

CAPITULO I

LA ESPECIALIZACION DE LA CIENCIA

CAPITULO I

LA ESPECIALIZACION DE LA CIENCIA

La finalidad de este primer capítulo es mostrar el surgimiento y desarrollo de la ciencia en forma especializada(1); y la manera como este proceso se origina a partir de la diferenciación(2) de sus objetos de estudio; destacando la relación directa que se da en el sentido de que a mayor amplitud y profundidad del conocimiento sobre objetos diferenciados, mayor es el grado de especialización de la ciencia.

Partiendo de la explicación general del proceso de especialización de la ciencia, se ubicará el surgimiento de la Agronomía, que a su vez es una forma especializada en la aplicación de conocimientos científico al proceso de producción agrícola; además se considera importante destacar también, como en el desarrollo específico de los conocimientos agronómicos se registra una tendencia a la especialización en la medida que es posible una diferenciación y particularización de su objeto de estudio, que lo es el proceso de producción agrícola.

No se pretende con este trabajo hacer una reconstrucción

(1).- El concepto especialización del latín "specialis", expresa la acción y efecto de cultivar una determinada rama de la ciencia o arte. En su definición esta ligada a lo singular y particular, más en su desarrollo comprende los procesos de especialización integrativos de los conocimientos científicos en su aplicación práctica a procesos sociales, como campo específico de la ciencia.

(2).- Del latín "differentia", en el sentido de que el objeto de estudio se distingue y separa de la totalidad como un objeto definido, en la medida que su estructura y funcionamiento propio y distinto, tiene características particulares que son objeto de estudio de la ciencia.

histórica del surgimiento y desarrollo de la ciencia en general, ni hacer teoría acerca de la ciencia, sino que la finalidad es mostrar como surge la Ciencia Moderna⁽³⁾, y de que manera su desenvolvimiento se da a partir del desmembramiento de la filosofía para constituirse en ciencias particulares, con objetos de estudio definidos y diferenciados; desde entonces su desarrollo ha tendido hacia la especialización del conocimiento científico, que se da en estrecho vínculo con la diferenciación de sus objetos de estudio.

Si se hace un análisis retrospectivo sobre lo anterior, se encontrará una relación directa entre el desarrollo de la ciencia y la especialización, pues en cuanto mayor es la diferenciación y particularización de su objeto de estudio, producto del avance en amplitud y profundidad, mas se especializa el conocimiento científico; esto significa que, en cuanto se descubren nuevos objetos de estudio, o aspectos nuevos de lo ya conocido, -de tal manera que haya una distinción objetiva y particular respecto a los conocimientos establecidos-, mayor es la diferenciación y particularización de la ciencia. El conocimiento de este objeto diferenciado, conduce a teorías métodos y técnicas que constituyen una nueva ciencia.

La Ciencia

Como punto de partida teórico se definirá lo que es ciencia; aunque es sumamente difícil reducirla a un simple concepto, es necesario plantear una definición que sea

(3).- Esta expresión se utiliza para señalar la ciencia que se ha constituido en forma particular y desmembrada de la filosofía (considerada como la ciencia de la antigüedad) entre los siglos XVI-XVIII; etapa que es conocida también como la revolución científico-tecnológica, que ocurre en el marco de las grandes transformaciones sociales durante el período de transición de la sociedad feudal al capitalismo. Ver J. D. Bernal, La Ciencia en la Historia, Ed. Nueva Imagen-UNAM, México, 1979, Págs. 359-365.

accesible a la explicación, con la finalidad de tener una concepción clara de ella. La palabra ciencia deriva del latín "scientia, sciens, scientis, scire", saber-conocer, que significa en su más amplio sentido toda clase de conocimientos; al igual que la ciencia, el concepto en sí también ha evolucionado, de tal manera que en la actualidad por ciencia entendemos al conjunto de conocimientos sistemáticos, que expresan objetivamente las leyes que rigen los procesos y fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento; su objetivo consiste en investigar, descubrir, demostrar y explicar la forma contenido y esencia⁽⁴⁾ de dichos fenómenos, determinando sus conexiones y relaciones necesarias con otros procesos, creando las condiciones para la intervención del hombre, que permita modificar o transformar el curso de los procesos del mundo material. Además de este objetivo, la ciencia también tiene como propósito encontrar nuevas posibilidades y medios para seguir incrementando los conocimientos obtenidos.

La ciencia como sistema de teorías, conceptos, y leyes, es una unidad de ciencias particulares que estudian los diversos objetos del mundo material; más sin embargo, las ciencias no siempre se manifestaron en forma diferenciada, pues en la antigüedad todos los conocimientos estaban incluidos en la ciencia generalista de la filosofía que abarcaba todos los aspectos del conocimiento del mundo en forma totalizadora

(4).- Este concepto expresa las características fundamentales de los fenómenos, su naturaleza interna relativamente estable que permanece oculta tras su superficie y que se manifiesta a través de ellos. Los fenómenos no se presentan tal cual son, sino en una manifestación aparente de la esencia, y el hombre no posee la facultad de penetrar directamente a ella mediante la observación simple, pues las formas exteriores percibidas por el grado sensorial del conocimiento, pueden conducir a explicaciones falsas. Penetrar en la esencia del fenómeno es encontrar su determinabilidad; por ello, la investigación científica, debe ir más allá de la apariencia del fenómeno y su objetivo debe ser la búsqueda de su esencia. Para mayor profundidad sobre el concepto ver la obra de Rosental y Starks, Categorías del Materialismo Dialéctico, Ed. Grijalbo, México, 1960, Págs. 54-82.

La filosofía fué la primera forma de conciencia social que contenía el conocimiento del mundo (ciencia antigua), más no como una masa homogénea y en determinada concepción(5), sino que, en los diferentes períodos del desarrollo social se manifestaron múltiples formas de interpretación del mundo, que incluso en muchos casos, estaban contrapuestas entre sí; por ello la ciencia como proceso de indagación de los fenómenos del mundo material es objetiva, mas sin embargo no puede abstraerse de condicionamientos ideológicos. (6).

Desarrollo Social y Ciencia

Las ciencias concretas o particulares, se desmembran de la filosofía a partir de dos elementos íntimamente relacionados que influyen decisivamente en su constitución: uno es la acción determinante del desarrollo productivo en la dinámica de los conocimientos científicos y tecnológicos; por ello, al alcanzar la sociedad un determinado nivel, que se caracteriza por la transformación de las fuerzas productivas a partir de innovaciones tecnológicas, se convierte

(5).- Una concepción filosófica es un sistema de opiniones, de nociones acerca del mundo circundante. En sentido general es el conjunto de conceptos sobre los hechos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento: ideas filosóficas, sociales, políticas, éticas y estéticas que constituyen su núcleo principal. Existen diferentes concepciones filosóficas, e incluso contrapuestas entre sí; las que se definen por la manera en que dan solución al problema fundamental de la filosofía: el de las relaciones del ser y la conciencia. Una concepción filosófica que considera al pensamiento como el elemento primario y fundamental y la existencia como lo secundario o reflejo de éste, es una concepción idealista; si por el contrario el ser social es el que determina la conciencia social, estaremos en una concepción materialista. R. Valdez, Filosofía de la Investigación, UAAAN, México, 1989, Pág. 10.

(6).- Este término, Ideología, se utiliza en el sentido del conjunto coherente y sistemático de ideas, creencias y conceptos, que pueden tener validez científica o no y se manifiesta como el sistema conceptual de una clase social, generalmente la dominante, para orientar su comportamiento y reproducir las relaciones sociales. Ver a M. Cornforth, Teoría del Conocimiento, Ed. Nuestro Tiempo, México, 1986, Págs. 68-69.

en una exigencia la necesidad de conocimientos sobre los fenómenos de la naturaleza, para ser aplicados en la práctica social⁽⁷⁾, fundamentalmente en los procesos productivos, actividades bélicas, de sanidad y en la navegación; el otro elemento de importancia en la separación de las ciencias particulares de la filosofía, fue la sistematización de los conocimientos y la orientación en la lógica del proceso cognoscitivo hacia el análisis, la inducción, y la experimentación, que posibilitan, en su momento, dirigirlo hacia la estructura interna de los fenómenos de la naturaleza. Este nuevo enfoque metodológico obligadamente hace que la ciencia se particularice, en virtud de que su finalidad es la descomposición de su objeto de estudio en sus partes integrantes, lo que permite que la ciencia deje de ser generalista y fundamentalmente deductiva en su orientación cognoscitiva.

Una vez iniciada la particularización de la ciencia, los objetivos de la investigación científica los constituyen no sólo la indagación de las formas aisladas del movimiento de la materia, sino sus nexos y su interacción. La ciencia al mismo tiempo que avanza en el sentido de una investigación cada vez mas amplia hacia niveles mas elevados y complejos de los sistemas de organización de la materia, penetra con mayor profundidad a la esencia de las formas mas sencillas de la materia, con lo cual busca una mejor aplicación práctica de sus resultados a los procesos sociales.

El conocimiento científico al penetrar en las formas

(7).- Por práctica social, del griego "Praktiké" se entiende como la relación incesantemente repetida, del hombre con su medio a todos los niveles de actividades que le son características, tales como: procesos productivos, de sanidad, de comunicación, socio-políticos, etc., e incluso la producción científica es considerada también como una práctica social. Es la condición indispensable para la existencia social. Ver Guy Besse, Práctica Social y Teoría, Ed. Grijalbo, México, 1967, Págs. 11-35.

esenciales de los procesos del mundo material y establecer las leyes y principios generales que abarcan los diversos ámbitos de la realidad, se orienta hacia la especialización, bajo esta forma sus resultados han sido mas productivos, pues cuanto mayor es la ramificación que alcanzan los campos de la ciencia, mayor es la capacidad de diferenciación, de tal manera que la ciencia se ha escindido en innumerables disciplinas científicas surgidas a partir de su objeto de estudio, con sus propias teorías, métodos y técnicas específicas, y aunque siempre guardan cierto grado de relación mutua, tienen una relativa independencia.

En el proceso de separación de las ciencias particulares de la filosofía, son las ciencias naturales las que primero se constituyen como tales, esto como resultado de las condiciones histórico sociales de la época, fundamentalmente por la transformación de las fuerzas productivas y las prácticas sociales; aunque cabe aclarar que algunas ciencias surgieron con una relativa independencia de ellas o bien vinculadas a otras ciencias. Es imposible ubicar con exactitud el inicio de este proceso, pero generalmente se le considera entre los siglos XVI y XVIII.

Las primeras ciencias naturales que se particularizaron fueron: la Astronomía, la Química la Mecánica y Biología; en principio son las que constituyeron la base teórica de los procesos de producción industrial y agrícola, de las aplicaciones tecnológicas en las actividades de sanidad, medicina, navegación, etc.. Sobre la importancia de los avances científicos y tecnológicos F. Bacon, uno de los precursores de esta revolución científico-tecnológica expresa: 'la invención de la imprenta, de la pólvora y de la brújula había cambiado la fisonomía y la situación del mundo entero; en primer lugar por lo que se refiere a la escritura; en segundo lugar, por lo que concierne a la

navegación marítima. Esto dió lugar a innumerables cambios en las cosas, de tal modo que no hubo poder alguno, ni doctrina o estrella alguna que influyera tanto...en los asuntos humanos como estas invenciones mecánicas"(8).

El conocimiento de la naturaleza es resultado de la actividad práctica del hombre, por lo que las ciencias naturales se desarrollan en principio con los propósitos de: descubrir la esencia de los fenómenos, conocer sus leyes y prever sobre su base nuevos fenómenos; descubrir las posibilidades de aplicación en la práctica social de estos conocimientos, con la finalidad de intervenir en los procesos naturales y transformarlos en el sentido productivo. Si en principio la ciencia respondió a las necesidades inmediatas y mas directas de la práctica social, su desarrollo no se queda en ese nivel, sino que se eleva hacia la búsqueda de explicaciones con perspectivas científicas mas generales, tratando de responder a las interrogantes del mundo material que no son necesariamente de una aplicación práctica inmediata, pero que podrían ser estratégicas de tal manera que el conocimiento de ellas permitiera a futuro, realizar aplicaciones y transformaciones mucho mas avanzadas.

Las Ciencias Sociales fueron las que posteriormente se escindieron de la filosofía, bajo condiciones de dominio y subordinación a la ideología social hegemónica, por lo que su desarrollo se dió fundamentalmente en forma doctrinaria(9). Las ciencias sociales, desde su surgimiento, fue on marginadas del

(8).- F. Bacon, *Novum Organon*, Ed. Porrúa, México, 1985, Págs. XIV, 75.

(9).- Doctrina social, es el sistema de conceptos, ideas u opiniones, que tienen las clases sociales, acerca del surgimiento, desarrollo, organización y cambio de la sociedad. Generalmente son las clases sociales dominantes, que con el fin de su reproducción social imponen un determinado sistema conceptual. Sobre el particular consultar a Karataev y Ryndina, *Historia de las Doctrinas Económicas*, Ed. Grijalbo, México, 1964, Tomo I, Pág. 1-13.

estudio de los elementos fundamentales del desarrollo social, sobre todo de las relaciones sociales clasistas, a tal grado que los procesos productivos sociales como objeto de estudio fueron restringidos casi exclusivamente al aspecto tecnológico.

Otro elemento importante que dificulta la constitución de las Ciencias Sociales es que los fenómenos, objeto de su estudio son más dinámicos, y por lo tanto es más complejo determinar el principio de regularidad, su análisis y en su caso la demostración de sus determinantes esenciales; lo anterior se dificulta más en virtud de que en las disciplinas sociales no es posible la experimentación en el sentido de reproducción artificial del fenómeno, por lo que la aplicación de las operaciones cognoscitivas y procedimientos demostrativos, tienen que realizarse en los procesos reales. Otra limitante en la constitución de las disciplinas sociales, independiente del dominio ideológico en sus intentos de interpretación de los fenómenos sociales, fue que las primeras concepciones sobre los mismos consideraban que éstos estaban regidos por leyes naturales inmutables lo que invariablemente llevaría, según estas concepciones, a un equilibrio de sus determinantes internas.

El vínculo de las ciencias naturales con la producción jugó un papel determinante en el progreso social y en la revolución científico-tecnológica, ya que es la base para la aplicación de procedimientos, métodos y técnicas en los procesos productivos, lo que en consecuencia y por la manera como se fueron incorporando los conocimientos científicos al proceso social, se modificaron las condiciones de vida de la sociedad. En la medida que los descubrimientos científicos y sus aplicaciones tecnológicas fueron incorporadas a los procesos sociales, las fuerzas productivas se revolucionaron, como lo señala Kedrov "los grandes descubrimientos científicos, técnicos e inventos, están

ligados e influyen de manera ingente en los destinos de toda la historia de la sociedad (10).

Entre ciencia y producción se da una relación recíproca que condiciona e impone dinamismo a su desarrollo, sobre todo por las circunstancias sociales que llevaron a transformar la manufactura, como forma de producción dominante en esa época, a la gran industria con la Revolución Industrial(11), fenómeno que permite a la sociedad capitalista un nivel sin precedente en el desarrollo de las fuerzas productivas(12), esto presuponia el conocimiento amplio y profundo de las fuerzas de la naturaleza, lo que implicaba que se investigaran las propiedades de la materia y sus formas de existencia, con la finalidad de desarrollar técnicas de intervención en los procesos naturales para su utilización en las diferentes prácticas sociales. La interacción entre ciencia y desarrollo social se manifiesta también en la necesidad de crear mas y mejores medios materiales de vida, así lo exigían las nuevas condiciones de la sociedad, tales como los servicios para atender la urbanización

(10).- Kedrov y Spirkin.- La Ciencia, Ed. Grijalbo, México, 1968, Pág. 29.

(11).- El fenómeno social llamado revolución industrial tuvo lugar a finales del siglo XVIII y principios del XIX se caracteriza por un progresivo desarrollo de las fuerzas productivas, resultado de las aplicaciones científicas y tecnológicas a los procesos sociales que se manifiestan en el uso de maquinaria, aplicación de fuerzas naturales como elemento motriz en algunos procesos industriales; además de innumerables innovaciones tecnológicas de ese período. Otros elementos importantes que produce este fenómeno en forma concomitante, es el rápido crecimiento de las ciudades, la expansión del comercio internacional y la dinámica del comercio interno; lo que conduce a la consolidación del capitalismo como forma de organización social basada en la propiedad privada de los medios de producción en manos de los capitalistas, y la gran masa de la población desposeída de ellos, que se convierten en asalariados. Sobre este tema se puede consultar el libro de T. S. Ashton, La Revolución Industrial, F. C. E., México, 1973.

(12).- Los medios de producción y la fuerza de trabajo en su interacción forman las fuerzas productivas de la sociedad. El grado de desarrollo de las fuerzas productivas ha sido el indicador principal del dominio del hombre sobre la naturaleza, y son la base material y técnica de toda sociedad. C. Marx, El Capital, F.C.E., México, 1972, Págs. 130-137.

creciente de las ciudades, las necesidades de salud, de sanidad, comunicaciones.

El desarrollo de las fuerzas productivas, influyó determinantemente y en muchos casos condicionó el surgimiento y desenvolvimiento de la ciencia, ligada a las actividades de producción industrial, agrícola, y demás prácticas sociales. Así, el cultivo de la tierra que se había desarrollado como una práctica empírica y tradicional, fue colocado por vez primera sobre bases científicas, lo que estimuló de manera importante el estudio del medio ambiente físico, plantas y animales que eran objeto de manejo en los procesos productivos. Por lo que las ciencias naturales se constituyen en los fundamentos teóricos para la construcción de instrumentos, máquinas, aprovechamiento de los recursos y el conocimientos de los elementos esenciales de la naturaleza, para crear condiciones para su intervención en ella.

La aplicación de la ciencia al desarrollo de las fuerzas productivas, se manifiesta en el perfeccionamiento de los métodos y técnicas de producción: la base energética de la industria que en su primer periodo estaba constituida por el movimiento mecánico, y la aplicación de la fuerza del hombre en el proceso productivo de manera dominante, requirió de manera inmediata encontrar la explicación de las leyes fundamentales de la fuerza y el movimiento, de tal forma que se pudiera sustituir la energía física del hombre, por la aplicación de técnicas que utilizaran las fuerzas de la naturaleza, como el viento en los molinos, el salto de agua en la manufactura textil, el vapor como fuerza motriz y posteriormente el motor eléctrico

Como resultado de estas aplicaciones científicas y tecnológicas al desarrollo de las fuerzas productivas, se da un incremento enorme en la productividad del trabajo, que se traduce

en una reducción del tiempo de producción por unidad de mercancía producida; ahora se depende del desarrollo de las fuerzas productivas para la aplicación tecnológica y no solamente de la fuerza bruta del trabajo, lo que permite aumentar los rendimientos en los procesos industriales y agrícolas.

El marco social de este acelerado desarrollo de las fuerzas productivas, se registra en el período de transición de la sociedad feudal al capitalismo, época que se caracteriza no solo por cambios en ellas y en las relaciones sociales, sino que también operan una serie de transformaciones en las formas de conciencia social, tales como la filosofía e ideología; de las que no se exime la ciencia. Este desarrollo social culmina con la consolidación del capitalismo como una nueva forma de organización social, que se caracteriza por la propiedad privada de los medios de producción por la clase social dominante, de manera tal que el capital penetra y domina todas las ramas de la producción, y que toda actividad productiva depende ahora de una determinada inversión de éste.

Por lo anterior las aplicaciones científicas y tecnológicas a los procesos productivos dependen de la inversión de capital, que en cuanto mayor es el grado de desarrollo de éstos, mayor es el volumen de capital que requieren para su realización, lo que significa que el avance e innovación tecnológica en las diferentes ramas de la producción, va a depender de la dinámica del capital, la que se finca en su rentabilidad o sea la obtención de ganancias socialmente aceptables que se considera surgen como remanente por arriba de los costos de producción. La ganancia se relaciona con el capital invertido en los procesos productivos y se expresa en términos porcentuales, siendo este el indicador principal del desarrollo capitalista. Una vez que el dominio del capital se ha consolidado, el dinamismo de los procesos productivos depende de

la ganancia, por lo tanto, las aplicaciones científicas y tecnológicas en éstos, se aceleran, estancan o retroceden, según sean las expectativas de las ganancias en las diferentes ramas de la producción.

El capitalismo como forma de organización social dominante, en el aspecto de transformación de las fuerzas productivas fué revolucionario, sin embargo, en las relaciones sociales se consolida el dominio de una clase social: la burguesía, sobre la gran masa de población desposeída de medios de producción: el asalariado. Por otra parte, una vez que queda instaurando el maquinismo y la automatización en los procesos productivos, el trabajador se convierte en un apéndice de la máquina, por el lugar que ocupa técnicamente en éstos.

Ciencia y Especialización

El desarrollo de la ciencia particular como forma superior del conocimiento, históricamente se ha manifestado como un proceso de diferenciación y particularización a partir de su objeto de estudio. Uno de los primeros intentos de división de las Ciencias para el estudio de la naturaleza, es el propuesto por el químico francés Nicolás Lémery (1645-1715) (13), en su obra Curso de Química (1675), en ella considera que ésta se divide en tres reinos: mineral, vegetal y animal; clasificación que revela un principio objetivo que establece concordancia de esta división con las características de sus objetos de estudio particulares. La diferenciación de las ciencias a partir de entonces, por lo general responde a una separación cada vez mas profunda de los objetos de estudio; por ejemplo: podemos citar la forma de dividir la ciencia, como la separación que se hace de ciencias orgánicas

(13).- Kedrov, La Clasificación de las Ciencias, Ed. Progreso, Moscú, 1974, Tomo I, Pág. 17.

de las inorgánicas, respondiendo a la división respectiva de la naturaleza; e incluso, a niveles de mayor desagregación sigue prevaleciendo este criterio fundamental. Por ejemplo, la Botánica se diferencia de la Zoología en función de su objeto, pues la primera estudia los vegetales y la segunda los animales.

Esta diferenciación cuyo punto de partida es la división de la naturaleza de acuerdo a características particulares que presenta, se traduce en una distinción en los conceptos, teorías y métodos que les corresponden. Al estudiar en forma particular los procesos y fenómenos se da la posibilidad de nuevos avances en el conocimiento de los elementos más específicos de su esencia, en sus determinantes internas y sus nexos más profundos. Los nuevos conocimientos particularizados permiten a su vez, condiciones para estudiar nuevas relaciones internas con un mayor grado de profundidad y así sucesivamente.

El proceso de desmembramiento de las ciencias naturales de la filosofía, sólo fué posible cuando se dieron determinadas condiciones en el avance de los conocimientos científicos; una de ellas es la orientación del proceso de conocimiento hacia los objetos de la naturaleza; por ejemplo: uno de los primeros pensadores que contribuyó a ello fué B. Telesio (1509-1588), con su obra "De la naturaleza de las cosas conforme a sus propios principios"⁽¹⁴⁾, en la que sostenía que existía objetivamente la materia eterna, inmutable, homogénea, increada e indestructible, considerando que las fuerzas de la naturaleza estaban animadas y que la fuente del movimiento era la oposición entre el frío y el calor. Podemos decir que este fué el principio

(14).- Dinnik, et. al. Historia de la Filosofía.- Ed. Grijalbo, España, 1985, Tomo I, Pág. 270.

de una larga batalla que dieron los filósofos empiristas(15), para orientar el proceso de conocimiento hacia la naturaleza y superar las dogmáticas ataduras que imponía la escolástica(16) como forma de pensamiento dominante en aquella época.

La otra contribución importante que influyó determinantemente en la constitución de las ciencias particulares, fué la orientación metodológica en el proceso de conocimiento. Hasta antes de la primera revolución científico-tecnológica de los siglos XVI-XVIII, predominaba un enfoque metodológico generalista, universal y deductivo, propio de la filosofía aristotélica, el que se expresa en la compilación de los escritos lógicos de este filósofo griego que ahora se conoce como el "Organon". En oposición a este enfoque filosófico surge una nueva orientación metodológica en el proceso de conocimiento científico, el iniciado por el filósofo Inglés Francis Bacon (1561-1626), que desarrolla una obra denominada el "Novum Organon"(1620), la que contiene este nuevo enfoque ligado íntimamente a los progresos de la ciencia y al desarrollo de los conocimientos científicos, el que se apoya fundamentalmente en las operaciones del análisis, la inducción y la experimentación, con un carácter materialista y de una manera sistemática; el propósito principal es desmembrar los fenómenos de la naturaleza en sus partes integrantes y una vez conocidas sus relaciones, las reproduce artificialmente en

(15).- La filosofía empirista surge en la época del renacimiento; esta corriente considera la experiencia como única fuente de conocimiento, al entrar en contacto con la realidad externa a través de nuestros sentidos; que todos los conocimientos revisten un carácter experimental y su principio fundamental es la contemplación sensorial. Dinnik, et al, op cit. Págs. 320-321.

(16).- Concepción dominante en la edad media, referente al saber teológico-filosófico, apoyándose en una interpretación deformada de la filosofía aristotélica, y que estaba estrechamente vinculada a la religión. Dinnik, et al, op cit., Pág. 246.

el experimento como vía demostrativa, para luego generalizar sus resultados mediante inferencias inductivas(17).

Esta orientación metodológica fue determinante para hacer posible la experimentación, y utilización de instrumentos en el proceso de investigación, como lo empezó a aplicar en sus trabajos G. Galilei (1564-1642), colocándolo en la historia de la ciencia como uno de los precursores en la utilización del recurso experimental en este nuevo enfoque(18).

Las ciencias, como ya se mencionó, en principio se desenvuelven en el seno de la filosofía, que como ciencia única se orientaba al conocimiento totalizador e íntegro del mundo, de una manera contemplativa y apoyado fundamentalmente en inferencias deductivas. Las condiciones histórico-sociales de la época del renacimiento(19), manifiestas principalmente en un inusitado progreso de las fuerzas productivas, provoca on una orientación del conocimiento hacia los fenómenos naturales, que obligó a estudiar la naturaleza en sus distintos procesos y objetos específicos, investigando su estructura interna, para su utilización en la práctica social, pues el incremento en la producción manufacturera, el desarrollo del comercio y on él la navegación, aceleraron el ritmo del progreso social, que

(17).- Academia de Ciencias URSS-Cuba, Metodología del Conocimiento Científico, Ed. Fac. de Fil. y Letras UANL, México, 1979, Pág. 110-116.

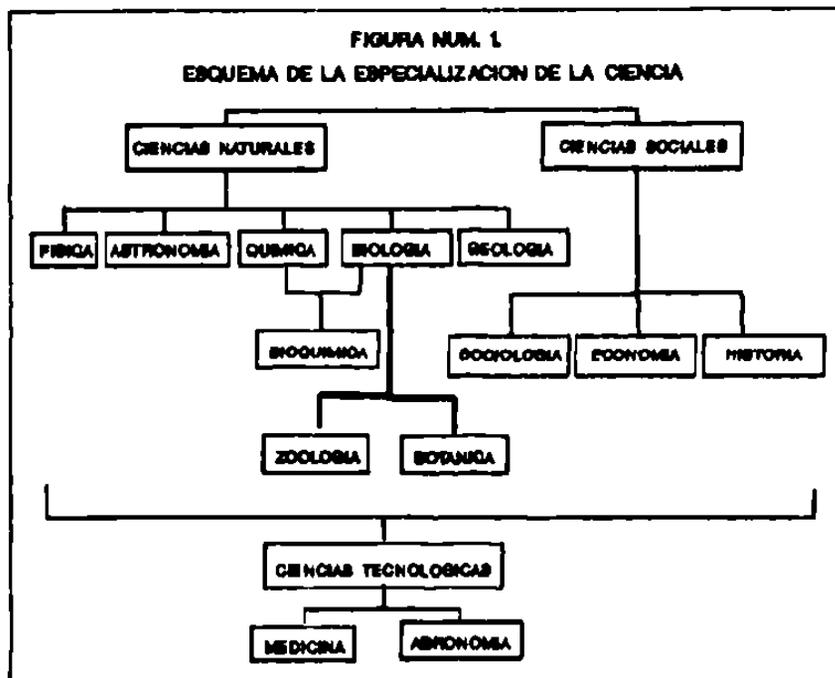
(18).- Dampier, W. C., Historia de la Ciencia, Ed. Tecnos, Madrid, 1972, Pág. 157-162.

(19).- El renacimiento es un período, en la primera etapa de transición de la sociedad feudal al capitalismo, que ha dado en llamársele así por el proceso de cambio de las formas de conciencia social: filosofía, artes, ciencia, etc.. Uno de los aspectos importantes de este movimiento social fué el haber superado las ataduras que imponía la religión a las ideas sobre la realidad. Ver. J. O. Bernal, La Ciencia en la Historia, Op cit. Págs. 366-375.

requerida del conocimiento de los fenómenos naturales.

El surgimiento de la mecánica, el desarrollo de las leyes del movimiento de los planetas, los inventos, del telescopio, del microscopio, etc., ampliaron inmensamente el horizonte científico y las posibilidades de seguir desarrollando las fuerzas productivas sociales, lo que se tradujo en progresos importantes en la producción, en íntima relación a la ciencia natural experimental como base teórica de su desarrollo.

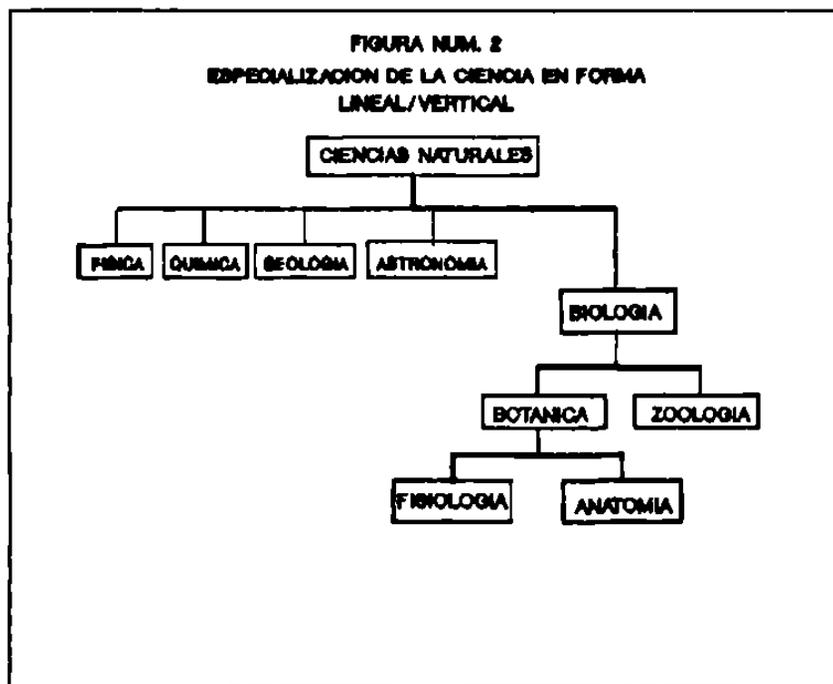
Las primeras ciencias que en la historia se particularizaron fueron la Astronomía, Mecánica, Química y Biología, con objetos de estudio diferenciados y particulares, las que a su vez, y en virtud del avance del conocimiento hacia la esencia de los fenómenos, se subdividen en ramas más específicas; por ejemplo: La Biología se divide en Botánica y Zoología, ambas se subdividen en Morfología, Fisiología y Anatomía; esta última a su vez en citología e histología, para el estudio de sus objetos más específicos. El esquema de la especialización de la ciencia es muy variado y complejo, por lo que en la figura Núm. 1, solo se señala a manera de ejemplo



y para ilustrar el caso, un esquema de la especialización en la ciencia.

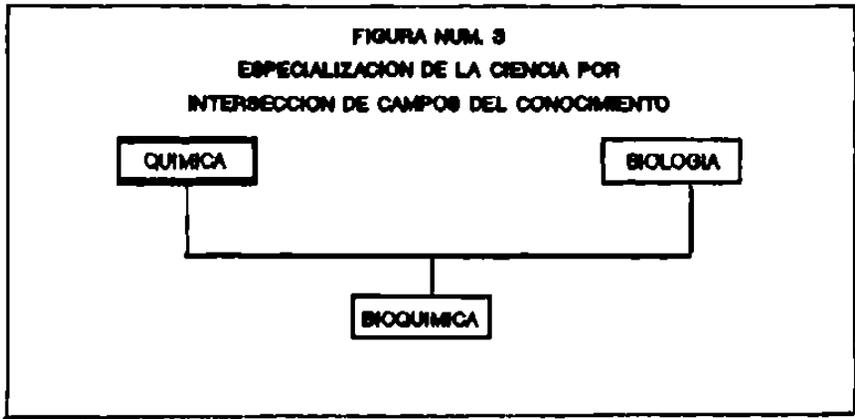
Así como la ciencia en su desarrollo cada vez es mas compleja, su especialización tiene la misma característica, de tal manera que existen diferentes formas en que se manifiesta esta particularización, por lo que a continuación señalaremos los tres casos mas comunes, mas no los únicos, en que se da este proceso, que son: la especialización lineal-vertical, por intersección de campos del conocimiento diferenciados y por integración de conocimientos aplicables a una práctica social.

La especialización en forma vertical se da como subdivisión en los conocimientos científicos que representan una restricción en la amplitud de los procesos del mundo material y una profundización en la esencia de sus objetos específicos, formando en su desagregación una estructura lineal vertical, que va de los conocimientos mas generales a los particulares, como se ilustra en la figura Núm. 2.



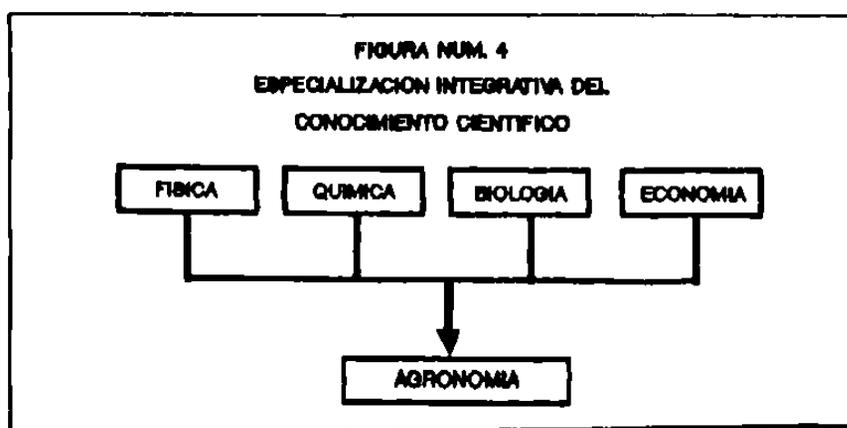
La especialización por intersección de conocimientos, que surge al estudiar las interrelaciones entre los fenómenos

diferenciados en campos específicos del conocimiento, como en el caso de la Biología que estudia los seres vivos, y que tiene la necesidad de indagar sobre los aspectos químicos de los mismos, requiere de la Química para ello, dándose una intersección de campos del conocimiento que dan origen a la ciencia especializada de la bioquímica, tal como lo ilustramos en la figura Núm. 3. Así como el ejemplo anterior, existen muchos casos, tales como la termodinámica, la biogeología la geoquímica, que expresan la conexión entre las relaciones internas de los procesos y fenómenos de campos del conocimiento diferenciados. Este proceso de diferenciación particularización, ha hecho que la ciencia moderna sea un conjunto extraordinariamente subdividido de ramas científicas diversas.



La tercera forma de especialización de la ciencia, es a partir de la aplicación misma de los conocimientos científicos a procesos sociales específicos, tales como la industria, navegación, medicina, agricultura, etc., esto permite el surgimiento de las llamadas ciencias tecnológicas. Esta forma de especialización del conocimiento no se da en forma lineal-vertical, ni por intersección de campos del conocimiento, sino que paradójicamente se presenta de una manera integrativa, lo que significa que estas disciplinas toman los conocimientos científicos de diferentes ciencias que son aplicables a las

prácticas sociales correspondientes, un ejemplo ilustrativo es el de la Agronomía como se muestra en la figura Núm. 4.



El objeto de estudio de la agronomía es el proceso de producción agrícola, tomando de las diferentes ciencias los conocimientos significativos que son aplicables a este proceso, lo que hace que esta actividad se transforme, de una práctica empírico-tradicional a una práctica científica. La aplicación de los conocimientos científicos a los procesos productivos industriales se le denomina ingeniería.

Como antes se mencionó, las formas de especialización de la ciencia pueden ser muy distintas y variadas e incluso se dan casos de conocimientos científicos que han surgido como tales en el seno mismo de otras ciencias, pero el propósito de ilustrar estas tres formas, es mostrar como en su desarrollo en cualquier sentido, se da la tendencia a la especialización.

La Formación de las Ciencias Particulares

El proceso de desmembramiento o separación de un conjunto de conocimientos de una ciencia más general, no ha sido obra de la casualidad, ni del azar, tampoco un proceso arbitrario, sino por el contrario, ha sido producto de la propia dinámica de su desarrollo, pues al investigar nuevos aspectos

del movimiento de la materia, se descubren nexos e interacciones que antes no se conocían, que requieren mayor grado de profundidad, y nuevos recursos e instrumentos para su estudio, pues son niveles mas complejos de organización y funcionamiento de la materia; es el avance del conocimiento hacia la esencia del objeto. Cuanto mas profundamente penetra el conocimiento en la esencia del objeto, mejor descubre sus nexos internos, lo que posibilita el surgimiento de nuevos campos del conocimiento que se ocupen de estudiar estas propiedades y relaciones mas especificas del objeto.

Para que estos conocimientos se constituyan en una nueva ciencia se requiere de un determinado nivel de masa crítica⁽²⁰⁾; es decir las condiciones minimas que debe satisfacer como nueva ciencia. En primer lugar, que el objeto que se estudia sea un proceso diferenciado como nuevo campo del conocimiento, y sus relaciones internas o con otros fenómenos desconocidas; en segundo lugar, que los métodos para su estudio sean particulares, y respondan a su objeto de estudio; por último y como elemento de no menor importancia, que se constituyan conceptos y teorías que asuman el carácter de ley; lo que significa encontrar el principio de regularidad en la aparente manifestación caótica del fenómeno; esto es, descubrir la ley general necesaria que exprese la conexión o rija el movimiento del mismo. La constitución de una ciencia particular implica la posibilidad de realizar inferencias, a partir de sus teorías y en conexión con la realidad, por lo que es posible establecer proposiciones apoyadas en las teorías y los hechos, como una forma de respuesta anticipada al comportamiento del fenómeno, pero que invariablemente se debe demostrar en la realidad.

(20).- expresión que se utiliza en la Química para señalar los elementos mínimos necesarios, que en su conjunción producen determinado fenómeno.

El avance de la ciencia, además de darse en interrelación con los procesos productivos y con las actividades de diferentes prácticas sociales, se da también en concatenación con los mismos conocimientos científicos de diferentes ciencias; pues una determinada ciencia para su desarrollo requiere en ciertos casos de conocimientos de otras ciencias; por ejemplo: los conocimientos que fueron principio para la constitución de la ciencias de la astronomía a su vez lo fueron también de la física y los conocimientos de ambas no hubieran sido posible sin el desarrollo de los modelos matemáticos deductivos que fueron base para su demostración, ni tampoco hubieran sido una realidad, sin el nuevo enfoque de la lógica, con una orientación analítica inductiva en el proceso cognoscitivo.

La Astronomía fue la ciencia que desencadenó la revolución científica y creó las condiciones de desmembramiento de las ciencias particulares de la filosofía, para que asumiera el carácter de ciencia, no fué suficiente con la descripción y clasificación del sistema solar, o el conocimiento de la estacionalidad del año, sino que fué necesario establecer proposiciones hipotéticas, para plantear y apoyar la validez del sistema solar que se estaba investigando. Esto solo fue posible cuando se constituyó un determinado nivel de conocimientos que permiten plantear un conjunto de postulados, éstos no fueron producto únicamente de la genialidad de un astrónomo en particular, ni de determinadas circunstancias aleatorias, sino que fué resultado de un largo proceso científico que va desde cambios en las circunstancias sociales hasta la creación de una nueva concepción del universo, que superara la concepción geocéntrica Ptoloméica⁽²¹⁾.

(21).- Ptolomeo fué un astrónomo del siglo II D. C. que había desarrollado una propuesta sobre un sistema solar que consideraba a la tierra como el centro del mismo, de ahí que se le denomina a esta concepción geocéntrica. Dinnyk, Op. cit. Pág. 113.

Uno de los precursores de las ideas que apuntaran hacia una nueva concepción del universo fué Nicolás de Cusa (1401-1464) que en su obra "la Docta ignorantia"(1440) se manifiesta de forma sistemática en contra de la concepción dominante y reconocida por la religión. El planteamiento que hace de un mundo abierto, si no infinito, al menos ilimitado e indefinidamente extenso, inicia el largo y difícil camino de la liberación del conocimiento astronómico de la escolástica⁽²²⁾. Sin duda, las ideas de este pensador prepararon el camino para otros astrónomos, entre otros a N. Copérnico (1473-1543), que desarrollo un nuevo sistema basado en el heliocentrismo y el reconocimiento de los movimientos de los planetas sobre su propio eje y alrededor del sol. En su obra "de revolutionibus orbium celestium libri six" (1543) expresa que todos los cuerpos celestes se desplazan alrededor de un mismo cuerpo: el sol, el que a su vez es centro del sistema planetario y del universo⁽²³⁾.

Aunque la obra de Copérnico tardó algún tiempo en difundirse y ser aceptada, inspiró la investigación de otros astrónomos como G. Bruno (1548-1600), que proclama la infinitud esencial del espacio y además se convierte en el principal defensor de los conocimientos sobre la nueva concepción del universo en franco desafío a la religión, que incluso le cuesta la vida al ser quemado en la hoguera condenado por la santa inquisición.⁽²⁴⁾.

(22).- Serrano, J. A., Filosofía de la Ciencia, Ed. CECSA, México, 1980, Pág. 37-41

(23).- Dampier, Op cit. Pág. 138-142.

(24).- Dynnik Op cit. Pág. 289-295.

G. Galilei (1564-1642) vino a consolidar y a divulgar definitivamente la nueva concepción del universo y a cuestionarse las causas del movimiento de los planetas y sus satélites en sus respectivas órbitas. Además sometió a la comprobación práctica, por medio del telescopio, la astronomía de Copérnico. Le dió gran impulso a la aplicación de las matemáticas deductivas para el entendimiento de las leyes que investigaba⁽²⁵⁾.

Otro astrónomo cuyas observaciones sistemáticas permiten que la astronomía logre un nivel de madurez científica, fué Tycho Brahe (1546-1601), quien mediante sus observaciones continuas y sistemáticas del universo logró obtener tanta información confiable, que fué la base para que J. Képler (1571-1630), obtuviera conclusiones que lo llevaron a elaborar la teoría del movimiento de los planetas, hoy conocidas como leyes de Képler, en el sentido de que: a). los planetas recorren trayectorias elípticas, b). las áreas trazadas en cualquier órbita por la recta que une al sol con el planeta en cuestión, son proporcionales al tiempo empleado. c). los cuadrados de los períodos que tardan los distintos planetas en recorrer sus órbitas son proporcionales a los cubos de su distancia media al sol.⁽²⁶⁾

Culmina este movimiento de la constitución de la teoría científica de la astronomía como ciencia particular desmembrada de la filosofía, I. Newton (1643-1727), con la explicación de los movimientos del sistema solar, la ley de la gravitación, que además es una contribución fundamental para la física, en la que deduce que las fuerzas que mantienen a los planetas en sus

(25).- Dampier, Op cit. Pág. 157-162.

(26).- Serrano, J. A., Op. cit. Pág. 49-56

órbitas son proporcionales a los cuadrados de sus distancias respectivas a los centros en torno a los cuales giran. Esta ley permitió no solo asentar físicamente el sistema copernicano, sino también aumentar el grado de precisión de los cálculos de las órbitas de los planetas, pues también consideraba las perturbaciones gravitatorias entre los cuerpos intervinientes. Ahora podemos decir que la ciencia de la astronomía se ha constituido como tal, una vez que se han descubierto los principios y leyes más generales de su objeto de estudio⁽²⁷⁾.

Otro caso ilustrativo del surgimiento de una ciencia particular es la Química, que sólo logró asumir definitivamente el carácter de ciencia particular, cuando el avance de sus conocimientos supera el nivel de la Alquimia y su "tria prima" o tres principios básicos de: volatilidad (mercurio), combustibilidad (azufre) y solubilidad (sal), para llegar a las determinaciones cualitativas y cuantitativas de las sustancias. Entre las primeras contribuciones que fueron fundamentales para su determinación, están los trabajos de R. Boyle (1627-1691), que inicia el análisis químico cualitativo, y en consonancia con él, desarrolló más profundamente la idea de determinación cualitativa de algunas sustancias y de sus partes integrantes en relación al estudio de los cuerpos mediante el análisis de los mismos; surge el concepto de elemento químico, como la sustancia que no puede ser desintegrada, sus estudios culminan con la proposición de la constitución de la materia en elementos y sus combinaciones⁽²⁸⁾.

(27).- I. Gibbon, Newton, Protagonistas de la Ciencia, Ed. Debate/Itaca, España, 1986, Tomo 4.

(28).- P. Regné de Otal, Química General, Enciclopedia Labor, Tomo II, Ed. Labor, Pág. 310-311.

Un paso importante en el desarrollo de esta ciencia se logra con los estudios de M. V. Lomonosov (1711-1765), quien realiza experimentos para demostrar la conservación de la materia y movimiento, considerado esto como una ley natural y universal; además este científico plantea la hipótesis de la estructura atómico-molecular de la materia, que es el paso más importante que hasta entonces había dado la química⁽²⁹⁾.

Por otra parte J. Dalton (1766-1844), formuló la hipótesis atómica, de que todas las sustancias materiales están compuestas de partículas infinitesimales, indivisibles, llamadas átomos y hay tantas clases de átomos como clases de elementos: los átomos de los diferentes elementos difieren sobre todo en peso pero todos los átomos del mismo elemento son exactamente iguales. Los átomos se agrupan pero sin cambios cuando están en los compuestos químicos, el átomo entero participa en los cambios químicos, los átomos no pueden crearse ni destruirse. Otro investigador que hizo contribuciones importantes a la química, J. Berzelius (1779-1848), que desarrolló por primera vez una tabla completa de pesos atómicos, estos conocimientos que las veces estaban planteados como hipótesis muy avanzadas alcanzan su fundamento con Priestley (1733-1804) con el descubrimiento del oxígeno, llamándole aire desflogisticado en oposición a la teoría de Stahl (1660-1734) sobre el flogisto, elemento denominado así por que consideraban que producía la combustión.

La sistematización de los estudios de la química es realizada por A. L. Lavoisier (1743-1794), quien demuestra plenamente la inconsistencia de la teoría del flogisto, confirmando el descubrimiento de Priestley sobre el oxígeno,

(29).- Dyanik, Op. cit. Tomo I, Pág. 420-442

ademas concluye que el oxígeno es un elemento que es parte integrante del aire, y que se combinaba en la combustión. Ademas, por primera vez utiliza el término elemento para denominar a los actuales elementos químicos. Los trabajos de Lavoisier fueron publicados en 1786, en su obra "Manual Elemental de Química", en la que sostenia que el peso total de las sustancias que toman parte en una reacción química permanece invariable; con los postulados y experimentos de Lavoisier se confirmaba la hipótesis de Lomonosov sobre la conservación de la materia⁽³⁰⁾.

Se pueden seguir describiendo diferentes casos sobre el surgimiento y constitución de las ciencias particulares, sin embargo, con los dos ejemplos citados anteriormente se considera suficiente para ilustrar que, un conjunto de conocimientos se constituye en una ciencia particular, hasta que se dan las condiciones, en cuanto al descubrimiento de la ley mas general y sus conexiones, que rijan el movimiento del objeto estudiado.

Clasificación e Integración de la Ciencia

EL proceso de diferenciación y particularización del conocimiento científico, y de la ciencia misma, provoca que surjan disciplinas con alto grado de especialización, relativamente independientes en sus objetos de estudio, en sus problemas y métodos de investigación específicos. Este grado de especialización solo fue posible después de un largo desarrollo de la ciencia que se inicia en su estado embrionario bajo la égida de la filosofía, en que el conjunto de conocimientos generales se obtenian a través de un enfoque generalista y deductivo; en él, las características internas del objeto no

(30).- P. Regné de Otal, Op. cit. Pág. 310-311.

eran estudiadas en forma sistemática y profunda, pues los recursos e instrumentos no lo permitían, además de que el experimento era algo fortuito, sólo se aplicaba en forma accidental, y no con una finalidad demostrativa de la esencia de los fenómenos. Esta primera etapa de desarrollo de la filosofía, generalmente estuvo bajo el dominio y supremacía de concepciones idealistas⁽³¹⁾, las que no solo marginaron la explicación del mundo material a partir de los procesos objetivos, sino que en muchos casos combatieron estas ideas.

Después de superar su estado embrionario, la ciencia, se desmembra de la filosofía, para constituirse en Ciencias Particulares. A partir de entonces el objetivo del conocimiento se orienta hacia el análisis, la inducción, el experimento y la síntesis, a la explicación de las leyes que rigen los fenómenos del mundo material, con el propósito de utilizar los resultados en forma práctica en el proceso social, y de manera especial en la industria, la agricultura y la medicina. Así el desarrollo de la ciencia conlleva una situación contradictoria, en la medida que, cuanto más profundo es el conocimiento de la esencia de los fenómenos, más amplia la diferenciación de las ciencias en campos altamente especializados, lo que convierte en una tarea más compleja su integración. Por una parte el conocimiento está sumamente especializado y particularizado, mientras que los procesos de la realidad se presentan en concatenación y en forma totalizadora.

Producto de esta relación contradictoria, surge la necesidad de buscar formas de integración e interacción que la superen. Pues el objetivo de la ciencia es la comprensión de

(31).- El idealismo es una concepción filosófica que se caracteriza por considerar que lo primario y fundamental en el proceso de conocimiento es el pensamiento y lo secundario la existencia, generalmente como reflejo de él, por lo tanto el desarrollo de la ciencia es producto de las ideas. Afanasiev, Fundamentos de los Conocimientos Filosóficos, Ed. El Caballito, México, 1973, pag. 11.

la esencia de los procesos del mundo material en forma totalizadora con el propósito de aplicar sus resultados en la práctica social.

El Proceso de diferenciación particularización de los conocimientos científicos, manifiesta una marcada especialización de la ciencia, a partir de que los conocimientos específicos se agrupan en sistemas de conceptos, categorías, métodos y leyes, llegando a constituir un campo delimitado de la investigación. Por otra parte la investigación científica asume una relativa independencia de sus objetos reales en el mundo material, al desarrollarse por vía del laboratorio o estaciones experimentales, esto provoca, en algunos casos, la desvinculación de la realidad concreta y acentúa aún mas el grado de especialización. Lo anterior repercute en la formación del investigador y del profesionista, pues el científico que produce los conocimientos, lo hace con un alto grado de especialización de tal manera que su ámbito de acción se restringe a una estrecha parcela del conocimiento; y por lo tanto su campo también es muy reducido en los procesos de la realidad.

En la formación académica del profesionista se presenta también la tendencia a la especialización en la enseñanza, a través de disciplinas específicas y profesorado especializado, quienes abarcan solo un pequeño campo del conocimiento, y generalmente desconocen lo ajeno a él, aún cuando en la realidad los procesos se presentan en interrelación.

Ante esta situación ha surgido un interés constante de los científicos por recuperar la totalidad de los conocimientos, e integrar los diferentes sistemas científicos mediante la unificación de los mismos; para ello ha habido intentos que pretenden lograr este propósito. La primera condición para proponer un sistema de integración de los

conocimientos científicos es su clasificación, es decir se deben estructurar de acuerdo al vínculo entre ellos para luego proceder a la síntesis como un sistema que busca la unificación del conocimiento, la interconexión de las ciencias. Entre los sistemas de integración del conocimiento ha surgido la interdisciplinariedad de la ciencia, que pretende la integración de los conocimientos que tienen conexión con un objeto de estudio determinado.

Las propuestas sobre la integración de los conocimientos, generalmente mencionan tres relaciones principales entre las ciencias: la primera es el carácter del objeto y las relaciones objetivas entre los objetos; la segunda por el método de la investigación científica, que esta en dependencia con el carácter del objeto; la tercera, se refiere a los fines que provocan los conocimientos científicos y a los cuales sirven estos conocimientos.

Si bien el problema sobre la unificación del conocimiento ha estado permanentemente en la mesa de las discusiones, hasta ahora no había despertado tanta controversia, ni tampoco se había manifestado tan problemático, hasta que en 1970 surgió la discusión de la INTERDISCIPLINARIEDAD como problema de la enseñanza y la investigación, mismo que se abordará en la primera parte del capítulo tercero de este trabajo.

CAPITULO II

LA AGRONOMIA COMO CIENCIA

CAPITULO II

LA AGRONOMIA COMO CIENCIA

En el capítulo anterior se realizó un análisis del surgimiento de las ciencias particulares y su tendencia a la especialización, en él se ubicó a la Agronomía como una ciencia especializada, tomando en consideración que es la aplicación en forma integrativa de los conocimientos científicos al proceso de producción agrícola. El propósito de este capítulo es hacer un estudio general de la Agronomía como disciplina científica, y de su objeto de estudio, también mostrar cómo se dieron las primeras aplicaciones científicas a la agricultura, para posteriormente clasificarla en la estructura de la ciencia; por último, presentar su estructura interna y las formas de especialización de los conocimientos científicos en ella.

El Concepto Agronomía

Para que un conjunto de conocimientos adquiera la categoría de ciencia deberá reunir los requisitos que le son característicos, tales como: delimitar un objeto de estudio específico que comprenda aspectos diferenciados, de manera que puedan establecerse teorías y principios, que en su demostración adquieran el carácter de ley; la obtención de estos conocimientos deberá realizarse bajo la estricta aplicación del método científico; además de que exista la posibilidad de establecer, a partir de sus teorías y leyes, proposiciones hipotéticas con carácter predictivo con la finalidad de orientar la obtención de nuevos conocimientos susceptibles de ser demostrados en la realidad mediante la experimentación. Por lo tanto, estas son las características que debe tener la agronomía para ser considerada como ciencia.

La palabra agronomía deriva de la etimología latina "ager, agri", que significa campo. al igual del griego, "Agros" campo y "nomos" ley por lo que en su sentido mas amplio estudia las actividades del campo; este término se encuentra estrechamente ligado a la palabra agricultura, por lo que su etimología es la misma. Agricultura se complementa con el término latino "colare" cultivar, por ello la palabra agronomía y agricultura se utiliza en el sentido mas amplio del concepto que abarca las actividades del campo conocidas como silvoagropecuarias.

Durante el desarrollo de la agricultura y la agronomía históricamente se ha dado un proceso de especialización; es decir las actividades del proceso productivo agrícola se diferencian y separan en actividades mas particulares, lo que da origen a procesos productivos mas especificos. Por ejemplo el cultivo de los cereales, el cultivo de árboles frutales, las actividades de ganadería, etc., esto ha provocado el surgimiento de disciplinas especializadas(32) que se forman a partir de la particularización de sus objetos de estudio. en este contexto surge la fitotecnia, la fruticultura, la zootecnia, como disciplinas especializadas que respectivamente responden a esta diferenciación.

La agronomía es considerada la ciencia de la producción agrícola, y tiene como práctica social en su aplicación, la finalidad de detectar, precisar y resolver los problemas técnicos, económicos y sociales de la agricultura, por lo que su tarea principal es el estudio y explicación de la realidad

(32).- Mas adelante se presenta una explicación de como se da el proceso de especialización en agronomía, en estrecha relación con el desmembramiento de su objeto de estudio que es el proceso de producción agrícola. Por otra parte es importante señalar que la separación de las actividades productivas en procesos agrícolas independientes se dieron antes de que surgiera la agronomía como disciplina científica.

social del agro, la que se manifiesta a partir del proceso de producción agrícola. Su objetivo se orienta a la adquisición de conocimientos que explican la presencia de los elementos del proceso productivo y las relaciones que se establecen interna y externamente con otros procesos de la naturaleza y la sociedad.

Agronomía y Proceso de Producción

El proceso de producción es una práctica social, la más determinante del desarrollo social, que se manifiesta como la acción del hombre sobre la naturaleza, estableciendo entre ambos relaciones recíprocas. El desarrollo social en última instancia está determinado por las fuerzas productivas existentes y por lo tanto por los medios de producción sobre todo por los instrumentos de trabajo, así como la experiencia y capacidad de los hombres que se sirven de éstos. En este contexto se ubica la Agronomía como la ciencia que estudia al proceso de producción agrícola, el que se define como la actividad social consciente y planeada del hombre para la creación de los medios de vida y medios de trabajo de origen agrícola, que son necesarios para la existencia y reproducción de la sociedad.

Por medio del proceso de producción el hombre transforma su medio material, creando nuevos elementos producto de su trabajo, lo que constituye un estímulo que provoca un cambio de comportamiento al realizar los siguientes procesos productivos; se crean nuevos y mejores instrumentos de producción y con ello la posibilidad de servirse de nuevos objetos de trabajo, en consecuencia aumenta la capacidad y habilidad en el empleo de estos instrumentos; esto a su vez, genera cambios en el nuevo terreno artificial creado, lo que representa un nuevo estímulo que produce cambios en las relaciones sociales.

La producción ha existido en las diferentes etapas del desarrollo social, desde la forma mas primitiva de la recolección hasta los sofisticados procesos automatizados actuales; sin embargo, e independientemente del grado de desarrollo social, el proceso de producción esta constituido de tres elementos fundamentales que son:

a) El trabajo, como la capacidad física e intelectual del hombre, que de manera consciente se orienta a un fin determinado.

b) El objeto de trabajo, que es la materia en que recae la acción del trabajo, para ser extraída de la naturaleza y transformada tantas veces como los procesos lo requieran.

c) Los medios de trabajo, que son los elementos creados por el hombre y que interpone entre él y el objeto de trabajo; tales como la herramienta, maquinaria, instrumentos, utensilios, infraestructura para la producción, mediante los cuales se modifica el objeto de trabajo. Su desarrollo ha permitido el incremento en la productividad del trabajo a través de la historia de la sociedad.

En conjunto estos elementos constituyen las fuerzas productivas de la sociedad, y en ellos se manifiesta toda la capacidad y experiencia histórica del hombre, por otra parte expresan la relación del hombre con su medio, necesaria para obtener los bienes materiales de vida para su existencia.

A partir del proceso de producción se establecen las relaciones sociales, que al realizarse éste socialmente, se manifiestan relaciones internas entre los hombres que participan en él, las que se denominan relaciones técnicas, y las relaciones

sociales generales que aparecen a partir de la producción y su desenvolvimiento determinado por la propiedad de los medios de producción. Estas relaciones tienen características muy variadas y en cuanto mayor es el desarrollo social, más complejas se presentan.

Estos elementos constituyen la base económica de la sociedad y su interrelación se da con la intervención repetida del hombre con sus medios de existencia (naturaleza), para la obtención de los bienes materiales de vida de la sociedad. Por lo tanto, el proceso productivo está constituido por la unidad de fuerzas productivas y relaciones sociales que en su dinámica específica son objeto de estudio de la ciencia.

El proceso productivo presenta un doble aspecto como unidad inseparable en la realidad, pero diferenciable como objeto de conocimiento, que consiste en: El proceso técnico de trabajo y el proceso económico de valorización:

a) El primero surge con la aplicación de la fuerza de trabajo, los conocimientos científicos, técnicos, empíricos y la utilización de los medios de trabajo específicos a la producción agrícola. Para poder intervenir en los procesos de la naturaleza y transformarla se requiere conocer sus elementos internos, sus interrelaciones, y la consecuencia o resultado del sentido de la intervención. Cuando el hombre trasciende de una práctica empírica tradicional a un proceso de producción con bases científicas, es cuando surge la ingeniería agronómica, cuya base teórica y metodológica es la Agronomía.

b) El segundo aspecto, que fue el principio para la aplicación de la ciencia a la producción es el proceso económico de valorización, consiste en la materialización de los factores de la producción mediante el proceso de trabajo en un nuevo

producto, cuya magnitud y conmensurabilidad se establece en signos económicos expresados en su forma dinero, los que constituyen el costo económico de la producción. La dinámica de este proceso económico esta determinada por la ganancia como categoría de la producción capitalista, mediante la cual se concreta el excedente social. La ganancia y la expresión económica de los factores de la producción es el punto de partida para que aparezcan otras relaciones sociales, como distribución, intercambio, consumo, y otras complejas relaciones mas particulares, cuyo límite es el grado de desarrollo de la sociedad.

En este marco se inscribe el proceso de producción agrícola, pues si anteriormente se presentó como proceso de producción en general, es el mismo caso para la agricultura, con los elementos y aspectos mencionados, pero delimitado al ámbito de la producción agrícola, y al igual considerado bajo el dominio de la formación económica social del capitalismo. El elemento económico fué el determinante para que la agricultura trascendiera, de una práctica empirica y tradicional a una práctica científica, pues fue precisamente el surgimiento del capitalismo, el que vino a impulsar el desarrollo agrícola y transformar esta actividad mediante la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos.

Clasificación de la Agronomía en la Estructura de la Ciencia

La necesidad de clasificar a las ciencias es tan antigua como la ciencia misma, su propósito es descubrir la vinculación que existe entre ellas sobre la base de ciertos principios, estableciendo sus nexos internos y presentando su estructura en esquemas explicativos(33), ya sea en orden

(33).- Kedrov y Spirkin.- La Ciencia.- Ed. Grijalbo, México, 1968, Pág. 91

deductivo, -de lo general a lo particular-, o bien por sus relaciones concomitantes, o por la conjunción de conocimientos aplicables a un determinado proceso, etc.. La clasificación de las ciencias debe tener una estructura coherente y lógica, guarda una estricta relación con el comportamiento y organización de los fenómenos que son su objeto de estudio, sean éstos de la naturaleza, la sociedad o el pensamiento.

El hombre de ciencia siempre ha mostrado interés por clasificar los conocimientos científicos a partir de sus relaciones y diferencias. En este sentido los sistemas propuestos han sido muy variados, sin embargo predominan y tienen mayor fundamento los que se basan en características objetivas, y establecen que toda clasificación de los conocimientos debe observar una estricta conexión con el objeto de estudio bajo un procedimiento objetivo.

Uno de los científicos que primeramente presenta de manera coherente y lógica un sistema de clasificación de las Ciencias Modernas es A. M. Ampère(1775-1836), quien elabora su propuesta a partir de la objetividad del fenómeno y señala "...una cosa es clasificar los objetos de nuestro conocimiento, otra cosa es clasificar nuestros conocimientos y finalmente, otra cosa enteramente distinta es clasificar aquellas facultades con ayuda de las cuales adquirimos estos conocimientos..."(34), con estos criterios Ampère estructura su sistema de clasificación de las ciencias conforme a las diferencias del objeto y los conocimientos sobre el mismo.

En cuanto a la integración de los conocimientos agronómicos, con el propósito de estructurar una propuesta metodológica, es necesario clasificar dichos conocimientos en la

(34).- Citado por Kedrov, Clasificación de las Ciencias, Ed. Progreso, Moscú, 1974, Tomo I, Pág.. 165.

estructura de la ciencia, en este sentido se considera que para los fines explicativos de este trabajo es apropiado retomar el esquema de clasificación de las ciencias que presenta Kedrov y Spirkin, en su trabajo "La Ciencia" (35), pues en él se ubica a la Agronomía adecuadamente y se le considera como la disciplina que integra los conocimientos de diferentes ciencias al proceso de producción agrícola. A esta clasificación se le ha hecho una modificación en la denominación de las ciencias ligadas directamente a una práctica social específica, al llamarla ciencia tecnológica en lugar de ciencia técnica, se fundamenta este cambio en una serie de argumentos que se señalarán mas adelante.

La clasificación de la Agronomía en la estructura de la ciencia es importante por la característica que posee su objeto de estudio, el de ser una práctica social, visto así, el proceso de producción agrícola se presenta como una unidad compleja de elementos tecnológicos, que en su aplicación tienen una finalidad social, la producción de bienes materiales para la existencia social, ya sean de consumo o materia primas.

La ciencia se ha desarrollado en íntima relación con las prácticas sociales, y fundamentalmente con la aplicación de los conocimientos científicos a los procesos productivos, de esta acción surgen las ciencias tecnológicas que se ligan directamente a ellos, aunque comúnmente se han denominado ciencias aplicadas (36), o simplemente se les llama tecnología.

(35).- Kedrov y Spirkin, Op. Cit. Pág.s. 127, 128.

(36).- Esta Clasificación se ha generalizado de tal manera que en gran parte de los trabajos sobre investigación agrícola, se hace esta distinción: entre Ciencia Básica y Ciencia Aplicada, como por ejemplo: I. Arnon, Organización y Administración de la Investigación Agrícola, IICA, Costa Rica, 1978, Pág.s. 116-124.

La aplicación de los conocimientos científicos a los procesos productivos, impacta directamente en el desarrollo y transformación de las fuerzas productivas, lo que a su vez incrementa significativamente la producción y la productividad del trabajo; la primera no sólo en términos absolutos, sino extendiendo las actividades productivas a nuevos campos antes inexplorados; la segunda como un incremento en la capacidad del trabajo y generalmente como producto de innovaciones tecnológicas.

La primera revolución científico-tecnológica (37), que como ya señalamos en el capítulo primero, enmarca el surgimiento de las ciencias particulares independientes de la filosofía, que se ve impulsada en gran medida por el desarrollo acelerado de las fuerzas productivas, que en sus relaciones reciprocas hombre-naturaleza, permiten incrementar la capacidad y experiencia del hombre, de tal manera que se constituye una unidad dialéctica entre los avances de la producción y los avances en los conocimientos científico-tecnológicos.

Esta relación genera una situación tal que, para que haya progreso en las fuerzas productivas, son necesarios nuevos conocimientos, los que una vez que se generan y aplican a los procesos productivos requieren, a su vez, de mayores conocimientos, y así sucesivamente. Lo que hace que las ciencias tecnológicas pasen a formar parte de las fuerzas productivas de

(37).- Se han tomado los períodos que se presentan en la Enciclopedia Salvat de las Ciencias, Tomo I, que divide a la historia de la ciencia en tres períodos: el primero que denomina protociencia, que va desde el origen hasta el Siglo XVI; el segundo, que es al que hacemos referencia denominado primera revolución científico-tecnológica que se ubica entre los siglos XVI y XIX, y por último el de la ciencia contemporánea.

la misma manera como lo es la fuerza de trabajo y los medios de producción. Todo ello en el marco de las relaciones sociales del modo capitalista de producción(38), como el sistema de organización social dominante.

El desarrollo social no sólo implica la transformación de los procesos productivos, sino que se manifiesta también al crearse y atender nuevas necesidades; en lo material y como resultado del proceso de urbanización creciente de las ciudades, con las diversas y complejas actividades que esto implica, tales como creación de los servicios urbanísticos, elementales, nuevas y cambiantes condiciones de vida, medios de comunicación, así como las modificaciones en las relaciones sociales que se desprenden del nuevo orden económico, entre las que podemos citar, las relaciones de propiedad, de producción, de distribución, intercambio, consumo. Por último, otro elemento importante implícito en la transformación social, son las formas de conciencia social(39).

Una vez constituidas las ciencias en forma particular, su desarrollo depende del proceso de investigación científica como nueva práctica social, que en muchos casos, se desenvuelve con

(38).- Esta forma de organización social, está basada en la propiedad privada de los medios de producción, por el capitalista como clase social dominante, y en la explotación del trabajo asalariado. Se ha caracterizado fundamentalmente por un desarrollo acelerado de las fuerzas productivas, con el consecuente incremento en la productividad del trabajo, socializando los procesos productivos, elevando el volumen de la producción y su nivel tecnológico; la dinámica de su desarrollo se finca fundamentalmente en las expectativas de ganancia.

(39).- Las formas de conciencia social, corresponden a la superestructura de una sociedad históricamente determinada, y comprenden la ideología, la política, derecho, moral, religión, ciencia, arte y filosofía, que reflejan su existencia social. Ver Afanasiev, Fundamentos de los Conocimientos Filosóficos. Ed. El Caballito, México, 1980, Págs. 397-402.

independencia relativa de las demás prácticas sociales, pues se profesionaliza dentro de la división social del trabajo. La investigación en algunas ciencias particulares, como puede ser el caso de la agronomía por la situación antes referida y por sus características propias, ha tendido a realizarse en laboratorios o campos experimentales, lo que acentúa en algunos casos la separación de su objeto de estudio real. Otro elemento importante que caracteriza la independencia relativa de las ciencias particulares de una práctica social, es el propio y natural interés del hombre en el sentido de que siempre ha tenido la necesidad de buscar explicaciones de los fenómenos del mundo material que le rodea.

Resultado de esta situación, es que los conocimientos científicos se diferencien por su grado de vinculación con las prácticas sociales y a partir de esto se establezca la distinción de la ciencia, y por lo tanto, del proceso de investigación científico, en dos categorías: Las ciencias básicas ligadas a la actividad indagadora de por sí y para sí, sobre un objeto de estudio determinado, y las ciencias aplicadas, ligadas a prácticas sociales definidas.

La discusión sobre la clasificación y delimitación de la ciencia en estas categorías es muy controvertida e incluso en algunos casos las contraponen; para no propiciar confusiones es necesario definir con precisión estos términos, dejando claro el sentido de su aplicación, pues en ello descansa la fundamentación de la propuesta de investigación interdisciplinaria que se hace en el siguiente capítulo.

En este sentido hay que establecer claramente que la distinción entre ambas categorías es artificial, ya que no existe ciencia que no sea aplicada, sea en el propio campo de la ciencia o en una práctica social cualquiera, pues la aplicación

de los conocimientos a los procesos del mundo material son una característica de la ciencia y el no atribuirlo se constituiría en su negación. En virtud de que no es apropiado hacer una distinción entre ciencia básica y aplicada, pues el elemento distintivo considerado, que es precisamente su aplicación, no lo es tal, ya que éste es característica de ambas, entonces y para los propósitos de este trabajo se considera la denominación de ciencia tecnológica en lugar de ciencia aplicada.

Con el objeto de ilustrar la distinción entre ambas, a continuación se presenta la caracterización de cada categoría en que se han clasificado:

a) Las ciencias básicas son denominada también ciencias puras o fundamentales, en consideración a que su objetivo es el avance del conocimiento científico a partir de su respectivo objeto de estudio del mundo material, para constituir teorías, principios y leyes sobre el mismo, sin un fin directo e inmediato aparente, en sus aplicaciones o consecuencias prácticas; tienen un mayor grado de generalidad y sus resultados constituyen nuevas teorías; sin embargo, en última instancia la dinámica de las ciencias básicas depende de la necesidad de nuevos conocimientos de las ciencias tecnológicas, y en general de la misma sociedad.

b) Las ciencias tecnológicas, cuya denominación no es un contrasentido, ni tiene como propósito el oponerlas a las anteriores, sino que ésta se elabora en base al término tecnología que deriva del griego "téchne" como arte o práctica y que expresa la sistematización de conocimientos y prácticas aplicables a cualquier actividad social, principalmente a los procesos productivos; nuevamente se insiste en que no existe distinción objetiva con las ciencias básicas, como señala Koroch, "Qué es el cimiento de qué?...Si consideramos

objetivamente la historia de las ciencias...podemos afirmar que la ciencia se desarrolló a partir de la observación de la naturaleza y de la práctica... Nó podemos preguntar entonces si la tecnología no podría ser llamada matemática, física, química fundamental, y no al contrario?(40). Es claro el planteamiento de que la técnica como resultado de una práctica social empírica, fue la fuente esencial para el surgimiento y desarrollo de la ciencia, que una vez constituida como tal, ahora es la base para el desarrollo de la tecnología.

Cuando se presenta el término tecnología desvinculado de la investigación para su desarrollo, parece que su definición responde a la aplicación de ciertas técnicas innovadoras a procesos sociales específicos, como lo utilizan Lifshitz y Quiñones en un artículo que a la letra dice: 'La tecnología es una actividad transformadora capaz de remodelar la naturaleza y adaptarla a las necesidades humanas. Intimamente ligada a la ciencia, se distingue de ella porque su objetivo es explotar la naturaleza mas que explorarla; sus productos son bienes y servicios de consumo mas que conocimientos y sus intereses son mas económicos que académicos. Con frecuencia utiliza conceptos creados por la ciencia para resolver problemas prácticos, por ello se suele identificar con la ciencia aplicada"(41)

Estos planteamientos apoyan la propuesta de distinguir la técnica de la tecnología, considerando a la primera

(40).- J. D. Bernal.- La Ciencia de la Ciencia, Artículo de M. Koroch, Ciencia e Industria, Ed. Grijalbo, España, 1981, Pág. 292.

(41).- CONACYT.- Revista Ciencia y Desarrollo, A. Lifshitz y A. Quiñones, La simplificación Posttecnológica en Medicina Clínica, Nov-Dic-89, Vol XV, No. 89, Pág. 19.

a un nivel más específico en el sentido de instrumento, procedimiento, u operación, aplicable a una práctica social, y la segunda en un nivel mas general, en conexión al conocimiento que permite utilizar las fuerzas de la naturaleza al servicio del hombre; por ello, se considera mas apropiado denominar y clasificar a la agronomía como una ciencia tecnológica(42), en la medida que al igual que la otras ciencias que tienen características similares, su finalidad es la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos a las practicas sociales; ello nos permite enfatizar que la práctica social orienta su desarrollo.

En base a la argumentación anterior, se considera mas apropiado clasificar la Agronomía como una ciencia tecnológica, que como ya se señaló, se coincide con la propuesta de M. A. Kedrov(43) en su esquema de clasificación de las ciencias. Analizando el planteamiento de este autor, concluimos que el término se utiliza para distinguir las ciencias ligadas estrechamente a una práctica social definida, cuyas características principales son: la aplicación, utilización y consecuencias practicas de los conocimientos científicos en las actividades sociales que le correspondan con propósitos de desarrollo y transformación. Al desarrollarse en forma concomitante con la práctica social, se liga estrechamente con las ciencias sociales, mediante el análisis de sus elementos estructurales, la interrelación con otros fenómenos sociales, su

(42).- Tecnología se forma de la etimología griega "téchne" como arte, práctica, y "logos" tratado. En cualquiera de las acepciones que generalmente se utiliza en relación a la ciencia, se refiere a la sistematización de los conocimientos y prácticas aplicables, mediante aparatos, instrumentos, procedimientos y operaciones especiales, a cualquier actividad social, fundamentalmente a los procesos productivos. Ver. R. S. Merrill Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, Ed. Aguilar, España, 1977, Tomo X, Pág. 245.

(43).- Kedrov y Spirkin.- La Ciencia, Ed. Grijalbo, México, 1968, Pág. 127

viabilidad, su conducción y desde luego la evaluar en cuanto a los objetivos que se buscan con la realización de dicha práctica social.

Otros elementos importantes que es necesario resaltar sobre la coincidencia estructural de la ciencia básica y tecnológica, es que se constituyen internamente de una parte descriptiva, una teórica y otra experimental, esta última en el sentido de confrontación con los proyectos reales. En su metodología utilizan los recursos de la observación, la aplicación de operaciones lógicas del conocimiento, la formulación de hipótesis y la demostración en, y solo en la realidad. Por otra parte es conveniente señalar que, en algunos casos el recurso del análisis lógico, para las ciencias tecnológicas, ha perdido presencia para dar prioridad a la experimentación, pues generalmente el investigador en su quehacer se ha orientado al practicismo, aunque debe reconocerse que la práctica ocupa una posición relevante en el desarrollo de la investigación para estas ciencias.

Un último elemento que apoya la propuesta de considerar a la agronomía como ciencia tecnológica(44), es

(44).- Kedrov considera a las ciencias técnicas en su interpretación mas amplia, como el punto de intersección de las ciencias naturales y sociales, en virtud de que es la aplicación de los conocimientos científicos expresados en técnicas específicas al proceso de producción, como objeto de estudio de las ciencias naturales; del mismo proceso de producción se desprenden las relaciones sociales en general que son el objeto de estudio de las ciencias sociales. A diferencia de Kedrov que clasifica a las ciencias ligadas directamente a los procesos productivos con la denominación de ciencias técnicas, en este trabajo se utiliza la de ciencias tecnológicas en virtud de que el concepto tiene un carácter mas general, sin embargo la explicación de ambos términos esta en el mismo sentido. La palabra técnica, dentro de la literatura correspondiente se utiliza para expresar las aplicaciones tecnológicas mas específicas. Kedrov.- Clasificación de las Ciencias, Op. Cit. T. I., Por Otra parte S. Vélez.- En un libro denominado Cultura Ciencia y Tecnología en el Ecuador, CIPAD, 1988, distingue a la tecnología de la técnica, al considerar a la primera como saber científico y a la segunda como hacer empírico. Pág. 27.

su carácter de ser precisamente la aplicación de conocimientos científicos y técnicos al desarrollo de la producción agrícola, en el sentido de que a mayor grado de desarrollo de las fuerzas productivas, producto de la innovación tecnológica, permiten un incremento en la producción, tanto en el sentido absoluto buscando nuevas posibilidades en las condiciones naturales que antes eran imposibles para la agricultura, así como en términos relativos en el sentido de una mayor productividad del trabajo.

Las Primeras Aplicaciones Científicas a la Agricultura.

La agricultura como actividad social, existió antes que los conocimientos científicos fueran aplicados a ella, e incluso es necesario señalar que fue elemento importante para el desarrollo del conocimiento y su fuente principal, al igual que la medicina y las actividades bélicas, para la formación de los conocimientos científicos y técnicas que dieron origen al nacimiento de la ciencia, entre las actividades citadas fué la agricultura la que ocupa el lugar mas relevante en este proceso, por ser la actividad productiva principal en las sociedades precapitalistas.

La Agronomía como disciplina científica surge con la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos al proceso de producción agrícola, el que a su vez a partir de entonces se constituye en su objeto de estudio. El proceso de producción agrícola precedió a la agronomía como ciencia, e incluso fué fuente de conocimiento para la constitución de las ciencias particulares, sin embargo, desde su origen y hasta el siglo XVIII aproximadamente, se caracteriza por ser una práctica social empírica y tradicional. La agricultura, desde su origen fué la actividad principal en el desarrollo de la sociedad hasta

antes del capitalismo, que es cuando se aceleran las actividades industriales, perdiendo presencia la agricultura

La aplicación de los conocimientos científicos a la agricultura no fue resultado, por añadidura, del surgimiento de las ciencias particulares, tampoco una vez constituidas éstas su aplicación se dió de una manera inmediata mecánica, sino que, como todo proceso social, se dieron diferentes relaciones dialécticas para que la agricultura se transformara de una práctica empírica y tradicional a una práctica científica. Incluso en algunos casos hubo una fuerte oposición de los agricultores más conservadores y tradicionalistas a aceptar las innovaciones tecnológicas que estaban surgiendo, por lo que para que este cambio fuera definitivo, necesariamente tuvieron que madurar ciertas condiciones previas para que los productores agrícolas fueran receptivos y que definitivamente los nuevos conocimientos primero técnicos y luego científicos, se incorporaran al proceso de producción agrícola. Estas condiciones son las siguientes:

a) Las condiciones económico-sociales del capitalismo que se inician a partir del proceso de acumulación originaria de capital(45), el que por una parte termina con los principales vestigios de las relaciones sociales de tipo feudal que aún subsistían en el incipiente capitalismo, lo que permitió acelerar el proceso de parcelado y cercado de la tierra, base principal

(45).- La acumulación originaria de capital es el punto de partida del régimen capitalista de producción y se presenta como un proceso violento, como C. Marx lo señala "a sangre y fuego", de disociación o separación entre el productor agrícola directo (campesinos) y la propiedad de sus medios de producción, mediante el cual, por una parte convierte en capital los medios de producción y por la otra convierte a los productores directos en salarios. C. Marx. Citado por R. Valdez.- Teoría del Valor-Trabajo: Fundamento científico de la Economía Política, Publicaciones internas UAAAN, Núm. 3, México, 1980, Pág. 5. Para una visión más amplia de este proceso consultar a C. Marx, El Capital, F. C. E., México, 1972, Tomo I, Cap. XIX

para el reconocimiento de la propiedad privada de la tierra como relación jurídica que reafirma la expropiación y despojo a los campesinos de su principal medio de trabajo. Por la otra, permiten la penetración del capital en la agricultura como un nuevo campo de inversión del capital y como forma de producción dominante, cuya dinámica esta en el mercado y en las expectativas de ganancia.

b) Otra condición importante para el desarrollo científico de la agricultura que se da en el marco de las relaciones capitalistas, es el aumento constante y creciente en la demanda de productos agrícolas, tanto de alimentos como materias primas⁽⁴⁶⁾, esto como consecuencia de la expansión del comercio, del acelerado proceso de urbanización y el incremento de la población y sus expectativas de vida⁽⁴⁷⁾. Paralelo a lo anterior se da también un incremento sostenido en los precios de los productos agrícolas⁽⁴⁸⁾ que la hacen que esta actividad se le considere como una rama atractiva de inversión de capital.

Resultado de estas condiciones económico-sociales fué un impulso obligado al desarrollo de las actividades productivas agrícolas, que se inicia en Inglaterra, para posteriormente extenderse al resto de Europa. Los cambios tecnológicos que se

(46).- La demanda de alimentos y materias primas permaneció al alza constantemente desde el año 1750 hasta 1850, que ocurre la primer crisis en la agricultura. Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, Ed. Aguilar, España, 1977, Vol. I, Págs. 141-148.

(47).- El aumento demográfico del siglo XVIII, fué resultado de un incremento en la natalidad y una disminución en la mortalidad, ésta última fué la mas importante. Las cifras señalan que antes de 1700, el incremento en la población de Inglaterra, cuna de la revolución industrial y agrícola, era de un millón de personas aproximadamente, de 1700 a 1800, el aumento fué de tres millones de personas. Leo Huberman, Los Bienes terrenales del Hombre, Ed. Nuestro Tiempo, México, 1976, Pág. 214.

(48).- Los precios de los productos agrícolas mantuvieron una tasa constante de crecimiento de los años 1750 a 1850. Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, Ed. Aguilar, España, 1977, Vol. I, Págs. 141-148.

aplican como consecuencia de esta transformación social, primero se orientaron a modificar las condiciones externas del proceso productivo, en el sentido de abrir nuevas tierras al cultivo que por sus condiciones fisiográficas, era imposible hacerlo, para ello se generaron y utilizaron técnicas modernas de drenaje y desecado de pantanos, como las aplicadas por Joseph Elkington en 1760⁽⁴⁹⁾; la aplicación de nuevos y mejores instrumentos de trabajo como los que introdujo Jethro Tull (1674-1740) un nuevo azadón tirado por caballos y una sembradora (1714)⁽⁵⁰⁾, la aplicación del hierro a todas las partes de los instrumentos de labranza, la especialización geográfica de la producción, etc..

Entre las innovaciones más importantes de la agricultura moderna de ese período que precedió a la agricultura científica, se encuentra el sistema de Norfolk⁽⁵¹⁾, llamado así por que se desarrolló en un Condado Inglés en el que y bajo las condiciones sociales dominantes, inicia el proceso de transformación de la agricultura.

El sistema Norfolk, denominado así por las prácticas culturales agrícolas que utiliza, consiste en una serie de técnicas y prácticas interrelacionadas que aprovechando la situación económica y las circunstancias legales de propiedad de la tierra, permiten su desarrollo. Las técnicas practicadas consistían en el drenaje de terrenos, desecación de pantanos, mejora de tierras arenosas con sal a cilla, rotación

(49).- T. S. Ashton.- La Revolución Industrial, 1760-1830, F.C.E., México, 1973, Pág. 76.

(50).- T. S. Ashton, La Revolución...Op. Cit. Pág. 37.

(51).- Norfolk es un condado de Inglaterra, que se caracteriza por llanuras onduladas con algunas elevaciones, y dominan los valles, abundan las rocas calcáreas recubiertas con terrenos de aluvión, la parte occidental está cubierta por pantanos, que se han ido desecando artificialmente, los valles son irrigados por los ríos Yare y el Ouse. Esta región es conocida porque se considera la cuna de la agricultura moderna. Diccionario Enciclopédico Hispano-Americano, Tomo XIV, Pág. 1093.

cuatrienal, que fué una de las contribuciones mas importantes a la agricultura moderna, y consiste en rotar anualmente cuatro cultivos, introduciendo el nabo y el trébol, superando con esta nueva forma de cultivar la tierra, la práctica tradicional que había imperado hasta la edad media y que se denominaba de los tres campos, que consistía en la alternancia de cultivos, dejando descansar una franja de tierra anualmente. Los cultivos que se combinan en el sistema cuatrienal, eran de naturaleza distinta, como cereales, leguminosas y tubérculos, generalmente se rotaban los siguientes: trigo, cebada, nabos y trébol, o diferentes combinaciones entre ellos. Este sistema se difunde posteriormente en Europa. Entre los precursores del cultivo cuatrienal esta Lord Lovell (1697-1755)⁽⁵²⁾, el vizconde de Townshend (1674-1738)⁽⁵³⁾, y T. Coke de Holkham (1752-1842)⁽⁵⁴⁾.

Al implantarse nuevos tipos de pasto, y aunado al cultivo de forrajes como alimento para el ganado en invierno, la ganadería se consolidó como una rama de la explotación capitalista independiente y de un rápido desarrollo, las primeras explotaciones capitalistas en la ganadería fueron de crianza de ovejas y ganado vacuno de carne, esto producto de la creciente demanda de fibra de lanas por la expansión de la industria textil y la demanda de carne por el crecimiento urbano. La actividad ganadera a su vez incremento la producción de estiércol para ser utilizado como abono natural en la agricultura.

Las contribuciones técnicas a la agricultura que se

(52).- P. S. Ashton, La revolución Industrial, 1760-1830, P. C. B. 2a. Ed. 1973, México, Pág. 37.

(53).- *ibid.* pág. 37

(54).- *Ibid.* Pág. 36

dieron en este periodo fueron muy importantes entre ellas podemos citar las de Jethro Tull (1674-1740)⁽⁵⁵⁾, con su teoría de que las plantas solo podían nutrirse de pequeñísimas partículas que les llamaba átomos, por consiguiente aconsejaba una constante pulverización de la tierra por medio de remociones profundas; para tal efecto inventó un azadón de hierro tirado con caballos (1714), también inventó y utilizó una sembradora, y recomendaba además que en las prácticas culturales se removiera constantemente la tierra para permitir un mayor y mejor crecimiento de las plantas. Tull publicó su obra en 1731, y la denominó "La Nueva Agricultura Aplicada a la Azada"⁽⁵⁶⁾.

En la práctica se realizaron una serie de aplicaciones por ejemplo, en la ganadería R. Backewell (1725-1795), inicia un procedimiento que se considera revolucionario para el mejoramiento del ganado (1760), mediante la práctica de reproducción consanguínea consistente en el acoplamiento de animales estrechamente emparentados para obtener un tipo deseado, mejorando la configuración, calidad y eliminando las características indeseables⁽⁵⁷⁾, esto aunado a la mejor alimentación de ganado, que fue posible con el desarrollo de cultivos forrajeros que se establecían mediante la técnica cuatrienal, permitió incrementar el peso de los animales de una magnitud tal que a principios del siglo XVIII, el peso promedio era de 370 libras en reses, 28 libras en ovejas, para elevarse a fines del mismo siglo a 800 y 80 libras respectivamente⁽⁵⁸⁾. Es importante resaltar el vínculo que se tenía con el

(55).- T. S. Ashton, Op cit. Pág. 76

(56).- N. Augé-Laribé.- La Revolución Agrícola.- Uthea, México 1979, Pág. 37

(57).- Briggs, H. N. Razas Modernas de Animales Domésticos, Ed. Acrebia, España 1969, Pág. 543

(58).- Leo Huberman, Op Cit., Pág. 216.

desarrollo industrial y urbano en ese periodo, por ejemplo R. Bakewell, mediante la aplicación de sus técnicas de selección y cruce, indujo la creación de una nueva raza de ovejas Leicester, cuya principal característica era la producción de un vellón mas largo, que facilitaba enormemente su procesamiento en la industria textil⁽⁵⁹⁾ y era sumamente apreciada por la calidad que permitía en los tejidos de lana.

El avance que representaron estas innovaciones técnicas constituyen el acervo cuantitativo de la agricultura moderna, que como antes se señaló, generalmente estaba dirigido a los elementos externos del proceso, y por lo mismo presentaba ciertas limitantes para incrementar la producción y productividad del trabajo agrícola. Mas sin embargo, de no haberse desarrollado estos avances técnicos, no se hubiera propiciado un cambio cualitativo, que constituyera una verdadera revolución científico-tecnológica en la agricultura, que solo fué posible con el conocimiento de las leyes de la naturaleza y el aprovechamiento de éstas en el proceso de producción.

Para que se realizaran las primeras aplicaciones científicas a la agricultura, era necesario superar ciertas limitantes, siendo la principal de ellas el conocimiento de la naturaleza, pues la agricultura en su aspecto esencial trabaja con plantas, animales y el medio ambiente. Para hacer posible el conocimiento de la naturaleza fué necesario un cambio en la concepción que se tenía de los seres vivos, que superara las viejas ideas de invariabilidad de las especies biológicas que imperaba en la edad media. Los primeros pensadores que rechazaron la concepción de inmovilidad, fueron entre otros, M. V. Lomonosov, con sus ideas de que los seres vivos, tanto por su origen como por su estructura no son fenómenos casuales de la

(59).- V. Danielevsky.- Historia de la Técnica, Ed. Cartágo, México, 1983, Págs. 15-62

naturaleza, sino que están sujetos a leyes y condicionados causales(60) .

Las ideas de Lomonosov encuentran apoyo en el desarrollo de la biología y a partir de entonces coinciden con planteamientos de otros naturalistas precursores de esta ciencia, como por ejemplo: Gaspar Federico Wolff (1734-1794)(61) , que en su obra "Teoría de la Generación" (1759) establece por primera vez en la historia de la biología, las bases científicas del desarrollo y cambio de los seres vivos. Este trabajo fué la primera aportación a la teoría de la evolución que tomara forma concreta en J. B. Lamarck (1744-1829)(62) , quien plantea la relación de los seres vivos con el medio ambiente sobre las características adquiridas heredables, y la ley del uso y desuso de los órganos; su obra "filosofía Zoológica", fué publicada en 1809(63) . Esta concepción evolucionista logra su madurez exactamente 100 años después de la publicación de la obra de Wolff, con las investigaciones sobre las especies biológicas, realizado por C. Darwin (1809-1882) y que fueron dadas a conocer en su obra "El origen de las Especies" en 1859, en ésta reafirma la concepción evolucionista de los seres vivos y sobre el carácter heredable de los mismo(64) .

(60).- M. V. Lomonosov, Obras Completas, Ed. Progreso, Moscú, T. II, Pág. 553

(61).- Dinnik...Op. Cit. Págs. 434-435

(62).- J. D. Bernal, La Ciencia en la Historia, México, 1979, Pág. 615

(63).- V.A. Ciencias Biológicas, CBCSA, México 1981, Pág. 109.

(64).- Ibid. Pág. 112-122.

Existen otras contribuciones importantes en el desarrollo de la biología, que se orienta a la clasificación de los seres vivos, como la del Sueco C. Linneo (1707-1778), quien intentó sistematizar el vasto material sobre la naturaleza viviente, publicando en 1735 su "sistema nature" que se apoya en la idea de especie de J. Ray (1627-1705), naturalista que le había antecedido con trabajos en este sentido⁽⁶⁵⁾.

Otro científico que contribuyó de manera significativa a desarrollar el marco científico de la biología como la ciencia más importante en la aplicación de los conocimientos a la agricultura, fue G. L. Leclerc, mejor conocido como el Conde de Buffon (1707-1788), que con su obra "Historia General y particular de la Naturaleza" en 44 volúmenes, considerada como una contribución de incalculable valor para la formación de las nacientes ciencias naturales⁽⁶⁶⁾.

Sin duda alguna estas formas de pensamiento opuestas a las dominantes del fijismo e inmovilidad de las especies biológicas, que aceptaba y defendía la religión, permitieron la consolidación de las ciencias biológicas. Existieron otros científicos que fueron verdaderamente avanzados para su época en cuanto a sus proposiciones, que de haberse aplicado, muy diferente hubiera sido la historia de la agricultura. Entre estos importantes experimentos que no tuvieron aplicación práctica podemos citar los trabajos de L. Spallanzani (1729-1799)⁽⁶⁷⁾ sobre reproducción animal, quien incluso llegó a

(65).- Manuel Rojas G. Introducción a la Historia de la Ciencia. AGT Editor, México, Pág. 104

(66).- Dinnik op cit. Pág. 495

(67).- Manuel Rojas G. Op. Cit. Pág. 113

realizar la fecundación artificial en animales. Spallanzani era de origen Italiano, si en el tiempo que realizó sus trabajos de fecundación artificial hubiera conjuntado esfuerzos con R. Bakewell, el ganadero inglés que realizaba cruzas consanguíneas para el mejoramiento del ganado, con importantes resultados; la ganadería hubiera tenido resultados muy diferentes, aunque existieran muchas limitantes tecnológicas para el manejo de estos experimentos.

Es importante mencionar los estudios de Joseph Kölreuter (1733-1806), a quien se le considera como el precursor más importante de los trabajos G. Mendel (1866) sobre genética, pues muy anticipado a su época realizó con éxito hibridaciones entre especies vegetales, a tal grado que fué quien por primera vez practicó la técnica que en fitomejoramiento se denomina cruce regresivo o retrocruce⁽⁶⁸⁾. Sin embargo los trabajos de Kölreuter, no encontraron aplicación inmediata, ni fueron utilizados para desarrollos científicos posteriores, pues hasta que G. Mendel realizó sus experimentos con guisantes, pasaría casi un siglo. También es importante mencionar que la preocupación de los investigadores no se circunscribía sólo a la innovación en las prácticas culturales agrícolas, sino que también en los aspectos fitopatológicos de las plantas cultivadas, como los trabajos de Tillet (1714-1791), al estudiar

(68).- Manuel Rojas G. Op. Cit. Pág. 112 Es importante presentar de manera sintética los trabajos de hibridación realizados por este científico, cien años antes de la publicación de la obra de G. Mendel. Cruzó "Nicotiana Rustica" con "Nicotiana Paniculata", y obtuvo un híbrido, como el mismo señala: La nueva planta es una verdadera mula botánica, la primera creada artificialmente. También observó que el híbrido posea características intermedias entre los progenitores lo que negaba la teoría preformista. Posteriormente trató de pasar de una especie a otra por hibridación, y por ello cruzó el híbrido N. Rustica x N. Paniculata con uno de sus progenitores: N. Paniculata; el producto de esta cruce lo volvió a cruzar con el mismo progenitor y así cuatro veces sucesivas, al cabo de las cuales obtuvo de nuevo una planta similar a la "Nicotiana Paniculata" de que había partido.

la enfermedad del trigo conocida como "Tilletia tritici"⁽⁶⁹⁾. Albrecht Von Haller (1708-1777), hizo contribuciones importantes con sus estudios sobre fisiología y anatomía de las plantas⁽⁷⁰⁾.

La Química como ciencia adquiere su madurez, con la realización de investigaciones en vegetales y animales, que una vez demostrada su base científica, pasan a ser fundamento de la Agronomía, como es el caso de los estudios de J. Priestley (1733-1804) sobre la respiración de animales y plantas (1772), al considerar que las plantas durante el día son capaces de purificar el aire viciado por la respiración animal⁽⁷¹⁾. Los estudios de la función fotosintética de los vegetales que realiza Ingen-Housz (1730-1799), que en 1779, concluye que la planta absorbe gas atmosférico que le sirve de nutrimento⁽⁷²⁾. Quién sintetiza los grandes logros de la química y la fisiología es A. L. Lavoisier (1743-1794), concluyendo en sus estudios la composición del aire y del agua, que fueron fundamento de la fisiología vegetal y animal, base científica de toda acción del suelo y de la atmósfera sobre ellos⁽⁷³⁾, otras de las contribuciones significativas de Lavoisier, es el estudio de la combustión, que considera como una oxidación, demostrando que la respiración en el organismo involucra la combinación de carbono e hidrógeno con el oxígeno del aire, también introdujo una serie de instrumentos para realizar investigaciones, tales como la báscula, el termómetro⁽⁷⁴⁾, etc., y por último es

(69).- Manuel Rojas G. Op. Cit. Pág. 112

(70).- Ibid Pág. 111

(71).- Enciclopedia Labor, Química General, Pág. 48

(72).- Ibid Pág. 48-50

(73).- Dinnik, Op Cit. Pág. 493-494.

(74).- Manuel Rojas G. Op cit Págs. 102-106
M. Auge-Laribe, Op cit Págs. 64-66

importante mencionar que Lavoisier fundó en 1778 una granja experimental en Fréchines, en donde duplicó, en diez años, la producción de trigo⁽⁷⁵⁾.

De manera casi simultánea, J. L. Gay-Lussac (1778-1850), obtuvo un procedimiento para la determinación del nitrógeno en las materias orgánicas, demostrando el papel de los principios nitrogenados en las semillas y en general en los órganos de vegetales y animales, destinados a asegurar la reproducción de las especies⁽⁷⁶⁾. Estos resultados fueron la base para que, Justus Von Liebig (1803-1873), demostrara que las plantas toman sus materias del suelo⁽⁷⁷⁾, Liebig realiza en 1834 una serie de experimentos sobre fertilización, en la finca de Rothamsted, propiedad de J. B. Lawes, esta vendría a ser la primera estación experimental⁽⁷⁸⁾ en la que se realiza investigación agrícola en forma sistemática.

Los estudios antes mencionados fueron básicos para que los fertilizantes se produjeran industrialmente, iniciándose la relación y dependencia de la agricultura de insumos industriales. A partir de esta hipótesis planteada por J. V. Liebig, se crearon los abonos inorgánicos, en cuya producción como insumos agrícolas, jugó un papel importante J. B. Boussingault (1802-1887), en la realización de su trabajo sobre abonos químicos nitrogenados⁽⁷⁹⁾; además otra aportación

(75).- Derry y Trevor, Historia de la Tecnología, Ed. Siglo XXI, 3a. Ed. México, 1980 Pág. 986.

(76).- P. Regné de Otal, Química General, Op. Cit. Pág. 310-311

(77).- Derry y Trevor, Op. Cit. Pág. 986-988.

(78).- Derry y Trevor, Op. Cit. Pág. 986-988.

(79).- Manuel Rojas G. Op. Cit. Pág. 134

importante de este científico es la hipótesis de que las leguminosas toman el alimento del aire y lo traducen en nitrógeno en el suelo.

Por otra parte Federico Whöler (1800-1882), encuentra la posibilidad de sintetizar compuestos orgánicos a partir de inorgánicos, como la urea, producto de la reacción producida entre el cianógeno y el agua amoniaca⁽⁸⁰⁾. Con estos adelantos la ciencia de la Química se aplicaba directamente al proceso de producción agrícola, que además significó un importante avance en la productividad del trabajo en la agricultura.

Con el desarrollo de estos conocimientos científicos aplicables al proceso de producción agrícola ya se tenía constituido un marco científico que les permitió orientar la investigación en cierto sentido y con el propósito de transformar el proceso productivo agrícola hacia una mayor producción y productividad pues la revolución industrial y el crecimiento urbano de las ciudades, requería cantidades crecientes de productos del campo ya sea como bienes de consumo que satisficieran las necesidades inmediatas, o como materias primas para la gran industria. Por otra parte, el capitalismo se había consolidado de tal manera que las formas de propiedad privada de los medios de producción y con ellos de la tierra, se extendieron al campo y así la agricultura se convierte en una rama de la producción industrial, bajo el dominio de las relaciones capitalistas, por lo que toda forma de explotación productiva en el campo requería necesariamente una inversión de capital inicial.

La Agronomía como disciplina científica diferenciada e independiente, surge después que el conocimiento científico

(80).- P. Regné de Otal, Op. Cit. Pág. 310-311

de las ciencias particulares como la Biología, la Química, la Física ya se aplicaban a los procesos productivos agrícolas. En el esquema de la diferenciación de los conocimientos científicos, la Agronomía no se ubica como una forma de especialización vertical, de los conocimientos más generales a los particulares, pues en estricto sentido esta disciplina no se deriva de una ciencia más general, sino que se forma al integrar los conocimientos de diferentes ciencias particulares, sobre todo de las ciencias naturales, relacionados con el estudio del proceso de producción agrícola. Esta forma de especialización del conocimiento es considerada en los sistemas de clasificación de las ciencias, como ciencias tecnológicas, en virtud de que es la aplicación y práctica de los conocimientos científicos ligados específicamente un proceso productivo.

El primer indicio de la existencia de una ciencia acerca de la producción agrícola, surgió en el siglo XIX; aunque es probable que este concepto se haya mencionado antes, pero formalmente se da a conocer en el esquema de clasificación de las ciencias que presenta Andrés Ma. Ampère en 1834, en el ensayo sobre la "Filosofía de la Ciencia", considerándola en el apartado de las Ciencias Naturales en una desmembración que hace de la Botánica y la Zoología, relacionando la Agrotecnia con la primera y la Zootecnia, con la segunda⁽⁸¹⁾; posteriormente, A. A. Cournot, en su obra "Ensayo sobre los principios de nuestros conocimientos y sobre los caracteres de la crítica filosófica" publicado en 1851, clasifica a la Agronomía en el apartado de las Ciencias Biológicas, y cuyo objeto de estudio es el cultivo de las plantas y la cría de los animales⁽⁸²⁾.

La necesidad social de aplicar los conocimientos

(81).- Kedrov.- La Clasificación de las Ciencias Págs. 160-168.

(82).- Kedrov. Op. Cit. Págs. 173-174.

científicos a la agricultura fué impulsada y dinamizada por la revolución industrial, que se caracteriza por una transformación sin precedente en las fuerzas productivas, consistente en la aplicación de los conocimientos científicos y técnicas para la fabricación de maquinaria, instrumentos, y obtención de procedimientos medios y técnicas para el desarrollo de los procesos industriales. El crecimiento de la industria implica necesariamente una relación directa con el desarrollo del campo, pues de él se obtienen las materias primas y bienes de consumo necesario para responder al crecimiento de la demanda, y para esto requiere el conocimiento interno de los objetos de la naturaleza de sus fuerzas y potencialidades, que permitieron al hombre su intervención al modificarlas y transformarlas mediante la acción del trabajo.

La ciencias naturales surgen y se desarrollan a partir de las necesidades de las actividades productivas, pues se requiere de una solución científica a una serie de problemas prácticos de la producción. Así el avance de la ciencia estuvo determinado por la necesidad de investigar los procesos y fenómenos mismos, lo que exigía desarticularlos en sus partes y examinar cada una de éstas aislándolas de las otras. A la par con el aumento en profundidad del conocimiento en su objeto de estudio, cobra importancia la necesidad de su interrelación entre diferentes conocimientos, y a la vez existe la necesidad de integrar los conocimientos de las ciencias particulares en el estudio específico del proceso de producción, en este caso de la agricultura, que se presenta como la unidad de distintos elementos que en su conjunción hace posible que la sociedad obtenga los productos agrícolas necesarios para su existencia.

Bajo estas condiciones surge la Agronomía como la disciplina científica que estudia el proceso de producción agrícola. Este proceso existía como actividad social práctica,

antes del surgimiento de esta disciplina, y se caracterizaba por ser una actividad empírica y tradicional, sin embargo, desde su surgimiento ha sido la base del desarrollo y transformación social, primero a través de la creación del producto necesario para la subsistencia, y luego del producto excedente que permitió la acumulación en forma creciente y permanente. Para la intervención del hombre en la transformación de la naturaleza, fue necesario conocer sus elementos internos, esenciales, que en su interacción hacen posible la transformación de ésta en productos. Cuando el hombre trasciende de una práctica agrícola tradicional, a una práctica científica, surge la ingeniería agronómica que significa la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos al proceso de producción agrícola.

Estructura y Especialización de la Agronomía

Como ciencia tecnológica la Agronomía integra los conocimientos científicos de diferentes ciencias que son aplicables al proceso de producción agrícola; entre ellas son las ciencias naturales las de mayor importancia desde el punto de vista de la actividad tecnológica, y es la Economía la que tiene un lugar relevante en el estudio del proceso productivo como actividad social.

Los conocimientos científicos de las ciencias naturales que constituyen la estructura de la Agronomía son: Biología, Química, Física, Geología, Meteorología, Matemáticas como instrumento analítico; algunas de ellas aplicables en ramas más específicas como Botánica, Zoología, Mecánica, Hidráulica, Edafología. El límite en la aplicación de conocimientos de diferentes ciencias es la posibilidad de integración como conocimiento científico al proceso de producción agrícola, pues hoy en día, y producto de los adelantos de la ciencia y tecnología, infinidad de conocimientos científicos son

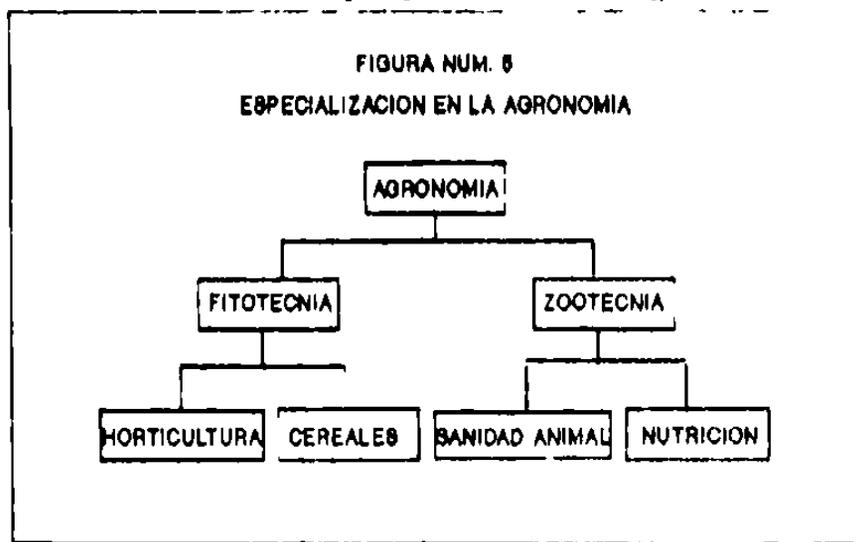
susceptibles de utilización en las diferentes prácticas sociales, y por lo tanto en la agricultura.

Al igual que la ciencia en general, la agronomía se ha desarrollado con una tendencia a la especialización, proceso que consiste en la diferenciación y particularización del conocimiento a partir de subdivisiones y cambios que operan en su objeto de estudio que es el proceso de producción agrícola; una vez subdividido éste, se manifiesta como una actividad distinta y que por tanto le corresponden para su estudio conocimientos diferenciados, que son sistematizados por una disciplina particular.

Con la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos al proceso de producción agrícola, se acentúa la especialización, esto no quiere decir que el proceso de producción agrícola no se haya dividido anteriormente en actividades productivas diferenciadas en los distintos periodos de la historia, pues en el desarrollo empírico-tradicional de esta actividad y casi desde su origen, se da la primera división social del trabajo que consiste en la separación de la agricultura de la ganadería. El análisis de la especialización de la agronomía, para los propósitos de este trabajo, se centra estrictamente, en la consideración de esta disciplina como tal, que es cuando los conocimientos científicos y tecnológicos de diferentes ciencias ya se aplican al proceso de producción agrícola; a partir de esto se plantean las formas de especialización que en ella se dan.

La agronomía se divide en Fitotecnia y Zootecnia, éstas a su vez se desagregan en disciplinas más particulares, la primera en Horticultura y Cereales, la segunda en Sanidad, y Nutrición animal, etc., esta diferenciación se da ligada a los procesos productivos específicos que les corresponden, con el

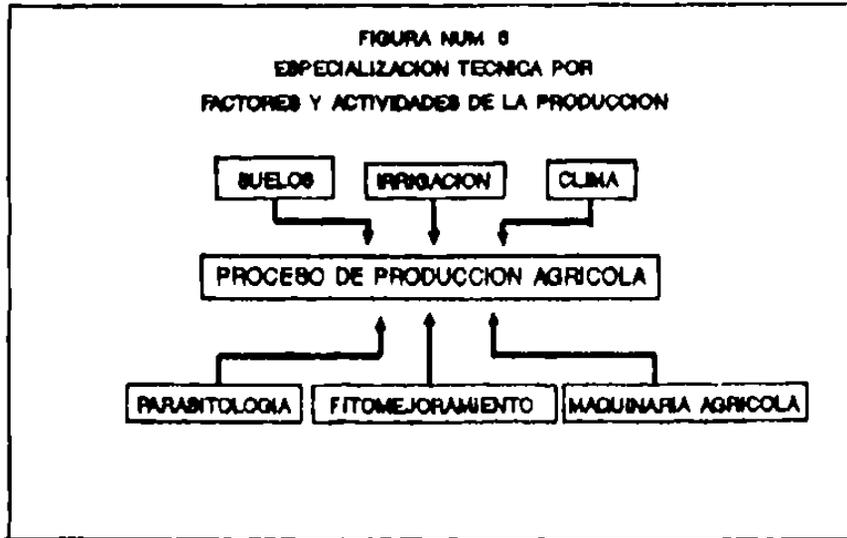
único límite de las aplicaciones técnicas que pudieran posibilitar la división en actividades productivas distintas, como se ilustra a manera de ejemplo en la figura Núm. 5.



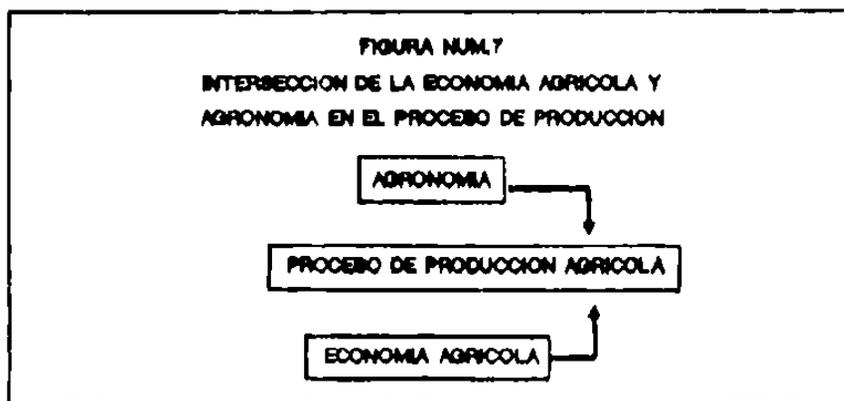
Esta subdivisión se da a partir de la especialización objetiva del proceso productivo como una división social del trabajo, en donde la ganadería asume una dinámica propia y relativamente independiente del cultivo de las plantas, el mismo caso es para la Fitotecnia y Horticultura.

En la Agronomía, además de las formas de especialización por división del proceso productivo en actividades específicas, se dan otros con características distintas a partir de los factores de la producción o actividades que se realizan en el proceso productivo, estas formas de especialización se dan como una diferenciación en el nivel de los conocimientos y como una división técnica en el proceso productivo, lo que no significa que éste se desagregue en procesos independientes, sino que se sigue realizando de manera íntegra como se ilustra en la figura Núm. 6. Uno de los problemas que presenta esta forma de especialización es que al avanzar los conocimientos a niveles más profundos, tiende a orientarse hacia la ciencia de origen y por lo tanto a desvincularse del proceso de producción. Además de las formas de especialización antes mencionadas pueden existir otras de diferente naturaleza, por

ejemplo: la especialización regional en la agricultura, por condiciones fisiográficas, la especialización en ciertos cultivos, o por especies, etc., pero ésta se presenta siempre como una especialización técnica de la producción.



Un elemento importante en la diferenciación de los conocimientos, relativo al proceso de producción agrícola se da entre la Agronomía como disciplina tecnológica y la Economía como disciplina Social. El proceso productivo como práctica social es el punto de intersección entre los conocimientos de las ciencias naturales y las ciencias sociales, todo proceso de producción es unidad de proceso técnico y proceso económico y por tanto su estudio e investigación deberá realizarse en su integridad mediante investigación económica articulada a la investigación agrícola como se presenta en la figura Núm. 7.



El avance de la agronomía y de las disciplinas especializadas en que se divide, depende de la investigación científica como un proceso profesionalizado que se define como el procedimiento planeado, sistemático y rigurosamente desarrollado mediante el método científico, cuyo propósito es indagar, descubrir y explicar de manera objetiva, coherente, exacta e inteligible los fenómenos de la naturaleza que tienen conexión con las actividades productivas agrícolas y que son susceptibles de transformación; esto es, desentrañar en el fenómeno estudiado sus características, su estructura, sus relaciones internas y externas, y el condicionamiento recíproco con otros fenómenos.

Esta concepción sobre el proceso productivo implica que como actividad indagadora responda a un objeto determinado que en este caso es el proceso de producción agrícola, por lo tanto toda actividad de investigación deberá realizarse a partir de su objeto real, pues hacia él se orienta la necesidad de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos.

CAPITULO III
LA INVESTIGACION AGRICOLA
INTERDISCIPLINARIA

CAPITULO III

LA INVESTIGACION AGRICOLA INTERDISCIPLINARIA

El concepto Interdisciplinariedad⁽⁸³⁾ surge durante la década de los 70's, como un alternativa de la enseñanza y la investigación en las universidades. Hasta entonces no formaba parte de la terminología relativa a la teoría de la ciencia, ni tampoco como un problema en la organización de la enseñanza. Las discusiones que mas se aproximaban al problema de la interdisciplinariedad, generalmente eran relativas a la clasificación de las ciencias ó a la integración de los conocimientos científicos.

El problema de clasificación de las ciencias y la integración de los conocimientos es tan antiguo como la ciencia misma, desde las primeras sistematizaciones de los conocimientos, hasta la actualidad los científicos se han interesado en él. Los primeros estudios en torno al problema fueron relativos a las diferentes formas de clasificación de las ciencias; algunos de estos sistemas se dieron a conocer en obras científicas o en publicaciones especiales, e incluso se llegaron a organizar congresos y reuniones internacionales sobre el particular con el propósito de estructurar un sistema convencional único

(83).- La palabra interdisciplinariedad se forma de la preposición inseparable "inter" que significa entre y la palabra disciplina como el conjunto de conocimientos científicos especializados susceptibles de ser enseñados. Su aplicación se ha generalizado a la Investigación, para expresar la interacción (condición recíproca) que hace posible que se integren dos o mas disciplinas diferentes en sus teorías, métodos, técnicas y prácticas, bajo un mismo objetivo dentro del proceso de investigación.

único sobre la clasificación de las ciencias(84)

Los intentos para la estructuración de un sistema de clasificación para las ciencias como la búsqueda de la integración de los conocimientos científicos, nunca provocaron tanta controversia como el generado por término interdisciplinariedad utilizado para expresar la necesidad de unificar los conocimientos científicos.

De la Especialización a la Integración de las Ciencias

Ya hemos visto como el desarrollo de la ciencia y por tanto de los conocimientos científicos implica necesariamente la diferenciación de los mismos, de tal manera que a mayor avance en amplitud, profundidad y aplicación de los conocimientos científicos, mayor es su diferenciación y particularización. Lo anterior significa que al desarrollarse los conocimientos científicos descubriendo objetos nuevos de estudio en el mundo material o nuevos aspectos de lo ya conocido, de manera que éstos se sistematicen en forma objetiva, diferente y particular respecto a los conocimientos ya establecidos, constituyendo campos nuevos de la ciencia que dan origen a disciplinas especializadas.

Desde el surgimiento de las ciencias particulares la tendencia de su desarrollo ha sido hacia la especialización, como una diferenciación del conocimiento científico a partir de sus objetos de estudio del mundo material, ya sea de la naturaleza, la sociedad o el pensamiento.

(84).- B. M. Kedrov ha compilado las propuestas que han hecho los científicos a través de la historia sobre la clasificación de las ciencias, aparecen publicados en: La Clasificación de las Ciencias dos Tomos, Ed. Progreso, Moscú, 1974.- Kedrov-Spirkin, La Ciencia, Ed. Grijalbo, México, 1968.

Con el avance de la ciencia se genera también un cambio en el problema de la unificación del conocimiento, pasando de la clasificación de las ciencias a su integración, sin que desaparezca la primera, pues constituye la base fundamental para la segunda. El inicio de este avance en la integración de los conocimientos se ubica a principios del siglo XIX como una reconstrucción sintética de las ciencias para su posterior agrupación en un sistema único de conocimientos. El mismo proceso de diferenciación crea la necesidad de establecer su unificación, con el propósito de encontrar los nexos y determinaciones internas.

Con ello se pretende no sólo yuxtaponer las ciencias encontrando sus conexiones externas, sino que, el propósito es además, encontrar los elementos para su integración interna con la finalidad de determinar el lugar que ocupa la ciencia, sus relaciones objetivas entre sus distintas ramas, el método, las condiciones del conocimiento y sus fines.

El principio de clasificación para la integración de los conocimientos, como todo proceso innovador, se desarrolla bajo muy variadas formas, lo que ocasionó que solo pocos científicos tuvieran conciencia de la importancia de un sistema de clasificación y las dificultades que había que superar para lograrlo, y los elementos que habían de considerar, entre los que podemos citar los siguientes:

a) Desde el punto de vista gnoseológico los conocimientos se clasifican en: objetivos cuando los nexos entre ellos se deducen de sus propios objetos de conocimiento y subjetivos cuando responde a la particularidad de la concepción del sujeto.

b) Desde el punto de vista metodológico, según la forma de establecer la conexión entre ellos, se dividen en: Externas, cuando se agrupan en un orden determinado bajo el principio de coordinación; internas u orgánicas, cuando unas ciencias se deducen y desarrollan indefectiblemente de otras bajo el principio de subordinación, que van de los conocimientos mas generales a los mas particulares, de los mas simples a los complejos, o de los inferiores a los superiores.

c) Desde el punto de vista lógico, de acuerdo al desarrollo del proceso de conocimiento: de lo abstracto a lo concreto.

d) Por la aplicación de los conocimientos, y como se vió en el capítulo anterior, en ciencias básicas, como el conocimiento en sí y para sí cuyo objetivo es el avance del mismo, sin un interés inmediato en su aplicación; y en ciencias aplicadas como los conocimientos científicos y tecnológicos aplicados a procesos sociales.

La evolución de los sistemas de clasificación e integración de las ciencias culminan en el II Congreso Internacional sobre Metodología, Lógica y Filosofía de las Ciencias, celebrado en el año de 1954 en Zurich, Alemania, y los resultados se publicaron en 1955 en la revista "Voprosi Filosofii"⁽⁸⁵⁾, Con este evento la comunidad científica pretendía, el establecimiento de un sistema convencional y único de los conocimientos científicos.

Cuando los sistemas de clasificación de las ciencias tienen como propósito la integración de conocimientos, responden necesariamente a una concepción explícita o implícita sobre el

(85).- B. M. Kedrov, La Clasificación... Op cit Tomo II, Pág. 421

conocimiento, y generalmente las discusiones se dan más en el ámbito de la ideología, o a partir de las disciplinas de origen de cada científico. No obstante lo anterior, la mayoría de los sistemas de clasificación propuestos consideran los elementos teórico y metodológicos esenciales de cada disciplina, así como su objeto de estudio. Recientemente se plantea nuevamente la discusión sobre la integración de los conocimientos, pero ahora se presenta a partir de los Sistemas de Enseñanza en las Universidades, aunque este se hace extensivo a la investigación, este resurgimiento de la discusión sobre la unificación del conocimiento ocurre de una manera controlada, bajo el término de Interdisciplinariedad.

La Interdisciplinariedad como Sistema de Unificación del Conocimiento

Las discusiones sobre Interdisciplinariedad, se dieron por primera vez en la Universidad de Niza, Francia, en un Seminario sobre la Interdisciplinariedad en las Universidades, organizado de manera conjunta por el Centro para la Investigación e Innovación de la Enseñanza (CERI) y el Ministerio Francés de Educación, efectuado en el mes de septiembre de 1970. A los resultados de este seminario, se les ha dado amplia difusión a través de la obra 'Interdisciplinarité et Problèmes D'enseignement et de Recherche dans les Universités'. OECD. 1972, traducido al español y difundido en México por la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior(86). En esta obra quedaron asentadas las principales aportaciones de científicos de reconocido prestigio, y se le considera como el primer intento por dar una definición teórica y justificación epistemológica a la Interdisciplinariedad.

(86).- L. Apostel, et al. Interdisciplinariedad, Problemas de la Enseñanza y la Investigación. Editado por ANUIES, México, 1975.

La ciencia moderna se caracteriza por una tendencia a la especialización, determinada por la inmensa cantidad de datos, la complejidad de las técnicas, instrumentos y estructuras teóricas de cada campo particular del conocimiento; de tal manera que se ha escindido en innumerables disciplinas, lo que ha hecho necesario que la formación de los profesionistas responda a esta compleja especialización de la ciencia y la tecnología, a tal grado que el portador de estos conocimientos tiene un campo muy estrecho y generalmente desconoce todo lo ajeno a su disciplina.

En la mayoría de las instituciones de enseñanza superior se ha respondido a este patrón de especialización en base a disciplinas académicas, "pues tales disciplinas no sólo son una manera conveniente de dividir el conocimiento, sino que además es la base de organización de la universidad; departamentos definidos por las diferentes especialidades de la enseñanza y la investigación"⁽⁸⁷⁾.

La disciplina ha sido considerada como una particularización de la ciencia, pues el término se emplea en el mismo sentido, aunque disciplina conlleva la noción de enseñar una ciencia; entre ambas hay coincidencia en sus objetivos que son la búsqueda, explicación y comprobación de las leyes que rigen los procesos del mundo material, mediante métodos, técnicas y procedimientos; aunque existe en su aplicación cierta diferenciación como actividad de enseñanza-aprendizaje y de investigación especializada.

La realidad objetiva como el conjunto de todos los fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, en sus infinitos aspectos y posibilidades, se presenta como un todo

(87).- L. Apostel. Op. Cit. Pág. XIII

estructurado susceptible de ser comprendido racionalmente, está en constante desarrollo e interrelación y en cierto momento, producto de sus determinantes internas, se transforma. El conocimiento de esta realidad necesariamente parte de su totalidad y aunque esté sumamente diferenciado dicho conocimiento, los fenómenos estudiados siempre se presentarán en concatenación con otros. Por lo anterior, surge el interés y necesidad de la recuperación de la totalidad del conocimiento que supere su fragmentación, no sólo en el plano de la conexión entre diferentes disciplinas, sino también su integración en la enseñanza y la investigación.

Este interés por la unificación del conocimiento queda manifiesto en las siguientes citas, tomadas de la obra compilada por Leo Apostel referida anteriormente: "...El problema parte del impacto del conocimiento sobre la acción, -fenómenos sociales o naturales- que provoca una interacción entre disciplinas e incluso engendra disciplinas nuevas. Por lo tanto el cambio creativo de la enseñanza y la investigación, exige cada vez con mayor fuerza, un acercamiento a la enseñanza interdisciplinaria"(88).

Las discusiones sobre interdisciplinariedad realizadas en el seminario celebrado en Niza, fueron el primer intento de acercamiento al problema; según expresiones de los participantes y conclusiones de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo(OECD)(89) sobre la institución universitaria, el estudio de las formas sobre la integración de los conocimientos, fue acelerado por la activa participación

(88).- Leo Apostel, Op... Cit. Pág. XIII

(89).- Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo, organismo patrocinador del Seminario sobre interdisciplinariedad, celebrado en la Universidad de Niza, Francia, en septiembre de 1970.

política estudiantil, como se expresa en las siguientes citas: "...La falta de atención por las autoridades universitarias a los problemas de la enseñanza, entre las que se encuentra explícitamente los de la interdisciplina, son responsables del envenenamiento y la violencia estudiantil" (90). Es evidente que en esta cita se hace referencia al movimiento estudiantil de mayo de 1968 habido en Francia y Alemania.

Otro planteamiento que apoya la idea de que las discusiones sobre la interdisciplinariedad, fueron aceleradas por la participación estudiantil es la que presenta, la Universidad de Wisconsin-Green Bay: "En su mayor parte fueron los estudiantes quiénes forzaron este proceso, pues ellos percibieron primero, que la educación que se les ofrecía sólo tenía relaciones lejanas con las necesidades urgentes del mundo al cual estaban por volverse ciudadanos conscientes de sus responsabilidades. Durante el transcurso de las agitaciones estudiantiles de los últimos años ha habido una exigencia constante: los estudiantes reclaman una educación que esté de acuerdo con la realidad...Esta universidad cuestiona abiertamente el carácter sacrosanto de las disciplinas particulares" (91). Otra referencia que se hace a ello es: "desarma la rebeldía de los estudiantes contra el trabajo desarticulado y favorece su regreso al mundo presente..." (92).

Las opiniones citadas sobre interdisciplinariedad, por lo general presentan un alto contenido ideológico, con ello se

(90).- OCDE. Innovation dans L'enseignement supérieur, trois universités Allemandes.- Paris 1970, pág. 65 citado por Roberto Pollari, Intedisciplinariedad. Bd. UAM Azcapotzalco, pág. 21

(91).- Leo Apostel, Op. Cit. Pág. 328

(92).- Leo Apostel, Op. Cit. Pág. XIX

pretende dar una alternativa a problema político estudiantil, pero no necesariamente encaminada a la verdadera solución del problema que representa la interdisciplinariedad en la enseñanza y la investigación. Por ello, al iniciar este análisis se menciona que el surgimiento de este concepto ha provocado una gran controversia.

Para concluir con las referencias de la obra de L. Apostel, encontramos que la problemática que se plantea es: sobre cómo unificar el conocimiento?, cuales son las numerosas implicaciones que produce? y de qué modo afectan a la enseñanza y a la investigación?. Entre los planteamientos que en torno al problema de la interdisciplinariedad se realizan, podemos señalar los siguientes: por un lado el que considera a ésta como objeto de conocimiento, o bien como conocimiento en sí, por el otro el que señala que la interdisciplinariedad es la ciencia superior que está por arriba de todo conocimiento disciplinario. Por otra parte y en el marco de estas discusiones se considera necesario revisar los conceptos similares como: disciplinariedad, multidisciplinariedad, pluri-disciplinariedad, con el propósito de distinguirlos de interdisciplinariedad, y sobre todo que en algunos casos son utilizados indistintamente.

Algunas Experiencias Sobre Interdisciplinariedad

En México como en otros países, la aplicación de la interdisciplinariedad se presentan a partir de la estructuración de modelos de trabajo interdisciplinario en la enseñanza y en la investigación en universidades y centros de investigación; adoptando este forma de organización, en algunos casos como moda ideológica, o en otros, como un intento serio de integración de disciplinas especializadas.

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) fué de las primeras instituciones de enseñanza que adoptó un modelo interdisciplinario basado en la organización departamental, con el fin de converger matricialmente las diferentes disciplinas en el desarrollo de la docencia.

En la investigación también se ha aplicado el término interdisciplinaria, como la experiencia que se realizó en el Centro Interdisciplinario de Investigación de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), cuyo objetivo es coordinar, planificar, realizar y evaluar proyectos de investigación disciplinaria, multi e interdisciplinaria en áreas de conocimiento de interés para la Universidad" (93).

Otras experiencias importantes sobre el particular se han dado en los Centros Interdisciplinarios de Investigación y Desarrollo (CIIDES) del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, cuyo objetivo ha sido investigar una problemática regional. Así también en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se han desarrollado proyectos de investigación interdisciplinarios en algunos programas de investigación aplicada, fundamentalmente en desarrollos tecnológicos, trabajos que han sido realizados para una problemática específica.

En investigación agrícola interdisciplinaria en México, la experiencia mas importante fué la del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, (INIA) el que hace mas de diez años planteó la necesidad de transformar su investigación. Esto como producto de una evaluación de sus resultados y sobre todo por que se concluyó que el impacto en la producción social no

(93).- UABCS.- Estudio para el establecimiento del Plan de Desarrollo Institucional de investigación en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Centro Interdisciplinario de Investigación, Abril de 1982.

era del todo satisfactorio(94).

Otra experiencia mas reciente es la de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro(UAAAN) la que con una necesidad imperiosa de realizar investigación institucional orientando sus líneas mas clara e intencionadamente a la solución de los problemas nacionales, optimando los recursos disponibles y procurando plantear sistemas de producción mas operativos y eficientes, se tomó la determinación de que la función investigación se transformara a investigación interdisciplinaria por programas(95).

En el caso de la UAAAN el adoptar el sistema de investigación interdisciplinaria por programas bajo un modelo matricial disciplina-programa(96), requirió del diseño de un programa de capacitación y adiestramiento para investigadores(97), en él se incluye una área sobre capacitación teórica sobre el problema de la interdisciplinaria, con el objetivo de inducir la transición de investigación disciplinaria a interdisciplinaria.

En el extranjero, algunas experiencias en instituciones conocidas a través de documentos son: el de la Estación para la Experimentación Agrícola y Forestal de Mississippi de la State University Mississippi, que se plantea esta forma de organizar la investigación para atacar los problemas de manera

(94).- INIA.- El Concepto del Grupo Interdisciplinario que ha adoptado el INIA, Mimeografiado, s/f, Pág. 8

(95).- UAAAN.- Marco de Referencia de la Investigación. Oct. 1988, Pág. 6

(96).- R. Valdés, El Marco de Referencia de la Investigación en la UAAAN.- Junio de 1984.

(97).- R. Valdés, Programa de Capacitación y Adiestramiento para Investigadores, UAAAN, 1983

mas eficiente(98). También en la Universidad Estatal de Kansas, considera que los grupos de trabajo de campo, por naturaleza su actividad es interdisciplinaria(99). Por último, encontramos una experiencia en mejoramiento genético de maíz realizada en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo(CIMMYT), con la organización de un grupo en forma interdisciplinaria como estrategia para integrar actividades y funciones y que es la mas eficiente(100).

En los casos enunciados anteriormente, considerados como los mas relevantes sobre interdisciplinaria, en ninguno existe una precisión teórica del concepto interdisciplinaria, salvo aspectos de denominación de la investigación o de los grupos interdisciplinarios, como en el INIA en el que su concepción la orienta a la organización de los grupos interdisciplinarios, en el sentido de definir que es como se forma el grupo de investigación; otro caso es el de la Universidad Estatal de Mississippi que presenta una amplia caracterización de lo que es la investigación interdisciplinaria. En el resto de las experiencias enunciat el término solo se utiliza como una moda para dar nombre o encabezado a la actividad de investigación, pero en la práctica la forma de desarrollo de ésta es generalmente disciplinaria.

Formas de Organización de la Investigación

Existen diferentes denominaciones de los sistemas de

(98).- J. H. Anderson.- La Organización de los Grupos Interdisciplinarios de Investigación, Revista Gérmén, SOMEFI, No. 5, 1986, pág. 8.

(99).- R. L. Mitchell.- El Mantenimiento de la Integridad Profesional en el Esfuerzo de Investigación en Grupos Interdisciplinarios. Revista Gérmén, SOMEFI, No. 5, 1986, pág. 19.

(100).- E. W. Sprague.- Mejoramiento del Maíz un Enfoque Interdisciplinario, CIMMYT, s/f, pág. 2.

organización de la investigación agrícola, los que pretenden contribuir a eficientar este proceso, sin embargo, es importante aclarar que los resultados positivos en cada uno de ellos no están en el sistema mismo, sino en la madurez institucional y la capacidad de los investigadores para realizar esta actividad.

Entre las diferentes formas de organizar la investigación agrícola, está el enfoque de sistemas la disciplinariedad, multidisciplinariedad e interdisciplinariedad, el primero se presentó en un tiempo con una metodología general en la investigación y generalmente se considera como un recurso en la organización de la investigación, e incluso en las demás formas señaladas, ya sea en las actividades internas o la participación de diferentes disciplinas en el proceso por ello es importante su caracterización, la que se presenta en seguida:

El Enfoque de Sistemas en la Investigación

Este se considera como el campo interdisciplinario de la investigación y se presenta como una forma de superar la especialización; parte de la Teoría General de Sistemas⁽¹⁰¹⁾, y que según Anatol Rapoport se define como: La teoría que de los sistemas se describe mejor no como una teoría en el sentido que la ciencia da a esta palabra, sino más bien como un programa o

(101).- La teoría General de Sistemas, según A. Rapoport, es una concepción del mundo o una metodología y no una teoría en el sentido que se le da a este término en la ciencia. K. Boulding, considera que es un método de modelación teórica situado en un cierto lugar entre el extremo de la construcción abstracta de la matemática pura y las teorías concretas de las disciplinas especializadas, su campo está en cierto lugar entre la especificidad, que no tiene significado y la generalidad, que no tiene contenido. L. V. Bertalanffy constata que: las elaboraciones y publicaciones que se están llevando a cabo están dedicadas a la aplicación de los principios de la teoría general de sistemas a las disciplinas científicas especializadas. V. M. Sadovskii opina que la fusión original de los problemas científicos específicos y los metodológicos es una de las particularidades más importantes de la teoría general de sistemas. Ver Zaid M. Orudzhev, La Dialéctica como Sistema. Ed. Facultad de Filosofía y L. UANL, México, 1979, Pág. 263.

una dirección en el campo de la filosofía contemporánea de la ciencia. La perspectiva que esta dirección ofrece, deriva de varias fuentes y sus partidarios ponen énfasis en diferentes aspectos del programa. Sin embargo, todas las variantes e interpretaciones tienen un propósito común: "unificar las diversas áreas de conocimiento mediante una metodología unificada de conceptualización e investigación" (102).

Con Bertalanffy(103) se inicia una nueva etapa en la elaboración de teorías y métodos de estudio de los sistemas, pues considera que "se está dando una tendencia a estudiar sistemas como entidades más que como conglomerados de partes, es congruente con la tendencia de la ciencia moderna a no aislar ya fenómenos en contextos estrechos e aislados, sino al contrario, abrir interacciones para examinar los segmentos de la naturaleza cada vez mayores. Bajo la bandera de la investigación por sistemas, y sus abundantes sinónimos hemos presenciado también la convergencia de muchos ramos científicos especializados contemporáneos...Esta indagación como tantas otras, esta relacionada con un esfuerzo cooperativo que abarca una gama creciente de disciplinas científicas y tecnológicas. Participamos en un esfuerzo hacia un objetivo a la fecha por alcanzar una síntesis del conocimiento científico"(104).

En el campo interdisciplinario de las investigaciones científicas le corresponde a esta teoría según Z. Orudzhev(105),

(102).- A. Rapoport, Teoría General de Sistemas, "Pensamiento Crítico", No. 47, La Habana, Cuba, 1970, Pág. 77.

(103).- L. Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas. F. C. E., 1a. Ed. México, 1976.

(104).- L. Bertalanffy, Op. Cit. Pág. 8

(105).- Z. Orudzhev, La Dialéctica como Sistema, Op.. Cit. Pág. 42

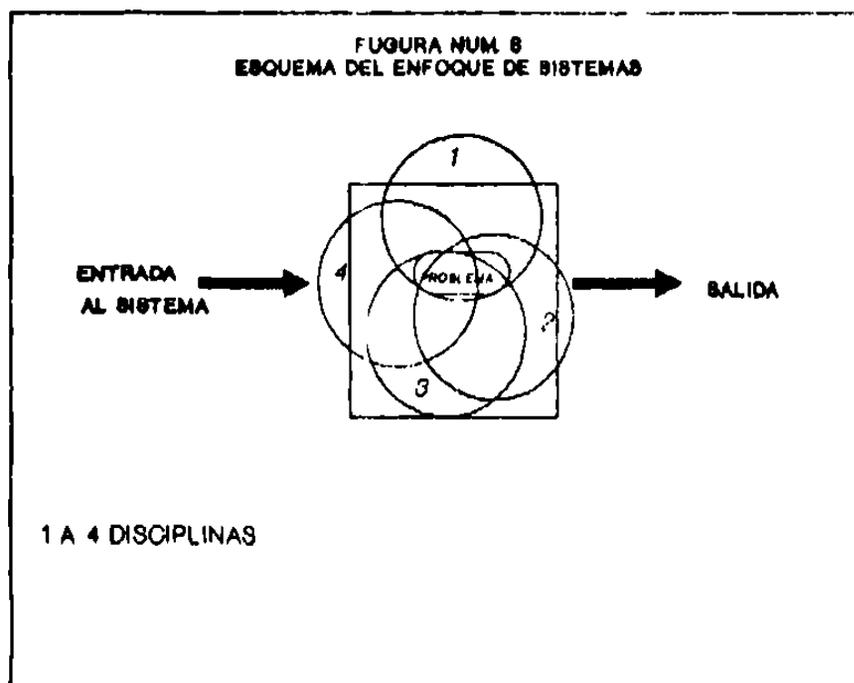
las siguientes tareas:

- Elaboración de modelos generalizados de sistemas
- Estructuración del aparato lógico-metodológico de descripción del funcionamiento y comportamiento de los objetos sistémicos.
- Creación de teorías sistémicas generalizadas de diverso tipo, incluyendo la teoría de la dinámica de los sistemas, de su comportamiento orientado hacia un objetivo.

El punto de partida de la Teoría General de Sistemas ha de ser una visión tal del objeto que se estudia como sistema, que nos presente a éste como una totalidad, o mejor dicho, como un objeto integral lo que significa que dicha visión exige una diferenciación rigurosa entre dicho sistema y el medio que lo rodea, así como otra diferenciación no menos rigurosa entre el sistema como un todo y los elementos, es decir, las unidades básicas que componen dicho sistema, cuyas particularidades a su vez se determinan y definen por el lugar y la función que cumplen en los marcos de la totalidad(106).

Es usual que los enfoques sistémicos estructurales se apliquen a la organización de la investigación donde participan investigadores de diferentes disciplinas, figura Núm. 8, con el interés de optimar sus resultados, o como una forma de integración del conocimiento de diferentes disciplinas en la indagación de una problemática totalizadora del mundo material.

(106).- V. A. La Dialéctica y los Métodos Científicos Generales de Investigación, Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, Cuba, 1985, Tomo II.



Investigación Disciplinaria

La realización de la investigación disciplinaria ha sido característica propia de las Instituciones de Investigación y tiende fundamentalmente a la búsqueda especializada de una materia determinada y homogénea, su tarea consiste en producir conocimientos nuevos que aumenten el acervo de lo ya conocido. Esta investigación generalmente tiende a realizarse en forma individual y corresponde al investigador la decisión de que y cómo investigar; y por lo mismo, la planeación, ejecución y evaluación de la misma, se hace en forma individual(107).

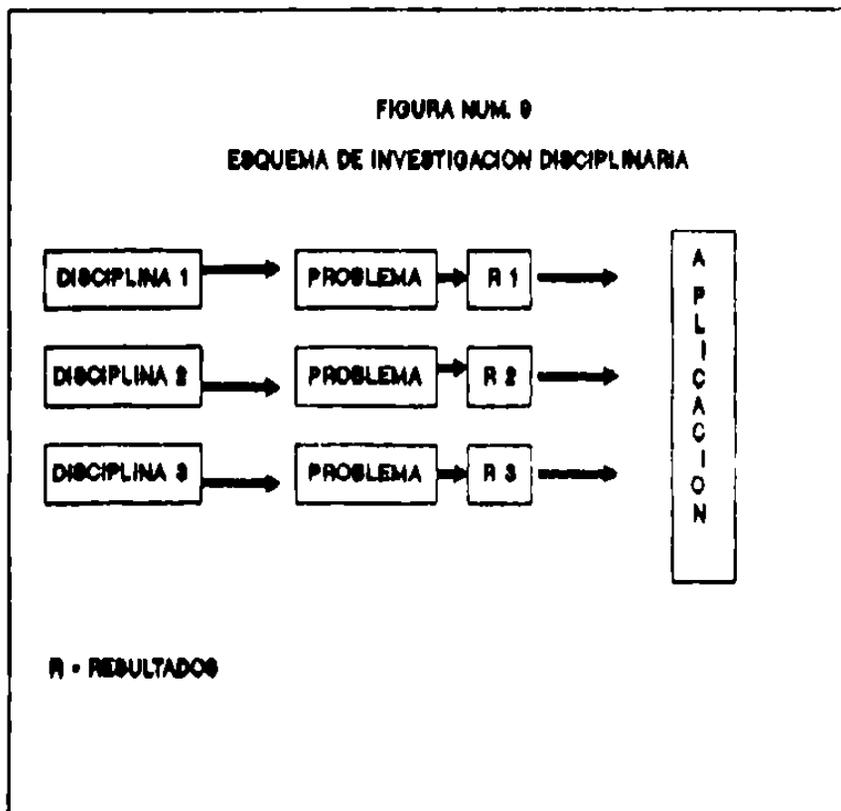
Este tipo de investigación en limitadas ocasiones responde a una problemática real de los productores y su vínculo con los procesos productivos generalmente se centra en hacer recomendaciones de mejoramiento, dosificación y manejo en las diferentes prácticas culturales agrícolas y factores productivos,

(107).- R. Cornish.- Toma de Decisiones, aspectos técnicos y humanos, Memoria del Seminario celebrado en la UAAAN, diciembre de 1983, Pág. 25.

en forma aislada y sólo en un aspecto del cultivo dejando al margen los problemas que están fuera de la esfera de la disciplina que lo realiza, figura Num. 9. Los resultados obtenidos generalmente son soluciones parciales y frecuentemente no aplicables en la práctica, quedando sólo en el nivel de informe de investigación o conocimiento a difundirse.

La principal limitante de la investigación disciplinaria es el alto grado de dificultad en la aplicación práctica de sus resultados, pues se tiene una visión parcial del problema, además de que en la mayoría de los casos conduce a la dispersión y duplicidad de esfuerzos.

Esta forma de organizar la investigación es apropiada cuando las instituciones que la realizan se inician en esta actividad o no poseen los recursos suficientes para emprender programas de investigación integrales. Para el caso de la investigación básica se considera una forma adecuada para su realización, pues este tipo de investigación es necesario y muy importante para el desarrollo de la investigación científica.



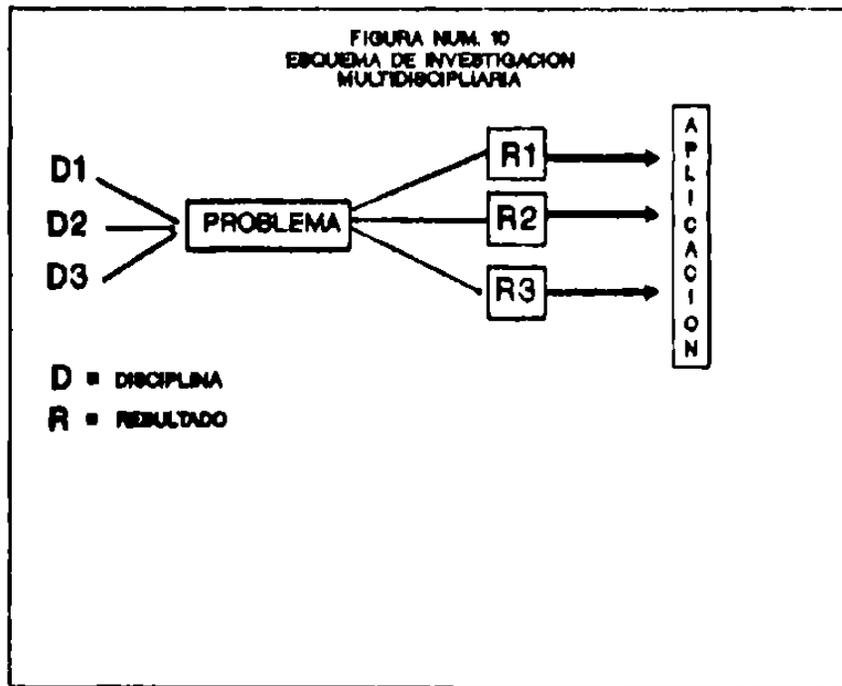
Investigación Multidisciplinaria o Pluridisciplinaria

Es común que estos conceptos se apliquen indistintamente, en virtud que de acuerdo a su estructura conceptual no hay razón para considerarlos diferentes, pues sus prefijos inseparable expresan la misma condición de conjunto de varias ó muchas disciplinas; sin embargo, en algunos casos convencionalmente las definen de manera distinta.

A la primera se le considera como resultado de la yuxtaposición de diversas disciplinas, que incluso en ocasiones no tienen relación en la tarea de la investigación, pues el hecho de reunir diferentes investigadores que de manera independiente investigan problemáticas diferentes sin articulación propia dentro del proceso de investigación integral. Si se toma en consideración esta definición estrictamente como se ha mencionado, entonces se estará hablando de investigación disciplinaria ya que no tienen conexión entre sí.

A la segunda la definen como la yuxtaposición de disciplinas que tienen relación vertical y horizontal, pero que existe articulación en el proceso de investigación pues la realización de las actividades de investigación se hace de manera independiente, aún cuando se trabaja en un mismo problema. En este caso, el problema principal es la integración de los resultados para su aplicación en el proceso productivo, figura Núm. 10.

Independientemente de la similitud o diferencia conceptual, la importancia de éstas, es la integración de equipos de investigación por especialistas de distintas disciplinas, que pueden trabajar problemáticas diferentes o comunes, desde la perspectiva de sus disciplinas aun cuando no haya integración en el proceso de investigación ni en sus resultados. Cuando se



pretende integrar sus resultados al aplicarse directamente a la producción, sin haber realizado un procedimiento experimental previo puede incluso, provocar efectos contradictorios.

La investigación en equipo potencialmente es superior a la investigación individual por la sinergia del grupo de investigación, y por la perspectiva de resultados mas eficaces en el sentido de que permite la optimación de los recursos, mayor comunicación entre los investigadores, y la posibilidad de abordar problemáticas mas complejas. Esta forma de organizar la investigación se considera un paso obligado para llegar a la investigación interdisciplinaria que serla un grado de organización superior.

Investigación Interdisciplinaria

Para entender el significado de la interdisciplinaria en investigación es necesario en primer lugar, asumir una concepción a partir de sus posibilidades objetivas de organización y no en el plano ideológico, sino en su adecuada dimensión, como lo que es y debe ser, como un medio para hacer eficiente y eficaz la investigación. Para proponer una

concepción de investigación interdisciplinaria es necesario descartar las opiniones mas frecuentes acerca de lo interdisciplinario, en virtud de que no aportan una definición a fondo, tampoco ofrecen opciones de solución al problema, ni establecen sus alcances y limitaciones.

Con el propósito de ir configurando esta concepción, es necesario en principio señalar que la interdisciplinariedad no es la panacea que de por sí sola asegure eficiencia y eficacia en la investigación, o que los resultados sean positivos por añadidura; esto por la razón que siempre que surge una forma innovadora en investigación se manifiestan expectativas, que generalmente rebasan las posibilidades reales de la innovación, pues en algunos casos se espera que con el solo hecho de formar grupos interdisciplinarios se da la solución mágica a los problemas de la investigación.

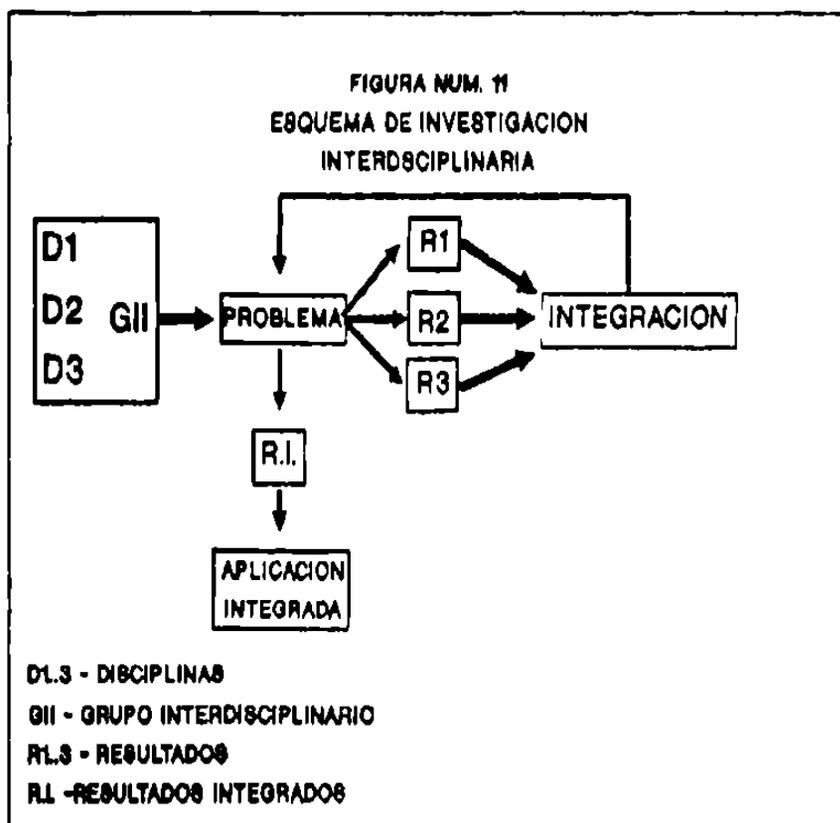
Tampoco debe considerarse como la proposición científica-técnica superior que rompe los límites de la ciencia y ofrece soluciones de mayor eficacia ante los problemas complejos de la realidad; la interdisciplinariedad no es portadora de la teoría y la práctica, no es un objeto teórico específico y homogéneo, tampoco produce conocimiento en sí, sino que estas características corresponden a cada disciplina en particular.

Por otra parte, recogiendo diversas opiniones de investigadores sobre lo que es la interdisciplina, en muchos casos la explicación que se da es muy sencilla, pues algunos la consideran como una mezcla simple y llana de disciplinas diversas, otros como la existencia de una disciplina principal ligada a disciplinas auxiliares, pero que no tienen vínculo orgánico; también se le considera como los límites entre dos ciencias.

Para definir la investigación interdisciplinaria, necesariamente tenemos que plantear en primer lugar cual es el problema, si es teórico, metodológico, epistemológico o de organización. El problema es: cómo unificar el conocimiento de diferentes disciplinas, para que los investigadores de manera integral en su teorías, conceptos, métodos, técnicas y objetivos, asuman una actitud y criterio para trabajar en equipo con el propósito de enfrentar de manera mas eficiente, eficaz y en forma integral la compleja problemática de la realidad que han delimitado previamente, que la mayoría de los casos rebasa las posibilidades de acción de una sola disciplina.

Si este es el problema, entonces la investigación interdisciplinaria esta ligada a la solución del mismo, es decir, es un problema práctico, no un problema epistemológico, es un problema de organización de la investigación que pretende superar las limitantes de la investigación disciplinaria. Esto en ningún momento supone la liquidación de las disciplinas particulares, sino por el contrario las reafirma en su integración práctica. Más sin embargo la solución de los problemas no opera por decreto sino a través de una larga y difícil construcción colectiva.

En base a la identificación del problema, la Investigación Interdisciplinaria se define como: la integración e interacción entre dos o mas disciplinas diferentes, que va desde la comunicación de ideas hasta la integración orgánica de teorías, conceptos, metodología general, procedimientos técnicos e información, en la organización del proceso de investigación. Esto solo es posible a partir de un problema determinado y delimitado, pues es el problema específico el que impone las disciplinas que se integran y participan para ofrecer alternativas de solución, como se ilustra en la figura Núm. 11.



A manera de conclusión podemos señalar que la interdisciplina es una forma de organización y constituye una metodología en la investigación(108) que se orienta fundamentalmente a la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos al proceso de desarrollo social. Sin embargo, la interdisciplinariedad se ha difundido como moda ideológica pretendiendo solucionar los problemas de la investigación, por lo que al formar los grupos interdisciplinarios, si no se tiene claridad de los alcances y limitaciones, además de la madurez suficiente como investigadores y el deseo de trabajar en equipo, subordinando el interés personal al interés institucional,

(108).- Metodología considerada solo en el proceso específico de cada investigación, que además de comprender las teorías, métodos aplicables, técnicas y procedimientos, debe tomar en cuenta también los elementos de integración de las diferentes disciplinas.

esta forma de organización de la investigación no será posible.

Finalmente hay que señalar que para la adopción de la interdisciplinaria en la investigación, lo más importante, incluso que una definición teórica, es la determinación clara y precisa de los objetivos de la investigación y la dotación oportuna y suficiente de recursos, pues a partir de estas condiciones se crean las posibilidades técnicas de integración de los grupos interdisciplinarios

Problemas de Organización de la Investigación Agrícola Interdisciplinaria •

La mayoría de las Instituciones que realizan investigación y que han adoptado la forma de organización interdisciplinaria, señalan que las principales razones por las que se da este cambio son las de optimar los recursos y realizar esta actividad de una manera más eficiente y eficaz. Al tomar la decisión para adoptar esta forma innovadora de organización de la investigación, es necesario considerar un sinnúmero de aspectos que están interrelacionados con el proceso de investigación y que van más allá de la simple denominación como membrete o moda ideológica.

En cambio en la organización de la actividad de investigación cualquiera que sea su orientación, necesariamente debe ser un planteamiento racional tendiente a modificar progresiva y positivamente los elementos estructurales y funcionales del proceso de investigación, considerando todos sus aspectos interactuantes con la finalidad de aplicar los

principios generales de la optimación y poder aspirar a hacer de esta actividad un modelo de eficiencia y eficacia⁽¹⁰⁹⁾, para lo cual se deben tener presentes los siguientes elementos:

a) Tener una concepción científica, teórica y metodológica, de la Agronomía y Economía Agrícola, como las disciplinas principales cuyo objeto de estudio e investigación es el proceso de producción agrícola.

b) El conocimiento amplio y profundo de la problemática del agro delimitada previamente, en la cual se pretende intervenir para ofrecer alternativas de solución, mediante los resultados de la investigación.

c) Definir en forma clara y precisa los objetivos y metas que se pretenden alcanzar con la investigación, a partir de los recursos y medios que se tiene, proyectándose temporalmente.

d) Una vez que se toma la decisión de organizar la investigación en forma interdisciplinaria, deben promoverse y apoyarse todas las acciones tendientes a su logro, por parte de la Dirección de la Institución, y sobre todo debe haber disponibilidad y convencimiento de los investigadores de realizar su actividad organizados en equipos interdisciplinarios, esto tiene características muy distintas a la investigación individual.

(109).- Estos conceptos, aunque es común que se utilicen indistintamente, convencionalmente se distinguen para expresar resultados internos y externos del proceso de investigación. Por eficiencia (efficiens) se entiende la capacidad de realizar las actividades y procedimientos internos de la investigación en un sentido optimador, que significa un máximo de resultado y de la mejor manera posible a partir de los recursos disponibles. Por eficacia (efficax) nos referimos a los resultados externos de la investigación, es decir el impacto positivo que tengan las tecnologías generadas en la práctica social.

e) Establecer sistemas de comunicación, información y normas de trabajo, para esta nueva forma de realizar la investigación.

f) Adoptar sistemas de seguimiento, control y evaluación del proceso de investigación en general, y en lo particular en cada una de sus etapas.

Apoyado en estos elementos debe fundamentarse la propuesta concreta de organización de la investigación interdisciplinaria, pues es de mayor importancia que su denominación o en los intentos de definición teórica, debido a que la interdisciplinaria en la investigación es un problema práctico y no un problema epistemológico o teórico.

Posibilidades de Organización de la Investigación Agrícola Interdisciplinaria

Organizar la investigación interdisciplinaria no es tarea sencilla, sobre todo cuando no hay experiencias concretas conocidas que hayan tenido resultados positivos y que ahora pudieran considerarse como modelos a seguir; desafortunadamente las experiencias de las que se tiene conocimiento han terminado en fracaso o han renunciado a seguir construyendo esta compleja forma de organizar la investigación.

Para hacer viable una propuesta de organización bajo el sistema interdisciplinario, deben tenerse en cuenta los resultados de las instituciones de investigación que se han orientado en este sentido; pero sobre todo debe tenerse una concepción teórica y metodológica acerca del problema. La propuesta debe partir de la necesidad de desarrollo de la investigación a niveles más elevados, tanto en la eficiencia interna como en el impacto social de sus resultados, superando

la tendencia característica de retomarla solo como denominación por moda, o decisión burocrática; además debe tener especial cuidado en no fijarse expectativas que vayan más allá de las posibilidades de su realización.

Como forma de contribuir en hacer viable la organización interdisciplinaria, en este trabajo se presentan tres proposiciones que expresan la concepción que se tiene de esta forma de organizar la investigación:

Primera proposición. El éxito de la investigación interdisciplinaria no está en su misma forma de organización, sino en la capacidad, madurez y disposición de los investigadores que participen en esta compleja construcción, y en la aceptación institucional de la misma.

Segunda proposición. La investigación Agrícola interdisciplinaria no es un punto de partida, sino una forma superior de organizar la investigación que puede hacer de ella un proceso más eficiente y eficaz, y a la que solo se accede bajo la condición de que los investigadores que aspiren a realizarla, tengan pleno dominio de su disciplinas o disciplinas comprendidas en su quehacer científico, además que la actividad indagadora se realice bajo la estricta aplicación del método científico.

Tercera proposición. La integración de las disciplinas solo es posible en el propio proceso de la investigación y a partir de una problemática determinada; generalmente es conveniente haber recorrido las formas de

investigación disciplinaria y multidisciplinaria como dos etapas sucesivas y necesarias para acceder a la investigación interdisciplinaria.

Las premisas fundamentales en las cuales basamos las proposiciones anteriores y a partir de las que se plantea la posibilidad de integración de disciplinas diferentes en el proceso de investigación en un problemática definida y delimitada son las siguientes:

a) La Especialización de la Ciencia. El desarrollo de la ciencia, y por lo tanto de la Agronomía, como disciplina científica, se ha dado mediante una tendencia constante a la especialización que ha provocado la fragmentación del conocimiento en diferentes especialidades; lo anterior ha sido producto del desarrollo social, como una necesidad de penetrar a campos mas profundos de los fenómenos del mundo material. La especialización en la agronomía ha provocado el surgimiento de un sinnúmero de profesiones que comprenden solo un aspecto particular de su objeto de estudio que es el proceso de producción agrícola, llegando a tal grado la especialización que algunas de ellas corresponden a un factor o actividad del proceso productivo, es por eso que en la actualidad existen disciplinas tan variadas y particulares, que entre otras podemos mencionar las siguientes: irrigación, edafología, parasitología, fitomejoramiento, nutrición. La consecuencia de esta marcada especialización es que el investigador como profesionista solo tiene un conocimiento profundo de su disciplina, pero

generalmente desconoce todo lo ajeno a este estrecho campo de su conocimiento. La especialización se presenta en contradicción con los procesos de la realidad, que en su desarrollo natural son cada vez mas complejos y siempre se manifiestan en forma totalizadora.

b) La interdisciplinariedad. Este sistema de unificación del conocimiento científico puede ser una forma adecuada de responder a la fragmentación del mismo, siempre y cuando la integración de diferentes disciplinas dentro del proceso de investigación respondan a su objeto de estudio en una problemática determinada, a sus teorías, métodos y técnicas. La organización de la investigación interdisciplinaria de por si sola no soluciona los problemas en la realización del proceso indagador, sino que solo contribuye a que esta actividad sea mas eficiente y eficaz. El avance de la investigación científica requiere la superación de la fragmentación del conocimiento producto de la especialización, por lo que la interdisciplinariedad se presenta como una alternativa. De acuerdo a la definición de investigación interdisciplinaria, que presentamos anteriormente, como la integración e interacción entre dos o mas disciplinas diferentes, que va desde la comunicación de ideas hasta la integración orgánica de teorías, conceptos, metodología general, procedimientos técnicos e información, en la realización del proceso de investigación.

c) La Agronomía. La palabra agronomía y agricultura se utilizan en el sentido mas amplio del término que abarca las

actividades del campo conocidas como silvoagropecuarias. Por tanto agronomía viene a ser la ciencia de la producción agrícola, que en su aplicación tiene la finalidad de detectar, precisar y resolver los problemas técnicos, económicos y sociales de la agricultura, por lo que su tarea principal es el estudio y explicación de la realidad social del agro, que se manifiesta a partir del proceso de producción agrícola. Su desarrollo deberá orientarse hacia la adquisición de conocimientos que expliquen la presencia de los elementos del proceso productivo, las relaciones que se establecen internamente y en forma externa con otros procesos naturales y sociales.

d) El proceso de investigación agrícola es un procedimiento planeado sistemático y rigurosamente científico, su propósito es indagar, descubrir y explicar de manera objetiva, coherente exacta e inteligible, los nuevos fenómenos o aspectos nuevos de los fenómenos ya conocidos que tienen relación con la producción agrícola, esto es desentrañando en el fenómeno estudiado sus características, su estructura, sus relaciones internas y externas, el condicionamiento recíproco con otros fenómenos y sus demás particularidades.

El desarrollo del proceso de investigación debe tender a la excelencia, que significa la más eficiente forma de realizar la investigación y con los mejores resultados. Esto implica un determinado grado de madurez de los investigadores en el sentido de que ejerzan pleno dominio de la disciplina de su competencia y del proceso de investigación con una estricta

aplicación del método científico. Lo anterior es condición necesaria para trascender de investigación disciplinaria individual a investigación en equipo, ya sea multidisciplinaria o interdisciplinaria. El proceso de investigación agrícola debe desarrollarse en forma progresiva hacia niveles superiores de las formas mas simples de organización a las mas complejas.

e) La investigación agrícola es tecnológica. al desarrollarse bajo el sistema de organización interdisciplinaria, es esencialmente tecnológica, pues su punto de partida es la problemática de la producción social agrícola en sus múltiples manifestaciones y en su sentido mas amplio, tal cual se presenta en la realidad, su objetivo es generar tecnologías que coadyuven a un desarrollo progresivo integral del medio rural.

Partiendo de estas premisas se puede inferir, de manera firme y con conocimiento del problema, los procedimientos a seguir en la organización de la investigación interdisciplinaria. A continuación se citan los mas generales y que son su condición necesaria:

a) En primer lugar, la institución que adopte este sistema de organización de la investigación, debe realizar los estudios necesarios para evaluar el nivel de los recursos con que cuenta y que ademas se tenga conciencia de su significado e implicaciones. La Dirección de la institución deberá promover y apoyar todas las acciones para hacerla posible. Además de que los investigadores deben tener el convencimiento pleno y la disponibilidad para participar en ella.

b) Las Instituciones que pretendan realizar investigación interdisciplinaria, deben crear las estructuras orgánicas y funcionales para hacerla posible. Las Universidades con estructura departamental que tienen interés en realizar este tipo de investigación, tienen que superar el problema de su organización disciplinaria que es contraria al trabajo interdisciplinario; teóricamente se señala que la disciplina concurre matricialmente en los programas de investigación, sin embargo, operativamente esto ofrece un alto grado de dificultad, puesto que cualquier forma orgánica requiere de una estructura interna, definiciones jerárquicas, funcionales, y sobre todo su carácter de existencia como tal. La creación de centros interdisciplinarios de investigación puede ser una forma adecuada para ello, que contribuya a facilitar la organización de la investigación. Es pertinente señalar que el éxito no depende de tal o cual estructura orgánica, sino de la calidad del proceso de investigación.

c) Se debe tener conciencia de que los resultados de la investigación interdisciplinaria son a posteriori, pues esta se plantea como una larga y compleja construcción a la que solo se puede acceder mediante la evolución progresiva de la investigación interdisciplinaria individual a investigación multidisciplinaria en equipo como dos peldaños necesarios para poder elevarse a su forma más elevada de organización: la interdisciplinaria, por ello se debe evaluar el grado de madurez actual en la institución, para poder fijar un punto de partida y que la organización se construya bajo bases firmes.

d) Apoyados en la premisa de que la investigación agrícola es esencialmente tecnológica, que parte de una problemática real y delimitada, por lo que para iniciar sus actividades, previamente se requiere el conocimiento amplio y profundo de esta problemática a partir de la cual se fijan

objetivos para buscar alternativas de solución. Lo anterior implica realizar una investigación preliminar mediante estudios retrospectivos que permiten determinar los factores causales de esa problemática, desde su origen y desarrollo, apoyados en la información disponible proyectar su tendencia; esto permite comprender su magnitud y establecer las posibilidades de intervención para modificar su curso. Los estudios para obtener esta información generalmente se denominan diagnósticos y es necesario realizarlos mediante equipos multidisciplinarios de especialistas en disciplinas agronómicas y sociales. Por la naturaleza de este trabajo, en su primer nivel de aproximación al problema es conveniente, según experiencias anteriores, que lo realicen equipos de investigadores poco numerosos.

e) Una vez realizado el estudio preliminar se identifican los elementos problemas que muestre el análisis y sólo a partir de entonces, se conforma el grupo interdisciplinario de investigación con los especialistas en las disciplinas que se consideren necesarias a partir de la problemática identificada. Una vez formado el grupo interdisciplinario, tiene como tarea inmediata profundizar en el estudio de la problemática, mediante estudios más específicos o de caso, esto debe hacerse de manera permanente y sistemática mientras subsista dicha problemática. Simultáneamente se realiza el programa de investigación y los proyectos que se desprenden de él para su realización. En la medida que se avanza en la investigación y profundiza en esta problemática, surgen elementos más complejos y específicos, entonces y como producto del desarrollo progresivo del proceso de investigación se crea la necesidad de integración de las disciplinas, ésta debe darse en los objetivos de la investigación, en sus teorías, en sus métodos y en todas las actividades que puedan realizar de esta manera. Podemos señalar las posibilidades de integración iniciales y son las siguientes:

= Articulación entre la Economía Agrícola y disciplinas Agronómicas, la que se puede dar desde la realización del diagnóstico, evolucionando a una integración mas profunda en el desarrollo de la investigación multidisciplinaria e interdisciplinaria. El punto de articulación entre estas disciplinas es la coincidencia de su objeto de estudio: el proceso de producción agrícola. Los elementos que les corresponde estudiar en forma articulada son: el proceso de producción en general en su aspecto técnico y económico mediante el análisis de funciones, estudio de los factores de la producción, el análisis del costo de oportunidad en la toma de decisiones, los indicadores de la eficiencia de los procesos productivos, y el impacto económico de las tecnologías generadas.

= Integración de disciplinas relativas a factores y actividades del proceso de producción. Estas disciplinas se pueden agrupar en equipos multidisciplinarios, que tiendan a partir de entonces a la integración orgánica interdisciplinaria, apoyándose en sus teorías, métodos y técnicas, e incluso pueden llegar a integrarse en el experimento mismo, aunque esto sería un nivel muy complejo por el número de variables a controlar y analizar en un experimento de tal magnitud, por lo que surge la necesidad de elaborar metodologías específicas apropiadas para abordar el proceso de investigación mediante disciplinas integradas de esta manera.

Estas son las consideraciones mas generales que se pueden anticipar al proceso de organización de la investigación interdisciplinaria; los aspectos particulares de organización de cada Grupo Interdisciplinario o Centro de Investigación, deben ser una construcción propia y específica, de acuerdo a los objetivos, problemática y recursos con que se cuente en cada caso.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AFANASIEV, V. G. - Fundamentos de los Conocimientos Filosóficos.
Ed. El Cidral de México
- AGUIRRE, V. J. - La Economía y la Toma de Decisiones en la
Agricultura, UAFAN, México, 1971
- ANDERSON, J. H. - La Organización de los Grupos
Interdisciplinarios de Investigación en la Agricultura en
SOMEFT, N. S., México, 1971
- APOSTEL, LEO, ET. AL. - Interdisciplinarietà, Problemas de
la Enseñanza y la Investigación, Biblioteca de
Educación Superior, ANUIES, México, 1979
- ARISTOTELES - El Organon, Tratados de Lógica [C. G. C. G.]
México, 1971
- ARJIPTSEV, F. T. - La Materia Como Categoría Filosófica, Ed
Grijalbo, México, 1966.
- ARON, I. - Organización y Administración de la Investigación
Agrícola, II [C. G. C. G.] México, 1973
- ASHTON, T. S. - La Revolución Industrial (1760-1830) [C. G. C. G.]
México, 1973.
- AUGE-LARIBE. - La Revolución Agrícola, Utera, México, 1979
- AVDAKOV, ET. AL. - Historia Económica de los Países
Capitalistas [C. G. C. G.] México, 1973
- BACON, F. - Novum Organon, Ed. Porrúa, México, 1973.
- BERNAL, J. D. - La Ciencia en la Historia [C. G. C. G.]
Imágen, México, 1979
- _____ - La Ciencia en Nuestro Tiempo [C. G. C. G.]
México, 1971
- _____ - Ciencia e Industria en el Siglo XIX. [C. G. C. G.]
Roca, España, 1973

- BERNAL, J.D. **La Libertad de la Necesidad**
Ayuso, Madrid, 1977 .
- BERNAL, ET. AL. **La Ciencia de la Ciencia**, Ed. Grijalbo,
México, 1978 .
- BERTALANFFY, L.- **Teoría General de los Sistemas** Ed. Grijalbo,
México, 1976
- BESSE, G.- **Práctica Social y Teoría** Ed. Grijalbo Mexico,
1967
- BRIGGS, H. M.- **Razas Modernas de Animales Domésticos** Ed.
Acrebia, España. 1967
- CARDOSO Y BRIGNOLI - **Historia Económica de América Latina**, Ed.
Critica, Barcelona, 1984
- CONACYT.- **Revista Ciencia y Desarrollo**, Nov-dic 1987 Volumen
XV, Núm. 89.
- CORNISH, R **Toma de Decisiones, Aspectos Técnicos y Humanos**
Memoria del Seminario sobre Organización e Grupo
Interdisciplinarios. UFAEN, Mexico, 1985.
- CLEMENT Y LAMICH.- **La Agricultura del Futuro**, Ed. Grijalbo, España,
1973.
- CORNFORTH, M.- **Teoría del Conocimiento**, Ed. Grijalbo México,
México, 1986.
- CUESTA, M. A.- **Pedagogía de Masas (Ensayos Agronómicos)**,
UACH. México, s/f.
- CURTIS, FIENA.- **Biología** Ed. Grijalbo México
- DAMPIER, W. C.- **Historia de la Ciencia** Ed. Grijalbo, Madrid,
1972
- DANIELEVSKY V. **Historia de la Técnica** Ed. Grijalbo, Mexico,
1983
- DYNNIK, ET AL. **Historia de la Filosofía** Ed. Grijalbo,
Grijalbo, España, 1985
- DERRY Y TREVOR.- **Historia de la Tecnología**, Tercera Ed.
Siglo XXI, México, 1982.

- DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO HISPANO AMERICANO Ed. Hispano Americana, España, 1977
- ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, Tomo I Ed. Salvat, España, 1980.
- ENCICLOPEDIA INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS SOCIALES, Ed. Aguilar, España, 1977
- ENGELS, F. **Dialéctica de la Naturaleza** . Grijalbo México, 1981.
- FOLLARI, R.- **Interdisciplinarietà. Los Avatares de la Ideología.** Ed. IAM Azcapotzalco, México, 1972.
- GIBSON, I.- **Newton, Protagonistas de la Ciencia,** Ed. Debate/Itaca, España, 1978.
- GORDON, CH. V.- **Los Orígenes de la Civilización,** F.C.E.. México, 1989.
- GRAHAM, J.- **Ciencia y Tecnología en los Países en Desarrollo.** Ed. F. C. E., México, 1974
- HARRE, R.- **El Método de la Ciencia,** CONACYT, México, 1980
- HUBERMAN, L.- **Los Bienes Terrenales del Hombre,** Ed. Nuestro Tiempo, México, 1976.
- HERMAN, J.- **Atlas de Astronomía,** Ed. El Ateneo España, 1973.
- INIA.- **Area de Resultados y Marco de Referencia para la Toma de Decisiones del Grupo Interdisciplinario** fotocopia s/f.
- _____ **El Concepto de Grupo Interdisciplinario, que ha Adoptado el INIA,** Impreso a 1974
- KARATAEV Y RYNDINA.- **Historia de las Doctrinas Económicas** Ed. Grijalbo, México, 1964.
- KEDROV, B. M.- **De la Síntesis en las Ciencias, Hombre Ciencia y Tecnología,** Ed. Grijalbo México, 1974
- _____ **La Clasificación de las Ciencias,** Ed. Grijalbo México, 1974
- KEDROV-SPIRKIN.- **La Ciencia,** Ed. Grijalbo México, 1968.
- LANGE, OSCAR. **Economía Política** Ed. Grijalbo México, 1976

- LEFF, E.- **Sobre la Articulación de las Ciencias** Fotocopia s/f
- LEBFDINSKY, M.- **Notas Sobre la Metodología del Estudio y la Investigación,** d Cart de M x c
- LIFSHITZ-QUINONES. **La Simplificación Postecnológica en Medicina Clínica,** revista de c a y e r a l o CONACYT, Nov dic. Núm. 89 México 1981.
- LOMONOSOV, M. V.- **Obras Completas,** Ed. Prog efo, Mos ú. s/f.
- LUELMO, J.- **Historia de la Agricultura en Europa y América.** E s t m , E x 1970
- MANDEL, E.- **Tratado de Economía Marxista,** Ed. E a, México, 1974.
- MARX, C.- **El Capital, Crítica de la Economía Política,** F. C. E. Tres tomos, México 1972
- MERRIL, R. S.- **Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales,** Tomo X. Ed. Aguilar, España, 1977.
- MITCHELL, R. L. **El Mantenimiento de la Integridad Profesional en el Esfuerzo de Investigación en Grupos Interdisciplinarios** R e t e c o , E s t m México 1986
- NEWMAN, J. R.- **Qué es la Ciencia?** Ed. Aguilar, Madrid 1962
- MOSEMAN, A. H.- **Investigación Agrícola para Países en Desarrollo,** Ed. Koble, México 1974
- ORUDZHEV, A. M. **La Dialéctica como Sistema** E s t m de Filosofía y Le ra , UAN , México, 1979
- RAPOPORT, A.- **Teoría General de Sistemas,** El Pensamiento Crítico, No. 47, Cuba, 1970.
- REGNE DE OTAL F.- **Química General** E s t m p r d e s t e r Ed Labor.
- ROSENTAL-STARKS.- **Categorías del Materialismo Dialéctico,** Ed Grijalbo, México, 1960.
- RYNDINA Y CHERNICOV.- **Economía Política del Capitalismo,** Ed Cartago, Argentina, 1974

- ROJAS, G. M.- **Introducción a la Historia de la Ciencia**. AIT Editor, México, s/f.
- ROSENBLUTH, A.- **El Método Científico** Ed. Franca Médica, México, 1968.
- SERRANO, J. A.- **Filosofía de la Ciencia**, CEFAC., México, 1980.
- SPRAGUE, E. W.- **Mejoramiento de Maíz un Enfoque Interdisciplinario** CIMMYT, s/f
- UABCS.- **Estudio para el Establecimiento del Plan Institucional de Investigación**, México, 1982.
- UAAAN.- **Marco de Referencia de la Investigación**, México, 1988.
- V. A.- **Transplante y Movilización de Genes**, CONACY
- V. A.- **Ciencias Biológicas, "De las Moléculas al Hombre"**, Ed. CECSA, México, 1981.
- V. A.- **Metodología del Conocimiento Científico**, Ed. Fac. de Filosofía y Letras, UANL, México, 1979
- V. A.- **La Dialéctica y los Métodos Científicos de Investigación**, Dos Tomos Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, Cuba, 1985.
- VALDES S. R.- **Programa de Capacitación y Adiestramiento para Investigadores**, UAAAN México 1987.
- **El Marco de Referencia de la Investigación en la UAAAN**, México, 1984.
- **Filosofía de la Investigación** UAAAN. México 1989
- **Investigación Agrícola Interdisciplinaria: Una Discusión** UAAAN, México, 1982
- **Problemas Teóricos y de Organización de la Investigación Interdisciplinaria** UAAAN México 1990.
- **Teoría del Valor Trabajo: Fundamento Científico de la Economía Política** UANL México, 198
- VAVILOV, N. I.- **Estudio Sobre el Origen de las Plantas Cultivadas**, Acme Agencia, B. 1951

VELEZ, S.- Cultura Ciencia y Tecnología en el Ecuador AD,
Ecuador, 1988

ZIMAN, J. M.- El Conocimiento Público, "Un Ensayo sobre la
Dimensión Social de la Ciencia" t ' 1 0
1972.

FECHA DE DEVOLUCION

Este libro deberá ser devuelto dentro de un término que expira en la fecha marcada por el último sello; de no ser así, el lector se obliga a pagar las multas que marcan los Reglamentos.

--	--	--	--

BIBLIOTECA "JOSE ALVARADO"

0 2255 00 05

FECHA

13 N 0



BIBLIOTECA "JOSE ALVARADO"
FAC. DE FILOSOFIA Y LETRAS
U. A. N. L.

