Z son X" $v = zx$ (2)
 entonces: "algunos X no son Y" conclusión: $v = x(1 - y)$ (3)

la demostración es idéntica a la del modo VI de la primera figura. Es el modo Feriso de la escolástica.

VIII Si: "ningunos Z son Y" premisas: $zy = 0$ (1)
 Y: "algunos Z no son X" $v = z(1 - x)$ (2)
 entonces: "algunos que no son X tampoco son Y" conclusión: $v = (1 - x)(1 - y)$ (3)
 Porque, (1) puede escribirse: $z = z(1 - y)$, y multiplicando (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{l} z = z(1 - y) \\ v = z(1 - x) \end{array}$$

$$vz = z^2(1 - x)(1 - y)$$

pero, $z = z^2$, y se elimina, quedando: $v = (1 - x)(1 - y)$, o sea (3). Este modo no fué determinado por la escolástica.

IX Si: "algunos Z son Y" premisas: $v = zy$ (1)
 Y: "todos los Z son X" $z(1 - x) = 0$ (2)
 entonces: "algunos X son Y" conclusión: $v = xy$ (3)
 Porque, (2) puede escribirse: $z = zx$, y multiplicando (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{l} v = zy \\ z = zx \end{array}$$

$$vz = z^2xy$$

pero, $z = z^2$, y se elimina, quedando: $v = xy$, o sea (3). Es el modo Disamis de la escolástica.

X Si: "algunos Z son Y" premisas: $v = zy$ (1)
 Y: "ningunos Z son X" $zx = 0$ (2)
 entonces: "algunos Y no son X" conclusión: $v = y(1 - x)$ (3)

la demostración es la misma que la del modo VII de la primera figura. Este modo no fué descubierto por la escolástica.

XI Si: "algunos Z no son Y" premisas: $v = z(1 - y)$ (1)
 Y: "todos los Z son X" $z(1 - x) = 0$ (2)
 entonces: "algunos X no son Y" conclusión: $v = x(1 - y)$ (3)
 Porque, (2) se escribe también: $z = zx$, y multiplicando (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{l} v = z(1 - y) \\ z = zx \end{array}$$

$$vz = z^2x(1 - y)$$

pero, $z = z^2$, por lo cuál se elimina, quedando: $v = x(1 - y)$, que es (3). Es el modo Bocardo de la escolástica.

XII Si: "algunos Z no son Y" premisas: $v = z(1 - y)$ (1)
 Y: "ningunos Z son X" $zx = 0$ (2)
 entonces: "algunos que no son X tampoco son Y" conclusión: $v = (1 - x)(1 - y)$ (3)

la demostración es igual a la del modo VIII de la primera figura. Este modo no fué determinado por la escolástica.

Los ocho modos de la cuarta figura.

I Si: "todos los Y son Z" premisas: $y(1 - z) = 0$ (1)
 Y: "todos los Z son X" $z(1 - x) = 0$ (2)
 entonces: "algunos X son Y" conclusión: $v = xy$ (3)

Porque, (1) se convierte por subalternación en: $v = yz$,
 y (2) se escribe: $z = zx$, y multiplicando (1) y (2), se tiene:

$$\begin{array}{r} v = yz \\ z = zx \\ \hline vz = z^2xy \end{array}$$

pero, $z = z^2$, que por lo tanto se elimina, quedando: $v = xy$, o sea (3). Es el modo Bamalip de la escolástica.

II Si: "todos los Y son Z" premisas: $y(1 - z) = 0$ (1)
 Y: "ningunos Z son X" $zx = 0$ (2)
 entonces: "ningunos X son Y" conclusión: $xy = 0$ (3)

la demostración es la misma que ya se dió para el modo I de la segunda figura. Es el modo Camenes de la escolástica.

III Si: "ningunos Y son Z" premisas: $yz = 0$ (1)
 Y: "todos los Z son X" $z(1 - x) = 0$ (2)
 entonces: "algunos X no son Y" conclusión: $v = x(1 - y)$ (3)

la demostración es idéntica a la del modo V de la tercera figura. Es el modo Fesapo de la escolástica.

IV Si: "ningunos Y son Z" premisas: $yz = 0$ (1)
 Y: "ningunos Z son X" $zx = 0$ (2)
 entonces: "algunos que no son X tampoco son Y" conclusión: $v = (1 - x)(1 - y)$ (3)

la demostración es igual a la del modo V de la primera figura. Este modo no fué conocido por la escolástica.

V Si: "ningunos Y son Z" premisas: $yz = 0$ (1)
 Y: "algunos Z son X" $v = zx$ (2)
 entonces: "algunos X no son Y" conclusión: $v = x(1 - y)$ (3)

la demostración es la misma que se dió para el modo VI de la primera figura. Es el modo Fresison de la escolástica.

VI Si: "ningunos Y son Z" premisas: $yz = 0$ (1)
 Y: "algunos Z no son X" $v = z(1 - x)$ (2)
 entonces: "algunos que no son X tampoco son Y" conclusión: $v = (1 - x)(1 - y)$ (3)

la demostración es idéntica a la del modo VIII de la tercera figura. Este modo no fué descubierto por la escolástica.

VII Si: "algunos Y son Z" premisas: $v = yz$ (1)
 Y: "todos los Z son X" $z(1 - x) = 0$ (2)
 entonces: "algunos X son Y" conclusión: $v = xy$ (3)

la demostración es igual a la del modo IX de la tercera figura. Es el modo Dimatis de la escolástica.

VIII Si: "algunos Y son Z" premisas: $v = yz$ (1)
 Y: "ningunos Z son X" $zx = 0$ (2)
 entonces: "algunos Y no son X" conclusión: $v = y(1 - x)$ (3)

la demostración es idéntica a la que se dió para el modo VII de la primera figura. Este modo no fué determinado por la escolástica. (Nota 18).

4. Los silogismos complejos.

Las clases y los elementos. En los silogismos complejos, a diferencia de los simples, intervienen otras clases de juicios, menos simples que los universales y particulares positivos o negativos, como son los hipotéticos, los categóricos y los disyuntivos. En el silogismo complejo se tienen dos o tres juicios condicionantes, llamados premisas y un juicio deducido, al cuál se denomina conclusión. El número de términos que forman parte de los silogismos complejos no corresponde siempre al de sus elementos, sino que puede ser igual o menor. Además, se tiene que en los silogismos complejos, los términos no son conceptos, sino juicios.

Se distinguen tres clases de silogismos complejos, correspondiendo a las especies de juicios que en ellos intervienen. El silogismo disyuntivo, está integrado por un juicio disyuntivo como primera premisa, un juicio categórico como

(Nota 18): Boole, The mathematical analysis of logic, p. 31-40.

segunda premisa y otro juicio categórico como conclusión. El silogismo hipotético se compone de un juicio hipotético como primera premisa, de un juicio categórico como segunda premisa y de otro juicio categórico como conclusión. Finalmente, el dilema está formado por un juicio hipotético como primera premisa, otro juicio hipotético como segunda premisa, un juicio disyuntivo como tercera premisa y un juicio categórico o uno disyuntivo como conclusión.

Expresión de los juicios complejos. Para presentar la demostración de los modos válidos del silogismo complejo, seguiremos utilizando los símbolos y las operaciones introducidas por Boole. En este caso, las literales p , q , r y s , representarán a los juicios simples que son los términos del silogismo: La unidad, 1 , expresará la certeza de un juicio; y el cero, 0 , su falsedad. De este modo, la certeza de un juicio quedará representada por la ecuación: $p = 1$; y su falsedad por: $p = 0$. La condición de que p sea cierto y q sea cierto, queda expresada por: pq . La condición de que p sea cierto y q sea falso, se expresa por: $p(1 - q)$. La condición de que p sea falso y q sea cierto, por: $q(1 - p)$. Y la condición de que p sea falso y q sea falso, por: $(1 - p)(1 - q)$. Con arreglo a estas expresiones, es posible formar las ecuaciones que representan a los juicios compuestos.

El juicio disyuntivo excluyente consiste en establecer la certeza de un juicio p y la falsedad de otro q , o bien la falsedad de p y la certeza de q ; pero con la condición de que p y q no sean simultáneamente ciertos, ni tampoco simultáneamente falsos. Entences, la ecuación representativa del juicio se forma por la suma de: $p(1 - q)$, " p es cierto y q es falso", y de: $q(1 - p)$, " p es falso y q es cierto", lo cual constituye el primer miembro de la ecuación; y por la unidad, o sea la certeza, como segundo miembro de la ecuación. Así tendremos:

$$p(1 - q) + q(1 - p) = 1$$

$$\text{o sea: } p - pq + q - qp = 1$$

y, simplificando, queda: $p + q - 2pq = 1$, " p es cierto o q es cierto, pero no son ciertos ambos a la vez".

El juicio disyuntivo con un juicio p y la falsedad de otro q , o bien la falsedad de p y la certeza de q , o también la certeza de p y la certeza de q simultáneamente. Por lo tanto, su ecuación representativa se forma por la suma de: $p(1 - q)$, " p es cierto y q es falso", de: $q(1 - p)$, " p es falso y q es cierto", y de: pq , " p y q son ciertos simultáneamente", como primer miembro; y por la unidad, o sea la certeza, como segundo miembro. De este modo tendremos:

$$p(1 - q) + q(1 - p) + pq = 1$$

$$\text{o sea: } p - pq + q - qp + pq = 1$$

y reduciendo, queda: $p + q - pq = 1$, " p es cierto o q es cierto o ambos son ciertos a la vez".

El juicio disyuntivo de s tructivo establece la falsedad de un juicio p y la certeza de otro q , o bien la certeza de p y la falsedad de q , o también la falsedad de p y la falsedad de q simultáneamente. Así, la ecuación que lo representa se forma con la suma de: $q(1 - p)$, " p es falso y q es cierto", de: $p(1 - q)$, " p es cierto y q es falso", y de: $(1 - p)(1 - q)$, " p y q son falsos simultáneamente", como primer miembro; y por la unidad, o sea la certeza, como segundo miembro. Entonces, se tiene:

$$q(1 - p) + p(1 - q) + (1 - p)(1 - q) = 1$$

$$\text{o sea: } q - qp + p - pq + 1 - q - p + pq = 1$$

y reduciendo, queda simplemente: $pq = 0$, " p es falso o q es falso o ambos son falsos a la vez".

Debe hacerse notar que en esta ecuación también se expresa el juicio hipotético de s tructivo, que establece la implicación de que la certeza de p es condición suficiente para la falsedad de q , o sea que no existe ningún caso en que se tenga simultáneamente la certeza de p y la certeza de q . Porque la condición de que: pq , " p es cierto y q es cierto", es falsa; y la ecuación sería, como ya decimos, la misma: $pq = 0$.

El juicio hipotético con s tructivo establece la implicación de que la certeza de p es condición suficiente para la certeza de q , o sea que no existe ningún caso en que simultáneamente se tenga la certeza de p y la falsedad

de q . Por lo tanto, la condición de que: $p(1 - q)$, " p es cierto y q es falso", es falsa. Entonces, la ecuación que expresa este juicio es: $p(1 - q) = 0$, "si p es cierto, entonces, q es cierto".

El juicio categórico constructivo queda expresado por: $p = 1$, " p es cierto".

El juicio categórico destructivo, por la ecuación: $p = 0$, " p es falso".

Ahora bien, lo que hemos establecido para p y para q , es también válido para la conexión entre dos juicios cualesquiera. Por lo tanto, las expresiones de las clases de juicios descritas para los casos de p , q , r y s , son enteramente análogas a las anteriores.

Figuras y modos del silogismo complejo. De acuerdo con la composición de los silogismos complejos, se distinguen seis figuras diferentes: disyuntivo excluyente, disyuntivo constructivo, disyuntivo destructivo, hipotético, dilema constructivo y dilema destructivo.

El silogismo disyuntivo excluyente está compuesto por un juicio disyuntivo excluyente como primera premisa, un juicio categórico como segunda premisa y otro juicio categórico como conclusión.

El silogismo disyuntivo constructivo se integra por un juicio disyuntivo constructivo como primera premisa, un juicio categórico como segunda premisa y otro juicio categórico como conclusión.

El silogismo disyuntivo destructivo consta de un juicio disyuntivo destructivo como primera premisa, un juicio categórico como segunda premisa y otro juicio categórico como conclusión.

El silogismo hipotético está formado por un juicio hipotético como primera premisa, un juicio categórico como segunda premisa y otro juicio categórico como conclusión.

El dilema constructivo está compuesto por un juicio hipotético como primera premisa, otro juicio hipotético como segunda premisa, un juicio disyuntivo como tercera premisa y un juicio ~~hipotético~~ categórico como conclusión.

mo conclusión.

El dilema destructivo está formado por un juicio hipotético como primera premisa, otro juicio hipotético como segunda premisa, un juicio disyuntivo como tercera premisa y un juicio hipotético destructivo o, lo que es lo mismo, un juicio disyuntivo destructivo como conclusión.

Con arreglo a las operaciones concluyentes que pueden efectuarse dentro de las seis figuras del silogismo complejo, se obtienen 15 modos válidos: 4 en la primera figura, 2 en la segunda, 2 en la tercera, 2 en la cuarta, 3 en la quinta y 2 en la sexta. De cada uno de ellos presentamos a continuación su proceso demostrativo.

Los cuatro modos del disyuntivo excluyente.

I Si: "P es cierto o Q es cierto, pero no son ciertos ambos a la vez" $p + q - 2pq = 1$ (1)

y: "P es cierto"

$$p = 1 \quad (2)$$

entonces: "Q es falso"

$$q = 0 \quad (3)$$

Porque, substituyendo en (1) el valor de p que tiene en (2), se tiene:

$$1 + q - 2q = 1$$

o sea: $q = 0$, que es (3).

II Si: "P es cierto o Q es cierto, pero no son ciertos ambos a la vez" $p + q - 2pq = 1$ (1)

y: "P es falso"

$$p = 0 \quad (2)$$

entonces: "Q es cierto"

$$q = 1 \quad (3)$$

Porque, substituyendo en (1) el valor de p que tenemos en (2), queda:

$$0 + q - 0 = 1$$

o sea: $q = 1$, que es (3).

III Si: "P es cierto o Q es cierto, pero no son ciertos ambos a la vez" $p + q - 2pq = 1$ (1)

y: "Q es cierto"

$$q = 1 \quad (2)$$

entonces: "P es falso"

$$p = 0 \quad (3)$$

Porque, se substituye el valor de q de (2) en la ecuación (1), quedando:

$$p \neq 1 - 2p = 1$$

o sea: $p = 0$, que es (3).

IV Si: "P es cierto o Q es cierto, pero no son ciertos ambos a la vez" $p \neq q - 2pq = 1$ (1)

y: "Q es falso"
entonces: "P es cierto" $q = 0$ (2)
 $p = 1$ (3)

Porque, al substituir el valor de q de (2) en la ecuación (1), queda:

$$p \neq 0 - 0 = 1$$

o sea: $p = 1$, que es (3).

Los dos modos del disyuntivo constructivo.

I Si: "P es cierto o Q es cierto o ambos son ciertos a la vez" $p \neq q - pq = 1$ (1)

y: "P es falso"
entonces: "Q es cierto" $p = 0$ (2)
 $q = 1$ (3)

Porque, al substituir el valor de p de (2) en la ecuación (1), se tiene:

$$0 \neq q - 0 = 1$$

o sea: $q = 1$, que es (3).

II Si: "P es cierto o Q es cierto o ambos son ciertos a la vez" $p \neq q - pq = 1$ (1)

y: "Q es falso"
entonces: "P es cierto" $q = 0$ (2)
 $p = 1$ (3)

Porque, substituyendo en (1) el valor de q en (2), se tiene:

$$p \neq 0 - 0 = 1$$

o sea: $p = 1$, que es (3).

Los dos modos del disyuntivo destructivo.

I Si: "P es falso o Q es falso o ambos son falsos a la vez" $pq = 0$ (1)

y: "P es cierto"
entonces: "Q es falso" $p = 1$ (2)
 $q = 0$ (3)

Porque, al substituir el valor que tiene p en (2), en la ecuación (1), queda: $q = 0$, que es (3).

II Si: "P es falso o Q es falso o
 ambos son falsos a la vez" $pq = 0$ (1)
 y: "Q es cierto" $q = 1$ (2)
 entonces: "P es falso" $p = 0$ (3)

Porque, si se substituye el valor de q en (2), en la ecuación (1), se tiene: $p = 0$, que es (3).

Los dos modos del hipotético.

I Dado que: "Si P es cierto, entonces Q es cierto" $p(1 - q) = 0$ (1)
 cuando: "P es cierto" $p = 1$ (2)
 entonces: "Q es cierto" $q = 1$ (3)

Porque, al substituir el valor de p en (2), en la ecuación (1), se tiene: $1 - q = 0$, o sea que: $q = 1$, que es (3).

II Dado que: "Si P es cierto, entonces Q es falso" $p(1 - q) = 0$ (1)
 cuando: "Q es falso" $q = 0$ (2)
 entonces: "P es falso" $p = 0$ (3)

Porque, al substituir en (1) el valor que tiene q en (2), queda: $p = 0$, que es (3).

Los tres modos del dilema constructivo.

I Dado que: "Si P es cierto, entonces Q es cierto" $p(1 - q) = 0$ (1)
 y que: "Si R es cierto, entonces Q es cierto" $r(1 - q) = 0$ (2)
 y que: "P es cierto o R es cierto, pero no son ciertos ambos a la vez" $p + r - 2pr = 1$ (3)
 entonces: "Q es cierto" $q = 1$ (4)

Porque, (3) puede escribirse como: $p(1 - 2r) + r = 1$, y multiplicando por: $(1 - q)$, queda: $p(1 - q)(1 - 2r) + r(1 - q) = 1 - q$; y (1) puede multiplicarse por: $-(1 - 2r)$, quedando: $-p(1 - q)(1 - 2r) = 0$; y, entonces, (1) y (3) sumadas, quedan:

$$\frac{-p(1 - q)(1 - 2r) + r(1 - q)}{p(1 - q)(1 - 2r) + r(1 - q)} = \frac{0}{1 - q}$$

$$r(1 - q) = 1 - q$$

y, entonces, restando de esta suma a la ecuación (2), se

$$\begin{array}{r} r(1 - q) = 1 - q \\ - r(1 - q) = 0 \end{array}$$

$$0 = 1 - q$$

o sea: $q = 1$, que es (4).

- II Dado que: "Si P es cierto, entonces Q es cierto" $p(1 - q) = 0$ (1)
 y que: "Si R es cierto, entonces Q es cierto" $r(1 - q) = 0$ (2)
 y que: "P es cierto o R es cierto o ambos son ciertos a la vez" $p + r - pr = 1$ (3)
 entonces: "Q es cierto" $q = 1$ (4)

Porque, (3) se puede escribir: $p(1 - r) + r = 1$, y multiplicada por: $(1 - q)$, queda: $p(1 - q)(1 - r) + r(1 - q) = 1 - q$, y entonces, restándole (2), se tiene:

$$\begin{array}{r} p(1 - q)(1 - r) + r(1 - q) = 1 - q \\ - r(1 - q) = 0 \end{array}$$

$$p(1 - q)(1 - r) = 1 - q$$

y, entonces, restando a esta expresión la ecuación (1) - multiplicada por: $(1 - r)$, queda:

$$\begin{array}{r} p(1 - q)(1 - r) = 1 - q \\ - p(1 - q)(1 - r) = 0 \end{array}$$

$$0 = 1 - q$$

o sea que: $q = 1$, que es (4).

- III Dado que: "Si P es cierto, entonces Q es cierto" $p(1 - q) = 0$ (1)
 y que: "Si S es cierto, entonces R es cierto" $s(1 - r) = 0$ (2)
 y que: "P es cierto o S es cierto o ambos son ciertos a la vez" $p + s - ps = 1$ (3)
 entonces: "Q es cierto o R es cierto o ambos son ciertos a la vez" $q + r - qr = 1$ (4)

Porque, (3) puede escribirse: $p(1 - s) + s = 1$, y multiplicada por: $(1 - q)(1 - r)$, queda:

$p(1 - s)(1 - q)(1 - r) + s(1 - q)(1 - r) = (1 - q)(1 - r)$;
 entonces: restándole (1) multiplicada por: $(1 - s)(1 - r)$,
 y (2) multiplicada por: $(1 - q)$, se tiene:

$$\begin{array}{r} p(1 - s)(1 - q)(1 - r) + s(1 - q)(1 - r) = (1 - q)(1 - r) \\ - p(1 - s)(1 - q)(1 - r) = 0 \\ - s(1 - q)(1 - r) = 0 \end{array}$$

$$0 = (1 - q)(1 - r)$$

o sea: $q + r - qr = 1$, que es (4).

Los dos modos del di ---
 tema destructivo.

- I Dado que: "Si P es cierto, entonces Q es cierto" $p(1 - q) = 0$ (1)
 y que: "Si S es cierto, entonces R es cierto" $s(1 - r) = 0$ (2)
 y que: "Q es cierto o R es cierto, pero no son ciertos ambos a la vez" $q + r - 2qr = 1$ (3)
 entonces: "P es falso o S es falso o ambos son falsos a la vez" $ps = 0$ (4)

Porque, (3) puede escribirse: $q(1 - r) + r(1 - q) = 1$,
 y multiplicada por: ps , queda: $psq(1 - r) + psr(1 - q) = ps$
 $ps = ps$; y, entonces, se le resta (1) multiplicada por: sr ,
 y (2) multiplicada por: pq , quedando:

$$\begin{array}{r} psq(1 - r) + psr(1 - q) = ps \\ - psr(1 - r) - psq(1 - q) = 0 \\ \hline 0 = ps \end{array}$$

o sea: $ps = 0$, que es (4).

- II Dado que: "Si P es cierto, entonces Q es cierto" $p(1 - q) = 0$ (1)
 y que: "Si S es cierto, entonces R es cierto" $s(1 - r) = 0$ (2)
 y que: "Q es falso o R es falso o ambos son falsos a la vez" $qr = 0$ (3)
 entonces: "P es falso o S es falso o ambos son falsos a la vez" $ps = 0$ (4)

Porque, (1) se puede escribir: $p - pq = 0$, y multiplicada por: s , queda: $ps - pqs = 0$; (2) se puede escribir: $s - sr = 0$, y multiplicada por: pq , queda: $pqs - pqsr = 0$; y (3) multiplicada por: ps , queda: $psqr = 0$; entonces, sumando (1), (2) y (3), se tiene:

$$\begin{array}{r} ps - pqs = 0 \\ pqs - pqsr = 0 \\ pqsr = 0 \\ \hline ps = 0 \end{array}$$

o sea: $ps = 0$, que es (4). (Nota 19).

Las cadenas de silogismos. La conclusión de un silogismo, ya sea simple o complejo, también sirve.

ve como premisa para una nueva deducción silogística, de la cuál se obtendrá otra conclusión que, a su vez, servirá de premisa a otro silogismo y, así, ininterrumpidamente. Esta deducción compuesta puede efectuarse en una sola operación, formando una cadena de silogismos, en la cuál la conclusión de uno es al mismo tiempo premisa del siguiente. De este modo, en cada uno de los eslabones solamente se va agregando una premisa nueva y, a la vez, lo que era término extremo en el silogismo anterior se convierte en término medio del siguiente. Estos enlaces se constituyen tanto entre los silogismos simples, como entre los complejos; en ellos pueden intervenir varios modos distintos. De esta manera, se tiene una gran diversidad de cadenas silogísticas. Sin embargo, su demostración se encuentra en la conjugación de la validez de los distintos modos que ellas comprenden. En suma, que las cadenas silogísticas no son otra cosa que la reiteración enlazada de los modos que ya han quedado establecidos.

5. El desarrollo de la deducción.

La función de la experiencia. El fundamento de toda inferencia se encuentra en la conexión existente entre los procesos del universo. Las formas de inferencia que hemos expuesto corresponden efectivamente a las operaciones que practica el pensamiento, como expresión de las interrelaciones conceptuales en que se refleja la objetividad del universo. Pero, todo proceso se manifiesta con una gran riqueza de formas y de maneras, siendo susceptible de un número infinito de determinaciones, por lo tanto, la conexión que se establece en el silogismo no tiene otra validez que la de su correspondencia con los procesos objetivos. Porque los procesos existentes en la naturaleza y en la sociedad, son los que constituyen el desarrollo de la inferencia. Por ésto es que la inferencia adquiere un contenido definido y se condiciona por la existencia objetiva. La inferencia es, así, una forma del conocimiento más elevada que la del juicio y que la del concepto; puesto que en ella se expresa de manera más completa, la conexión entre los conceptos y los juicios, reflejando la unidad y la interrelación de los procesos de la sociedad y de la naturaleza. (Nota 20).

(Nota 20): Shur, Las teorías del concepto.

El operador de la inferencia silogística es el término medio. Este debe expresar la unidad y la conexión entre las determinaciones; y no poseer simplemente un carácter formal y abstracto. Un mismo término medio puede conducir a diferentes conclusiones; e, igualmente, una misma conclusión puede obtenerse de distintos términos medios. Cuando se considera al silogismo unilateralmente, tomando sólo en cuenta su carácter formal y abstracto, entonces se convierte en una operación meramente fortuita y sin significación objetiva. Es posible, así, llegar a probar las conclusiones más opuestas o más descabelladas, por medio de silogismos formalmente correctos. Debió a que el término medio se escoge arbitrariamente, no se tiene la menor dificultad en probar cualquier juicio falso. Este ha sido el extremo a que la escolástica condujo al silogismo aristotélico, desnaturalizándolo y separándolo de su función en la expresión del conocimiento científico. (Nota 21).

Cada una de las determinaciones de un proceso puede desempeñar el papel de término medio en un silogismo. -- Mientras más comprensivo sea su concepto, mayor será el número de propiedades que puedan servir como términos medios. Pero la selección de aquél aspecto que resulte fundamental para la deducción buscada, es una parte importante de la tarea investigadora; que se encontrará determinada en cada caso por las condiciones objetivas que sea necesario tener en cuenta. Cuando esta selección es unilateral, se llega a conclusiones falsas, no obstante la certeza del término medio y de las premisas. Así, si se toma como término medio a la fuerza de gravitación, considerando que ella hace que los planetas se dirijan hacia el sol, entonces, se concluye que los planetas están cayendo hacia el sol; porque no se ha tomado en cuenta la fuerza centrífuga que los planetas ejercen por el movimiento de su masa. De este modo, no hay nada más insuficiente que el silogismo formal, cuando se apoya sobre la contingencia o la arbitrariedad de un término medio mutilado. (Nota 22).

(Nota 21): Shur, Las teorías del concepto.
(Nota 22): Hegel, Science de la Logique, tomo II, p. 357-8.

La clasificación de las inferencias. Las formas y las leyes lógicas no son, en modo alguno, una abstracción vacía; sino que constituyen la reflexión relacional del universo objetivo. Por lo tanto, y de la misma manera que los juicios y los conceptos, las inferencias también se encuentran conectadas estrechamente entre sí; en correspondencia con la interrelación recíproca que existe entre los procesos universales. Esta conexión entre las diversas formas de inferencia, además de exhibir la concatenación lógica -- que se sigue en el proceso del conocimiento, también pone de manifiesto el desarrollo histórico que la propia operación de inferir ha tenido, a medida que el conocimiento sobre la naturaleza y la sociedad ha progresado. Las formas de inferencia pueden clasificarse, entonces, de tal manera que su agrupamiento corresponda a su relación lógica; con lo cual se reproducirá, al mismo tiempo, su desenvolvimiento histórico, desde las formas menos elevadas hasta las formas superiores. De acuerdo con esto, se consideraran cuatro clases de silogismos: de inherencia, de inclusión, de implicación y de concordancia. (Nota 23).

El silogismo de inherencia. En esta inferencia, los conceptos tienen todavía un carácter abstracto e inmediato. El término medio es una determinación cualquiera de los extremos; y, también, el mismo término medio puede referirse a muy distintos extremos. Dado que las determinaciones, tanto del término medio como de los extremos, no son fundamentales, en ellas se mantiene un cierto grado de subjetividad y de superficialidad. (Nota 24). La transición de lo individual a lo particular y a lo universal, es meramente externo y formal, efectuándose en un ciclo de cuatro casos. En el primer caso, lo individual es puesto en relación con lo universal, por medio de lo particular; constituyendo la primera figura del silogismo simple:

| | | |
|------------------|-----|-------------------------------|
| primera premisa: | P U | "lo particular es universal" |
| segunda premisa: | I P | "lo individual es particular" |
| conclusión: | I U | "lo individual es universal" |

(Nota 23): Shur, Las teorías del concepto.
 (Nota 24): Hegel, Enciclopedia, p. 132-5

En el segundo caso, se invierte la conclusión anterior, poniéndose en relación lo particular con lo universal, por medio de lo individual. Así, se tiene la segunda figura del silogismo simple:

primera premisa: U I "lo universal es individual"
segunda premisa: P I "lo particular es individual"
conclusión: P U "lo particular es universal"

En el tercer caso, al invertir la conclusión anterior, se establece la relación de lo individual a lo particular, por medio de lo universal, formándose la tercera figura del silogismo simple:

primera premisa: U P "lo universal es particular"
segunda premisa: U I "lo universal es individual"
conclusión: I P "lo individual es particular"

Por último, al invertir la conclusión obtenida, se tiene el cuarto caso, en el cuál se formula la relación de lo universal a lo particular, por intermedio de lo individual; teniéndose la cuarta figura del silogismo simple:

primera premisa: P I "lo particular es individual"
segunda premisa: I U "lo individual es universal"
conclusión: U P "lo universal es particular"

Ahora bien, la inversión de esta conclusión sirve de primera premisa para un nuevo silogismo de la primera figura, dando comienzo a un nuevo ciclo. Pero esta operación cíclica no consiste en una mera repetición circular, sino que cada paso constituye un progreso en el conocimiento, que produce el resultado de proporcionar una determinación más elevada. Así, en la iniciación de cada nuevo ciclo, se parte de una determinación superior a la que sirvió de punto de partida en el ciclo anterior.

El silogismo de inclusión si ó n. El desarrollo de las formas del silogismo de inherencia conduce al silogismo de inclusión, cuyo contenido ya no es tan abstracto ni tan inmediato. La determinación en este silogismo se tiene en su relación con otras determinaciones. Lo singular se extiende a una totalidad de semejantes"; aún cuando esta generalidad se establece externamente y de un modo que todavía no es fundamental. La inferencia todavía se encuentra insuficientemente desarrollada, porque la validez de la primera premisa está condicionada por la validez de la conclusión. Los elementos singulares se reúnen dentro de una especie, por medio

de la observación y del experimento. Pero la experiencia es, en rigor, inagotable, de tal modo que la conclusión se mantiene siempre en un grado de probabilidad que, por elevado que sea, nunca puede alcanzar la completa certeza. Además, las premisas se establecen por medio de analogías rigurosamente practicadas, por las cuáles se explican las regularidades generales del desarrollo de los procesos, dejando de lado las semejanzas superficiales. (Nota 25). Esta clase de silogismo comprende un número muy grande de casos, en los cuáles se combinan como premisas y como conclusiones de las cuatro figuras, los seis juicios que relacionan a lo específico, a lo genérico y a lo total.

El silogismo de implicación. El fundamento de esta inferencia ya no es ningún contenido inmediato, sino la unidad necesaria y causal de las determinaciones de la inferencia deductiva. Sus formas son las más elevadas, las más ricas y las más ciertas de la deducción propiamente dicha; ya que conducen a la expresión concreta fundamental de la existencia de los procesos naturales y sociales. Lo particular, con el contenido de género o especie determinada, es el término medio de este silogismo. Pero, también, este término es el que hace y el que recibe la determinación al mismo tiempo. Las formas de esta clase son los silogismos complejos, el disyuntivo, el hipotético, y el dilema y, además, las múltiples combinaciones que pueden hacerse entre ellos. (Nota 26).

El silogismo de concordancia. La expresión concreta de los procesos determinados, conduce a la indagación de las relaciones de dependencia existentes entre los diversos conjuntos de procesos, tal como se formula en el silogismo de concordancia. En este silogismo se expresa la medida en que el conocimiento de los procesos corresponde a su existencia objetiva. Pero, en esta forma, el silogismo deja de ser principalmente deductivo, para transformarse en la forma elemental de la inferencia inductiva. Y, como tal, será que lo estableceremos en lo que sigue.

(Nota 25): Hegel, Enciclopedia, p. 135; y, también, Shur, Las teorías del concepto.
(Nota 26): Hegel, op. cit., p. 136-9; y, también, Shur, op. cit.

Capítulo Octavo

TEORIA DE LA INDUCCION

1. La experiencia: observación y experimentación.

La observación de los procesos. La conciencia más elemental de los cambios que ocurren en el universo, se adquiere por medio de la observación. En un principio, ésta consiste en registrar los movimientos percibidos directamente por los sentidos. La determinación así lograda es simplemente cualitativa. Pero, pronto se desarrolla en amplitud y en profundidad. Por una parte, la acumulación creciente de las observaciones practicadas hace que se adviertan mayor número de conexiones entre los procesos universales. Por otro lado, la precisión de la observación se afina constantemente, permitiendo una penetración mayor en las conexiones ya advertidas. De este modo, aún en el estricto nivel de la diferenciación cualitativa, es posible establecer la muerte de las plantas por carencia de agua, la asociación entre el arco-iris y la lluvia, la rotación de los astros alrededor de la estrella polar y el cambio de las estaciones en el año.

Más adelante, el aumento todavía más considerable de la exactitud en las observaciones y del número de estas, se traduce en el discernimiento de relaciones cuantitativas entre los procesos. La determinación cuantitativa, y la medición que se introduce con ella, hacen que se pongan de manifiesto las conexiones simples más importantes que existen entre los procesos del universo. Así es como se conoce que las estrellas se desplazan con un movimiento uniforme y describiendo una trayectoria circular y, también, que las estaciones constituyen una sucesión cíclica regular con duración definida. Pero, la observación cuantitativa no se mantiene siempre en este nivel, sino que se desarrolla constantemente, tanto en su profundidad como en su extensión. La acumulación de observaciones y el incremento en su exactitud, conducen al afinamiento de las determinaciones cuanti-----

tativas. Las leyes de Kepler sobre el movimiento planetario, constituyen el resultado de esta clase de observaciones, desarrolladas en su nivel más elevado.

Después, el desenvolvimiento de la observación cuantitativa llega a un grado tal de exactitud y de extensión, que produce su transformación en determinación relacionante. La observación permite entonces es establecimiento de las relaciones espacio-temporales existentes entre los procesos, lo mismo que un conocimiento más profundo de su movimiento. Solo que, por la penetración de estas mismas determinaciones, llegan a advertirse conexiones todavía más fundamentales entre los procesos universales. Se acusa entonces la relación de causalidad que liga a unos procesos con otros; hasta llegar a poner de manifiesto, siempre por la superación continua de la observación, a la acción recíproca que enlaza en forma estrecha e indisoluble a todos y cada uno de los procesos del universo. De este modo es como se llegan a establecer las leyes newtonianas del movimiento mecánico.

Pero el desarrollo de la observación no se detiene tampoco aquí, sino que sigue creciendo en precisión y en amplitud, hasta llegar a convertirse en determinación modal. Se aprecia entonces la correspondencia entre la existencia de los procesos y su determinación en el conocimiento. Solo que para esto, la observación desaparece como tal, transformándose en experimento. Se hace insuficiente el simple registro de las manifestaciones de existencia, por preciso y amplio que sea; haciendo necesaria la intervención en los procesos mismos, para poder comprobar los resultados de las observaciones o de otros experimentos anteriores.

Sin embargo, la propia observación como tal se sigue ensanchando, al propio tiempo que se hace más aguda. For una parte, el experimento mismo tiene como un aspecto muy importante y, además, imprescindible, a la observación. Por otro lado, ciertas experiencias científicas nunca dejan de ser fundamentalmente de carácter observativo - como las determinaciones astronómicas y astrofísicas - cuando en ellas el refinamiento de las observaciones alcanza un nivel extraordinario. De esta manera, el desenvolvimiento de la observación se continúa en el curso de la investigación científica; a pesar de que el experimento se haya originado de ella, como una nue

va especie de experiencia y con un desarrollo propio y relativamente independiente. Además, es necesario advertir que la descripción que se ha hecho hasta aquí acerca de la evolución de la observación, constituye solamente un esquema; en el cual se ha procurado destacar esa evolución exclusivamente en las mismas direcciones de la observación. Porque el experimento no se desprende de la observación únicamente en un grado elevado de ella, sino que, en rigor, se practica desde sus etapas inferiores.

La experimentación en los procesos. Cuando se supera la práctica de observar los procesos, solamente en cuanto éstos se presentan naturalmente y se interviene en su producción, se ha llegado al experimento. Los procesos se producen entonces, artificialmente, estos es, provocando las condiciones en que ellos se producen. Las propias condiciones pueden hacerse variar dentro de ciertos límites y, por lo tanto, la observación se logra de modo más acusado y con la mayor exactitud que permite la repetición de los procesos. Por medio del experimento, se logra amplificar la percepción sensorial, al mismo tiempo que se penetra en los aspectos de los procesos que no se manifiestan aparentemente. En tanto que en la observación se determinan los procesos tal como ellos se muestran existiendo, en el experimento se interroga al inverso para determinar la respuesta definida a que se le construye. (Nota 1).

Mientras el observador ejecuta un papel pasivo en la producción de los procesos, el experimentador participa activamente en ellos. Pero, esta distinción es únicamente relativa. Porque el observador no permanece en un estado contemplativo, sino que también necesita realizar diversas actividades para poder practicar sus observaciones. En rigor, el observador no es absolutamente extraño a los procesos que observa, puesto que su observación misma introduce cierta perturbación en el desarrollo de los procesos. Esta perturbación es en muchos casos inapreciable, porque solo afecta a los procesos

(Nota 1): Claude Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale; texto íntegro incluído por E. Dhru reut en "Claude Bernard", Paris, Presses Universitaires de France, 1947, p. 39-40.

de un modo mínimo; pero, en otras ocasiones la perturbación es tan considerable que hace imposible la determinación unilateral, como es el caso expresado por el principio de incertidumbre de Heisenberg. Por otra parte, el experimentador participa ciertamente en la provocación de las causas que condicionan al proceso; pero, una vez que las ha establecido, tiene que asumir el papel de observador, para registrar el desarrollo del proceso. (Nota 2).

El experimento no es otra cosa que una observación-provocada dentro de condiciones controladas. Por lo tanto, el experimentador tiene que reflexionar, ensayar, -- tantear, comparar y combinar, para encontrar las condiciones que sean más apropiadas para la realización del objetivo que persigue. Pero, una vez que las provoca, entonces tiene que constatar los resultados, preocupándose -- por descubrir todos los errores de observación y por registrar objetivamente el desarrollo del proceso, independientemente de las hipótesis de trabajo que se haya forjado. El investigador utiliza, así, a las hipótesis, como un medio de solicitar una respuesta del universo; pero -- la propia hipótesis es sometida también a un universo, de -- tal manera que ella será abandonada, transformada o modificada, de acuerdo con lo que le enseñe la observación -- de los procesos que haya provocado. (Nota 3).

De este modo, el experimento está constituido por dos operaciones fundamentales. La primera consiste en -- realizar las condiciones de la experiencia que se han premeditado. La segunda, en constatar los resultados de la experiencia. De la misma manera que es imposible el efectuar ningún experimento si no se dispone de una hipótesis previa, tampoco es posible obtener determinaciones objetivas si no se abandona la hipótesis en el registro de los resultados. En su aspecto de experimentador, el -- investigador científico reflexiona sobre los conocimientos ya adquiridos, para formular sus hipótesis y para encontrar las condiciones críticas. En cambio, como observador, el científico se despoja, por decirlo así, de los conocimientos anteriores, para concentrar su atención en el registro y en la constata

(Nota 2): Bernard, Introduction a l'étude de la médecine expérimentale, p. 41-8.
(Nota 3): Bernard, op. cit., p. 66-9.

ción de los resultados. Solo que, ambos aspectos se encuentran reunidos indisolublemente en cada investigador; y es la conjugación recíproca de ambas operaciones lo que constituye el fundamento del método experimental. -- (Nota 4).

La Generalización de la experiencia. La experiencia es la fuente del conocimiento científico. En ella se originan y a ella -- conducen todos los procesos del conocer. Es cierto que la investigación también se desarrolla en la dimensión teórica; pero es que la teoría misma parte directamente de los resultados de la experiencia y lleva reiteradamente a ella, tanto para comprobar su validez, como para encontrar su aplicación en otros conocimientos y en el amplio dominio de la técnica. Nunca es suficiente con tener inferencias correctas obtenidas de un conjunto de pruebas que no se contrapongan, por numerosas y amplias que éstas sean, para que se considere a un conocimiento como cierto. Además, de ello, siempre se requiere la comprobación directa e incontrastable en ~~un~~ un experimento en el cual se reúnan las condiciones supuestas, de modo de hacer efectiva la determinación inferida. Porque la experiencia es experiencia del universo y forma parte del universo. No es la experiencia lo que es objeto de experiencia, sino que es de los procesos de la naturaleza y de la sociedad, en su intrincada conexión y en su acción recíproca universal, de los que se tiene experiencia. -- (Nota 5).

La experiencia no se limita al primer plano o a la experiencia directa de los procesos del universo, sino que se introduce en ellos con una penetración creciente y prácticamente ilimitada. Esta penetración de la experiencia se practica en todos sentidos y pone al descubierto, a medida que avanza, una riqueza y una extensión mucho mayores que aquellas que permitían sospechar las determinaciones anteriores. De este modo, el universo no solamente se muestra como inagotable, sino que también, -- crece y se ensancha con el progreso de la indagación y a un ritmo superior al avance de éste. Pero no solo se --

(Nota 4): Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, p. 69-74.
(Nota 5): Dewey, La naturaleza y --
la naturaleza, p. 3-6.

descubren y se traen a la superficie, por decirlo así, - los procesos ocultos en la manifestación directa; sino - que, además, la experiencia, superando las limitaciones - espacio-temporales y las condiciones de su enfoque, hace - que el conocimiento determine un aspecto definido del uni - verso y que, al mismo tiempo, se encuentre al acceso y - la conexión con otros aspectos. Por esto es que el geólo - go, por ejemplo, puede determinar con una precisión admi - rable, el curso de los procesos ocurridos mucho millones de años antes de que ningún hombre existiera, tomando -- punto de partida y como material de comprobación, a los datos que obtiene en su experiencia actual. (Nota 6).

De esta manera, lo que se comprueba por medio de una reiteración de experimentos, se generaliza como deter - minación conjunta. Se hacen variar así, los límites efec - tivamente experimentados, para extenderlos hasta la inclu - sión en ellos de todos los procesos que manifiestan las - mismas características. KK Esta ampliación se funda en - la conservación de las condiciones reconocidas como crí - ticas, a través de una sucesión de experimentos en los - cuáles se hayan modificado, y aún suprimido por completo y substituído por otras, aquellas condiciones que no re - sulten indispensables. Entonces se adquiere un grado ele - vado de probabilidad, que se aproxima mucho a la certeza; acerca del comportamiento de todos los procesos que se - verifican en dichas condiciones críticas. Para esta gene - ralización se aplican las leyes estructurales de toda teo - ría científica, esto es, los principios de simplicidad, - de regularidad y de continuidad. Pero, como ellos expres - san las conclusiones más generales obtenidas en este pro - ceso de generalización de la experiencia, en cada nueva - determinación de esta clase se tiene, por lo tanto, una - comprobación efectiva de los principios mismos que la -- constituyen.

2. Las características de la inducción.

La función de la inducción. El conocimiento adquirido por la experimentación es, en parte, la descripción de lo que se ha observado y, en parte, es aquello que se -----

(Nota 6): Dewey, La experiencia y la naturaleza, p. 4-5.

infiere de la experiencia pasada para predecir la inferencia futura. Este último aspecto es lo que constituye la inducción. Por inducción es que el botánico adquiere la certeza de que la planta que se desarrolle de una semilla de mostaza tendrá flores amarillas con cuatro estambres largos y dos cortos y con cuatro pétalos y cuatro sépalos. También las predicciones de los observatorios astronómicos acerca de las posiciones de los astros, lo mismo que la estimación de la potencia útil de un nuevo dinamo y las conclusiones acerca de la efectividad de una medicina, son inferencias inducidas de la experiencia adquirida. En todo caso, se fundan estas inferencias en el cumplimiento de ciertas relaciones que se han determinado en procesos ya verificados y, entonces, se aplican a nuevos casos no comprendidos en el conjunto original. Es decir, que la inducción es el método científico que se utiliza para generalizar la experiencia. (Nota 7).

En la deducción se tienen solamente tres alternativas posibles: la certeza, la falsedad o la imposibilidad de obtener una conclusión válida. En cambio, por medio de la inducción se desarrolla esta última alternativa, obteniéndose todos los grados de probabilidad, de la cual son casos externos la certeza y la falsedad. En este sentido, la inducción es mucho más general que la deducción y, al mismo tiempo, constituye un procedimiento fundamentalmente dinámico. Porque, no solamente se tiene la posibilidad de efectuar un número infinito de determinaciones, con una aproximación creciente; sino que también, en toda inferencia inductiva se encuentra contenida explícitamente la posibilidad de modificarla y de ampliarla. (Nota 8).

La inducción es, en general, el procedimiento lógico que sirve para pasar de los resultados experimentales al establecimiento de las relaciones que los fijan. Pero, los resultados se obtienen en el cumplimiento de otras relaciones ya conocidas y, por otra parte, las nuevas relaciones sirven después para la obtención de otras relaciones. Por lo tanto, la inducción consiste en el establecimiento de lo más general, a partir de lo más especial ya conocido.

(Nota 7): Jeffreys, Theory of probability, p. 1.
(Nota 8): Jeffreys, op. cit., p. 1-7.

Ahora bien, pueden distinguirse dos clases distintas de inducción: la amplificadora y la completa. En la primera, el conocimiento de lo que ocurre en un cierto número de casos, es generalizado hasta comprender a un conjunto mucho mayor; pero, siempre, considerando la posible existencia de casos de excepción. En cambio, en la inducción completa se llega a una conclusión total, partiendo de los elementos del conjunto considerados uno a uno; para lo cual es necesario, en vista del número infinito de miembros del conjunto, el definir con precisión sus características únicas. (Nota 9).

Las condiciones de la inferencia inductiva. La inducción es fundamentalmente un procedimiento experimental. Y el experimento se realiza mediante una construcción hipotético-deductiva, que se formula con los resultados anteriores y que se comprueba en la experimentación de las consecuencias a que conduce dicha construcción. Por lo tanto, la deducción y la inducción son momentos del método científico, que coexisten en toda operación que se practique. Porque la posibilidad de deducir se apoya enteramente en la inducción y, recíprocamente, solamente se puede inducir cuando se ha deducido. El fundamento teórico de la inducción es el principio de la deducibilidad, que no es otra cosa que una forma diferente de expresar los dos postulados fundamentales del conocimiento. Este principio se define así: Los procesos del universo existente son susceptibles de deducción a partir de cada una de sus manifestaciones; o sea, que la condición indispensable para que pueda establecerse la inducción, es la correspondencia entre el movimiento del pensamiento y el desarrollo de los procesos existentes en el universo. (Nota 10).

En un nivel determinado del conocimiento, se consideran como posibles a todas las inferencias inductivas que se hayan establecido correctamente. Y de este conjunto de posibilidades se van eliminando aquellas que no concuerdan con los nuevos resultados experimentales, hasta llegar a seleccionar un grupo reducido de ellas, o una sola, que no se encuentran refutadas decisivamente. Estas infe-----

(Nota 9): André Lalande, *Las teorías de la inducción y de la experimentación*, Buenos Aires, Editorial Losada, 1944, p. 13-4.
(Nota 10): Lalande, *op. cit.*, p. 242-3.

rencias se mantienen entonces como vigentes, hasta en -- tanto que no sean derrumbadas o transformadas por la experiencia. Ahora bien, las inferencias excluidas por la experiencia, completamente imposibles, sino muy improbables. Así, como lo ejemplifica Laplace, si entre los tipos revueltos de un taller de imprenta, se encuentra formada la palabra "constantinopla", se infiere que fué un hombre quien la dispuso intencionalmente; pero ésto no excluye la posibilidad de que se hubiera formado al azar, solo que la probabilidad de que ésto suceda es de un caso entre las 21 035 720 123 168 587 776 combinaciones posibles de 14 letras. Por lo tanto, otro fundamento de la inducción es el ~~principio~~ principio de eliminación, según el cuál, la posibilidad de que una inferencia se cumpla es la diferencia entre la certeza, o sea la unidad, y la probabilidad de que los resultados observados se produzcan si esa inferencia es falsa. En el caso del ejemplo de Laplace, la probabilidad de que haya sido un hombre el autor intencional de la formación de la palabra "constantinopla", es de 21 035 720 123 168 587 775 casos ciertos, entre los 21 035 720 123 168 587 776 casos posibles y, en consecuencia, debe eliminarse la falsedad de la inferencia. (Nota 11).

Por otra parte, cuando una inferencia inductiva es comprobada reiteradamente por los resultados de un número suficiente de experimentos, se le considera como válida para todos los casos siguientes, aún no experimentados. Esta consideración se apoya en la postulación de que todo lo que ha transcurrido siempre de cierta manera, seguirá transcurriendo igual en el futuro. Pero, esta postulación es enteramente relativa, porque no solo se tiene siempre la posibilidad de que esta uniformidad se rompa, sino que de hecho es negada por el propio desarrollo de los procesos existentes. Entonces, el tercer fundamento de la inducción tiene que expresarse en forma condicional, como principio de generalización: La relación que expresa el desarrollo observado para un proceso, tiene validez cognoscitiva para los acontecimientos futuros, hasta en tanto no se presente alguna consecuencia que modifique dicha relación. Este principio es la base del procedimiento de inducción amplificado.

(Nota 11): Lalande, Las teorías de la inducción y de la experimentación, p. 243-7.

ra. (Nota 12).

La interrelación entre inducción y deducción. Entre las inferencias inductivas y las deductivas, existe una correspondencia recíproca tan estrecha como la que se tiene entre síntesis y análisis. Por una parte, el propio proceso de la inducción resulta incomprendible si no se le estudia con apoyo en el análisis deductivo. Por otro lado, la operación deductiva tiene que basarse enteramente en una síntesis inductiva. En rigor, toda determinación es el resultado de la conjugación de inferencias inductivas con razonamientos deductivos. Lo que se concluye deductivamente sirve de punto de partida para una inferencia inductiva y, recíprocamente, la inferencia deductiva está condicionada por la conclusión inductiva -- que le sirve de base. De este modo, la inducción no es la forma única de la investigación científica, ni tampoco la predominante. Y esto mismo se tiene para la deducción. Porque es su mutua e inseparable conexión la que permite practicar inferencias válidas. (Nota 13).

En esta conexión se tiene una nueva instancia de conjugación entre opuestos. Deducir es lo mismo que concluir y, por lo tanto, la inducción no es sino una forma de la deducción. Pero, al mismo tiempo, inferir no es otra cosa que inducir y, en consecuencia, la deducción es una manera de la inducción. Entonces, la inducción y la deducción son solamente aspectos diferentes, pero no separados, del proceso de investigación. Ahora bien, del mismo modo que la conclusión deductiva puede ser falaz, -- aún cuando haya sido establecida con corrección formal; así también, el hecho de que una conclusión inductiva se haya obtenido correctamente, desde el punto de vista formal, no es garantía de su validez. Porque, el único criterio de validez que se tiene para la inferencia inductiva, al igual que para los otros procedimientos lógicos, es el de su objetividad; la cual se comprueba en su correspondencia con los procesos existentes en el universo que son representados por la inferencia de que se trate.

(Nota 12): Lalande, Las teorías de la inducción y de la experimentación, p. 248-50.
(Nota 13): Engels, Dialéctica de la naturaleza, p. 225-6 y 235.

3. Las inferencias inductivas.

La operación inductiva. - La inferencia inductiva tiene un doble aspecto. Por un lado es un procedimiento para descubrir nuevas conexiones en el universo. Por otra parte, es una secuela demostrativa para comprobar lo ya conocido. En todo caso, se refiere a fijar la relación existente entre dos o más procesos. En general, con respecto a dos procesos, el experimento pondrá al descubierto la manera en que ellos se presenten en condiciones determinadas. Así, se tendrán cuatro casos posibles: 1. que se presenten ambos procesos a la vez; 2. que se presente el primero y falte el segundo; 3. que falte el primero y se presente el segundo; y 4. que falten los dos al mismo tiempo. Sin embargo, el problema es mucho más complejo, porque generalmente se tendrá la presencia o la ausencia de un gran número de procesos; de tal manera que los casos posibles serán tan numerosos como lo sean las combinaciones de dichos procesos, con su presencia y con su ausencia. Pero, en todo caso, el procedimiento que se sigue para encontrar esas conexiones entre los procesos, a partir de los resultados experimentales, es el de alguna clase de inferencia inductiva.

La inferencia por concordancia. Cuando dos o más casos de un proceso investigado tienen solamente un conjunto de acontecimientos en común, entonces, este único conjunto de acontecimientos en el cual concuerdan, es el antecedente -o la consecuencia- del proceso en cuestión. Por lo tanto, si en un experimento se ponen los conjuntos de condiciones A, B y C y se obtienen como resultados los conjuntos de acontecimientos a, b y c; y, si en otro experimento en que se parte de los conjuntos de condiciones A, D y E, se logra la producción de los conjuntos de acontecimientos a, d y e; entonces se infiere que el conjunto a es la consecuencia del conjunto A. Porque b y c no pueden serlo, en vista de que no se presentan en el segundo caso; ni tampoco lo son d y e, dado que no se producen en el primero; además, el conjunto a no puede ser consecuencia de B, ni de C, ni de D, ni de E, puesto que a se presenta aún cuando no se cumplan estas condiciones. Ahora, con un procedimiento inverso, puede encontrarse el conjunto de condiciones que sirva de antecedente a -----

un conjunto de acontecimientos determinado; puesto que -- el principio del determinismo establece que entre dos -- conjuntos de acontecimientos ligados por una relación de causalidad, la implicación es doble y recíproca. (Nota 14)

La inferencia por diferencia. Si entre un caso en el cuál se presenta un proceso y otro caso en el cuál no se presenta este -- proceso, se tienen en común todos los conjuntos de condiciones, excepto uno que solamente se presenta en el primer caso, entonces, este conjunto único de acontecimientos en el cuál difieren, es la consecuencia, o el antecedente, o una condición necesaria del proceso. De este modo, si en un experimento se parte de los conjuntos de condiciones A, B y C y se obtiene como resultado la producción de los conjuntos de acontecimientos a, b y c; y, si en otro experimento en que sólo se ponen los conjuntos de condiciones B y C, únicamente se logra la producción de los conjuntos de acontecimientos b y c; entonces, se infiere que el conjunto de condiciones A es el antecedente del conjunto de acontecimientos a. Porque, B y C no lo son, en vista de que a no se produce en el segundo caso en que ambos se presentan; además, b y c no pueden ser consecuencias de A, en vista de que se producen aún cuando no se cumplan las condiciones representadas por A. Aquí también, invirtiendo el procedimiento y con apoyo en el principio del determinismo, se puede encontrar el conjunto de acontecimientos que sean consecuencia de un conjunto dado de condiciones. (Nota 15).

La inferencia combinada por concordancia y por diferencia. Cuando dos o más casos del proceso investigado tienen solamente un conjunto de acontecimientos en común, en tanto que otros dos o más casos en que no ocurre el proceso no tienen de común más que la falta de ese conjunto de acontecimientos, entonces, este conjunto único de acontecimientos que en que difieren -- los dos grupos de casos es la -----

(Nota 14): Stuart Mill, S y s t é m e d e L o -
s i q u e , t o m o I , p . 4 2 6 - 9 . c i t . , l i m o I , p . 4 2 9 - 3 0 .
(Nota 15): Stuart Mill, o p .

consecuencia, o el antecedente, o una condición necesaria del proceso. De esta manera, si en una experiencia se ponen los conjuntos de condiciones A, B y C y se logra la producción de los conjuntos de acontecimientos a, b y c; y, si en un segundo experimento se parte de los conjuntos de condiciones A, D y E, obteniendo se como resultado la producción de los conjuntos de acontecimientos a, d y e; y, si en un tercer experimento en que se tienen los conjuntos de condiciones B y C, se logra como resultado la presentación de los conjuntos de acontecimientos b y c; y, si finalmente, en un cuarto experimento se parte de los conjuntos de condiciones D y E y si se producen los conjuntos de acontecimientos d y e; entonces, se infiere que el conjunto de condiciones A es el antecedente del conjunto de acontecimientos a. Porque, ni B, ni C, ni D, ni E pueden serlo, en vista de que en el tercero y en el cuarto caso, a no se produce; además, los conjuntos b, c, d y e, no son consecuencias de A, ya que se presentan aún cuando no se cumplan las condiciones contenidas en A. Ahora bien, como en las otras inferencias y con fundamento en el principio del determinismo, la inversión de este procedimiento sirve para descubrir el conjunto de acontecimientos que sean consecuencia de un conjunto determinado de condiciones. (Nota 16).

La inferencia por residuo. Si se excluyen de un proceso los conjuntos de acontecimientos ya determinados como antecedente de otros conjuntos de acontecimientos, entonces, el conjunto de acontecimientos que quede como residuo es la consecuencia del conjunto de condiciones que se tenga también como resultado. Por lo tanto, si en un experimento en que se parte de los conjuntos de condiciones A, B y C, se logra la producción de los conjuntos de acontecimientos a, b y c; y, si, por inferencias anteriores se ha podido determinar que A es el antecedente de a, y que B es el antecedente de b; entonces, se infiere que el conjunto de acontecimientos c es la consecuencia del conjunto de condiciones C. Porque, no puede serlo de A, ni de B, en vista de que ya se encuentran determinadas las consecuencias de estas

(Nota 16): Stuart Mill, *Sistema de Lógica*, tomo I, p. 434-7.

condiciones. Invirtiendo el procedimiento, y con base en el principio del determinismo, también puede encontrarse al conjunto de condiciones que sirvan de antecedente a un conjunto de acontecimientos definido. (Nota 17).

La inferencia por variaciones concomitantes. Cuando ciertos conjuntos de un proceso varían de un modo definido, -- cada vez que ciertos conjuntos de condiciones de otro -- proceso también varían de manera determinada, entonces, -- los conjuntos de condiciones de ambos procesos se encuentran ligados por una implicación determinista. Cuando se observa en un experimento que a la variación cuantitativa del conjunto de condiciones A, corresponde una variación definida del conjunto de condiciones a, de tal manera que su relación pueda ser expresada por una función determinada, entonces, se infiere que entre el conjunto A y el conjunto a existe una conexión causal. Porque en la concomitancia entre los cambios efectuados en A y los que ocurren en a, se manifiesta la conexión determinista que los liga. La inversión del procedimiento conduce a la misma conclusión anterior; ya que la aplicación causal es recíproca y, por lo tanto, lo mismo A que a son a la vez determinantes y determinados. -- (Nota 18).

4. Inducción y probabilidad.

La incertidumbre relativa de las inferencias. Como ya lo habíamos advertido, las conclusiones que se obtienen por medio de las inferencias inductivas o deductivas, siempre se mantienen en un grado muy aproximado de certidumbre, pero nunca la alcanzan por completo. Y lo mismo ocurre para los juicios determinados que sirven de punto de partida, los cuales también se encuentran muy cercanos a la certeza, pero siempre se mantienen dentro del intervalo falsedad-certidumbre. Por -----

(Nota 17): Stuart Mill, Sistema de Lógica, que, tomo I, p. 437-8.
(Nota 18): Stuart Mill, op. cit., tomo I, p. 438-49.

lo tanto, el conocimiento científico se mantiene siempre en un grado de incertidumbre relativa. Sin embargo, el conocimiento científico constituye el más alto nivel de certeza logrado por el hombre; y la altura de este nivel se supera constantemente en forma tal, que resulta incompatible con la alcanzada en épocas anteriores. Además, la certeza del conocimiento es tan elevada que sirve para ejecutar aplicaciones técnicas prácticamente perfectas. Asimismo, dentro de la propia investigación científica, el conocimiento elaborado como teoría resulta ser, en general, de una aproximación mayor a la que se obtiene por la observación del investigador; debido a los errores que nunca pueden eliminarse por completo, ni con los instrumentos más precisos, ni con el adiestramiento óptimo del investigador. Aunque, claro está, que esto último solo se mantiene transitoriamente, mientras no se lo gran construir aparatos todavía más precisos o en tanto que el universo no se manifiesta en un aspecto hasta entonces desconocido. Pero, con todo, es ~~la~~ en la incertidumbre relativa pero sumamente próxima a la certeza, en que consiste justamente la certidumbre del conocimiento que el hombre ha adquirido, y sigue adquiriendo sin cesar, sobre el universo existente.

L a p r o b a b i l i d a d d e l a c e r t e z a. De acuerdo con lo expuesto, la validez de un juicio se establece siempre con un grado de aproximación, con una probabilidad que es muy alta, pero que nunca es la certeza absoluta. Esta probabilidad es, además, una función de varios juicios; puesto que, ni siquiera abstractamente es posible establecer la probabilidad de un juicio aislado, sino únicamente en su relación con otros y por esa misma relación. Por otra parte, la probabilidad no depende de la corrección formal del juicio, sino que es siempre la expresión objetiva de la correspondencia lograda entre el conocimiento y los procesos universales que en él se reflejan. Por lo tanto, un mismo juicio puede alcanzar diferentes grados de probabilidad, de acuerdo con el carácter de la verificación que para él se establezca. Finalmente, en muchos casos no es posible llegar a cuantificar con exactitud la probabilidad de una inferencia, es decir, que no es posible calcular con precisión la frecuencia relativa en que puede esperarse que los procesos se comporten efectivamente de acuerdo con su determinación. Pero, en todo caso, lo que sí puede establecerse siempre, y en ello -----

radica la validez del conocimiento, es que la probabilidad sea suficientemente cercana a la unidad, o sea a la certeza absoluta, aún cuando no se pueda determinar su valor sino en forma aproximada.

El cálculo de las probabilidades como teoría matemática de la inducción. Del mismo modo que la deducción ha sido desarrollada como una disciplina matemática, en la logística o lógica matemática; así también, la inducción ha podido ser constituida matemáticamente con apoyo en el cálculo de las probabilidades. De esta manera, la inducción ha quedado establecida con todo el rigor lógico que tiene la matemática y, al mismo tiempo, y tal como ocurrió en el caso de la deducción, se han puesto al descubierto nuevas formas de inferencia inductiva que no habían sido conocidas por los procedimientos anteriores, menos exactos. Las inferencias mismas han quedado demostradas, asimismo, estrictamente. Además, el tratamiento matemático de la inducción ha servido para poner de manifiesto, con toda claridad y de modo innegable, la estrecha relación que existe entre la inducción y la deducción, desde su misma base hasta sus desarrollos más elevados. Así, se ha podido formular la teoría de la inducción en su estructura lógica más acabada, con su sistema de postulados que se convierten en fundamentos a lo largo de su desarrollo, con sus definiciones, con sus reglas de operación -que son en este caso las inferencias inductivas- y con sus teoremas susceptibles de demostración. Un ejemplo de este tratamiento sistemático lo tenemos en la obra de Harold Jeffreys. (Nota 19).

5. Las operaciones auxiliares.

Registro y descripción. - En el experimento se registra el desarrollo de los procesos por medio de instrumentos que permiten cuantificarlos. Pero, al mismo tiempo, este desenvolvimiento observado es descrito cualitativamente. En realidad, es imposible separar completamente el registro cuantitativo de la descripción cualitativa; porque la cuantificación se refiere a las

cualidades distinguidas y, a la vez, la cuantificación e carece de sentido si no es que se mide. De la exactitud con que sea posible realizar la medición y la descripción, depende la precisión del experimento. Los aparatos y los instrumentos científicos se construyen persiguiendo dos objetivos. El primero, es lograr la producción de las condiciones necesarias y suficientes para que el proceso se desarrolle; y, el segundo, es permitir la observación del desarrollo mismo, para medirlo y describirlo. Además, la propia producción de condiciones debe estar controlada cuantitativa y cualitativamente, permitiendo también el registro riguroso y la descripción exacta de dichas condiciones y de su variación.

Sin embargo, en ciertos casos -como en los procesos astronómicos y astrofísicos- los instrumentos se reducen exclusivamente al segundo aspecto, esto es, al registro y a la descripción del desarrollo de los procesos, porque resulta imposible producirlos artificialmente. De este modo, el registro cuantitativo y cualitativo del desarrollo del proceso investigado, es lo que nunca puede faltar en el experimento. Por lo tanto, los datos elementales y directos que se obtienen experimentalmente, son el registro cuantitativo del desarrollo del proceso y su descripción cualitativa. Con ellos es con los que se practican las operaciones lógicas de investigación. Y, por lo demás, también el registro y la descripción son el resultado de otras operaciones lógicas anteriores, tanto por lo que se refiere a la selección de los aspectos que deben registrarse y describirse, como por lo que respecta al inmenso número de inferencias que han conducido a la construcción y al funcionamiento de los instrumentos de experimentación.

C o m p a r a c i ó n y a b s t r a c c i ó n.
Los datos elementales que resultan de los experimentos efectuados son, entonces, comparados entre sí y, sobre todo, con los resultados de otros muchos experimentos. De este modo se encuentran las diferencias y las concordancias que entre ellos existen, tanto desde el punto de vista cualitativo como en su aspecto cuantitativo. Esta operación elemental es indispensable para poder practicar la operación superior de la inferencia. Por sí misma, car la operación superior de la inferencia. Por sí misma, representa una de las etapas características por las que ha pasado toda ciencia en su desarrollo histórico. Pero, con todo y que la investigación ha supe -----

rado ya este período del método comparativo, no por eso ha dejado de utilizarse, ya que constituye un momento necesario e insubstituible, para la investigación.

Por otra parte, la comparación entre los datos experimentales, conduce directamente a la formación elemental de los conceptos, por medio de juicios también elementales, en los cuáles se practica la abstracción de ciertos caracteres o de las diferencias cuantitativas, para integrar grupos de datos. Ya en el registro y en la descripción, se ha efectuado la abstracción de muchas de las manifestaciones de los procesos, seleccionando solamente algunas de ellas. Pero, ahora, se eliminan también todas aquellas diferencias que se consideran ~~importantes~~ inoperantes en lo que se refiere a la determinación encontrada. De este modo, la comparación y la abstracción constituyen la operación elemental que conduce a la generalización. Sin embargo, en todas las operaciones lógicas superiores se sigue practicando la abstracción y la comparación y, además, también éstas son el resultado de otras operaciones anteriores,

Denominación y definición.
De la comparación y de la abstracción de los datos experimentales resultan, como hemos dicho, los conceptos formados elementalmente. A estos conceptos se les denomina de algún modo, como consecuencia expresa de la abstracción, para tenerlos representados por un nombre. Los nombres impuestos son relativamente arbitrarios; pero, sin embargo, una vez que han sido fijados superan por completo esa arbitrariedad, puesto que expresan determinadamente esa conexión entre el concepto que representan y los otros. Además, en la actualidad la misma imposición de nombres obedece a ciertas reglas, que han sido fijadas con el objeto de que el significado lingüístico también represente, en cierta forma, las propiedades más importantes del concepto en cuestión o algunas de sus características peculiares.

Una vez que se han formado los conjuntos de propiedades que se agrupan en un concepto y que se les ha puesto nombre, así sea provisional -esto es, una vez que se ha efectuado la constitución sintética del concepto- entonces se practica la operación analítica de su definición. Utilizando las operaciones ya expuestas, solo que en sentido inverso, se precisan las cualidades asociadas en el concepto, para determinarlas de modo definido. Se logra, así, la defi

nición elemental del concepto, aún cuando ésta siempre-- será susceptible de una determinación más amplia y más exacta y, de hecho, se irá transformando a medida que avance la investigación. Por lo tanto, la denominación y la definición son también operaciones elementales, que resultan indispensables para la ejecución de otras operaciones superiores. Solo que, asimismo, ellas se siguen practicando en todos los niveles de la investigación y, además, también son el resultado de otras muchas operaciones lógicas anteriores.

6. El desarrollo de la inducción.

La clasificación de las inferencias. La inferencia inductiva consiste, fundamentalmente, en la reunión de elementos singulares dentro de un conjunto y en la generalización de la determinación lograda hasta comprender a todos los elementos del conjunto. Su base se encuentra, por lo tanto, entteramente en la observación y en el experimento. Pero en esto mismo radica su insuficiencia, porque la experiencia es inagotable; y, en estas condiciones, es imposible adquirir la certeza de que en los elementos no experimentados, no se presenten otras manifestaciones que no hayan sido determinadas o que transformen a las ya logradas. Por lo tanto, la inferencia inductiva siempre se mantiene en el terreno de lo problemático. Además, entre la deducción y la inducción existe una interdependencia indisoluble, que se manifiesta constantemente en el comcimiento. Porque en el proceso del pensamiento, las distintas formas de inferencia se encuentran conectadas mutuamente, se complementan y se convierten recíprocamente unas en otras. (Nota 20).

Ahora bien, las inferencias inductivas también se encuentran conectadas recíprocamente entre sí, tanto por constituir una reflexión racional del universo existente, como por el desarrollo histórico que la operación de inferir ha tenido. Por lo tanto, las formas de inferencia pueden clasificarse con arreglo a la relación en que se encuentran y a su desenvolvimiento de unas a otras. De este modo, -----

(Nota 20): Hegel, Science de la Logique, tomo II, p. 381-2.

se consideran cuatro clases de inferencias inductivas: - la obtención de muestras inalteradas, el razonamiento -- por analogía, la inducción amplificadora y la inducción completa.

La obtención de muestras inalteradas. La mera repetición de casos en los cuales se verifique de modo determinado un proceso, -- no constituye un fundamento válido para establecer una inferencia, ni tampoco sirve para comprobar de manera -- concluyente una determinación inferida con anterioridad. Porque con la conclusión obtenida se pretende comprender a todos los casos posibles, o por lo menos a casi todos; y las verificaciones que pueden efectuarse no constituyen sino una pequeña parte de los casos posibles. En cambio, cuando se logra obtener una muestra inalterada de un conjunto de procesos, entonces se puede establecer una generalización válida, partiendo de un grupo muy pequeño de los elementos del conjunto. (Nota 21).

Una muestra inalterada no es otra cosa que un grupo típico de los elementos del conjunto, es decir, un grupo en el cual se cumplen las mismas condiciones determinantes que se tienen en la totalidad del conjunto, sin que hayan sufrido alteración alguna por la reducción del número de elementos. De este modo, el grupo típico se comporta exactamente igual que el conjunto entero y, por eso, constituye una muestra inalterada de él. El problema radica, entonces, en la manera de poder obtener una muestra que efectivamente no se altere al ser segregada del conjunto. Esta manera será, en general, compleja y siempre tendrá que apoyarse, como toda la inducción, en un cierto grado elevado de probabilidad. Para ejemplificar los modos de obtención de las muestras, vamos a presentar a continuación un caso esquemático y simplificado. - (Nota 22).

De una urna que contiene 4 bolas negras y 2 bolas blancas, se van a extraer 3 bolas a la vez, para a notar el resultado y, entonces, devolverlas a la urna y, después de mezclarlas, extraer nuevamente otras 3 b -- para registrarlas y, así, repetir la operación indefinidamente. En este caso, como conocemos previamente el

(Nota 21): Cohen and Nagel, *Logic and Scientific Method*, p. 279.
(Nota 22): Cohen and Nagel, *op. cit.*, p. 280-1.

contenido de la urna, podemos saber que únicamente tendremos 20 combinaciones distintas de las 6 bolas, en grupos de 3. En efecto, si simbolizamos las bolas negras por: n_1, n_2, n_3 y n_4 ; y a las bolas blancas por: b_1, b_2 ; tendremos las siguientes combinaciones:

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $n_1 n_2 n_3$ | $n_1 n_3 b_1$ | $n_2 n_3 n_4$ | $n_2 b_1 b_2$ |
| $n_1 n_2 n_4$ | $n_1 n_3 b_2$ | $n_2 n_3 b_1$ | $n_3 n_4 b_1$ |
| $n_1 n_2 b_1$ | $n_1 n_4 b_1$ | $n_2 n_3 b_2$ | $n_3 n_4 b_2$ |
| $n_1 n_2 b_2$ | $n_1 n_4 b_2$ | $n_2 n_4 b_1$ | $n_3 b_1 b_2$ |
| $n_1 n_3 n_4$ | $n_1 b_1 b_2$ | $n_2 n_4 b_2$ | $n_4 b_1 b_2$ |

Estas combinaciones pueden agruparse en tres clases:

1. En cuatro de ellas se tienen todas las bolas negras.
2. En doce casos se tienen $2/3$ de bolas negras y $1/3$ de blancas.
3. En cuatro casos, $2/3$ de las bolas son blancas y $1/3$ son negras. Por lo tanto, la probabilidad es que, de cada cinco veces en que se extraiga un grupo de tres bolas, una vez se extraerán solo bolas negras, otra vez se sacarán 2 bolas blancas y una negra y, finalmente, tres veces se obtendrán 2 bolas negras y una blanca. Pues bien, este último caso es el más frecuente, constituyendo una muestra típica inalterada del conjunto. Y, como en rigor debe suponerse que se desconoce el número total de bolas contenidas en la urna, la conclusión es de que se tienen $2/3$ partes de bolas negras y $1/3$ partes de bolas blancas; tal como efectivamente se tienen 4 bolas negras y 2 bolas blancas. (Nota 23).

Lo anterior puede expresarse en la inferencia siguiente:

Si se tiene que: "Cierta proporción (p por ciento) de las muestras P , tienen la propiedad q "
 y que: " p es una muestra inalterada de un gran conjunto M "
 entonces: "Probablemente, y de modo aproximado, la misma proporción (p por ciento) del conjunto M , tiene la propiedad q ". (Nota 24).

El razonamiento por analogía. Cuando dos o más procesos tienen una propiedad en común, entonces son análogos con respecto a esta propiedad, y la propiedad es una analogía entre ellos. Ahora que, no se -----

(Nota 23): Cohen and Nagel, *Logic and Scientific Method*, p. 284-5.
 (Nota 24): Cohen and Nagel, *op. cit.*, p. 286.

tendrá una sola analogía, sino un cierto número de ellas. El conjunto de las analogías que ya han sido determinadas constituirá el grupo de analogías conocidas; y la totalidad de analogías que existan entre dos o más procesos, estén determinadas o no, formará el grupo de analogías existentes. Pues bien, el grupo de analogías conocidas siempre tendrá un número menor de elementos que el grupo de analogías existentes; porque siempre se tendrá la posibilidad de encontrar nuevas analogías que vengan a agregarse al grupo de las conocidas y, además, de hecho se estarán descubriendo constantemente éstas. Por otra parte, cuando se determina para una colección reducida de procesos una analogía nueva, entonces ésta puede extenderse con probabilidad para los otros procesos que sean análogos con respecto a las propiedades anteriores, aún cuando no se haya verificado -- que también lo son en relación con la nueva propiedad determinada solamente para esa colección reducida de ellos. En esto consiste justamente el razonamiento por analogía. (Nota 25).

De acuerdo con lo expuesto, el razonamiento por analogía puede expresarse por medio de la siguiente fórmula esquemática:

Si se tiene que: "Los elementos de un conjunto M son análogos a las propiedades $a, b, c, d, e,$ y h "
 y que: "una colección reducida de elementos del conjunto M también muestra analogía en relación con la propiedad a "
 entonces: "probablemente todos los elementos del conjunto M son asimismo análogos con respecto a la propiedad a ".

La inducción amplificada o ra. Cuando se parte de datos singulares, tomados uno a uno, para inferir una fórmula general que los incluya y que, además, comprenda a los demás elementos del mismo tipo, aún cuando no hayan sido datos, entonces se estará efectuando una inducción amplificadora. De este modo se pasa de los resultados experimentales a las leyes generales que los enlazan. Se tiene, así, que cada uno de los datos, considerado aisladamente, es más especial que la fórmula del conjunto que se concluye y, también, que la suma de los datos de que se parte es a-----

(Nota 25): Cohen and Nagel, Logic and Scientific Method, p. 286-8. ----

simismo menos general que dicha fórmula. Por lo tanto, la conclusión es un juicio universal que determina la relación existente entre un conjunto de objetos del conocimiento, aún cuando solamente se haya partido de la determinación de un grupo reducido de dicho conjunto; a pesar de que, desde el punto de vista deductivo, la única conclusión correcta sería un juicio particular. Pero, es que en este caso, la validez del juicio universal concluido queda condicionada, explícitamente, a su comprobación experimental. (Nota 26).

La generalización establecida no consiste simplemente en el paso de algunos casos a su totalidad, sino en constituir un tipo determinado, definiendo un concepto. -- La extensión de clase y la definición de su elemento tipo, son dos operaciones inseparables y que se condicionan recíprocamente. En este momento de la inducción, las inferencias se sintetizan en dos fórmulas generales: -- 1. En experimentos efectuados en condiciones tan diferentes como sea posible, la relación constantemente observada entre sus elementos, o entre sus propiedades, se interpreta como una ley. 2. En experimentos realizados en condiciones tan semejantes como sea posible, la variación concomitante de una relación entre sus elementos, o entre sus propiedades, hace que esta relación se interprete como una ley. (Nota 27).

La inducción completa. -- Cuando se parte de todos los datos singulares, tomados uno a uno, para inferir la fórmula general que los comprende; o cuando se establece con exactitud el tipo de los elementos de una clase, para inferir la fórmula de la clase; entonces se estará efectuando una inducción completa. El primer caso, en el cual es posible determinar a todos los elementos del conjunto, uno por uno, solamente ocurre como excepción y siempre en aquellos casos abstractos en que el número de los elementos del conjunto es finito y reducido. Sin embargo, dentro de una relatividad bien definida, encuentra su aplicación en la definición de los "universales con pocas excepciones". Como en el caso de la-----

(Nota 26): Lalande, Las teorías de la inducción y de la experimentalización, p. 13-4.
Perimencación, p. 282-6.
(Nota 27): Lalande, op. cit., p. 282-6.

regla gramatical de que: "todos los substantivos latinos terminados en *o r* son masculinos, salvo *u x o r*, *s p o r* y *a r b o r*"; o en la determinación astronómica de que "todos los planetas tienen una rotación directa, menos Urano y Neptuno". (Nota 28).

El segundo caso es el que se presenta en la inferencia conocida con el nombre de *i n d u c c i ó n m a t e m á t i c a*. Su fórmula esquemática puede ejemplificarse del modo siguiente: "Si una propiedad pertenece al número 1 y se puede probar que perteneciendo a un número cualquiera n también pertenecerá al número que sigue a n , o sea a $(n + 1)$; entonces se concluye que dicha propiedad pertenece a todos los números enteros". De este modo puede establecerse la validez del teorema que expresa que, para todos los valores enteros de n , se cumple la siguiente relación:

$$1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n - 1) = n^2$$

Porque, efectivamente se cumple para el caso en que n valga 1 . Ahora, si se cumple para un valor cualquiera de n , también se cumple para el valor de: $(n + 1)$; porque, si se agrega a ambos miembros de la ecuación el término que seguiría, o sea: $2(n + 1) - 1 = (2n + 2 - 1) = 2n + 1$, se tiene:

$$1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n - 1) + 2(n + 1) - 1 = n^2 + (2n + 1)$$

pero, el segundo miembro no es otra cosa que el desarrollo del cuadrado de: $(n + 1)$, o sea que: $n^2 + 2n + 1 =$

$$= (n + 1)^2$$

y, por lo tanto, queda:
 $1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n - 1) + 2(n + 1) - 1 = (n + 1)^2$
 de donde se concluye que la relación se cumple para el caso de: $(n + 1)$; y, por consiguiente, que es válida para todos los números enteros. (Nota 29).

(Nota 28): Lalande, Las teorías de la inducción y de la experimentación, p. 14-7.
 (Nota 29): Cohen and Nagel, Logic and Scientific Method, p. 148.

Capítulo Noveno

TEORIA DE LA DIALECTICA

1. El movimiento del cambio.

La concepción del uni-
verso. "Cuando sometemos al exámen del pensamiento la naturaleza, o la historia humana, o nuestra propia actividad mental", dice Engels, (Nota 1), "nos encontramos en primer lugar el cuadro de una trama infinita de relaciones, de acciones y reacciones, en el que nada permanece lo que era ni como y donde era, sino que todo se mueve, se transforma, deviene y desaparece. Esta imagen del universo, primitiva y simplista, pero realmente exacta y congruente con la existencia objetiva de los procesos, es la de los antiguos filósofos griegos y aparece expresada claramente por vez primera en Heráclito: Todo es y no es, pues todo fluye, todo se haya sujeto a un movimiento constante de transformación, de incesante nacimiento y caducidad". Como decía Heráclito textualmente: "todas las cosas se cambian en fuego y el fuego se cambia en todas, como el oro por mercancías y las mercancías por oro"; y, también, "no hay manera de bañarse dos veces en la misma corriente, que las cosas se disipan y de nuevo se reúnen, van hacia ser y se alejan de ser". (Nota 2). Pero, además, Heráclito establece asimismo, junto con el movimiento del cambio, la indestructibilidad y la no-crecibilidad del universo, cuando dice: "este mundo, el mismo para todos, no lo hizo ninguno de los dioses ni ninguno de los hombres, sino que fué desde siempre, es y será fuego siemprevivo que se enciende mesuradamente y mesuradamente se

(Nota 1): Anti-Dühring, p. 7.

(Nota 2): Fragmentos filosóficos de Heráclito, traducción española de J. D. de García Bacca, según los textos griegos recopilados por Diels-Krantz; incluidos en ~~los~~ "Los presocráticos", México, El Colegio de México, 1944, vol. II, fragmentos 90 y 91, p. 30-1.

apaga". (Nota 3).

Sin embargo, con todo y que esta imagen corresponde precisamente a la concepción del universo que la ciencia nos presenta en la actualidad, no por ello es suficiente para explicar detalladamente los infinitos procesos conocidos y sus relaciones recíprocas. Para ésto ha sido necesario un trabajo penoso de investigación, que comprende todo el desarrollo histórico de la ciencia, hasta nuestros días; por el cuál se han podido penetrar los elementos del universo, primero en su separación y más tarde en su relación. En todo caso, ha sido el universo la piedra de toque del conocimiento, en toda su extensión. Y es el propio universo el que ha impuesto al pensamiento sus cauces dialécticos. Porque a cada paso adelante, a cada penetración, a cada descubrimiento logrados por la ciencia, se ha puesto de manifiesto con mayor claridad, que es el universo el que se comporta dialécticamente, encontrándose en un cambio incesante de antagonismos, -- que se complementan y se articulan recíprocamente. Por ésto dice Engels que, "sólo siguiendo la senda dialéctica, no perdiendo jamás de vista la acción general de las recíprocas influencias, de la génesis y la caducidad de los procesos existentes, de los cambios de avance y retroceso, podremos llegar a una concepción más perfecta del universo, de su desarrollo y del desenvolvimiento de la humanidad, así como de la imagen del universo refleja da en las cabezas de los hombres". (Nota 4).

Por consiguiente, la dialéctica no concibe al universo como compuesto por cosas finitas y acabadas, sino que lo considera en su totalidad, como un conjunto de procesos en desarrollo; en el cuál los elementos aparentemente estables, y los conceptos elaborados por el conocimiento para representarlos, se transforman sin cesar, pasando por un cambio ininterrumpido de devenir y de desaparición. La dialéctica no se ocupa, por lo tanto, de verdades eternas y absolutas, definitivamente establecidas, porque ellas no existen. Por el contrario, la dialéctica encuentra en todas las cosas el fundamento de su muerte ineludible; de tal manera que nada permanece ni se mantiene, a no ser el proceso continuo del nacimiento

(Nota 3): Fragmentos filosóficos,
fragmento 30, p. 25-6.
(Nota 4): Anti-Buchring, p. 10.

y del perecer, de la elevación constante de lo inferior a lo superior. Y la dialéctica del pensamiento no es sino el reflejo de este proceso universal, en el cerebro -- leyes del movimiento, tanto en el universo como en el -- pensamiento. (Nota 5).

El procedimiento dialéctico siempre el progreso; para conocer realmente el objeto, es necesario estudiarlo y comprenderlo en todos sus aspectos y en todas sus conexiones... En segundo lugar, la dialéctica exige el considerar al objeto en su propio desenvolvimiento, en su movimiento autónomo, en sus modificaciones... En tercer lugar, debe englobarse la práctica humana entera en la definición completa del objeto, y esto como criterio de certeza y para determinar experimentalmente la relación entre el objeto y las necesidades humanas. En cuarto lugar, la lógica dialéctica enseña que no existe ninguna verdad abstracta, ya que la verdad es siempre concreta... ". (Nota 6). Las dos primeras afirmaciones establecen la oposición entre la lógica formal y la dialéctica. La tercera, señala la conexión entre la experiencia y el conocimiento. Por último, la cuarta pone de manifiesto que la dialéctica no es únicamente el método científico, sino que también constituye, como ya habíamos señalado, la concepción del universo -- que nos proporciona una imagen del conjunto, de todo lo existente. (Nota 7).

El procedimiento dialéctico no es otra cosa que la reconstitución completa de lo concreto en su movimiento intrínseco. No consiste, por lo tanto, en la simple yuxtaposición inerte de los resultados del análisis cognoscitivo, sino que se apoya íntegramente en su contenido dinámico. Apropiándose en detalle este contenido y examinando las diversas formas de su desarrollo, la dialéctica llega a descubrir sus leyes internas, al determinar las relaciones y las fases del complejo contenido concreto. (Nota 8). "Lo concreto es con -----"

(Nota 5): Paul Sandor, Histoire de la dialectique, Paris, Editions Nagel, 1947, p. 164-5.
(Nota 6): Sobre los sindicatos; citado por Sandor, op. cit., p. 206-7.
(Nota 7): Sandor, op. cit., p. 207-8.
(Nota 8): Henri Lefebvre, Le matérialisme dialectique, Paris, Presses Universitaires de France, 1947, p. 68.

creto", dice Marx, "porque es una conjugación de muchas-determinaciones, esto es, una unidad de múltiples elementos. En el pensamiento aparece como un proceso de síntesis, como un resultado y no como un punto de partida, aún cuando efectivamente sea el verdadero punto de partida y, en consecuencia, sirva también de punto de partida a la observación y a la conceptualización". (Nota 9). De este modo, la totalidad concreta es la elaboración conceptual del contenido aprehendido en la percepción y en la representación. "El todo, tal como aparece en nuestras cabezas como un conjunto mental, es el producto de la mente pensante que comprende al mundo de la única manera que le es posible", por el conocimiento científico. (Nota 10).

El procedimiento dialéctico expresamente considera que la primacía se encuentra en el contenido; porque es el universo existente el que determina al pensamiento. Por una parte, la dialéctica examina al movimiento de este contenido, constituyendo un procedimiento analítico para cada totalidad concreta y para cada condición histórica definida. Pero, al mismo tiempo, la dialéctica es, por otro lado, un procedimiento sintético que conduce a la comprensión de la totalidad del movimiento, al descubrir las leyes de su evolución. Así, el procedimiento dialéctico constituye al objeto natural y al objeto social, al situar y al determinar su objetividad específica. La dialéctica corresponde a la doble exigencia del pensamiento científico; porque establece un análisis explicativo y eficaz de los procesos y, a la vez, determina la existencia de estos procesos y define el procedimiento que permita conocerlos. De esta manera, la dialéctica analiza a la totalidad coherente y múltiple del universo y, al propio tiempo, proporciona una visión objetiva del conjunto. (Nota 11).

La dialéctica de la ciencia. Las ciencias de la naturaleza reconocen y estudian como tales a las -----

(Nota 9): Marx, Introduction to the Critique of Political Economy; figura como apéndice de "A Contribution to the Critique of Political Economy", Chicago, Charles H. Kerr & Company, 1904, p. 293.

(Nota 10): Marx, op. cit., p. 294.

(Nota 11): Lefebvre, Le matérialisme dialectique, p. 85-6.

polaridades y a las oposiciones naturales, encontrando-- las relaciones que permiten modificar a las cualidades -- por medio de las cantidades, y viceversa. Las ciencias -- sociaes examinan las contradicciones específicas de la sociedad, para encontrar la manera de superarlas. Y, si-- bien en cada uno de estos campos se desarrollan procedi-- mientos metódicos peculiares y se señalan metas especifi-- cas, sin embargo, se sigue fundamentalmente un método ú-- nico y se tiene un objeto unitario. Porque las leyes de la naturaleza no difieren esencialmente de las leyes de la sociedad, ni tampoco se distinguen ambas de las leyes del pensamiento. El encadenamiento dialéctico de las co-- nexiones fundamentales tiene, por lo tanto, una validez universal que se expresa en la concepción general del -- mundo y de la vida. (Nota 12).

La interdependencia universal no es, así, una liga-- zón informe o una capa sin estructura. Por lo contrario, la totalidad del universo manifiesta una estructura deter-- minable, cuyo movimiento deviene inteligible para el hom-- bre, sin necesidad de considerar a nada como trascenden-- te al universo mismo. El orden y la estructura son pro-- ducto de la acción recíproca, de la conjugación de los -- conflictos y de las soluciones, de las destrucciones y -- de las craciones, de las transformaciones y de las elimi-- naciones, de las contingencias y de las necesidades, de las perturbaciones y de las involuciones. El orden surge del devenir y la estructura se origina en el movimiento; los desordenes relativos preparan un orden nuevo y lo ma-- nifiestan, los trastornos en la estructura exhiben conex-- iones más íntimas y más profundas entre sus elementos; -- de este modo, el orden y la estructura no son extraños -- en nada al movimiento, sino las formas en que éste se po-- ne al descubierto. (Nota 13).

La existencia excede al pensamiento, exigiendo siem-- pre una penetración mayor en sus manifestaciones y una -- revisión constante de las leyes descubiertas. La existen-- cia del universo ~~xx~~ determina nuestra conciencia de su -- existencia; y la existencia de nuestro pensamiento deter-- mina nuestra reflexión sobre nuestro pensamiento. Por lo

(Nota 12): Lefebvre, Le matérialisme
dialéctique, p. 90-1.
(Nota 13): Lefebvre, op. cit., p. 91.

tanto, las contradicciones del pensamiento no provienen solamente del pensamiento, sino que son impuestas por la dialéctica de la existencia universal. El encadenamiento de las contradicciones constituye la expresión del movimiento universal de su contenido y se eleva hasta el nivel de la conciencia y de la reflexión. La dialéctica, como movimiento del pensamiento, no tiene lugar sino en un pensamiento en movimiento. Por lo tanto, ya sea bajo la forma de una teoría general del devenir y de sus leyes, o de una teoría del conocimiento, o de una ciencia de la lógica, la dialéctica es siempre un instrumento para la investigación y para la acción. Pero, jamás puede llegar a ser un dogma. En consecuencia, la propia exposición de la dialéctica no puede ser otra cosa que su expresión en un momento determinado y en un nivel definido de la investigación de la ciencia y de la actividad social. (Nota 14).

Finalmente, la energía creadora de la dialéctica se extiende y se manifiesta en y por la práctica humana; es decir, por la actividad total de los hombres, por la acción y por el pensamiento, en el trabajo material y en el conocimiento. La experiencia y la razón, la inteligencia y la acción, el conocimiento y la creación, pueden o ponerse de modo abstracto y unilateral, pero siempre son unificados en la práctica y superados en la práctica. La práctica es, así, e incesantemente, el punto de partida y el punto de llegada de la dialéctica. La meta de la dialéctica no es otra que el perfeccionamiento y la profundización de la expresión de la práctica y, correlativamente, la transformación de la práctica actual en una práctica social consciente, coherente y libre. De este modo, la meta teórica y la meta práctica, el conocimiento y la acción creadora, son inseparables. (Nota 15).

2. La contradicción dialéctica.

El enfoque de la contradicción. "La dialéctica...", dice Hegel, (Nota 16), "consiste en -----"

(Nota 14): Lefebvre, Le matérialisme dialectique, p. 92-4.
(Nota 15): Lefebvre, op. cit., p. 95.
(Nota 16): Hegel, Science de la Logique, tomo I, p. 43.

concebir los contrarios como fundidos en una unidad, o a lo positivo como immanente de lo negativo". Porque, si se define al pensamiento por medio de la identidad sin contradicción, entonces se le define al mismo tiempo como inmovil y, en consecuencia, como trascendente al universo, en el cual todo es movimiento. Pero, el pensamiento es immanente al universo y en su movimiento refleja y determina el movimiento del universo. Los conflictos internos del pensamiento corresponden a las contradicciones objetivas de los procesos universales. Así, la dialéctica representa la conexión inmediata del pensamiento con el contenido diverso y cambiante de la existencia. Y todo objeto del conocimiento, como forma de expresión de un proceso existente, tiene que exhibir una sucesión inacabable de contradicciones, en las cuales y por las cuales llega a ser determinado progresivamente. Porque, "no hay nada en lo que no se pueda y se deba mostrar la contradicción, es decir, las determinaciones opuestas; ya que un objeto sin contradicción no es sino una pura abstracción del entendimiento, por la cual se mantiene con violencia una sola de las determinaciones, en tanto que se obscurece en la conciencia de la determinación opuesta contenida en la primera". (Nota 17).

Todo pensamiento, todo conocimiento y toda filosofía -incluso aquella que opta exclusivamente por uno de los términos y que se esfuerza en reducir y excluir al otro- se desarrolla siempre entre contradicciones. Porque el avance y el enriquecimiento de una determinación, solamente se opera por su negación y en su desaparición; dando lugar a la producción de un nuevo momento de la existencia y del pensamiento, justamente porque ambos términos se encuamantran en contradicción. El movimiento del contenido objetivo y de la forma expresiva del pensamiento, tiene una estructura antagónica. El devenir ocurre entre los términos en oposición, comprendiendo a cada uno de ellos en su nivel y en su grado, y en el conflicto de su negación recíproca; hasta que, finalmente, hace de su desaparición la oposición al llegar a crear algo nuevo. El devenir es la primera existencia determinada; porque el devenir es devenir de la existencia, en la negación de su particularidad. Toda negación es, por lo tanto, el comienzo de una nueva determinación. Y, tanto en la existencia como en el pensamiento, la negación es creadora; ya que es la razón

del movimiento y su expresión viva. (Nota 18).

La contradicción relativa. La contradicción absoluta entre el pensamiento y la existencia, haría imposible toda actividad immanente y todo pensamiento. La contradicción representa una afirmación, un grado determinado de la existencia, un momento de su desarrollo y, por lo tanto, es siempre relativa. Toda contradicción es relativa a una identidad y, recíprocamente, la unidad es unidad de una contradicción. La unidad dialéctica no es la confusión de los términos contradictorios como tales, sino la unidad que supera a la contradicción y la restablece en un nivel superior. La unidad de los contradictorios no existe más que en los procesos concretos y específicos, y en su representación conceptual; y sus grados son la contradicción y la unidad. La unidad y la contradicción son históricas y, en consecuencia, pasan por fases diversas. La contradicción, en su relación y en su conflicto con la unidad, se determina más concretamente como diferencia y como diferenciación; después, como transcurso de un término en oposición a otro, es decir, como contradicción latente; más tarde, como antagonismo o contradicción exasperada; y, finalmente, como incompatibilidad, esto es, como el momento de la resolución y de la superación. (Nota 19).

El movimiento es, por sí mismo, una contradicción; y la contradicción es la que impulsa al movimiento. La unidad es móvil y es la razón del movimiento. El movimiento es infinitamente rico en determinaciones y contiene una infinidad de momentos. La dialéctica del pensamiento reproduce el movimiento de lo existente, siguiendo el devenir creador del universo en su desarrollo, en sus antecedentes y en su estructura interna. De este modo, el pensamiento expresa y refleja aproximadamente al movimiento del universo. Y solamente en el límite, después de un análisis infinito, es que el pensamiento puede llegar a coincidir exactamente con el movimiento del universo. Por lo tanto, entre la objetividad de lo existente y su determinación racional por el pensamiento, se mantiene constantemente una contradicción relativa; la cuál, sin embargo, se supera constantemente por los nuevos aspectos del universo que se ponen de ma

(Nota 18): Lefebvre, *Le matérialisme dialectique*, p. 11-3.
(Nota 19): Lefebvre, *op. cit.*, p. 19-20.

nifiesto y por la determinación de ellos en el conoci-
miento. (Nota 20).

3. Transformación de la cantidad en cualidad y de la cualidad en cantidad.

C o n v e r s i ó n r e c i p r o c a e n -
t r e c a n t i d a d y c u a l i d a d . -
Explicando las causas de la victoria de la caballería --
francesa, compuesta por jinetes malos pero disciplinados,
en los combates librados contra los mamelucos, que eran
los mejores jinetes pero carecían de disciplina colectiva,
Napoleón decía: "dos mamelucos sobrepujaban indis-
cutiblemente a tres franceses, 100 mamelucos hacían fren-
te a 100 franceses, 300 franceses vencían a 300 mamelu-
cos, y 1000 franceses derrotaban siempre a 1500 mamelu-
cos". (Nota 21). De esta manera expresaba el hecho de que
un cuerpo de caballería tiene que alcanzar un límite in-
ferior definido, para que las ventajas de la disciplina
y de la estrategia planeada puedan hacer sentir su su-
perioridad; y cómo, el aumento todavía mayor en el núme-
ro de combatientes, hace que esa superioridad se desarro-
lle hasta el grado de decidir la victoria a favor de un
cuerpo menos numeroso. En esto no se tiene otra cosa que
un ejemplo sencillo de la conversión cualitativa produci-
da por un aumento simplemente cuantitativo.

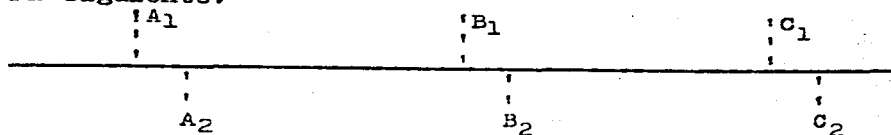
Por su movimiento, los procesos del universo se en-
cuentran sujetos a una agregación y a una substracción -
continuas en la cantidad de sus propiedades. Este cambio
no constituye, sin embargo, ninguna disipación ni genera-
ción absolutas, puesto que esa variación es relativa en-
tre unos procesos y otros, manteniéndose la misma cantida-
dad en el seno de la totalidad del universo. Sin embargo,
dicha variación cuantitativa solamente permanece como --
dentro de límites que pueden determinarse con preci-
sión en cada paso, traspuestos los cuales se opera un --
cambio en la cualidad afectada. En general, la supera-
ción del límite superior de la cantidad, produce un cam-
bio de naturaleza distinta del que ocurre cuando se reba-
sa el límite -----

(Nota 20): Lefebvre, Le matérialisme
dialectique, p. 20-1 y 34.
(Nota 21): Citado por Engels, Anti-Dühring,
p. 129-30.

te inferior. Además, una vez traspuesto el límite superior, éste se convierte en límite inferior de un nuevo intervalo de variación cuantitativa que se encuentra condicionado por otro límite superior diferente; y, asimismo, el rebasamiento del límite inferior conduce a otro intervalo distinto en que la cantidad varía entre un nuevo límite inferior y el primitivo, que ahora se ha transformado en límite superior. Esta conexión entre intervalos de variación cuantitativa no se encuentra limitada en ningún sentido, de tal manera que toda frontera es a la vez inferior y superior, como límite entre dos intervalos sucesivos. Señale, entonces, que a la variación cuantitativa corresponde una permanencia relativa de la cualidad, hasta en tanto no se alcanza un cierto punto crítico, ya sea por exceso o por defecto, en el cual se produce una transformación brusca de la cualidad.

Ahora bien, lo que pasa con la cantidad también ocurre en el caso de la cualidad. Así, a la variación cualitativa puede corresponder la permanencia relativa de la cantidad, hasta que se llega a un punto nodal, en el cual se modifica súbitamente la cantidad. Y, también, la variación cualitativa se opera, sin cambio de cantidad, en tres intervalos sucesivos definidos por límites bien determinados. Por otra parte, tanto en el caso de la variación continua de la cantidad respecto a la brusca transformación de la cualidad, como en el caso del cambio gradual de cualidad referido a la conversión súbita de la cantidad, se puede pasar en ambos sentidos de un intervalo cualquiera al siguiente o al anterior. De este modo, se puede hacer que el proceso recorra un tramo de varios intervalos en un sentido, para después hacerlo regresar un tramo menor y luego, de nuevo hacerlo avanzar un número cualquiera de intervalos, sólo para hacerlo retroceder más adelante y, así, ininterrumpidamente. Sin embargo, los límites que separan a un intervalo de otro no son enteramente fijos, sino que dependen del sentido en que tenga lugar la conversión brusca. Por lo tanto, cuando un proceso en su variación traspasa un límite superior, éste punto crítico tendrá un valor más elevado que el valor que alcanza cuando la conversión se opera en sentido inverso, y, recíprocamente, un límite cualquiera tiene un valor más bajo cuando sirve de frontera inferior, que cuando funciona como frontera superior. De este modo, un mismo límite tiene siempre -----

dos valores diferentes en los dos intervalos sucesivos - que separa. Gráficamente, se puede representar de la manera siguiente:



Tenemos, entonces, representados los intervalos AB y BC. El límite inferior de AB es A_1 ; pero, en -- cambio, el límite superior del intervalo anterior es A_2 . El límite superior de AB es B_2 , mientras que la frontera inferior de BC es B_1 . Finalmente, la frontera superior de BC es C_2 , en tanto que el límite inferior del intervalo siguiente es C_1 . Por lo tanto, los límites mismos están constituidos también por un cierto intervalo, y no por un solo punto. Además, el intervalo de variación AB tiene un tramo en común con el intervalo anterior y otro tramo en común con el intervalo siguiente BC; y esto mismo ocurre para todo intervalo. De esta manera, a una misma magnitud cuantitativa corresponden dos cualidades diferentes, según el sentido en que -- se esté operando la variación cuantitativa. Análogamente, en la misma magnitud cualitativa se tienen dos cantidades distintas, dependiendo del sentido en que se efectúe la variación cualitativa.

Los nodos de desproporción. Los límites entre los intervalos de variación continua, de cualidad o de cantidad, se definen, por lo tanto, también como intervalos. Son, así, puntos críticos que se desplazan dentro de un intervalo determinado, cos que se desplazan dentro de continuidad. De este modo para separar a dos intervalos de continuidad de -- do, la sucesión de intervalos exhibe la relatividad de -- lo continuo y de lo discontinuo; porque la continuidad -- se opera dentro de intervalos discretos; y la discontinuidad enlaza a los intervalos continuos. Al mismo tiempo, en ésto se pone de manifiesto la relación que existe entre el desarrollo gradual y el progreso a saltos, de -- los procesos del universo. Por una parte, la cantidad se acumula o se disipa de modo continuo, pero sólo para dar lugar a una transformación brusca de la cualidad determinada por esa cantidad. Análogamente, la variación continua en sentido cualitativo, llega al extremo, bien sea -- por defecto o por exceso, de provocar una conver --

sión repentina de una cantidad en otra. Pero, estas transformaciones nunca se presentan simplemente, salvo en la abstracción del conocimiento; ya que en las manifestaciones objetivas de los procesos universales se acusa una interrelación muy compleja entre cantidad y cualidad. Ambas magnitudes se encuentran siempre en una variación -- que constantemente deja de ser continua para hacerse discontinua, y viceversa; y, al mismo tiempo, las variaciones se determinan recíprocamente entre sí y de manera ininterrumpida. Además, no se tiene la variación de una sola cualidad, sino el cambio de muchas propiedades y, en consecuencia, también la modificación y el movimiento de muchas cantidades.

Se tiene, por lo tanto, una desproporción en los cambios que se operan entre cantidad y cualidad, señalada por los nodos de brusca transformación. Y esta desproporción se agudiza por la relación entre las diferentes cualidades y las distintas cantidades que se encuentran variando en un mismo proceso. Porque, si bien se encuentran conectadas recíprocamente, también es cierto que -- las mutuas determinaciones que entre ellas se efectúan, presentan una gama infinita de variabilidad. Además, por esta interrelación de las variaciones entre cualidades y cantidades distintas, los intervalos de separación en -- que se desplaza el punto crítico -- entre su valor máximo como límite superior del intervalo continuo anterior y su valor mínimo como límite inferior del intervalo continuo siguiente -- hace que esos intervalos continuos estén formados, en su mayor parte, por intervalos más pequeños de discontinuidad, que corresponden a las diferentes series de variación que se encuentran conjugadas. Entonces, un intervalo cualquiera de variación continua, ya no solo coincide en un tramo con el intervalo anterior y en otro tramo con el intervalo siguiente; sino que tiene entre muchos tramos en común, con todos aquellos intervalos de series de variaciones diferentes, con los cuáles se encuentra conectado. Por lo tanto, en cada tramo del intervalo continuo tiene que ser determinada la serie de variaciones a que se encuentre conectado y el sentido en que esté ocurriendo la variación. De esta manera, en cada uno de estos tramos se tiene el caso de que el proceso puede tener una determinación o su contraria, dependiendo del sentido en que se efectúe la variación. Con lo cual se pone al descubierto, en la transformación recíproca entre cantidad y cualidad, así sea en una forma recíproca, la interpenetración de los opuestos contradictorios.

4. Interpenetración de los opuestos.

La unidad de los con---
trarios. "Una y la misma cosa son: viviente y --
muerto, despierto y dormido, joven y viejo; sólo que al
invertirse unas cosas resultan las otras, y a su vez al-
invertirse es otras resultan las otras", decía Heráclito,
(Nota 22), y agregaba, porque "lo distendido vuelve a e-
quilibrio; de equilibrio en tensión se hace bellissimo co-
ajuste, que todas las cosas se engendran de discordia".
(Nota 23). La discordia es, por lo tanto, no solamente --
quien engendra a las cosas, sino que las cosas, sino que
las cosas mismas no son más que discordia. Como lo ha --
puesto en claro la investigación científica, los opues-
tos en conflicto no constituyen diversas propiedades que
puedan predicarse o no acerca de una substancia, sino --
que todo proceso y todo acontecimiento universales están
compuestos íntegramente por contradicciones y no son na-
da fuera de estas contradicciones. El universo se carac-
teriza fundamentalmente por la interconexión y el cambio.
Pero la interconexión comprende tanto las relaciones exte-
rnas de los procesos entre sí, como sus relaciones inte-
rnas. Por otra parte, el cambio no solamente se refle-
ja al desarrollo cuantitativo, sino que también incluye
al cambio cualitativo y, sobre todo, a la transformación
recíproca que se opera entre lo cuantitativo y lo cuali-
tativo. (Nota 24).

De este modo, todo proceso del universo se encuentra
siempre en el trance de dejar de ser lo que ha sido para
transformarse en otro; y constituye, por lo tanto, un --
conflicto entre lo que ha sido y aquello en que se está
transformando. El proceso mismo no es nada más que éste-
conflicto que lo caracteriza y que lo constituye como --
tal. En esto consiste justamente la unidad de los contra-
rios. Con ella y por ella es que llegan a determinarse,
cada vez con mayor riqueza y con penetración mayor, las
características fundamentales de todos y cada uno de los
procesos del universo; en sus contradicciones internas y
en sus conexiones mutuas, que tienen lugar en una varie-
dad infinita de niveles; cada uno de los cuales se carac-
teriza por nuevas contradicciones internas y por diferen-
tes modos de rela-

(Nota 22): Fragmentos filosóficos,
fragmento 88, p. 30.

(Nota 23): idem., fragmento 8, p. 24.

(Nota 24): Selsam and Wells, Dialectics trans-
formed into its opposite.

ción con los otros. Por lo tanto, la unidad de los contrarios es, además de una expresión objetiva de la existencia de los procesos en el universo, un instrumento para obtener el conocimiento y el dominio sobre los procesos naturales y sociales y, también, una teoría del pensamiento. (Nota 25)/

La determinación recíproca de los contradictorios. "La solución", dice Hegel, (Nota 26), "no es una desaparición abstracta de la contradicción, sino la conciliación de los contrarios". La relación entre los contradictorios deja de ser una relación estática, tal como se la define en la lógica formal, en virtud de la determinación mutua que entre ellos se establece. Esta relación deviene, entonces, en una relación dinámica experimentada en la existencia. Los términos de la contradicción son fuerzas en actividad que se determinan de manera opuesta y recíproca. La unidad de los contrarios no es, por tanto, solamente una interpenetración conceptual o una escisión interna; ya que es una lucha y una contraposición de energías que sólo se originan las unas en las otras y que no pueden existir sino las unas contra las otras. La lucha es una relación activa en que los contrarios se producen y se manifiestan mutuamente, hasta que se produce la superación de uno de ellos junto con la desaparición del otro, o bien, hasta que resulta su aniquilamiento recíproco. La contradicción, en toda su objetividad, es movimiento; el cual se expresa abstractamente en la relación lógica que representa a la contradicción. Y la desaparición de la contradicción sólo ocurre cuando uno de los términos se supera, transformando al otro y transformándose él mismo, al elevar el contenido a un nivel más alto; en que el proceso haya dejado de ser lo que era, pero comprendiendo a sus fuerzas opuestas y a su contradicción. (Nota 27).

La lucha de los opuestos

(Nota 25): Selsam and Wells, *Dialectics* ---
transformed into its opposite site.

(Nota 26): Science de la Logique, tomo I, p. 156.

(Nota 27): Lefebvre, *Le matérialisme* ---
dialectique, p. 88-9.

Y su evolución. "El desdoblamiento -- de la unidad y el conocimiento de sus partes contradictorias", dice Lenin, (Nota 28), "es la esencia de la dialéctica". Este punto de vista se comprueba, efectivamente, en la historia de la ciencia. Y, no solamente porque se encuentra en ellas un conjunto abrumador de ejemplos comprobatorios, sino porque se cumple como una ley del conocimiento, en correspondencia con el comportamiento objetivo de los procesos existentes. La unidad de los contrarios "constituye el descubrimiento de la existencia de tendencias contradictorias que se excluyen mutuamente, de tendencias antagónicas en todos los fenómenos y procesos de la naturaleza (entre ellos también los del espíritu y de la sociedad)". (Nota 29). Esta identificación y unificación de los contrarios, es la expresión de la esencia objetiva del universo. La dialéctica no se aplica solamente a las leyes generales de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento, sino que también se cumple en las leyes generales de su evolución. Y esta evolución es justamente la unidad de los contrarios, "La división de lo único en dos polos que se excluyen mutuamente y la relación entre ambos". (Nota 30).

El fundamento de la evolución se tiene en la contradicción interna. Por ella es que puede comprenderse y determinarse la transición de una cosa a su opuesto y el aniquilamiento anterior como condición para el surgimiento de lo nuevo. "La unidad (coincidencia, identidad, equilibrio) de los contrarios es condicional, temporal, transitoria y relativa. Por lo contrario, la lucha de los opuestos, que se excluyen mutuamente, es absoluta, como es absoluto el movimiento o la evolución". (Nota 31). Esta concepción de la evolución ha penetrado en todos los dominios científicos, constituyéndose en el fundamento de sus determinaciones; pero su reconocimiento no se ha obtenido por el camino de la filosofía hegeliana, sino que se ha impuesto como un descubrimiento objetivo y reiterado de la experimentación y del desarrollo de los resultados experimentales. La evolu -----

(Nota 28): En torno a la cuestión de la dialéctica.
 (Nota 29): Lenin, o p . cit .
 (Nota 30): Lenin, o p . cit .
 (Nota 31): Lenin, o p . cit .

ción "es un desarrollo que repite en cierto modo las etapas ya recorridas, pero que las recorre en otra forma y en un nivel superior (como "negación de la negación"), -- en un desarrollo en espiral, por decirlo así, y no en línea recta. Un desenvolvimiento en forma de saltos, de catástrofes, de revoluciones, por ruptura de la continuidad, por transformación de la cantidad en cualidad; como impulsión interna del desarrollo provocado por el conflicto de las contradicciones, de las fuerzas y de las tendencias divergentes que actúan sobre un proceso determinado, o dentro de los límites de un fenómeno concreto, o en el seno de una sociedad definida; por interdependencia y -- concatenación estrecha e inseparable de todos -- los aspectos de cada fenómeno (en los cuáles la historia descubre sin cesar nuevos aspectos), por interrelación -- que produce el proceso único y universal del movimiento, regido por leyes que le son immanentes; tales son algunos rasgos de la dialéctica, en lo que concierne a la teoría de la evolución". (Nota 32). De esta manera, la lucha y la evolución de los opuestos conduce directamente a -- la negación de la negación.

5. Negación de la negación.

La evolución de la negación. "Lo que determina la progresión del concepto es lo negativo que él contiene... esto es lo que constituye la verdadera dialéctica... (pero) la negación en general debe ser distinguida de la segunda negación, que es la negación de la negación, la cual es la negatividad concreta absoluta, del mismo modo que la primera es la negatividad abstracta". (Nota 33). De este modo, expresaba Hegel al desarrollo extremado de la negación, como transcurso de lo abstracto relativo a lo concreto absoluto. Sin embargo, esta concepción dialéctica no es simplemente un argumento teórico o un expediente -- meramente probatorio, que sirva para interpretar de un modo más o me

(Nota 32): Lenin, Carlos Marx; incluido en "Marx, Engels y el marxismo", Moscú, Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1947, p. 9-47.
(Nota 33): Hegel, Science de la Logique, tomo I, p. 41-2 y 112.

nos plausible a un proceso natural a a un acontecimiento histórico; sino que constituye la ley que rige al proceso mismo. Así, como lo destaca con toda claridad Engels, (Nota 34), sólo después de que Marx ha probado históricamente la existencia de la acumulación del capital, como expropiación de los productores directos y como abolición de la propiedad individual basada en el trabajo propio, es que puede definirlo como un proceso que se encuentra sujeto a la ley dialéctica de la negación de la negación. Hasta entonces es que concluye: "El régimen capitalista de producción y de apropiación, es decir, la propiedad privada capitalista, es la primera negación de la propiedad privada individual basada sobre el trabajo propio. Pero la producción capitalista engendra su propia negación, con la necesidad imperativa de un proceso natural. Es la negación de la negación. Esta restaura la propiedad individual, pero a base de las conquistas de la era capitalista, sobre la cooperación y la propiedad común de la tierra y de los medios de producción producidos por el trabajo mismo". (Nota 35).

Esto mismo ocurre en el propio dominio de la filosofía. "La filosofía antigua era una filosofía materialista, pero primitiva y rudimentaria. Este materialismo no era capaz de explicar claramente las relaciones entre el espíritu pensante y la materia. La necesidad de llegar a conclusiones claras acerca de esto, condujo a la teoría de un alma separada del cuerpo; de donde luego se pasó a la afirmación de la inmortalidad del alma y, por último, al monoteísmo. De este modo, el materialismo primitivo quedaba negado por el idealismo. Pero, al seguirse desarrollando la filosofía, también el idealismo se hizo insostenible y hubo de ser negado por el moderno materialismo. Solo que éste, la negación de la negación, no es la mera restauración del materialismo primitivo, sino que incorpora a las bases permanentes de este sistema todo el cuerpo de los pensamientos que nos aportan los milenios de progresos en el campo de la filosofía y de las ciencias naturales, y la propia historia de estos dos milenios. Ya no se trata de una filosofía, sino de una simple concepción del mundo, de un modo de ver las cosas que no corre ya a gargo de una ciencia de la ciencia, de una ciencia aparte, sino que tiene -----

(Nota 34): Ant i - D u h r i n g , p. 132-7.
(Nota 35): Marx, E l C a p i t a l , p. 560.

su sede y su campo de acción en todas ellas. Por lo tanto, la filosofía queda, de este modo, "cancelada", es decir, "superada a la par que mantebida": superada en cuanto a su forma, mantenida en cuanto a su contenido" (Nota 36).

La cancelación de la negación. Como decía Espinoza, omnis determinatio est negatio, (Nota 37); pero no se trata solamente de establecer una determinación como negativa, sino de cancelar después esa negación, como una determinación superior. La primera negación es la que hace posible a la segunda. Pero, cada clase de procesos manifiesta un modo peculiar de negación, de tal manera que en ella se engendra su desarrollo hasta la negación cancelada. Y lo mismo ocurre con el desenvolvimiento del pensamiento. La ley de la negación se aplica en todos los dominios de las ciencias, pero en cada uno de ellos tiene una determinación específica; y esta especificación llega al extremo de distinguirse en cada clase de procesos. En la negación de la negación se expresa al desarrollo evolutivo particular a que se encuentran sujetos todos los procesos, ya sean naturales, sociales o del pensamiento. Por lo tanto, la cancelación de la negación constituye el momento en que se muestra el resultado del movimiento; sólo que este momento únicamente se produce para servir de comienzo a un nuevo desarrollo que, por negación y por cancelación de la negación, conducirá a una nueva transformación superior; y, así, en forma inagotable. (Nota 38).

En consecuencia, el proceso de negación de la negación no consiste en la trivialidad de negar doblemente una afirmación, para encontrar el mismo punto de partida y en el mismo nivel; tal como lo concibe la metafísica, cuando llega a aceptarla. Por lo contrario, lo que representa la negación de la negación es una ley general que comprende a todos y cada uno de los procesos del universo. Solo que esta inclusión es con respecto a su caracterización general, pero no predetermina automáticamente a su contenido concreto. Porque la dialéctica estudia solamente las leyes generales que rigen el movimiento

(Nota 36): Engels, *Anti-Dühring*, p. 141-2.
(Nota 37): Citado por Engels, *Anti-Dühring*, p. 145.
(Nota 38): Engels, *op. cit.*, p. 144-6.

to y la evolución del universo y del pensamiento. Los -- principios dialécticos no proporcionan por sí solos la -- solución de los problemas concretos. Para ello es neces-- ria la investigación específica, con fundamento en la -- dialéctica y con apoyo en las manifestaciones objetivas -- de la existencia universal.

6. La confirmación objetiva de la dialéctica.

El desarrollo dialéctico de la ciencia. Tal como lo hemos puesto de manifiesto en todos los temas tratados, la ciencia moderna se ha encauzado definitivamente por la determinación dialéctica. Todas las teorías que constituyen actualmente a la ciencia, son eminentemente dialécticas y se verifican constantemente en las manifestaciones dialécticas de la experiencia. Al mismo tiempo, la comprobación de estas teorías ha servido para exhibir el aspecto dialéctico de las teorías y de los resultados anteriores. El movimiento universal, la contradicción, la transformación recíproca de unos procesos en otros, la interconexión estrecha e indisoluble entre todos los procesos, la unidad de los opuestos y la negación de la negación, son las características más fundamentales y más generales de los resultados experimentales y de las determinaciones de la ciencia. Lo mismo para el caso de las ciencias de la naturaleza, como para el dominio de las ciencias de la sociedad y, sobre todo, en el desarrollo de la ciencia de la lógica, que ha constituido el objeto de nuestra investigación; hemos puesto en claro el carácter dialéctico del conocimiento, siempre en correspondencia y como expresión de la dialéctica objetiva del universo existente. Sin embargo, pondremos punto final por ahora, con el tratamiento del problema central y determinante de la química contemporánea, para hacer ver, una vez más, cómo es que la dialéctica se confirma objetivamente en la investigación científica actual.

El sistema periódico de los elementos. La ley periódica de Mendeleiev se funda en la consideración de que la materia universal se encuentra en movimien-----

to perpetuo y se manifiesta en formas cualitativamente diferentes, como son los distintos elementos químicos. El átomo es el resultado de un proceso material que se forma y comprende a dos elementos contradictorios: el núcleo positivo y los electrones negativos. Pero, el núcleo mismo, a pesar de que constituye una unidad continua, tiene también una composición química complicada de cargas numerosas y opuestas. El incremento cuantitativo de la carga nuclear determina la aparición de propiedades nuevas en el átomo. Los electrones negativos que se encuentran fuera del núcleo, forman capas superpuestas que tienen cada una su carga propia. Se ha demostrado que los átomos más estables son aquellos cuya capa externa se compone de ocho electrones. Estos son los gases inertes que forman el grupo cero del sistema periódico y que poseen esa capa externa, con excepción del helio. En cambio, los átomos de los elementos químicos activos, tienen menos de ocho electrones en su capa externa. Ahora bien, se observa que en los átomos de estos elementos activos se tienen dos casos; en uno, es la segunda capa la que se estabiliza al contener ocho electrones; en el otro, requieren de un nuevo electrón para completar ocho en su capa exterior. En el primer caso, el átomo se encuentra cargado positivamente y posee propiedades metálicas; en el segundo caso, estará cargado negativamente y tendrá las propiedades de un metaloide. Entre estos dos extremos se encuentran los elementos intermedios. Cuando la capa externa está compuesta por un solo electrón, se tiene un metal activo. Con el incremento del número de electrones, disminuyen las propiedades metálicas y aumentan las metaloidicas, hasta llegar a tener siete electrones en la capa externa, que corresponden a un metaloide activo. Pero, entonces, el aumento de un electrón más conduce a un gas inerte. Después, si continúa el incremento de electrones, vuelve a producirse el ciclo, comenzando por un metal activo. Sólo que este metal no es idéntico al primero, ya que tiene, además de la capa electrónica externa, otra capa electrónica interna. (Nota 39).

Este desarrollo periódico de los elementos se produce por su -----

(Nota 39): Sandor, Histoire de la Dialectique, p. 212-4; y, también A. J. Berry, La química moderna, México, Fondo de Cultura Económica, 1947, p. 146-7.

División en dos partes: elementos con carga positiva y elementos con carga negativa; siendo la lucha entre estos contrarios la que determina las propiedades características de los elementos. Esta lucha se opera en la forma de una transformación recíproca entre cantidad y cualidad. Y el exámen de esta transformación conduce al establecimiento de nueve leyes: 1. Toda modificación cuantitativa de la carga nuclear, se encuentra ligada a la modificación cualitativa del elemento. 2. En sentido cuantitativo, la modificación se produce en línea recta. 3. La continuidad cuantitativa se compone de unidades separadas de cargas cuantitativas, que aumentan de manera discontinua. 4. El incremento cuantitativo produce las transformaciones bruscas de un elemento a otro. 5. Los saltos cualitativos se componen de continuidades cualitativas, por disminución progresiva de las propiedades metálicas y por el aumento gradual de las propiedades metaloidicas. 6. El cambio cualitativo progresivo conduce a las modificaciones bruscas, de un metaloide a un metal, por intermedio de un elemento pasivo. 7. Este salto brusco contiene, por lo tanto, al carácter de la progresión, es decir, al gas inerte. 8. El período largo contiene, además, una transformación más pequeña entre las dos series, formada por los tres elementos del grupo octavo. 9. Todo salto cualitativo se prepara por la progresión de la serie y, en consecuencia, no constituye una actividad intemporal. (Nota 40).

Todos estos procesos no solamente se justifican por la teoría, sino que encuentran su verificación en la práctica experimental. El desarrollo dialéctico del sistema periódico ha conducido al descubrimiento de las propiedades de los elementos desconocidos y al descubrimiento de los elementos mismos y, también ha llevado a la corrección de los pesos atómicos, a la determinación de las fórmulas químicas, a la precisión de los enlaces entre los elementos, a la inclusión de los isotopos de un mismo elemento, y a otras muchas determinaciones. En el sistema periódico se puede constatar también el cumplimiento de la ley dialéctica de la unidad de los contrarios, que se manifiesta en dos aspectos importantes: 1. Los elementos se constituyen en una unidad del sistema y pueden deducir-----

(Nota 40): Sandor, h i s t o i r e d e l a
d i a l e c t i q u e , p. 215-7.

se entre sí. 2. Todo elemento se compone, en y por sí mismo, de la unidad de propiedades opuestas; puede deducirse de su contrario -el metaloide del metal y recíprocamente- y contiene igualmente las propiedades de otros elementos. (Nota 41).

Finalmente, en el desenvolvimiento periódico de los elementos se acusa, asimismo, la negación de la negación. La primera negación se manifiesta en la negación de las propiedades metálicas; y la segunda en la negación de las propiedades metaloidicas. Es cierto que en la negación de las propiedades metálicas y metaloidicas, e inversamente, desaparecen las propiedades anteriores, pero no de un modo completo. Sus efectos se manifiestan en la complejidad de las propiedades de los elementos que forman los períodos siguientes. De esta manera, no son ya ni los metales típicos, ni los metaloides típicos; porque, entonces, en los metales se manifiestan propiedades metaloidicas, y viceversa. La negación de la negación -- conduce, así, al punto de partida, como cancelación de la negación; solo que en un nivel más elevado. Por lo tanto, en el fundamento mismo de la química nos encontramos con la dialéctica en todo su vigor. (Nota 42).

(Nota 41): Sandor, Histoire de la dialectique, P. 217.
(Nota 42): Sandor, o p . c i t . , p. 218.