



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Filosofía y Letras

Colegio de Filosofía

UN PROGRAMA DE METODOLOGIA DE LA CIENCIA PARA ENSEÑANZA A NIVEL MEDIO SUPERIOR.

T E S I S

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN FILOSOFIA

P r e s e n t a

Ricardo Arechavala Vargas

México, D. F.

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A Galileo, mi hijo.

Porque en él se centran todos los
esfuerzos y esperanzas de aquéllos
a quienes debo algo de lo que ha
hecho esto posible: mis abuelos,
mis padres, mis hermanos y Bely,
mi esposa.

I N D I C E

	Págs.
1. CONSIDERACIONES GENERALES Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO	1
2. MARCO TEORICO DE LA ESTRUCTURACION DE UN-CURSO DE METODOLOGIA DE LA CIENCIA	52
3. HERRAMIENTAS Y PROGRAMA DE UNA FUNDAMENTA CION EPISTEMOLOGICA DEL MODELO:	
1. El papel de la Filosofia de la Ciencia	92
4. HERRAMIENTAS Y PROGRAMA DE UNA FUNDAMENTA CION EPISTEMOLOGICA DEL MODELO:	
2. Los problemas y las herramientas concep tuales para resolverlos	114
5. PROGRAMÀ DE UN CURSO DE METODOLOGIA DE LA CIENCIA EN EL BACHILLERATO	151
APENDICE A	175
APENDICE B	189
APENDICE C	214
BIBLIOGRAFIA	228

I N T R O D U C C I O N

0.1 CONSIDERACIONES GENERALES Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Es ya un lugar común que nuestro País, como parte de América Latina y del Tercer Mundo, requiere de un esfuerzo científico-tecnológico extraordinario, tanto para aliviar sus problemas - internos, como para reducir, o al menos evitar, el crecimiento de la brecha económico-tecnológica que existe respecto a los - países llamados desarrollados (1).

Parece, sin embargo, que no se trata simplemente de incrementar los recursos destinados a este renglón. Esta idea, al igual -- que aquella que presumía que bastaba impulsar el desarrollo -- económico per se para aliviar los problemas del subdesarrollo, ha sido refutada por experiencias concretas (2) en Latinoamérica. Frente a ella se sostiene (3) ahora más bien que el desa-- rrollo de la Ciencia y la Tecnología (CyT)* presupone, desde - la integración de sistemas nacionales y regionales de Ciencia- y Tecnología efectivos y la formación intensiva de recursos - humanos para la investigación, hasta el cambio de los supuestos institucionales que norman las políticas y planificación de la Ciencia y Tecnología en nuestros países, e incluso los valores culturales tradicionales en este aspecto.

No es nuestro objetivo en este trabajo el discutir o explorar- la validez de estas premisas, pues sus connotaciones e implicaciones ideológicas, políticas y económicas rebasan, tanto nuestra área de interés, como las posibilidades de manejarlas en -

* Investigación y Desarrollo (ID), como también se le designa en ocasiones y que aquí emplearemos como sinónimo.

un solo trabajo. Lo que sí nos interesa es explorar el posible papel que puede desempeñar la Educación Media Superior (EMS) - en este contexto, bajo las necesidades y características concretas de nuestro país y de la planificación y desarrollo de la -- Ciencia y la Tecnología que de hecho se dá en él en este momento (4). Esto nos llevará, como veremos más adelante, a cambiar, em pero, otras premisas menores de las que perfilan la educación - científica en nuestro País.

Si bien es cierto que en cuanto a las premisas mencionadas pare ce existir un claro consenso, hay otras cuestiones donde las res puestas no son tan claras.

Entre ellas, por ejemplo, se encuentra la de la magnitud de los recursos que deben ser destinados a la investigación científica, así como la proporción en que éstos deben distribuirse entre la ciencia básica y la ciencia aplicada, junto con la creciente -- preocupación por la imposibilidad de resolver este problema en -- términos puramente económicos. Está más o menos generalizada la conciencia de que padecemos un coloniaje científico y tecnológi co que debe ser sacudido (5) y que la forma de sacudirlo es fo mentando intensivamente la investigación científica. Más aún, - no habiendo duda de la repercusión que esto tiene en el desarro llo tecnológico (incluso en términos de redituabilidad), no hay un acuerdo común y consecuente de hecho en cuanto a las cantida des* que en ella deben invertirse y el cómo deben distribuirse.

Pero, si bien se sostiene que la mayoría de los gobiernos latinoamericanos exploran todavía, y muchas veces a través de amargas experiencias, el papel que deben desempeñar sus institucio nes relacionadas con la Ciencia y la Tecnología, en la comunidad científica de nuestro País parece haber ideas claras (6) respec

Ya sea, por ejemplo, como porcentaje del PNB, o la magnitud, términos y medios de financiamiento por parte del sector pri vado.

to a las características deseables y necesarias de la comunidad científico-académica (ciencia-educación) y los vínculos que debe tener con los sectores productivo y gubernamental.

En efecto, de acuerdo con la propia comunidad científica (7), es imperativa la necesidad de aumentar la inversión dedicada a la ciencia básica y FORMAR investigadores en número y capacidad suficientes para integrar una comunidad con una masa crítica que permita:

Generar investigación original de nivel internacional.

Generar una tradición científica propia.

Ocuparse en forma original y redituable de los problemas propios de nuestro país y sus necesidades, en lugar de ubicarse y valorarse a sí misma en función de las comunidades y problemáticas correspondientes del extranjero.

Retroalimentarse internamente en cuanto a información y reconocimiento.

Romper la dependencia científica y tecnológica.

Integrar un grupo social autoconciente, que tenga relevancia (voz y voto) en los problemas socio-económicos y políticos del país, y precisamente - en lo que a la planeación de la ID se refiere.

Atraer inversión directa de la industria.

Motivar políticas gubernamentales consistentes.

Generar en la educación un buen nivel académico.

Implementar una descentralización de la educación y la investigación científicas, sin empobrecer y aún romper las masas críticas internas de las diferentes instituciones locales dedicadas a ello.

Sin embargo, en los países subdesarrollados, y en especial en nuestro país, el sector productivo privado ha preferido hasta ahora la compra y adopción de tecnología extranjera, ya sea por lo expedito de este camino o que, por lo general, se carece de capacidad financiera para competir con la ID de los países desarrollados. Por ello, la demanda de este sector al respecto es mínima, y hay incluso quien la califica de rechazo social (8).

Frente a esto, en nuestro País el CONACYT ha adoptado (9), un papel de enlace entre la comunidad científica y el sector productivo, de coordinador de los esfuerzos de investigación mediante el establecimiento de prioridades y de fomento complementario de la investigación científica. En el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978 - 1982, se plantean, por otro lado, metas específicas de formación de Recursos Humanos para la investigación.

Dentro de los programas y metas del Sector Educativo publicados por la Secretaría de Educación Pública para el lapso - - 1979 - 1982, aparecen cinco Objetivos Programáticos. De ellos, el segundo es el que incluye programas relacionados con la Ciencia y la Tecnología. Este objetivo consiste en "Vincular la educación terminal con el sistema productivo de bienes y servicios social y nacionalmente necesarios".

De 13 programas que lo componen, los que interesan en este contexto son los encaminados a

Propiciar el desarrollo armónico de la educación superior en todo el país, racionalizando el uso de los recursos que se destinen a ella.

Fomentar la educación profesional de nivel medio superior.

Coordinar el desarrollo de la educación superior universitaria.

Desarrollar la educación tecnológica industrial y de servicios de nivel medio superior.

Ampliar la educación de nivel superior y medio superior en ciencias y tecnologías del mar.

Fortalecer a nivel regional la educación tecnológica superior.

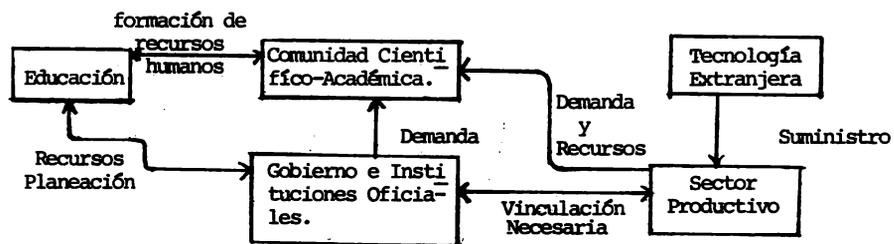
Desarrollar la investigación y la educación tecnológica de nivel superior en el Instituto Politécnico - Nacional.

Otro de los Objetivos Programáticos, el de "Elevar la calidad de la educación", incluye, entre otros, programas para

Impulsar la formación superior y la investigación pedagógicas en la Universidad Pedagógica Nacional.

Fomentar la investigación educativa.

Estos elementos permiten plantear el conjunto de instituciones relacionadas con la ID como un subsistema social (10), con -- elementos y estructura bien definidos. Tal subsistema puede -- describirse, entre otras, de la siguiente manera



Sin pretender de ninguna manera agotar en este enfoque los elementos de este subsistema y sus interrelaciones, pues ambos son en realidad más numerosos y complejos, podemos hablar de lo siguiente

Tomando como punto de partida la comunidad científico-académica, podemos describirla como el conjunto de personas que realizan labores de investigación y/o docencia a nivel universitario (puesto que en nuestro país la investigación realizada fuera de las universidades o en niveles inferiores de enseñanza es mínima (11)). Hasta ahora esta comunidad se ha perfilado a partir de sus relaciones con las instituciones educativas - de nivel superior, pues de ellas recibe tanto los elementos - humanos, a la formación de los cuales contribuye en forma directa, como los limitados recursos económicos de que dispone.

Por su parte, las instituciones educativas reciben, tanto recursos económicos, como las orientaciones y planeación de desarrollo que esto conlleva, de los gobiernos federal y estatales.

Entre el sector productivo y la comunidad científico-académica no existe en la actualidad un vínculo real establecido.

No existe entre ellos la estrecha relación que frecuentemente se plantea como indispensable. Hablando someramente, entre la comunidad científico-académica y el sector productivo debiera existir una relación en la que éste demandara de aquélla los elementos científicos necesarios para mantener su competitividad nacional e internacional, a la vez que aportara los recursos-económicos necesarios para ello. Más que eso, la situación actual es tal que el sector productivo obtiene tales elementos - en forma más expedita, y aparentemente más barata, comprándolos en el extranjero (12).

De hecho, parece ser que el Gobierno y las instituciones Ofi-

ciales son hasta ahora los demandantes principales, si no únicos, de la investigación científica, a través de sus programas de desarrollo e investigación aplicados a las necesidades más urgentes de nuestro país (pesca, agricultura, petroquímica, - etc.).

Frente a esto, el gobierno y sus instituciones relacionadas - con la Ciencia y la Tecnología han adoptado un papel de enlace entre el sector productivo y la comunidad científico-académica. Se pretende no sólo vincular ambos sectores, sino replantear - su papel en el desarrollo económico del país, integrándolos a programas de ID de alcance nacional y, más aún, redistribuir los recursos económicos para la formación de recursos humanos en función de ello (13).

El objetivo evidente y necesario es el de "endogenizar" la actividad y la producción científica (14), no sólo por cuanto se refiere al costo de la tecnología extranjera, sino también por cuanto las tecnologías compradas en el exterior no son adecuadas a los problemas nacionales, ni siquiera al contexto en que deben aplicarse.

Ahora bien, de todas las consideraciones anteriores, pueden destacarse los siguientes factores que permiten no sólo prever una demanda cada vez más elevada de recursos humanos para la investigación científica, sino también los requerimientos y limitaciones que habrán de encontrarse al intentar satisfacerla

- 1.- La comunidad científico-académica aboga interna y públicamente por generar una masa crítica de investigadores capaz de crear una tradición científica propia, abastecer en forma coherente a las instituciones universitarias, oficiales y privadas que requieren de tal personal y adoptar un papel activo en el desarrollo orgánico de nuestra sociedad;
- 2.- Los programas oficiales de ID, planteados en función de -- las áreas-problema (salud, energéticos, agricultura, etc.) más críticas del país, por su envergadura requerirán de -

cantidades enormes de personal dedicado a la investigación;

- 3.- De llevarse a efecto la vinculación entre la investigación científica y el sector productivo, esto planteará también, aunque más gradualmente, demandas cada vez mayores de personal específicamente capacitado para la investigación.

Parece obvio, entonces, que la tarea de satisfacer tales demandas recaerá sobre las instituciones educativas y que, por lo tanto, lo más racional sería que estas se reestructuraran en sus diferentes niveles y en la forma más conducente a ello (15). Volveremos sobre esto más adelante.

La respuesta del sector oficial a esto se ha dado ya a dos niveles el CONACYT en su Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982 y la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior en su Plan Nacional de Educación - han planteado objetivos específicos, en términos tanto cuantitativos como cualitativos, en lo que se refiere a la formación de recursos humanos para la investigación.

Resta solamente examinar si nuestras instituciones educativas están preparadas para ello y, si no es tal el caso y hay además algún interés en que así sea, determinar cuáles serían los cambios necesarios.

Pues es nuestra intención en esta Tesis mostrar la inadecuación de los marcos conceptuales y los presupuestos que perfilan nuestras instituciones, concretamente en el nivel medio superior, por lo que respecta a la formación científica del educando, y proponer cambios específicos que permitan adoptar un papel real, concreto y significativo a este respecto.

Comencemos por analizar, a grandes rasgos, cómo se forman en la actualidad nuestros investigadores.

Partiendo de estudios hechos para la U.N.A.M. (16) y algunas Universidades latinoamericanas, se puede describir la formación actual de nuestros científicos en los siguientes términos

Por principio, no son pocos los autores que expresan la preocupación de que la enseñanza, tal como ahora se desempeña, representa "...no sólo una cierta pérdida de tiempo y talento, sino una deformación de su actitud mental debido a la falta de orientación experimental y a la educación autoritaria impartida desde su niñez" (17).

Esto se debe, por un lado, a una serie de prejuicios, presupuestos e inercia (sobre los cuales volveremos más adelante) en la forma de entender, no sólo la educación en general, sino especialmente la enseñanza de la ciencia.

Por otro lado, parece deberse también a las fuertes presiones - externas, tales como el enorme crecimiento demográfico y la demanda consiguiente de estudios superiores, que han impedido a las instituciones de educación superior e investigación científica y humanista: "...reclutar personal calificado, debiéndose reclutar a profesionales de reciente egreso y otros que carecían igualmente de preparación para la docencia" (18).

Más aún, se reconoce que "...prevalecen todavía las tradicionales formas de transmisión del conocimiento que, además de limitar las posibilidades del aprendizaje, dan lugar a actitudes pasivas en el estudiante, las cuales se reflejan en su actividad profesional" (19).

¿ Quién puede formar, entonces, a los investigadores ? ¿Cómo va

mos a formar personas con la creatividad y disciplina inherentes a la investigación científica ? El problema, según los pocos estudios hechos, parece grave

" Por otra parte, la investigación está poco relacionada con la -docencia y en general los planes y programas de estudios no incluyen este tipo de actividades; esto explica que sea tan escasa su influencia en la formación de educandos. En cierta medida la -deficiencia habría que atribuírla al numero reducido de investigadores en la mayoría de las Casas de Estudios, pero quizá la razón principal se encuentra en la concepción de los programas, integrados en su mayor parte con enseñanzas teóricas y prácticas - en las que se comprueba o experimenta lo enseñado en el aula, -- pero sin propiciar en los procesos de enseñanza las posibilidades de extender o ampliar el conocimiento"*.

Más aún, en el propio medio académico la investigación como tal no es apreciada y/o valorada como parte de las labores esenciales del personal docente en una institución educativa. En trabajos -comparativos a este respecto, se concede en las universidades la tinoamericanas (y no parece haber razón para que las nuestras -- sean una excepción) mucha más importancia a "...Estar al día en progresos de la respectiva disciplina en el mundo (y) transmitir sus conocimientos y habilidades a los estudiantes", que a las la bores realacionadas con investigación y APORTACIONES al desarrollo de las respectivas disciplinas. (20)

En las comunidades universitarias, según estos estudios, la investigación es una tarea "permitida" al personal docente, pero permitida sólo en la medida en que no acarree incumplimiento de sus tareas fundamentales: "enseñar y estar al día". El conjunto de valores y presupuestos que consecuentemente se viven en tales circunstancias perfilan, naturalmente, al maestro idóneo como aquél que-

LA PLANEACION DE LA EDUCACION SUPERIOR EN MEXICO, ANUIES, MEXICO, 1979, p.39. El subrayado es nuestro.

desempeña exclusivamente labores como "monitor" de información.

Haremos notar por el momento, a reserva de volver sobre él más adelante y sobre nuevas bases, el siguiente presupuesto que subyace a la formación científica en nuestro País

" El progreso científico, las aportaciones significativas a la ciencia, se hace en el extranjero y sólo después de haber asimilado el saber actual. La investigación científica se hace sólo en las "fronteras" de la ciencia y sólo en problemas "vigentes" o "relevantes" a los que éstas mismas fronteras confieren sentido".

No es más que natural, por lo tanto, que el maestro considere que su labor consiste en llevar al alumno hasta esas fronteras, a través de la asimilación de cantidades ingentes de información. Tarea cuya imposibilidad debiera ser obvia, no sólo por el crecimiento exponencial (algunos lo denominan ya "explosión") de esa información, sino porque su vida útil - tiende cada vez más a ser menor que el lapso requerido para la "formación" del educando (21).

Sin embargo, y a pesar de todo esto, se han formado investigadores en nuestro país. Algunas universidades han logrado formar pequeños núcleos de investigadores científicos de alto nivel, gracias a sistemas informales, y en gran parte aleatorios, de selección de alumnos más capaces y con mayor interés por la materia. Esto, sin embargo, se ha hecho al margen del funcionamiento docente de tales instituciones (22).

La situación típica consiste en que un alumno que ha logrado superar el escollo de los primeros años de su carrera profesional y que manifiesta tanto interés como capacidad excepcionales, así como un conocimiento del funcionamiento interno de las facultades e institutos donde se hace investigación, logra con ello atraer la atención de un investigador como para que

éste se ocupe de su formación y, eventualmente, lo incorpore como ayudante a su equipo de trabajo (23).

Es necesario recalcar el hecho de que tal mecanismo de selección opera sólo en los últimos años del nivel de licenciatura, pues esto tiene repercusiones importantes respecto al tema - que nos ocupa. Normalmente los primeros años de la carrera, - dada la enorme presión social que existe sobre las universidades para que no restrinjan la admisión, sirven más que nada - como una competencia eliminatoria. A través de medidas draconianas en lo que se refiere a ritmo de trabajo y mecanismos - de evaluación, las facultades eliminan a gran parte de la población estudiantil que ingresa a ellas.

Esto plantea consecuencias serias. Por un lado, los investigadores, que ya de por sí dedican poco tiempo a la docencia, restringen aún más esta labor a los últimos años de la carrera; - por el otro, se retrasa la edad en la que el alumno se incorpora a la investigación. Así se genera, en la medida en que es - válida la conocida relación entre la edad y la productividad (24) en diversas disciplinas, una pérdida y aún desperdicio de talento y productividad.

Más aún, si aceptamos que "... prevalecen todavía las tradicionales formas de transmisión del conocimiento que, además de - limitar las posibilidades del aprendizaje, dan lugar a actitudes pasivas en el estudiante ...", este nuevo retraso significará más años de deformación en el alumno, más años de inyectar una ciencia estéril y escolástica (volveremos sobre esto - más adelante) en un alumno que, como profesional de la investigación, requiere más que nada iniciativa y creatividad en su pensamiento.

Se afirma (25), y es natural en estas circunstancias, que la - actual generación de investigadores de carrera se ha formado - sin una idea clara de lo que era hacer investigación.

Pero volvamos a nuestro "caso típico": el estudiante que ha --

logrado llamar la atención de un investigador, se incorpora entonces a un sistema informal, pero no por ello menos rígido, de formación semi-tutorial. El estudiante transfiere entonces la ubicación de su proceso formativo del sistema escolar-docente al de investigación. Ingresa así a una comunidad pequeña y en no pocas veces elitista, con características propias y muy especiales en lo que se refiere a valores, lealtades, liderazgo, ritos de iniciación, sistemas de aprendizaje, títulos y grados, patrones de conducta, etc.

La personalidad específica que estos elementos perfilan es, por lo tanto, bastante definida y diferente de la que se desarrolla en el alumnado que permanece en el sistema docente formal. Y esto, a su vez, es causa y efecto de la imagen-prejuicio del investigador científico como un ser aparte, excepcional, "el genio que nace, no se hace".

Más aún, dado que en la mayoría de los casos la relación tutorial implica una lealtad intelectual y personal incondicional de parte del estudiante (26), no es sino natural que se inicie una dependencia tanto científica como emocional que hace que dentro de los grupos de trabajo se reflejen los antagonismos y rivalidades que prevalecen entre los investigadores que los encabezan.

Pero más importante para lo que nos ocupa es el hecho de que las habilidades necesarias para la investigación las adquiere el estudiante básicamente por imitación. No sólo no ha sido preparado durante los años anteriores de su formación para esta actividad, sino que debe romper con los hábitos de pasividad y memorización que ella le había imbuido siendo, como es en la actualidad, enseñanza de conocimientos establecidos y ordenados deductivamente. El precio que se paga es caro, no sólo en tiempo, creatividad y recursos, sino también en lo personal para el estudiante, pues el período de "formación" implica una serie de sacrificios escasa o nulumamente remunerados.

Por otro lado, la especialidad o tema de investigación para el estudiante no es resultado de una decisión conciente, si no un proceso también aleatorio, pues los propios planes de estudio que ha seguido "...no lo hacen conciente y responsable de nuestras necesidades ni le muestran las diferentes - posibilidades en el campo de la ciencia" (27).

No son pocas las ocasiones, por lo tanto, en que el estudiante se encuentra con que el problema que ha estado manejando es tan específico que las habilidades que ha adquirido no - tienen aplicación en otros contextos, que las investigacio- nes de que se ocupa son irrelevantes en nuestro país e intrascendentes y obsoletos a nivel internacional.

Esto se agrava aún más cuando es enviado al extranjero para realizar sus estudios de postgrado y "terminar" su formación como investigador (28). Pero, si bien es cierto que las becas en el extranjero pueden desempeñar un papel importante- en la formación de recursos humanos para la investigación, no se explica ni justifica el prejuicio generalizado de que un buen investigador se forma necesariamente en el extranjero. Cabría más bien preguntar si es posible hacer una mejor inversión de los enormes recursos económicos destinados a - becas en el extranjero (29).

El cuadro general exige, entonces, que una persona que ha - estado sometida a un sistema de enseñanza que fomenta la pasividad y la memorización, que considera a la ciencia como- algo establecido y traído de fuera, debe iniciar, en la época tardía de su formación, una actividad nueva, para la que no esta preparado, en un área y contexto desconocidos, y -- que muchas veces no ha elegido concientemente.

¿ Es de extrañar, entonces, nuestro atraso científico y tecnológico ? ¿Debe asombrarnos tanto nuestra dependencia -- científica y cultural ?

Si atendemos exclusivamente a los elementos de carácter institucional que se han mencionado, la solución no sería difícil y de hecho ya ha sido planteada (30): debemos a) crear - una situación que atraiga gente de talento a la carrera ciéntífica; b) inventar un proceso de selección, y c) imaginar - condiciones apropiadas para el trabajo de jóvenes de talento y entrenarlos para que desenvuelvan sus potencialidades.

Sin embargo, este planteamiento debería ser claramente insuficiente. No sólo por cuanto es una solución a todas luces - fragmentaria y parcial, sino por cuanto (y consideramos esto más importante) manejaría la educación de científicos en forma elitista, como si nuestro futuro en este renglón dependiera exclusivamente de un cuerpo selecto de jóvenes a quienes - entrenamos y enviamos a otro mundo, con nuestros mejores deseos, para que nos protejan del atraso y la ignorancia.

En la solución de los problemas que han sido planteados no - debe perderse de vista, además

- 1.- Que en tales circunstancias ese "grupo selecto" de jóvenes se integrará mejor al medio extranjero en el que se formó (31) que incluso al propio medio académico de su - país de origen, no digamos ya al resto de la sociedad;
- 2.- Que para que esto no suceda, el medio al que se ha de integrar el investigador ha de ser tal que valore y retroalimente positivamente su actividad, que aprecie y hagafructificar sus resultados;
- 3.- Que en la actualidad la formación científica es un bien - en sí mismo, es parte esencial de la cosmovisión del hombre contemporáneo y que, en esa medida, todos deben tener acceso a ella;
- 4.- Que el pensamiento científico es a la vez una conquista - y una opción cultural, y que sus elementos deben interacu

tuar con el resto de nuestros valores y elecciones que se dan en la vida social, por lo que debe ser parte integral de la formación que imparten nuestros sistemas educativos en todos sus niveles, al igual que lo son, por ejemplo, - los elementos de nuestra organización política;

- 5.- Y por último, y quizá más importante, que nuestros problemas actuales son en parte fruto de ideas, valores y prejuicios al respecto, que no han sido analizados críticamente, y que han perfilado nuestras instituciones y hábitos educativos, muchas veces sin siquiera haber sido planteados explícitamente.

De hecho, en la configuración de nuestro sistema educativo han intervenido muchas ideas y prejuicios sin fundamento, que abarcan, desde la poca valoración social de las carreras de alto contenido científico y tecnológico (con la consecuente poca importancia que se les ha dado institucionalmente en América Latina (32)), hasta la forma de entender al maestro y sus funciones, así como al alumno, sus capacidades y necesidades en el contexto social en el que se desenvuelve.

Y en efecto, si se concede que el pensamiento científico es a la vez una conquista y una opción cultural, no debiera haber dificultad en aceptar que nuestra capacidad para aprovechar -- sus ventajas y moldear activamente nuestro futuro en este aspecto depende, dadas las circunstancias actuales, de nuestra capacidad para transformar y/o sustituir nuestras ideas, concepciones y hábitos actuales respecto a lo que es la educación misma y, en especial, la educación científica.

Necesitamos y debemos sustituirlas por otras más correctas y - dinámicas, adaptadas y adaptables a nuestras necesidades y recursos reales.

Pero también depende, y quizás en mayor grado, de nuestra capacidad para transformarlas en acciones, hábitos y valores reales y concretos y de aplicarlos en la vida diaria en todos los niveles.

Pues es un hecho que nuestra situación actual no es satisfactoria y que ello es, al menos en parte, producto de la forma en que hasta ahora hemos concebido la educación, tanto en su naturaleza como en su función y contexto social (33).

Las instituciones educativas deben intervenir activamente en la planeación de la sociedad. En sentido amplio, deben intervenir deliberada y concientemente en la determinación y realización del perfil cultural y social deseado para el país, y en especial en el desarrollo de la ciencia y la tecnología al servicio de la sociedad.

Pero, en la medida en que tal perfil involucre al pensamiento científico, a la vez como efecto y como origen de opciones - y valores culturales, esto implicará que las instituciones - educativas actúen no sólo como centros de transmisión de información, sino como centros de educación, investigación y - servicio. Será responsabilidad de ellas entonces, no sólo -- pretender formar investigadores por el beneficio económico - que esto acarrea, sino también por el desarrollo intelectual, cultural y humano que se desprenderá, por cuanto se incrementará el número de opciones culturales más racionales y eficaces en la sociedad.

La formación de recursos humanos para la investigación no debe plantearse sólo a nivel de producción de mano de obra calificada (34). Hacerlo así no sólo pierde de vista el valor-cultural y social que el pensamiento científico tiene para - TODOS los individuos de una sociedad, sino que se condena tal intento al fracaso (como ya se ha mencionado respecto a la - formación de investigadores mediante becas en el extranjero), por cuanto se hace a un lado la responsabilidad del sistema educativo de, no sólo preparar la mano de obra calificada, - sino de socializarla, esto es, integrarla funcionalmente al contexto social que la requiere: "...porque el proceso educativo no se reduce a capacitar al hombre en el manejo de instrumentos, habilidades y destrezas, sino el que cumple otros

finés, como el de la adaptación a las necesidades de la sociedad, de la mano de obra que ella forma. Para ello establece las condiciones deseables con el fin de que su producto - no sea un elemento disfuncional en el sistema de relaciones y valores con que cuenta la sociedad en sus diferentes fases de desarrollo" (35).

¿Es de extrañar, así, que los científicos formados en el extranjero tengan dificultades para adaptarse?

Cuando el sistema educativo como tal, no sólo no genera y -- transmite valores y elementos del pensamiento científico, sino que implícitamente difunde los que corresponden a una visión estática y dependiente del conocimiento (volveremos a esto - más adelante), ¿es de extrañarse que el sector productivo - prefiera la ciencia y la tecnología producidas en el extranjero ? ¿Es de extrañarse que la comunidad científica se queje de su aislamiento y de que no se le concede belligerancia - en el desarrollo del país? ¿es de extrañarse que la forma-- ción de recursos humanos para la investigación se realice al margen del sistema docente?.....

En la situación actual, plantear la responsabilidad del sistema educativo en lo que se refiere a la formación de científicos únicamente en función de su valor económico-productivo sería una opción de hecho. Una opción que pierde de vista el valor cultural del pensamiento científico para una sociedad; que pierde de vista que de hecho, y aún cuando no se lo proponga explícitamente, el sistema educativo cumple una tercera función: la de generación de ideología.

Sin restar importancia aquí a los aspectos y connotaciones - altamente controvertibles del término, entendemos aquí "ideología" como el "conjunto de creencias, sentimientos, valores y representaciones o ideas con que el hombre se explica el mundo que lo rodea, y a través (de los cuales) se sitúa frente a la naturaleza y la sociedad" (36).

Si se cae, como es el caso en los sistemas educativos latinoamericanos (37), en la generación de una ideología dependiente, de hecho se refuerza y perpetúa la dependencia científica y cultural.

Hablando en forma muy general, podría afirmarse que en los países ahora desarrollados ha imperado históricamente una ideología que tiende más a la comprensión y transformación de la naturaleza, mientras que en los países latinoamericanos, también históricamente, ha predominado una actitud de adaptación a ella y de fatalismo religioso.

Sólo en la medida en que los sistemas educativos sean capaces de transformar este tipo de actitudes y sustituirlas por una "cosmovisión" en la que el pensamiento científico sea un elemento esencial, podrá superarse este aspecto ideológico que favorece al colonialismo que ahora padecemos.

Cuando se habla de cambiar las premisas que perfilan nuestro abordaje del problema de la CT (38), debe tenerse presente -- que un factor esencial para ello es precisamente nuestra manera de concebir la educación y su función social.

Y esto tiene consecuencias e implicaciones a todos los niveles. Si el sistema tradicional de enseñanza memorística exige pasividad y repetición en el alumno, si los textos son siempre -- traducidos, si se sostiene la idea de que un buen investigador se forma allá; si persisten los prejuicios de que el maestro debe "estar al día", ser repetidor solamente y tener todas las respuestas, si se hace pensar al alumno que "investigar" significa ir a la biblioteca; se le esta bombardeando constantemente con estímulos que le crean una imagen estática del conocimiento, una renuncia a sus propias capacidades y, en pocas palabras, una cosmovisión dependiente.

No es casualidad que se dé en Latinoamérica una falta de apoyo

crónica y generalizada hacia las instituciones de Ciencia y Tecnología. Pues la indiferencia, e incluso la hostilidad - (39), tienen una base social-cultural que, si bien hasta -- ahora no ha sido conciente, en el futuro debe ser consecuencia de opciones culturales deliberadas y responsables.

Si es lícito ligar a la investigación y a la educación científicas con lo que podría llamarse los proyectos nacionales, debe hacerse con conciencia real de lo que esto significa en todos los niveles y todas la áreas de estas actividades, y de la que debiera ser la relación evidente de dependencia - mutua entre ellas.

Porque muchos son los mitos y prejuicios que por ahora perfilan nuestro sistema educativo, nuestras instituciones de ID y aún los propios problemas y necesidades que consideramos significativos. Estas ideas se hacen presentes de muchas maneras y en muchos contextos.

En la forma deductiva tradicional de enseñar la ciencia, en la utilización de textos extranjeros, el envío constante y cada vez mayor de becarios para que se "formen" allá, en la importación y atención que se concede a las instituciones -- científicas de los países desarrollados (los premios nobel, las revistas especializadas (40), etc.), mientras que las nacionales o regionales son menospreciadas o simplemente no -- existen, en la constante importancia de los "últimos" avances tecnológicos, en el hecho de que sean "expertos" extranjeros los que vengan a resolver nuestros problemas más urgentes - (recuérdese la Revolución Verde, la percepción remota mediante satélites, etc.) en el hecho de que el escaso equipo e instrumentación de laboratorio que se utiliza en nuestras escuelas e instituciones de investigación sea invariablemente comprado en el extranjero, etc., se refleja la idea, tan comúnmente aceptada, de que las fronteras del conocimiento se definen y ensanchan de acuerdo con la investigación según la - realizan los países desarrollados.

Y más aún, se considera que la totalidad de la investigación científica significativa y relevante se agota de esta manera, que no quedan ramificaciones no exploradas o lagunas internas, por lo que no hay problemas nuevos o significativos fuera del contexto definido por las instituciones científicas de tales países.

Nuestra incapacidad para detectar y definir nuestras propias áreas-problema (41) se traduce en muchas consecuencias de orden práctico y en ideas que porfiamos en creer y en hacer creer en nuestras escuelas. El hecho de que pensemos en formar investigadores sólo hasta en los últimos años de la licenciatura es una de ellas y va aparejada a otra. El alumno no es capaz de investigar nada mientras no llegue a los límites mismos del saber actual. (como nos viene de los países desarrollados) y, aún cuando lo lograra, todo lo que haría sería descubrir el hilo negro o, si tiene suerte, el agua tibia. (sobre la crasa falsedad de esto volveremos más adelante).

Por lo pronto es importante hacer notar otra consecuencia grave que se desprende de lo anterior

Paralela a la tesis de la espontaneidad y la imitación (42),- en lo que se refiere al desarrollo socioeconómico, existe su equivalente en lo relativo al desarrollo científico y tecnológico: "Debemos absorber y dominar los conocimientos tal como son producidos en los países desarrollados. Sólo una vez que de esta manera los hayamos alcanzado, podremos hacer investigación al "nivel" de ellos".

Se sigue de esto que la educación científica consiste en, y - ha de impartirse como, un conjunto de conocimientos establecidos, estructurados deductivamente (se parte de los principios y leyes más generales, hasta llegar a sus aplicaciones "prácticas").

Si la labor de la que se considera al maestro responsable es más "estar al día" y "enseñar", que hacer investigación, no es sino natural que se arraige en él, y lógicamente en sus - alumnos, la idea del conocimiento como producto y no como -- proceso. No es sino natural que se desarrolle y perpetúe nuestra visión dependiente de la ciencia y la tecnología. No es - sino natural que en torno a esto se desarrolle una auténtica pedagogía de la memorización, la repetición y la pasividad - intelectual.

Esta pedagogía de memorización de lo estático emerge en todos los contextos de la educación pero, concretándonos sólo al - aspecto científico, recordemos que las asignaturas científicas representan para el alumno sólo largas taxonomías que hay que memorizar (en la Biología, por ejemplo) o largas listas - de fórmulas establecidas y presentadas en forma acabada, de las cuales él tiene que escoger, por memoria o por suerte, - cuál es la aplicable a un ejemplo ficticio, absurdo y ocioso que el autor del texto (extranjero) le presenta; o bien recordemos las prácticas de laboratorio que recuerdan más bien recetas de repostería, en las que se trata sólo de verificar o "comprobar" algo perfectamente establecido y donde está ausente, por completo, la dinámica del verdadero descubrimiento.

Porque en el mejor de los casos el Método Científico es mencionado al principio de los cursos en forma abstracta y estéril, para pasar inmediatamente al desarrollo de los contenidos. Y los contenidos se convierten en el eje de la columnavertebral, en el cuerpo y en la totalidad de los cursos "científicos".

¿ Es de extrañarse entonces que tengamos tan pocos investigadores ? ¿ No es más bien lógico que hayamos caído fácilmente en la molición fatalista de que, al fin y al cabo el investigador, el científico, es un genio en un millón, que nace, - no se hace ?

Porque dadas las características de nuestra educación científica es REALMENTE un hecho excepcional que alguien llegue a los últimos años de la licenciatura con un ligero remanente de curiosidad, capacidad para investigar, para pensar original y creativamente. Hace aproximadamente 40 años que en textos elementales de popularización de filosofía de la ciencia* (43) se habla de que no es de ninguna manera lo mismo el orden deductivo-jerárquico del conocimiento científico (el adoptado en los textos) que el orden inductivo de su descubrimiento. Y nosotros seguimos "formando" investigadores a través de la memorización de estructuras deductivas.

Pero aún cuando por ese camino se lograra eventualmente formar investigadores, se olvida el hecho cada vez más evidente de que la ciencia (como información y conocimientos) se produce en los países desarrollados mucho, mucho más rápido de lo que una persona puede asimilarla.

Más aún, al menos dos de los elementos inherentes a la naturaleza social de la actividad científica deberían llevarnos a pensar que es insensato concebir la educación científica sólo en función de los conocimientos y la información que resultan de tal actividad

- 1) La proporción de la suma existente de conocimientos científicos de la que dispone cada hombre de ciencia, va disminuyendo con cada generación (44).
- 2) La vigencia o vida útil de tales conocimientos es cada vez menor, dada la esencial perfectibilidad (45) y la autocrítica constante que se da en el quehacer científico.

De los países desarrollados, desde luego.

Claramente, esto implica que cada vez es mayor la dificultad para que una persona asimile toda la información que se produce en una cierta disciplina, antes de que al menos una parte de ella se vuelva obsoleta; y que cada vez será mayor el grado de especialización necesario, especialización que, como - hemos visto, sólo en pocas ocasiones es conciente y deliberada.

Pero más grave todavía es la pérdida de originalidad y creatividad que se da al invertir el 80%, o más, de los años de formación sólo en memorizar. Si tomamos en cuenta la tan mencionada relación entre la edad y la productividad de los científicos (46), incluso tomando en cuenta las variaciones específicas de cada disciplina se puede ver que el esfuerzo por - formar mentes enciclopédicas tiene un costo social, tanto humano, como cultural y económico. Pues en la producción científica, que es vital para una sociedad, la "mano de obra" no puede desperdiciarse.

Pero desde luego, como ya hemos afirmado, la educación científica no debe plantearse únicamente por el beneficio socio-económico que produce, pues es también, ineludiblemente, un núcleo de valores y opciones culturales. Puede, por ejemplo y en las actuales circunstancias, ser a la vez causa y efecto - de los valores necesarios para la superación de la dependencia tecnológica y cultural que padecemos.

Para ello, sin embargo, debe romper precisamente con aquellos elementos que desde su propio interior la hacen dependiente; debe orientarse más bien hacia su aspecto dinámico (el USO-del Método Científico), que hacia el estático; debe preparar más para plantear y resolver problemas nuevos, que para memorizar las soluciones ya encontradas.

Puede entenderse la educación como el "...intento deliberado de transmitir habilidades y valores, lo mismo que formas de - cultura y comportamiento requeridas por el sistema al que se pertenece" (47).

Una reflexión coherente sobre lo que éste planteamiento puede tener de verdad, debería ser suficiente para que nuestras instituciones educativas tuvieran un perfil muy distinto del que ahora tienen. Por ahora preparan para la memorización, la pasividad intelectual, la dependencia, la copia y el consumo; la educación que en ellas se imparte es más informativa *que formativa*.

¿ Son estas habilidades, valores y formas de comportamiento - que más necesitamos ?

Si deseamos impulsar la Ciencia y la Tecnología, generar una tradición científica propia, crear una masa crítica de investigadores, disfrutar de los valores económicos y culturales - que se derivan de la ciencia, si necesitamos, por lo tanto, - formar gente que HAGA ciencia ¿ Qué es la Ciencia ?

"Una ciencia (la biología, por ejemplo) es producida por un - GRUPO de personas que emprenden ciertas ACCIONES (observación, experimentación, reflexión) que conducen a ciertas interacciones que sólo pueden producirse por medio de las COMUNICACIONES (artículos, informaciones orales, libros, comprendidos aquí - los manuales) y que se dirigen esencialmente a los especialistas de esta ciencia, pero también hacia el mundo exterior. --

* Es importante para nuestros propósitos la distinción que ha dado en hacerse entre dos tipos de educación: una moderna - "formativa" y la otra tradicional "informativa". Aunque en el texto trabajaremos sobre algunas de las características - que las distinguen, no haremos por ahora una caracterización completa de ellas.

Esta actividad es llamada ciencia cuando alcanza la característica de REPRODUCIRSE a sí misma de una generación a otra, por medio de una preparación educativa específica. Además, una ciencia es un sistema HISTORICO Y DINAMICO que se transforma a sí mismo de una determinada manera" (48).

Puesto que los objetivos y necesidades que hemos venido mencionando requieren no un acervo de información, ni un simple banco de datos, no podemos seguir entendiendo a la educación científica como la memorización de conocimientos establecidos.

Debemos entender a la ciencia como un PROCESO, realizado a través de ACCIONES E INTERACCIONES de un grupo de personas. Es obvio entonces que, aparte de los marcos institucionales que para ello se requieren, es imprescindible FORMAR a las PERSONAS en función de la ACTIVIDAD que van a desarrollar.

Por otro lado, no sólo la lectura más elemental de la filosofía de la ciencia (49), sino la observación directa de las actividades e instrumentos de comunicación empleados por los científicos debería ser suficiente para ver que

- 1) La ciencia no es sólo un cuerpo estático de información, - no es sólo información, puesto que
- 2) involucra acciones e interacciones sociales, con los consiguientes valores y patrones culturales, y
- 3) Tanto como grupo o subsistema social, como su cuerpo de - conocimiento, es dinámico, autoreproductor y auto corrector.

Todo esto apunta a que son los SUJETOS que intervienen en esta actividad el elemento y el fin esencial (puesto que, internamente, satisfacen necesidades propias), así como los auto-

res del beneficio social que acarrea, tanto como fuente de tecnología, como de valores y cultura (cosmovisión). Se trata entonces, de transferir la ubicación de lo que en nuestra concepción de la educación científica consideramos como elemento central. El lugar que hasta ahora ha sido ocupado por la información y los contenidos, corresponde en adelante al sujeto (el alumno), con las habilidades, criterios y valores que el desempeño de la actividad requiere.

Pues lo que define al científico no es el campo de estudio; lo define más bien su actitud y conducta en el planteamiento y solución de problemas. No es el conjunto de rasgos y poses más o menos mitológicas creados por las películas de ciencia ficción, es más bien el ejercicio de habilidades, valores, etc., para buscar explicaciones y modelos siempre provisionales para comprender los fenómenos naturales y sociales.

Lo mismo que tantas veces se ha planteado (50) respecto a la formación de profesionales, por cuanto a que han de incorporarse a un sistema social para garantizar su permanencia o estabilidad, o bien para cambiarlo, es válido para la formación de los científicos.

Ahora bien, ¿ Es posible FORMAR investigadores ? ¿ Es posible pasar de una etapa en la que la formación de científicos se reduce a seleccionar cerebros, a esperar que se produzca espontáneamente la aparición de aquel genio, que es uno en un millón, a otra en la que se prepara a TODOS para abordar problemas científicamente ? ¿ Es posible ENSEÑAR las habilidades, criterios y valores que corresponden a tal actividad ?

Sostenemos que sí y que, aún cuando debiera ser tarea de todo nuestro sistema educativo, en la EMS es posible obtener resultados significativos al respecto.

Pero definamos con precisión lo que pretendemos y lo que po
demos hacer.

* * * * *

En la Educación Media Superior se han dado ya cambios, plan-
teamientos y decisiones que concientemente tocan algunosde -
estos aspectos.

En la Primera Reunión Nacional de Directores de Enseñanza Me
dia Superior, llevada a cabo en Villahermosa, Tabasco, en --
Abril de 1971, se formuló una serie de directrices y plantea-
mientos respecto a los objetivos que corresponden a la educa-
ción en este nivel y la forma de alcanzarlos. En sus reunio-
nes posteriores (en Querétaro, Qro., en Mayo de 1975 y en Gua-
najuato, Gto., en Agosto de 1976) estos criterios y plantea-
mientos han sido ratificados y ampliados en lo esencial.

Así mismo la Asociación Nacional de Universidades e Institu-
tos de Enseñanza Superior (ANUIES) en su Asamblea de Octubre
de 1972 determinó una serie de criterios y elementos especí-
ficos de trabajo en lo referente al Bachillerato que también
han sido un paso adelante en este sentido.

Tal y como estos elementos han sido aplicados en el Colegio-
de Ciencias y Humanidades (CCH) y en el Colegio de Bachille-
res, y sobre todo en la estructuración inicial de éste último,
son relevantes para nuestros propósitos los siguientes

- a) "El nivel superior de la enseñanza media, con duración de-
tres años deberá ser formativo, en el sentido genérico de
la palabra, más que informativo o enciclopédico....."
Respecto a esto, se señala como unas de las finalidades --
primordiales, para el caso del Colegio de Bachilleres

"Que sea formativo, entendiendo por formación el desarro-

llo de las habilidades y actitudes que caracterizan al pen
samiento racional objetividad, rigor analítico, capacidad
crítica, claridad expresiva. Una formación de esta naturale
za hará posible que el estudiante asuma una acción responsa
ble, lúcida y solidaria como miembro de la comunidad... Que
capacite para el ejercicio de los métodos y el uso de la in
formación básica de las ciencias de la naturaleza y la cul
tura".

- b) A estas finalidades generales de la Educación Media Superior
corresponden, entre otros, los siguientes objetivos especí
ficos

"Promover el aprendizaje de las estructuras lógicas del pen
samiento científico, para que el estudiante desarrolle la
capacidad de valorar y criticar contenidos informativos, -
descubrir y plantear problemas de ciencia, imaginar y pro
poner soluciones y aplicar procedimientos de verificación
científica"... "Proporcionar los elementos del Método Expe
rimental y el contenido esencial de las ciencias naturales,
de tal manera que el aprendizaje se realice en forma inter
disciplinaria y la adquisición de información sea siempre
un eje del Método Científico"...."Proporcionar los elemen
tos básicos del Método y el contenido de las ciencias his
tórico-sociales en forma interdisciplinaria, de tal manera
que el estudiante pueda percibir la interdependencia y uni
dad de los fenómenos de la sociedad, procurando que el ---
aprendizaje de los conceptos teóricos se integre con el --
análisis de realidades cercanas al estudiante".

- c) Se reconoce que "La enseñanza de las ciencias naturales -
ha sufrido una deformación y desvitalización semejantes a -
las que se han presentado en otros campos de la enseñanza -
media. Normalmente el aprendizaje de la Física, la Química-
y la Biología se ha concretado a la memorización de leyes -
y fórmulas, el conocimiento de taxonomías y largas listas -
de propiedades y a la realización de prácticas muy pobres y

en condiciones generalmente inadecuadas. Ha faltado la enseñanza del método de la ciencia; se ha separado arbitrariamente unas disciplinas de las otras, y sólo por excepción se ha relacionado el conocimiento teórico con la explicación de procesos reales y perceptibles para el estudiante", para remediar lo cual se propone: "Centrar el -- proceso de enseñanza-aprendizaje en el método científico y en particular en la metodología de las ciencias empíricas (...). Vincular los contenidos informativos con situaciones concretas de tal forma que, utilizando un enfoque inductivo, la situación que se analice plantee la necesidad de la explicación científica y sea, simultáneamente, el objeto en el que la teoría se verifica".

d) En la III Reunión Nacional de Directores de Enseñanza Media Superior, en Agosto de 1976, se especificaron como - objetivos generales de la materia Metodología de la Ciencia, como parte del tronco básico común en los planes de estudio de tales instituciones a nivel nacional los siguientes

I. El estudiante aplicará el método científico para la solución de problemas y para la interpretación de fenómenos del mundo que le rodea;

II. Utilizará las herramientas lógicas del pensamiento científico para valorar contenidos informativos, descubrir y plantear problemas de ciencia, imaginar y proponer soluciones y aplicar procedimientos de comprobación científica;

III. Evaluará críticamente el carácter científico de las diferentes ramas del saber.

Se concede, además, que la materia debe considerarse como "instrumental e integradora", de manera que sirva de ayuda al desarrollo de los contenidos de las otras asignaturas; debe desembocar en investigación-

realizada por el propio estudiante, más que en prácticas realizadas rutinariamente*.

se busca, en términos generales, transformar la educación de este nivel para hacerla formativa, más que informativa, interdisciplinaria más que enciclopédica, etc.

Pero la verdad es que, a pesar de los intentos que hasta ahora se han hecho, no estamos más cerca de nuestro objetivo que al principio, si no es que, en realidad, las cosas han empeorado. Las razones de esto pueden ser muchas. Analizaremos aquí solamente las que parecen más importantes - en este contexto

- 1) En primer lugar, desde luego, está la misma conformación y concepción general de la educación científica de la que hemos venido hablando.
¿Cómo haremos que investigue con sus propios recursos un alumno al que hemos enseñado por todos los medios a aceptar pasivamente y memorizar todo aquello que el maestro y los libros le dicen ?
Porque un mínimo de coherencia, debe hacernos aceptar que el Método Científico (MC) se da y se ejercita en la investigación misma, y no en el papel ¿Cómo es que hemos caído en la desafortunada situación - de que hablar de "investigación" sea sinónimo, tanto para alumnos como para maestros, de hacer una tediosa visita a la biblioteca ?.
- 2) Porque **NO TENEMOS IDEAS CLARAS SOBRE LO QUE PRETENDEMOS ENSEÑAR**, las versiones que del Método Científico se ofrecen en los libros de texto son obsoletas, vagas y discrepantes.

* Los subrayados son nuestros.

- 3) Porque, para variar; no partimos de la observación directa de lo que un científico hace al investigar (no digamos ya de la investigación propia), sino de lo que LOS LIBROS nos hablan de ella, olvidando que quienes los escribieron (sobre todo en el caso de la Filosofía de la Ciencia) tenían una perspectiva distinta y muy diferentes son los problemas que pretendían resolver*.
- 4) Por último, como triste colorario de todo esto, porque cae mos nuevamente en TRANSMITIR INFORMACION RESPECTO AL METODO CIENTIFICO, sin haberlo aplicado nunca, sin pensar que sólo puede tener sentido en y para la práctica.

Siendo una actividad social, la investigación científica involucra habilidades, conceptos, criterios y valores. Por lo tanto, en la Enseñanza Media Superior la tarea de FORMAR investigadores presupone la solución de al menos dos problemas

- 1) Determinar y elaborar, en la medida de lo posible, un inventario de tales habilidades, conceptos, criterios y valores, que sean al mismo tiempo elementales y generalizados (si no universales) en tal actividad.
- 2) Seleccionar, de entre ellos, los que proceda enseñar de -- acuerdo con:
 - a) El nivel y capacidad del personal docente.
 - b) La cantidad de información científica manejada FUNCIONALMENTE por el alumno.
 - c) Los parámetros de interés y motivación del alumno respecto al tema que investigue.
 - d) Los recursos de tiempo para trabajo de aula y asesoría-disponibles.

* Volveremos sobre esto en el Capítulo III.

El primero de estos puntos es tratado en el Capítulo II de este trabajo y el segundo en el Quinto.

Por otro lado, puede considerarse obvio que es necesario el plantear constructivamente el perfil que SI deben tomar los papeles del alumno y el maestro para que tenga algún sentido el objetivo y los métodos que proponemos

Partiendo del supuesto de que se reconoce la necesidad de - salir de la situación de "esperar a que surjan" vocaciones- científicas entre los alumnos, y de que es necesario y posi- ble que el sistema escolar-docente (y particularmente en la Enseñanza Media Superior) asuma un papel y una responsabi- lidad significativas en este aspecto, no es difícil ver que - el elemento crítico es cada vez más claramente el maestro.

Dado el cuadro que hemos expuesto, el trabajo espontáneo de investigación es raro y excepcional. Y no sólo porque al - alumno se le premia normalmente por su pasividad y capaci- dad mnemotécnica, es decir, porque en el medio ambiente son raros los elementos que lo motivan hacia la investigación. También, y en una forma al menos tan importante como esto, porque la investigación requiere tanto de HERRAMIENTAS con- ceptuales como de una DISCIPLINA que aumenten la probabili- dad de que las inquietudes cristalicen en resultados posi- tivos, y que éstos a su vez refuercen las conductas tendien- tes a satisfacer una curiosidad que de hecho es espontánea, si es que no innata, en los alumnos.

Ahora bien, de esto se derivan al menos tres elementos que determinan la capacidad de un maestro para impartir una -- FORMACION científica

- 1) Su habilidad para identificar y reforzar las conduc- tas exploratorias inquisitivas* de los alumnos;

* Aunque no es el caso discutirlo aquí (y para ello remitir

- 2) Su capacidad para inculcar los valores que norman la actividad científica, hasta desembocar en una disciplina-que norme la acción; y
- 3) Su conocimiento de las herramientas conceptuales aplicadas y necesarias en la investigación, así como su habilidad para seleccionarlas y proporcionarlas al alumno - CUANDO Y EN LA MEDIDA QUE LA PRACTICA LAS HAGA NECESARIAS.

Aceptando la necesidad de estos elementos, parecería claro que es indispensable que el maestro haya vivido las experiencias de la investigación para poder realizarlos. Y sobre esto hemos de insistir muchas veces.

Se trata de cambiar cualitativamente las labores por las - que es reconocido y valorado el papel del maestro. No se - trata ya de "tener todas las respuestas", ni de ser sólo - un monitor de información (del libro al alumno). Se trata - de ser capaz de investigar y de enseñar a investigar.

Se trata de cambiar aquella imagen del maestro venerable, - que trabaja solo (literalmente) en la repetición añeja de-

* mos al lector más bien a los capítulos II y IV) se podría sostener que, en principio, no se trata de imbuir al alumno actitudes o conductas que le sean ajenas. Se trata más bien, de hacer resurgir actitudes y/o conductas que se presentan normalmente, y en diferentes etapas, en el individuo. Si estos términos asustan, recuérdese que el hombre, como todo organismo animal necesita, para poder sobrevivir, CAPTAR Y PROCESAR INFORMACION del medio ambiente, para poder responder con la conducta adecuada. Se puede sostener que el pensamiento científico no es sino el desarrollo -- máximo de estas capacidades, el que históricamente ha tenido más éxito.

un curso siempre igual, con el mismo texto y/o los mismos apuntes que usaba hace 15 o 20 años, etc., por la de un maestro -- que forma parte de un equipo de investigación que intenta sistemáticamente, y sobre bases experimentales (científicas), mejorar los métodos y contenidos de la enseñanza.

Se trata de sustituir al maestro que egresó hace x número de años de la escuela, con un bagage de conocimientos estático y establecido, que envejece y se deteriora lentamente, por uno -- que está familiarizado con la investigación en su disciplina.

Se trata de sustituir al maestro de formación técnica, orientado sólo a la aplicación de los conocimientos científicos, - por otro orientado al descubrimiento de los mismos.

Sólo si el maestro conoce el proceso de investigación, tal como de hecho se lleva a cabo en las diversas disciplinas, puede captar los procesos, estructuras y herramientas que en ella se dan y se requieren, para de ellos reconocer y determinarlo que puede enseñar a sus alumnos.

No basta conocer textos de Metodología de la Ciencia, mucho - menos los de Filosofía de la Ciencia. Es indispensable el HACER investigación. En el último y peor de los casos, debe conocerse la investigación de primera mano, a través de las revistas científicas especializadas, de las revistas en las que los propios investigadores reportan los avances de su disciplina.

Una vez despierta en el alumno la inquietud por investigar, la labor del maestro deber ser la del líder de un equipo, debe - conocer las posibilidades de cada uno de sus alumnos y de cada uno de los equipos integrados, estar constantemente alerta para sugerir conexiones, analogías, posibilidades de transferencia o convergencia; debe tener imaginación creadora para sugerir caminos de investigación y habilidad para inculcar una disciplina que mantenga a las investigaciones en cauces que permitan cumplir cada vez en forma más precisa con los criterios - del pensamiento científico.

Se ha sostenido que: " El arte de la enseñanza es sobre todo el arte de enseñar a los alumnos a descubrir por sí mismos. (...). Es una verdad elemental de la pedagogía que sólo se aprende y se comprende bien cuando se tiene la sensación de que uno descubre por sí mismo" (51).

En su forma más radical, esta posición ha planteado que "La única educación digna de este nombre es la autoeducación, y las únicas directivas que el educador debe dar en el transcurso del proceso de educación consisten en orientar a los estudiantes en ciertas direcciones y en proporcionarles ciertos instrumentos de investigación" (52).

Si bien se puede argüir que esta posición es demasiado radical, o que no lo es suficientemente, es tarea personal y profesional de cada maestro el determinar el punto adecuado de ese continuo en el que debe ubicarse, tomando en cuenta su propia situación y la de sus alumnos.

Pero lo que no puede estar a discusión es que, en una educación científica auténtica, debe transmitirse, tanto como sea posible, una imagen viva e inductiva de la ciencia, es decir, una imagen que permita verla como una actividad de continuo-descubrimiento.

Y esto no puede lograrse si continuamente se presentan al -- alumno sólo las respuestas, si sólo se maneja la ciencia como un cúmulo de conocimientos ya establecidos y ordenados deductivamente. No puede lograrse si el maestro no deja de ver su papel como el sólo saber siempre más que los alumnos, para transmitirles información que contesta a preguntas que, en la mayoría de los casos, nunca se han hecho realmente.

La única manera de lograrlo es que el maestro motive y refuerce en los alumnos las inquietudes de investigación, que los lleve a plantearse preguntas. Y no - insistimos - para darle a continuación las respuestas. En lugar de eso, para inculcarles la disciplina necesaria para que busquen por ellos mismos

las respuestas y darles las herramientas que hagan más probable el éxito.

Se ocurre de inmediato la objeción de que lo único que se obtendrá con ello es que el alumno descubra "el agua tibia" o "el hilo negro" y, en el mejor de los casos, "el Mediterráneo".

En primer lugar esto es en principio falso o, al menos, no necesariamente verdadero. Pero aún si hubiera que concederlo, eso no sería de ninguna manera negativo, pues en el camino se habrán adquirido tanto valores como habilidades necesarios para llevar adelante una investigación sobre criterios científicos; se habrá fortalecido la confianza en el alumno en su capacidad para descubrir algo por sí mismo.

¿ Y no son éstos objetivos deseables ?

Pues no debe olvidarse que la formación de un científico, como la de cualquier otro profesional, debe ser integral debe incluir, además de la información que ha de manejar, la FORMACION, es decir, las habilidades que le permitirán desempeñar con éxito su actividad, y los valores que le permitirán integrarse productivamente a la comunidad en la que ésta se practica.

El punto de referencia para esto puede plantearse a partir del modelo que ya hemos planteado

Siendo la investigación científica el conjunto de acciones e interacciones que se desarrollan en el seno de una comunidad bien definida, y considerando que para que pueda preservarse como tal deben ingresar a ella constantemente nuevas personas debidamente capacitadas para llevar a cabo tales acciones e interacciones, - es natural que surja la necesidad de formar realista e integralmente a tales nuevos elementos.

Hasta ahora la educación científica se ha manejado casi exclusivamente en el terreno de la información. No sólo se ha descuidado la determinación de las habilidades específicas deseables, se

ha caído. más bien, en enseñar conciente e implícitamente las habilidades que corresponden a la captación y retención de información. El propio criterio de evaluación de los cursos se maneja en el terreno de la capacidad memorística y no en el desempeño del alumno en las actividades propias de la investigación.

Cambiar esto no es fácil. Para empezar, implica en el maestro el conocimiento y dominio de tales actividades. Pero implica más que nada un cambio de criterios en cuanto al rendimiento del trabajo en el aula y, como hemos afirmado ya, los criterios para evaluar su propio rendimiento como maestro.

Y en este sentido la inercia que hay que vencer es enorme.

Pero, nuevamente, debe considerarse al maestro como elemento coadyuvante en la reproducción de la comunidad científica. En ella, los procesos de producción del conocimiento son constante y explícitamente revisados, buscando el perfeccionamiento de los métodos y los criterios de verificación.

El pensamiento científico no es esencial o cualitativamente distinto del que usa el hombre de la calle, la diferencia está en el grado de disciplina aplicado para desarrollar y emplear métodos y criterios de verificación.

Si esto es cierto, corresponde al maestro (y al sistema educativo en general), el proporcionar el entrenamiento necesario para emplear tales métodos (habilidades) y adquirir esa disciplina (criterios y valores).

Y es claro que esto no es posible en tanto el maestro no viva la experiencia de la investigación. Debe superarse la concepción que divide la educación científica en dos etapas distintas y mutuamente excluyentes, si no es que opuestas. Tanto el maestro como el alumno aprenden a considerarlas así y no es raro oír al maestro afirmar que las demandas de la enseñanza no le dejan tiempo que pudiera dedicar a la inves

tigación (la contradicción debe ser ya evidente) y que al alum no se le inculque la triste idea de que no podrá investigar -- (producir conocimiento) nada, hasta que no haya memorizado todo lo que hay en los libros.

El alumno vive cada vez más en medio de una explosión de infor mación. ¿ Qué tiene más sentido enseñarle a asimilarla indis criminaadamente, o enseñarle a emplear los criterios para deter minar qué información vale la pena assimilar y cuál no ? Cada vez circula más "información" que se reviste a sí misma con el calificativo de científica. Tantos fraudes y charlatanerías pa san por tal, ante la incapacidad de la gente para discernir lo verdaderamente científico de lo que no lo es. ¿ No debe ser es to al menos parte de la responsabilidad del maestro ?

De considerar al maestro como simple monitor de información o repetidor de un curso bajo un programa rígido y estático, debe pasarse a conceder la debida importancia a su juicio de lo que es pertinente que se enseñe, siempre y cuando tales juicios es tén basados en experiencias bien dirigidas y controladas expe rimentalmente, pues es él quien vive la experiencia de la ense ñanza y (debe vivir) la investigación.

Tanto el maestro, como quienes evalúan su trabajo, deben valo rar, apreciar y reforzar las conductas tendientes a HACER APOR TACIONES (científicas y pedagógicas) y no sólo las tendientes a "enseñar y estar al día" respecto a los avances de su disci plina en otras partes.

¿ O es de veras inevitable que la educación se siga manejando a nivel folklórico y artesanal ? Hasta ahora, la demanda explo siva de educación ha provocado que la mayoría de los maestros del nivel medio superior sean improvisados.

Hay mucho que hacer en el campo de la pedagogía.

Pero si formar maestros es difícil, más parece serlo el formar los además como investigadores.

¿ Por qué no atacar ambos problemas a la vez ? ¿ Qué pueden hacer las instituciones educativas para ello ?

Si el aula es el campo profesional del maestro, el medio en el que se producen los fenómenos que para él tienen sentido e importancia ¿ no puede enseñarsele a conocerlos científicamente ?

De hecho, a la institución corresponde el requerir del maestro compromisos explícitos respecto a la profesionalidad de su trabajo. En este contexto un profesionalismo bien entendido implica

- a) El ejercicio de la profesión (en este caso la investigación, ya sea científica o pedagógica) que se desea enseñar o, mínimamente, su conocimiento de primera mano, y
- b) El esfuerzo sistemático, racional y dirigido, sobre bases experimentales, para mejorar tanto los contenidos como los métodos de enseñanza.

Esto permitiría integrar plantas docentes estructuradas en equipos de investigación (ya sea en las respectivas disciplinas o respecto al propio proceso educativo) que a través de compromisos explícitos con la institución hicieran APORTACIONES tanto a la ciencia como al proceso educativo.

Pues no podemos seguirnos contentando con esperar a que en el extranjero surjan los descubrimientos y las innovaciones didácticas para, después de lo que tardan en llegar a nuestro País, iniciar el lento proceso de difusión de teorías y prácticas que en la mayoría de los casos ni siquiera estamos seguros de que sean aplicables aquí.

¿ Por qué no iniciar nuestras propias investigaciones al respecto ?

Incluso en documentos oficiales se habla de "(Ampliar) los pro

gramas de formación de recursos humanos para la investigación y la docencia, de manera que se ejerzan en forma complementaria y no como opciones excluyentes" (53).

Investigar científicamente no es ninguna capacidad esotérica, está al alcance de cualquier persona con un mínimo de disciplina y ciertas habilidades. Se puede decir que es una obligación mínima para quien pretende enseñarlo. Por otro lado, el proceso educativo en general es prácticamente virgen por cuanto a ser investigado científicamente.

¿ No puede cada institución diseñar sus propios programas para resolver ambos problemas ? ¿ No puede plantear a su planta - docente compromisos explícitos al respecto, que beneficiarían a todos ?

¿ Qué se puede decir respecto al papel y la participación deseables en el alumno a lo largo del proceso ?

Para empezar, insistiremos una vez más en que mientras se siga entendiendo la educación a la manera "tradicional" (el -- maestro como exclusivamente transmisor de información y el - alumno como receptor pasivo), no será sino lógico que se considere al alumno incapaz de desempeñar por sí mismo una actividad crítica y creadora como es la investigación científica, y de adoptar un papel activo y responsable en su propia formación. Mientras su papel se reduzca a "absorber" información, no se le concederá en momento alguno la capacidad para "generar" conocimiento.

Más aún, normalmente se piensa que será al momento de terminar su carrera, a nivel licenciatura, cuando súbitamente comenzará a ser productivo.

Pero, ¿Cómo habría de suceder esto? Cuando se invierten tantos años en hacer que el alumno memorice y acepte información --

pasivamente, la hipótesis que parece más probable es que el sistema espera que se produzca una "saturación" o "masa crítica" en el cerebro del educando, coincidente con la recepción del título profesional, a partir de lo cual comenzará a "producir", a ser responsable y activo, a resolver problemas en forma disciplinada y creativa, etc. Una persona que durante años ha recibido el entrenamiento opuesto, culminará su formación iniciando actividades para las cuales no ha sido preparado.

¿ Es de extrañar, en este marco, que los investigadores se formen fuera del sistema escolar-docente ?

Es claro que el cambio necesario requiere, al menos, el rediseñar los cursos y el trabajo del aula de manera que se dé en ellos más importancia a las cosas que él puede descubrir por sí mismo (aún en el improbable caso de que sea "el agua tibia") orientándolo en ese sentido y dándole herramientas para ello, y de manera que se refuercen lo más posibles las conductas y las iniciativas de investigación.

Por ejemplo, es necesario sustituir la presentación de principios y leyes ya establecidos, que normalmente se hace en forma deductiva y sólo para desembocar en la aplicación de fórmulas (memorizadas también) a la solución de "problemas" y "ejemplos", por una serie de habilidades y valores que permitan al alumno observar sistemáticamente un fenómeno, captar y plantear los cambios y relaciones que en él percibe, proponer hipótesis y formas de comprobarlas, etc.

No importa si llega a conocimientos ya establecidos, lo que importa es que en el proceso se entrena en aplicar y emplear conceptos, habilidades y valores para encontrar las respuestas a preguntas que él mismo se hace. Lo importante es que, en la medida en que consiga esto, se reforzarán en él tales conductas y, en última instancia, se enfrentará a la investigación con confianza en su propia capacidad para conocer por sí mismo.

También, y sólo como otros ejemplos, podemos mencionar que es necesario sustituir las prácticas de laboratorio en las que se sigue un procedimiento rígido y preestablecido sólo para comprobar algo ya aprendido en aula, por otras en las que se presenten al alumno problemas (o mejor aún, que fueran planteados por él mismo) y se le dé la máxima libertad para que por sí mismo aplique las habilidades necesarias (que deberán manejarse como prerequisites) para diseñar procedimientos experimentales, verificar sus propias hipótesis, etc.

Debe reducirse al mínimo el procesamiento mecánico (cálculos) de información, que puede y debe hacerse por medio de máquinas, y más aún emplear éstas al máximo para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y dedicar más tiempo al pensamiento crítico y creativo.

Como síntesis y corolario, puede afirmarse respecto a la relación maestro-alumno, que debe plantearse en los mismos términos en los que se dan las interacciones entre los investigadores de una determinada comunidad científica, esto es, debe plantearse en torno a los procesos de PRODUCCION del conocimiento tanto o más que en términos de transmisión de información.

Su finalidad puede plantearse en diferentes niveles, según la inclinación del propio alumno hacia la labor y el pensamiento científicos. Desde el sólo proporcionarle los criterios para discriminar la información científica de la que no lo es, hasta el permitirle contar con las herramientas necesarias para producir el conocimiento de su propio medio ambiente y el que su trabajo profesional requiera.

En los mejores casos se trata de incorporar al joven lo antes posible a la comunidad y creación científicas, a través del entrenamiento adecuado, para aprovechar al máximo su curiosidad y creatividad en una tarea cuya necesidad ya no está a discusión.

N O T A S

1. Véase, por ejemplo, el No. 12, Vol. 28 de la revista COMERCIO EXTERIOR: "Aspectos de la Política de Ciencia y Tecnología en el Tercer Mundo"; los textos del II Seminario Metodológico sobre Ciencia y Tecnología, del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA, realizado en Abril de 1972; LA CIENCIA EN MEXICO, Cañedo & Estrada, F.C.E. México, 1976; El Programa Nacional de Ciencia y Tecnología-1978-1982 del CONACYT; etc. Se citan aquí obras colectivas, independientemente de que muchas obras individuales (que se rfa más largo mencionar) compartan estas premisas.
2. Véase, precisamente, los artículos "Tecnologías Científicas y Tradicionales en los Países en Desarrollo" de A.O. Herrera y "Los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología en -- América Latina, Exitos y Fracasos del Primer Decenio", de E. Amadeo, en el número citado de la revista Comercio Exterior, entre otros.
3. Véase las mismas obras citadas y, especialmente: Herrera, Op. cit.; Amadeo, op.cit. y las colaboraciones de Tomás Garza, - Leopoldo García Colín, Gerardo Bueno Zirión, Guillermo Soberrón, Agustín Ayala Catañares y Miguel Wionczek en LA CIENCIA EN MEXICO; y los trabajos de Francisco R. Sagasti en la revista y documento de la OEA citados.
4. Véase el "PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA 1978-1982" que ha sido publicado por varias revistas, entre ellas: CIENCIA Y DESARROLLO (No. 23, No.v-Dic., 1978) y "Comercio - Exterior" (Diciembre de 1978) y en forma directa por el propio CONACYT.
5. No siempre se manejan afirmaciones explícitas al respecto, mas tampoco es raro encontrarlas. Véase, por ejemplo: "LAS FUNCIONES DE COORDINACION EN EL DESARROLLO DE LA EDUCACION SUPERIOR Y LA INVESTIGACION", de Eugenio Méndez Docurro, en la Revista de la Educación Superior, No. 4 (24), Octubre - Diciembre de 1977, p. 50 (véase también, nuevamente, los trabajos citados, en general). En la mayoría de los casos, sin embargo, se manejan más bien implícitamente, como premisas entendidas y fuera de discusión.
6. Véase los trabajos citados, principalmente los incluidos en "LA CIENCIA EN MEXICO" (op. cit.).

atraso y dependencia científico y tecnológicos.

13. Véase el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982, principalmente los capítulos IV y V.
14. Aunque esta idea es común a casi la totalidad de los trabajos citados, pueden verse las formulaciones más claras y explícitas en los Trabajos de Sagasti (Revista de Comercio Exterior citada, p. 1498 y ss.) y Miranda Pacheco -- (obra citada, p. 91 y ss).
15. Nuevamente, estas ideas aparecen con frecuencia en la literatura citada. Sin embargo, conviene citar aquí el Artículo: CIENCIA PARA LA PRODUCCION de Salvador Malo, aparecido en el No. 5, Vol. 9 (Octubre de 1978) de la Revista NATURALEZA. La reputación y actividad científico-social del autor hablan por sí solas, independientemente de los datos que - en el artículo aporta para apoyar estas tesis.
16. Larissa Lomnitz; LA ANTROPOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN LA UNAM, en LA CIENCIA EN MEXICO, compilada por Luis Cañedo y Luis Estrada, Fondo de Cultura Económica, - México 1976. Si bien este trabajo adolece en sí mismo de falta de precisión y de justificación de sus métodos de - observación, así como de cifras que apoyen sus conclusiones, no existe, en realidad, mucha literatura respecto a este tema. Sin embargo, cualquier persona que conozca medianamente (ya sea como estudiante, maestro o investigador) el medio académico de nuestras instituciones de enseñanza superior, no podrá menos que estar de acuerdo con las observaciones de la autora.
También en los trabajos de Witker y Méndez Docurro citados, entre otros, mencionan esta cuestión, aunque más tangencialmente. Para el caso general de las universidades latinoamericanas véase especialmente el trabajo de Witker citado.
17. Lomnitz, Larissa; op. cit. p. 13.
18. LA PLANEACION DE LA EDUCACION SUPERIOR EN MEXICO, ANUIES, México 1979, pp 37-8.
19. A.N.U.I.E.S. op. cit. p. 38.
20. Fuenzilandia F. Edmundo; INVESTIGACION CIENTIFICA Y ESTRATEGIA INTERNACIONAL; Ed. Andrés Bello, Chile; citado y - Comentado por Jorge Witker en su obra citada.

También: Street & James; AMERICA LATINA Y LA BRECHA TECNOLÓGICA, Revista de Comercio Exterior, Vol. 28, No. 12, Diciembre de 1978, pp. 1512 y ss.

Un caso concreto en nuestro país, en el que se ha documentado y cuantificado el problema de la separación entre la docencia y la investigación puede verse en :

Martínez, Aréchiga & Alarcón; LA INVESTIGACION BIOMEDICA-EN MEXICO; Ciencia y Desarrollo, No. 31, Marzo-Abril de 1980; pp. 102 y ss.

21. Mario Miranda Pacheco, op. cit. pp. 90 y ss.

Leo Apostel et. al., INTERDISCIPLINARIEDAD. Problemas de la Enseñanza y de la Investigación en las Universidades, ANUIES, México 1975. pp. 195 y ss.

Carlos Acuña, LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA, aparecido en : Revista del Colegio de Bachilleres, No. 1, Julio-Septiembre de 1978, pp. 71 y ss.

Véase por ejemplo : LA INVESTIGACION BIOMEDICA EN MEXICO, por Martínez Palomo, H. Arechiga y Donato Alarcón en : -- CIENCIA Y DESARROLLO, No. 31. pp. 102 y ss.

22. Larissa Lomnitz, op. cit. pp. 15 y ss.

A.N.U.I.E.S., LA PLANIFICACION DE LA EDUCACION SUPERIOR - EN MEXICO, p. 39

Witker, op. cit. pp 27-30.

Cinna Lomnitz: "ORO NEGRO Y CELULAS GRISES"; en LA CIENCIA EN MEXICO, p. 98.

23. Queremos insistir mucho en este punto en que se lea el trabajo de Larissa Lomnitz citado. Se presenta en él una imagen vívida y real de este proceso; bien fundamentada y que cualquier persona medianamente conocedora del medio académico en nuestro país podrá reconocer de inmediato. Como no es el caso citarla ampliamente aquí, remitimos al lector a tal trabajo, pues la breve descripción que aquí hacemos del proceso está basada en él.

Véase también, como caso ilustrativo: "Semblanza del Dr. Carlos Casas Campillo...; CIENCIA (México), Vol. XXVIII, No. 4, Dic. 1973.

24. Véase: Leo Apostel et. al., op. cit., pp 181-213.

También: EL HOMBRE DE CIENCIA EN LA SOCIEDAD CONTEMPORANEA POR Pierré Agrain y Georges Charbonnier, Ed. Siglo XXI, - México 1970, pp. 69-94 y

Witker, op. cit. p. 17.

Carlos Acuña, op. cit.

25. Lomnitz, op. cit. 16.

26. Ibidem.
27. Luis Cañedo: "HOMO SCIENTIFICUS EN KAFKATLAN, en LA CIENCIA EN MEXICO.
28. Ibid. p. 63-4. Debe notarse que la insatisfacción por los resultados de la formación de científicos en el extranjero es generalizada también dentro de la propia comunidad científica. Entre los trabajos que consideran con mayor o menor profundidad el problema, están los citados de: Jorge Witker, Herrera, Miranda Pacheco, Larissa Lomnitz, etc.
29. Véase el Capítulo IV del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982.
30. Jorge Witker V., op. cit. pag. 30.
31. Véase el tratamiento que el propio Witker hace de este problema, op. cit. pp. 30-33.
32. Street & James, op. cit.
 En el caso concreto de México, este hecho se contempla ya en el PROGRAMA EDUCATIVO 1979-1982, según lo expone Miguel Alonso Calles en : "LAS PRIORIDADES EDUCATIVAS", en Ciencia y Desarrollo, Num. 30, Enero-Febrero de 1980. Puede verse también la publicación correspondiente de la Secretaría de Educación Pública : PROGRAMAS Y METAS DEL SECTOR EDUCATIVO, pp. 49-51.
 A.N.U.I.E.S., "Declaración de Villahermosa", Acuerdo 1, -- Abril de 1971.
33. Aunque esta idea parece radical en su planteamiento, no es nueva, y ha sido planteada ya en muchos trabajos relacionados con la educación misma y con el desarrollo de la ID. Citaremos por ahora solo los de Jorge Witker, op. cit.; Francisco R. Sagasti, op. cit., Leo Apostel et.al. op.cit.; Almicar O. Herrera, op.cit.; "LA CREACION DE TECNOLOGIA COMO EXPRESION CULTURAL", Revista Comercio Exterior, Octubre 1973. México; Carlos Acuña, op.cit.; Street & James, op. cit.; -- pues ellos son en mayor o menor medida intentos deliberados de influir en este sentido.
34. Remitimos al lector al trabajo de Federico Valle Rodríguez: EDUCACION Y PRODUCTIVIDAD, aparecido en la Revista de la Educación Superior No. 25, Enero-Marzo de 1978, ANUIES, México. Es importante la lectura, al menos de la primera parte del mismo, pues en él se desarrollan elementos que permiten comprender mejor estas afirmaciones y que no podemos reproducir con todos sus detalles aquí.

35. Federico Valle R. op.cit. pag. 9.
36. Véase los trabajos de Witker y Miranda Pacheco citados.
37. Véanse los trabajos de
 Luis Cañedo, op.cit. pp. 46-7.
 Jorge Witker, op.cit., pp. 7,9,15,19 y ss, 36 y ss., 43, 57, 63, 71, y ss.
 Francisco Sagasti, op.cit. p. 1647.
 Méndez Docurro, op. cit. p.49.
 Leo Apostel et.al., op.cit. pp. 178-80.
 Street & James, op. cit. pp. 1512 y ss.
 Amilcar Herrera, op. cit., pp 1467 y ss.
38. Eduardo Amadeo, op. cit., p. 1447.
39. Méndez Docurro, p. 60; Jorge Witker, pp. 17 y ss.
40. Jorge Witker, op. cit. p. 37. Esta idea es, además, reforzada por las políticas y afirmaciones de tales instituciones en los países desarrollados. Véanse, por ejemplo, Deborah Shapley: "H-BOMB ISSUE HITS WHERE IT HURTS", Science, No. 4387, Marzo 30 de 1979, p.1323
41. El término ha sido tomado del trabajo de Almícar O. Herrera citado, si bien la idea, en otras formulaciones, es -- es compartida por los siguientes autores, cuyos trabajos aparecen en "LA CIENCIA EN MEXICO" :
 Larissa Lomnitz, op. cit., p.17.
 Luis Cañedo "HOMO SCIENTIFICUS EN KAFKATLAN".
 Tomás Garza: "LA FALTA DE COMUNICACION ENTRE LOS CIENTIFICOS, UN OBSTACULO AL DESARROLLO DE LA CIENCIA EN MEXICO",
 José Luis Mateos: CONSIDERACIONES SOBRE LA INVESTIGACION-EN QUIMICA;
 Jorge Flores ¿ FISICA EN MEXICO ?;
 Leopoldo García Colín: CIENCIA APLICADA, ¿ MITO O REALIDAD? Y también en los trabajos de Francisco R. Sagasti y Street & James citados.
42. Miranda Pacheco, op. cit. pp. 93 y ss.
43. Bertrand Russell : LA PERSPECTIVA CIENTIFICA, Ed. Ariel, México, 1976. Caps. I y II, especialmente las págs. 49 y - ss.

44. Esto, desde luego, es, además de evidente, un lugar común. Sin embargo, en aras de la educación citaremos a - Leo Apostel et. al., *INTERDISCIPLINARIEDAD, Problemas - de la Enseñanza y de la Investigación en las Universidades*, ANUIES, México 1975.
45. Mario Bunge: *LA CIENCIA, SU METODO Y SU FILOSOFIA*, Ed.- Siglo Veinte, Buenos Aires 1975, pp. 30 y ss.
Bertrand Russell, op. cit. Cap. II.
Kuhn, Thomas; *LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS*, Fondo de Cultura Económica, México, 1966.
Miranda Pacheco, op. cit. pp. 60 y ss.
Karl R. Popper; *LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA*, Ed. Tecnós, Cápts. I, II, IV, y X.
Paul K. Feyerabend.- *CONTRA EL METODO*. Ed. Ariel, Barcelona 1974, Caps. XI y XII.
46. Véase, por ejemplo: G. Charbonnier y P. Agrain *EL HOMBRE DE CIENCIA EN LA SOCIEDAD CONTEMPORANEA*, Ed. Siglo XXI, México 1970, pp. 31 y ss. y 75 y ss.
47. Miranda Pacheco, op.cit. p. 99. Un modelo compatible y-complementario de esta definición es presentado por Federico Valle Rodríguez en su obra citada y atribuido a Gilbert de Landsheere.
48. Leo Apostel et.al., op.cit., p. 181. Subrayados del autor.
49. Véanse por ejemplo:
Russell, Bertrand; op.cit. Capítulos I - III, y "EL CONOCIMIENTO HUMANO, SU ALCANCE Y SUS LIMITACIONES, Ed. Tau-rus.
Kuhn, Thomas; op. cit.
Popper Karl; op. cit.
Bunge, Mario, op. cit. y *LA INVESTIGACION CIENTIFICA*, Ed. Ariel, Barcelona, 1975, especialmente el Cap. VIII, & 8.4.
Miranda Pacheco, op.cit.
Feyerabend, P.K.; op. cit.
Losee, John; *INTRODUCCION HISTORICA A LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA*, Ed. Alianza Universidad.
Walker Marshall; *EL PENSAMIENTO CIENTIFICO*, Ed. Grijalbo, México 1968, pp. 19-70.
Hempel, C.G.; *FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL*, Alianza - Editorial.
Padilla, Hugo; *EL PENSAMIENTO CIENTIFICO*, ANUIES, México,

Citamos aquí los textos más populares de la Filosofía de la Ciencia, aunque muchos otros podrían añadirse. Por lo que se refiere a divulgaciones de historia de la ciencia pueden verse, a manera de sólo unos ejemplos

Paul de Kruif; CAZADORES DE MICROBIOS, Ed. Diana.

Lovett Cline B.; LOS CREADORES DE LA NUEVA FISICA, FCE, - México.

Barnett, L.; EL UNIVERSO Y EL DR. EINSTEIN, FCE. México.

Asimov Issac; INTRODUCCION A LA CIENCIA; Ed. Plaza Janés, Barcelona, 1973.

Newman James, (ed.) QUE ES LA CIENCIA ? Ed. Aguilar, México, especialmente la colaboración de Bertrand Russell: - LA CIENCIA Y LA VIDA HUMANA, pp. 1 y ss.

Y, precisamente por la naturaleza provisional y evolutiva del conocimiento científico, la mejor consulta que puede hacerse es a publicaciones periódicas de carácter científico, como :

SCIENCE, publicada por la AMERICAN ASSOCIATION FOR THE - ADVANCEMENT OF SCIENCE, semanal

Y otras más especializadas, o bien, a un nivel de divulgación que requiere sólo una cultura general de nivel -- universitario y algo de interés por la ciencia contemporánea :

SCIENTIFIC AMERICAN (edición en español: INVESTIGACION-Y CIENCIA, publicada por PRENSA CIENTIFICA, Barcelona).

NATURALEZA, Publicada por la U.N.A.M.

CIENCIA Y DESARROLLO, publicada por el CONACYT, etc.

50. Obviamente, la idea no es nueva: véase, por ejemplo, J. Witker, op.cit. pp. 17-19.

Arias Galicia: INTRODUCCION A LA TECNICA DE INVESTIGACION EN CIENCIAS DE ADMINISTRACION DEL COMPORTAMIENTO, Ed. Trillas, México 1977, Cap. I y

Miranda Pacheco, op. cit. Caps. 4 y 6.

51. Leo Apostel, et.al.; op.cit. p. 260.

52. Op. cit. p. 233.

53. CONACYT: Programa Nacional...., Revista de Comercio Exterior, p. 1532, también:

Méndez Docurro, op. cit., como Coordinador General de Educación Superior, Ciencia y Tecnología en la S. E. P. -- (4 de Octubre de 1977).

C A P I T U L O I I

MARCO TEORICO DE LA ESTRUCTURACION DE UN CURSO DE METODOLOGIA DE LA CIENCIA.

Si puede considerarse en principio como cierto que

- a) Existe una necesidad cada vez más imperiosa de formación - de personal científico en nuestro país;
- b) Que el sistema escolar formalizado, por sus costos y estructura, debiera desempeñar un papel significativo al respecto;
- c) Que actualmente éste no es el caso, pues en la incipiente - tradición científica del país los investigadores que en con- tados números se forman no lo hacen dentro del sistema esco- lar, sino fuera de él, y en algunos casos a pesar de él;

se puede considerar oportuno el hacer un análisis de esta si- tuación, con el fin de detectar las causas y plantear posibles soluciones, principalmente por lo que se refiere a nuestra -- concepción del proceso de formación de un investigador, y a la manera de plasmar ésta en una labor educativa coherente y efi- caz.

Intentaremos, además, derivar de ello consecuencias aplicables a la enseñanza media superior, enfocando, principalmente, la función que pueden desempeñar los cursos de Metodología de la Ciencia que actualmente se imparten en instituciones de este nivel.

De hecho, como hemos ya señalado anteriormente*, son varias -

* Ver páginas 28 y ss.

las instituciones de Enseñanza Media Superior que plantean objetivos específicos en ésta área, y cabría preguntarse si estos intentos han aportado, o al menos prometen, verdaderas soluciones al problema que nos ocupa.

Debemos partir, desde luego, del hecho de que la Enseñanza Media Superior tiene a la vez un carácter propedéutico y terminal. En lo que se refiere a proporcionar una "formación científica" esto significa que debe aportarse esencialmente dos tipos de elementos

- a) Para los estudiantes que ingresarán al nivel superior y, de entre ellos, a los que seguirán carreras de carácter científico, se debe proporcionar "herramientas" (en la forma de habilidades, valores, conceptos y criterios) que les faciliten tales estudios, que correspondan al nivel real del desarrollo psicológico e intelectual que los alumnos tienen en el momento, y que sean cualitativamente similares a las actividades que desempeñarán como investigadores.
- b) Para los estudiantes que terminarán su formación escolar en este nivel, y en general para toda la población, independientemente de que se siga o no una carrera de carácter científico, debe proporcionarse elementos que permitan apreciar y ubicar inteligentemente esta actividad como parte esencial de la cultura y la sociedad contemporánea.

¿ Cómo puede lograrse esto ?

Sabemos que actualmente los investigadores se forman mediante un proceso de imitación-supervisión que se inicia DESPUES de haber cursado el sistema escolar (o en los últimos años del mismo, en el mejor de los casos).

Puede incluso considerarse que esta etapa no sólo es necesaria, sino indispensable en la formación de un científico (1) pues sólo de esta manera puede establecerse la transmisión de muchos de los elementos que integran su formación profesional, tales como ingenio, disciplina, perseverancia, confiabilidad, rigor y

orden en el trabajo, etc., así como la retroalimentación indispensable entre tutor y alumno que garantice el entendimiento y dominio de las técnicas relevantes en la especialidad.

Pero esto no implica que no existan otros medios para anticipar, facilitar y mejorar tal proceso de formación (vgr. - libros, cursos, experiencias en el aula y fuera de ella, -- etc.). Y más aún, sería escandaloso llegar a aceptar que el sistema escolarizado es incapaz de coadyuvar significativamente en tal proceso, que no puede desempeñar un papel relevante en la formación de personal científico y en la mínima formación científica que debe tener la totalidad de los educandos.

Sostenemos, en principio, que el papel que el sistema educativo puede desempeñar, desde sus primeros niveles, puede y debe ser crucial en tales aspectos. Y esto principalmente por cuanto que es el lugar en el que, evidentemente, deben prevalecer los valores y criterios de la actividad científica, por ser el medio en el que se desenvuelve y desarrolla la persona (2), y por cuanto que representa una etapa necesaria (al menos en la forma que la sociedad y la comunidad científica reconocen como válida actualmente) para el acceso a la formación científica.

Más aún, si se reconoce que los primeros años del entrenamiento de un científico son cruciales (3) por los hábitos y valores que en ellos se establecen, no parece descabellado el pedir que la enseñanza escolarizada sea una preparación atingente y cualitativamente similar en estos aspectos, tanto a la etapa "tutorial" como a la actividad misma de la investigación.

De hecho, los objetivos que las instituciones de Enseñanza-Media Superior se han planteado en esta área parecen atacar de frente el problema. En ellos abundan frases como

"Preparar individuos para cursar estudios que vinculen las humanidades, las ciencias y las técnicas a nivel Bachillerato - ..." "...formar especialistas y profesionales que puedan adaptarse al mundo cambiante en el terreno de la ciencia..." (4).

"Capacitar para el ejercicio de los métodos y el uso de la información básica de las ciencias..." "Promover el aprendizaje de las estructuras lógicas del pensamiento científico..."; "Proporcionar los elementos del método experimental (para) que la adquisición de información sea siempre un eje del método - científico." "...Formar sobre criterios científicos una imagen de la situación actual de México..." "...centrar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el método científico, y en - particular en la metodología de las ciencias empíricas..." (5).

Sin embargo, aún cuando parecería en principio que todos hablamos de lo mismo cuando utilizamos términos como "actitud -- científica". "método científico", "pensamiento científico", - etc., las divergencias y lagunas se hacen evidentes en cuanto nos preguntamos cómo enseñarlas.

No es casualidad que los cursos supuestamente encaminados a - lograr tales objetivos:

- 1) Estén desviados hacia contenidos que no desempeñan una función real respecto a las actividades propias de una investigación científica (como es el caso, por ejemplo, con la lógica formal o la filosofía de la ciencia);
- 2) Perpetúen el desafortunado equiparamiento de la investigación bibliográfica con la investigación científica, que ya hemos señalado;
- 3) Estén centrados en concepciones vagas e imprecisas de lo - que es el Método Científico, que normalmente son erróneas - y discrepantes, y que no arrojan información de utilidad - alguna en cuanto al proceso que en realidad se sigue en -- una investigación;

4) En el mejor de los casos, las concepciones más desarrolladas del Método Científico que se manejan, sean de carácter epistemológico, es decir, diseñadas con la intención de justificar a posteriori el conocimiento generado por la investigación, de explicar el fundamento filosófico que éste tiene (6). Esto hace que su estructura sea más bien de carácter lógico que de carácter práctico, por lo que no son eficaces como guía en la actividad práctica de la investigación.

En general, por lo tanto, tales cursos están encaminados (nuevamente) más a TRANSMITIR INFORMACION acerca del Método Científico, que a enseñar a UTILIZARLO.

A reserva de volver sobre este punto más adelante, lo que por ahora nos interesa establecer es que el que esto sea así no se debe al azar, sino al hecho de que NO TENEMOS IDEAS CLARAS ACERCA DE LO QUE PRETENDEMOS ENSEÑAR. La estructura de los cursos está determinada, como es lógico, más por lo que el maestro "sabe" y considera que puede enseñar sin demasiado esfuerzo, que por las necesidades reales que pretendemos satisfacer y los objetivos que, teóricamente, están planteados en función de ello.

En el mejor de los casos se supone vagamente que el Método Científico fuera una serie de pasos, un algoritmo cuya aplicación reiterada producirá siempre conocimientos "científicos" y sólo conocimientos "científicos".

Esta concepción (mito) del Método Científico como "receta" ha desviado los mejores intentos hacia la memorización de esquemas rígidos, en los que los pasos se dan siempre en un orden específico, preestablecido. La única indagación que se hace, cuando la hay, se refiere sólo a las diferentes secuencias posibles, o los niveles correctos de abstracción que nos permitieran enseñar "EL" método de las ciencias. Que esto es así lo demuestra el hecho de que son tan variadas las concepciones del método como textos hay acerca del tema y que, a pesar de eso, muy pocos son los investigadores que pueden explicar cuál

es "el método" que utilizan en su actividad cuando son requeridos para ello, sin que esto obste para que la desempeñen cotidianamente.

Tal concepción descuida también el hecho de que la ciencia es una labor colectiva y que ningún investigador puede pretender que sus resultados sean "científicos" por el sólo hecho de haber aplicado él ciertos pasos. Pues no hay conjunto de pasos alguno que pueda establecer un hecho o ley científica con independencia del cuerpo teórico que la comunidad respectiva considere como válido a la fecha (7), y que esto implica una serie de interacciones individuales y colectivas irreductibles a una cadena de pasos que funcionara siempre de la misma manera (8).

¿ Cómo debe ser entonces la educación científica que debemos impartir ? ¿ Qué elementos deben intervenir, y cómo deben estructurarse ? ¿ Qué es lo que debemos enseñar, y cómo debemos hacerlo ?

Si entendemos a la ciencia como un sistema histórico y dinámico, como el proceso llevado a cabo por un grupo de personas, a través de una serie de acciones e interacciones*; si consideramos que las finalidades centrales de estas acciones e interacciones son el PROCESAMIENTO de información, para PRODUCIR conocimiento, y la permanente revisión crítica de los métodos y procedimientos empleados en ello (9), se desprende claramente que la formación de los nuevos elementos, de quienes habrán de ingresar a tal comunidad, implica al menos los siguientes elementos

1. El dominio del lenguaje utilizado en las interacciones de los miembros, del lenguaje en el que se genera y transmite la información de una cierta disciplina (lenguaje matemático, términos técnicos, etc.);
2. La adquisición de una parte significativa de la información -

* Ver páginas 25 y ss.

previamente generada en la especialidad;

3. El dominio de las habilidades necesarias para adquirir y procesar nueva información (concretamente, los principios, métodos y técnicas considerados como válidos al momento en la disciplina de que se trate), así como para comunicarla (reportes, manuales, congresos, etc.) en forma clara y efectiva;
4. La asimilación de los valores necesarios, tanto para el desempeño eficaz de la actividad a nivel individual (curiosidad, perseverancia, etc.), como para el desenvolvimiento -correcto en las interacciones que el sujeto habrá de establecer en y con la comunidad a la que desea incorporarse - (honestidad, confiabilidad, iniciativa, etc.).

Vista en esta perspectiva, debe ser evidente que nuestra educación científica ha estado severamente deformada. Aún cuando una breve reflexión nos muestra que ninguno de estos elementos puede ocurrir aislado de los demás, lo que sí es claro es que hemos permitido que el segundo de los elementos señalados - la información- en el mejor de los casos acompañado del primero -el lenguaje-, adquiera una importancia desmesurada, incluso al grado de hacernos olvidar los demás.

Hemos concebido la educación científica como la sola transmisión de los conocimientos (información) que actualmente se tienen en alguna disciplina, y solo en función de ello hemos puesto atención al dominio del lenguaje en el que esa información se maneja y expresa*.

* Esto no es casualidad. Aparte de las circunstancias de carácter socio-económico analizadas en el capítulo anterior, existen razones muy concretas para ello en lo que se refiere a la dinámica misma que sigue la información científica, desde su descubrimiento hasta su enseñanza. En el Capítulo IV presentamos un modelo tentativo de tal proceso, junto con algunas directrices para su verificación empírica.

Pero si bien no hemos cuidado y diseñado racionalmente el resto de los elementos propuestos, sí los hemos manejado, aunque en forma distorsionada e incluso contraproducente.

En efecto, no podemos hablar de que hemos transmitido información sin reconocer que, de alguna manera, hemos para lelamente transmitido habilidades y valores que a ello co rresponden. Concretamente, al hacer un énfasis desmedido en la información por sí misma, hemos transmitido habilida des específicas: memorización-repetición, aplicación de - fórmulas preestablecidas a problemas ajenos y/o triviales, investigación entendida como visitas a bibliotecas para - reproducir información no digerida, el arte de adivinar - "lo que vendrá en el examen" y la consecuente elaboración de acordeones, etc.; lo mismo que valores muy concretos: pasividad, enciclopedismo, preocupación excesiva por "es- tar al día", etc. Por otro lado, la enseñanza de los len- guajes especializados tiene como único fin la asimilación de textos y no el planteamiento de nuevos problemas y el diseño de herramientas conceptuales para su solución.

De sobra esta afirmar, una vez más, que éstas no son las habilidades y valores que corresponden a la actividad cien tífica; los que debemos proporcionar a quienes habrán de- desempeñarla. No son ni siquiera las que tiene sentido im partir como una educación general para quienes deberán vi vir en un mundo perfilado por la ciencia en casi todos sus aspectos, ni para quienes deberán saber distinguir entre - la ciencia y la pseudociencia, para no ser explotados por charlatanes.

Lo afirmaremos una y otra vez: la educación científica debe estructurarse en función de un modelo racionalmente construí do y empíricamente verificado del proceso mediante el cual - el individuo adquiere las habilidades, conceptos, criterios y valores que corresponden a la actividad científica, tal -

Como de hecho es desempeñada por los investigadores EN EL SE
NO DE SU COMUNIDAD.

Estas consideraciones nos permiten ver que no basta con buenas intenciones para que la enseñanza que impartimos sea positiva, para que aporte resultados útiles al individuo y a la comunidad; que no basta con objetivos vagos para atacar los problemas que pretendemos resolver.

Como cualquier otra actividad humana, se requiere el planteamiento de objetivos suficientemente claros y precisos como para que orienten eficazmente el trabajo y sean un punto de referencia bien definido con respecto al cual podamos, en cualquier momento, determinar si nuestra actividad corresponde a lo previsto, si se están logrando o no los resultados deseados.

En este caso, tanto para guiar el trabajo y los esfuerzos que se hacen, como para dar contenido concreto y específico a las frases que expresan la inquietud por impartir una educación científica, hablaremos aquí de la "CAPACIDAD DE INGRESO" (CI) a la comunidad científica* que una institución determinada aporta a los individuos que pasan por ella.

Claramente, la comunidad científica no está constituida por una serie de individuos cuya única tarea fuera el aplicar todos una misma serie de pasos en forma reiterada, variando solamente el objeto de estudio al que cada uno lo hace.

Puede resultar más benéfico, como hemos señalado anteriormente, concebir a la ciencia como un sistema histórico y dinámico - cuyos elementos básicos sean

* Desde luego, esto se refiere a los individuos que habrán de optar por una carrera científica, pero de ello derivaremos después consideraciones aplicables a la población en general.

- P El conjunto de personas que lo integran*.
- A Las acciones que realizan como miembros de tal conjunto.
- I Las interacciones que establecen en y para el desenvol
vimiento de su actividad específica.
- E La renovación educativa, es decir, la formación de nue
vos cuadros calificados para asegurar la perpetuación
y desarrollo del sistema.
- M Los métodos de aprendizaje empleados para el contínuo
crecimiento del cuerpo de conocimiento correspondiente.
- L El lenguaje en el que se genera, procesa y transmite
la información propia de la especialidad.

En tal sistema o comunidad se dan continuamente conductas tan
to individuales como colectivas. La variedad de ellas es, por
supuesto, muy grande, a más de que su aplicabilidad y relevan
cia varfa de acuerdo a condiciones, tanto internas como exter
nas, que cambian continuamente.

Las conductas individuales implicarían, por un lado, elementos
predominantemente subjetivos, tales como la decisión de perse
verar en la investigación en torno a un problema o abandonarlo
por otro, el grado de pulcritud y orden en el trabajo de labora
torio o de campo, la concepción y planteamiento de hipótesis,
la determinación del momento oportuno para publicar un resulta
do, la decisión de participar en eventos propios de la activi
dad (cursos, congresos y similares), el grado de interrelación
que admita como válido entre su actividad y la problemática --
social que le rodea (11), etc. Por otro lado, entre los - -
elementos predominantemente objetivos de las conductas indivi-
duales encontraremos la aplicación de técnicas específicas de-
observación, medición, registro e interpretación de datos; la
consulta metódica de bibliografía, la elaboración y presenta-
ción de trabajos y reportes de investigación, el diseño de pro

Consideraremos aquí este conjunto como bien definido, a -
reserva de volver después a este punto y mostrar por qué -
no es éste el caso.

cedimientos experimentales para la verificación de hipótesis, el empleo de instrumental propio de la especialidad, etc.

Al realizar o tomar parte en una investigación, la actividad del científico no sigue una secuencia predeterminada de pasos. Si bien es cierto que sus trabajos y publicaciones deben presentar una estructura bien definida, esto no quiere decir que el orden lógico en el que se presentan - sus elementos coincida con el orden cronológico en el que la investigación se realizó (12). Si bien hay evidentemente alguna relación entre ambos aspectos, no tienen por qué coincidir necesariamente, pues la estructura de uno obedece a su intención de dar fundamento empírico y relevancia a una o varias afirmaciones, mientras que la otra obedece a los requerimientos prácticos que se dan en una investigación, tanto por las características del objeto estudiado, como por los hábitos prácticos e intelectuales del investigador.

En el diseño práctico y en la realización de una investigación por lo tanto, el científico no se atiene a una serie predeterminada de pasos. Más bien, contando con objetivos bien definidos en el plano intelectual, desarrolla una serie variable de actividades, toma una serie de decisiones, expresa y aplica una serie de valores, siempre procurando tomar en cuenta variables tanto subjetivas (interés en el tema, disciplina, etc.) como objetivos (disponibilidad de recursos como instrumental, tiempo, personal, fondos económicos, etc.).

Para ello cuenta, como científico, con un repertorio amplio de habilidades, conceptos, criterios y valores que aplica continuamente y de acuerdo a las circunstancias que él percibe.

Y, desde luego, puesto que su actividad no tiene sentido - sino en la medida que se incorpora a una tarea colectiva,-

el individuo desempeña, junto con otros, una serie de conductas colectivas tales como: la integración de equipos de trabajo, con la consecuente división del mismo; el establecimiento de redes o comunidades informales, integradas por personas dedicadas a problemas similares; la adopción de sistemas y -- procedimientos convencionales para selección de trabajos que han de publicarse ("peer review") o premiarse (premios Nobel, Nacionales, etc.); la estructuración social del trabajo de -- investigación (por ejemplo, la estructuración de la investigación acerca del cáncer, del ADN recombinante, etc. o bien en estructuras como las que propone Kuhn (13)); la verificación de resultados obtenidos por otros, así como el permanente examen crítico de sus métodos; la adopción convencional de unidades de medida, instrumental, etc.; la realización de simposios, congresos, etc.; la competencia abierta por la primacía en logros significativos de una especialidad, así como las reglas no escritas de la misma; la sanción colectiva de trabajos o teorías que difieren considerablemente del cuerpo teórico reconocido como válido al momento (14); etc.

Conductas todas ellas que, nuevamente, exigen del individuo - una serie de acciones e interacciones para las cuales debe estar debidamente preparado, y en la que hará continuamente uso de ese repertorio de habilidades, conceptos, criterios y valores que haya adquirido durante su etapa formativa.

Es evidente, desde luego, que no tiene caso buscar una clara línea divisoria entre ambos tipos de conducta (el individual y el colectivo) y que, si aquí establecemos esta distinción, es únicamente con el propósito de clarificar. Sin embargo, lo que sí nos interesa establecer es que el desenvolvimiento como científico del individuo que pretendemos formar, así como su aceptación y participación reconocida como parte de la comunidad científica, depende necesariamente de tal repertorio de - habilidades, conceptos, criterios y valores, y que es papel - de las instituciones educativas el dotar con él al individuo - que aspira a seguir una carrera científica.

Esto implica, desde luego, que en el diseño del modelo que proponemos habrá de intervenir, en forma crucial, la concepción que tengamos, tanto de la actividad científica misma, como de la comunidad que la desempeña, así como de su inserción como subsistema dentro del sistema global de la sociedad. Paradójico como es, hasta ahora nuestras concepciones al respecto no han estado basadas en la observación empírica sistemática de estos elementos, por lo que nuestras ideas acerca de ellos se parecen más a mitos y a prejuicios que a conocimientos reales y efectivos sobre el tema.

Por lo pronto, sin embargo, parece necesario plantear los siguientes puntos

Contrariamente a la imagen que por un lado los medios de difusión, y por otro los filósofos de la ciencia nos han creado del quehacer científico, éste no está integrado por actividades esencialmente distintas de las que desempeña el resto de la gente. Si existe una diferencia, ésta se encuentra más bien en el grado que sus objetivos exigen de disciplina y sistematicidad en el desarrollo de conductas que de hecho, todos desplegamos en un momento u otro (por ejemplo, todos clasificamos, medimos, planteamos hipótesis, etc. en un momento u otro, pero el grado de rigor y sistematicidad que en ello empleamos es tan variable como las mismas actividades que desarrollamos). Esto implica que la distinción entre -- pensamiento "cotidiano" o "vulgar" y pensamiento "científico", cuando es manejada como una diferencia cualitativa, es, en el mejor de los casos, ociosa, cuando no abiertamente negativa, pues contribuye a perpetuar y ampliar la brecha entre los científicos y los no-científicos, así como la existente entre las "ciencias" y las "humanidades".

Por otro lado, y al menos en parte como consecuencia de esto, la comunidad científica no está tan claramente diferenciada de otros sectores de la sociedad como para que sus individuos integren un conjunto bien definido y claramente diferenciable de otros. No sólo a nivel individual, sino también en el --

institucional, existen transiciones y conexiones graduales, e incluso traslapes y sobreposiciones con otros sectores de la sociedad.

Pero si bien en nuestro país la comunidad científica como tal aún no alcanza su cabal desarrollo, y su articulación con - - otros sectores aún no es tan completa como en otros países, - operan en ella mecanismos y criterios parecidos para la admisión y reconocimiento de nuevos elementos en su seno. Entre - ellos están, por ejemplo, los títulos universitarios, la publicación de trabajos, etc.; elementos que deben ser todos identificados y estudiados debidamente en su momento, y que deben formar parte integral del modelo que proponemos.

Ahora bien, si el proceso de formar un científico no consiste en dotarlo de capacidades esencialmente distintas a las empleadas en otras actividades y que, por lo tanto, no pudiera conocer sino en la misma investigación, dentro de la propia - comunidad científica. Si esta última no es un sistema claramente diferenciado, ni mucho menos ajeno o sin relaciones con -- otros sectores de la sociedad, principalmente el educativo; - se desprende que la formación impartida por las instituciones de éste último debe ser el PROCESO, continuo y debidamente - estructurado, mediante el cual el individuo adquiera las habilidades, conceptos, criterios y valores que le permitirán ingresar (CI) y desenvolverse adecuadamente en esa comunidad.

Y es la comprensión de este proceso, sobre bases firmes y bien estructuradas, el factor que debe complementar y vincularse - estrechamente con la identificación de las capacidades que de be tener el individuo para integrar el modelo necesario de lo que debe ser la educación científica.

La comprensión del proceso significará establecer sobre bases empíricas al menos los siguientes aspectos y su interrelación:

Respecto al lenguaje, tal como es manejado por los científicos será necesario determinar, al menos

- * Las diferencias específicas en cuanto a su uso y estructura respecto al lenguaje común (ambigüedad, multivocidad-univocidad, nivel de formalización o abstracción, - criterios de objetividad en sus descripciones, etc.);
- * La función instrumental que tiene para el diseño de nuevos conceptos y categorías útiles para adquirir y procesar información;
- * Los diferentes niveles que se dan en el proceso de "especialización" del lenguaje en una disciplina determinada;
- * Las formas posibles de aprendizaje y entrenamiento que sean más adecuadas;

Respecto a la información propia de una determinada especialidad:

- * Las partes especificativas de la misma, entendiendo por esto la identificación de los elementos de información que desempeñan un papel instrumental para la adquisición de otros nuevos, a diferencia de otros que son sólo datos inertes, o bien que pueden ser consultados u obtenidos fácilmente, cuando sean requeridos;
- * Los diferentes niveles de especialización en la información que se dan en diferentes disciplinas;
- * Las formas específicas de su adquisición y procesamiento, que deben irse dando en las diferentes etapas de formación y especialización en una disciplina;

Respecto a las habilidades propias de la actividad científica, incluyendo las que implican los dos aspectos anteriores

- * Determinar, por medio de observación empírica sistemática, las habilidades que la actividad científica en su forma real y cotidiana exige;
- * Dentro de cada una de las categorías que en el punto anterior pueden establecerse (técnicas de observación, diseño experimental, procesamiento de información, comuni

cación oral y escrita, manipulación de instrumental, etc.), determinar la secuencia óptima y las posibles formas de su adquisición.

Respecto a los valores que implica la actividad, tanto en su aspecto individual como en el colectivo, y principalmente en éste último

Determinar, nuevamente por medio de observación empírica, en forma realista, los valores que de hecho norman la actividad individual y colectiva (prestigio, disciplina, confiabilidad, "conciencia social", etc);

Determinar las formas y medio ambientes en los que se lleva a cabo su aprendizaje;

Determinar los diferentes niveles de generalidad con los que se dan en diferentes disciplinas, instituciones o comunidades;

Determinar el grado en que son importantes para el desempeño de la actividad a nivel individual y, sobre todo, colectivo.

Un conocimiento cabal de estos aspectos nos permitiría concebir la estructura del PROCESO de formación de científicos, si se nos permite la imagen, como un árbol, cuya parte troncal -- representa las habilidades, conceptos, criterios y valores -- que tienen las siguientes características

- ° Representan aquellos elementos de uso generalizado -- o universal dentro de la actividad científica, independientemente de la especialidad; por lo que pudiera afirmarse que son las que le dan precisamente ése -- carácter, en función de los patrones de su uso*;

* Esta afirmación, desde luego, tiene serias repercusiones epistemológicas, pero la discusión de éstas las haremos en el Capítulo IV.

- ° Tienen un carácter instrumental, en tanto son antecedentes lógica o pedagógicamente necesarios para la adquisición de los elementos que se requieren -- más adelante en el proceso.

La altura deberá representar la dimensión de tiempo y el carácter dinámico del proceso, en tanto que las sucesivas ramificaciones estarán en función, por un lado, de la diferenciación de disciplinas y especialidades, y por otro, de la gama que puede haber, en cada una de ellas, en cuanto al -- carácter teórico o práctico de la actividad.

Por supuesto, planteada así, la empresa parece formidable. lo primero que salta a la vista es la enorme complejidad que tendrá tal modelo.

Tal vez incluso sea esto lo que lleva a algunos a afirmar que la investigación científica no es en sí una ciencia, sino todavía un arte o artesanía" (15).

Obviamente, esto no significa que no pueda ser enseñada, -- puesto que de hecho esto sí se lleva a cabo. Dentro del carácter predominantemente práctico que tiene, y a la luz -- del cual queremos verla aquí, comparte sus formas de aprendizaje con cualquier otra actividad práctica, tal como el nadar, manejar un torno o tocar un instrumento musical: la imitación, la práctica y la supervisión.

Esto explicaría los sistemas de formación de científicos -- que actualmente tenemos, y justifica su carácter imprescindible. Pero no implica que el proceso deba reducirse necesariamente a ellos.

Descartando el procedimiento de ensayo y error por razones evi

dentes, puede pensarse en los procedimientos que cabría utilizar si se desea aprender de otros.

Algunos autores afirman, por contraposición a quienes sostienen la existencia de un único método científico, que hay tantos de ellos como problemas se plantearen, o bien que THE - SCIENTIFIC METHOD, AS FAR AS IT IS A METHOD, IS NOTHING MORE THAN DOING ONE'S DANNEDEST WITH ONE'S MIND, NO HOLDS BARRED" (16).

Pero entre ambos extremos está la posibilidad de aprender de otros que previamente han desempeñado una actividad con fines parecidos. En el caso de esta actividad se puede afirmar que entre la gente que la desempeña y se relaciona con ella se maneja una especie de "sabiduría popular" en los diferentes aspectos que hemos mencionado (17).

Sistematizar esta "sabiduría popular" no parece tan descabellado, si consideramos que

- De hecho esta "sabiduría" se transmite, aunque en forma azarosa e informal, a todos los asistentes de investigador que ingresan en todas las instituciones y equipos de la profesión. Y ésta puede ser precisamente nuestra línea de base (no es probable que consigamos hacerlo peor de lo que ahora lo hacemos);
- Que el criterio y parámetro central que proponemos para tal sistematización es precisamente la observación empírica del proceso tal como ahora se lleva a efecto;
- Que pretendemos sistematizar sólo los elementos más básicos y centrales del proceso.

Pues debe mantenerse presente que el individuo está involucrado en su actividad en todo lo que es como persona, es decir, - que no dejan de intervenir factores de carácter personal tales como elementos de orden afectivo, religioso, económico o inclu

so de salud, etc. Y es obvio que al sistema educativo, en lo que se refiere a la formación de un científico, no corresponde sino la responsabilidad por los elementos que más claramente son esenciales para la actividad, y que el individuo no -- podrá obtener de otra manera, o bien sólo hasta que ingrese en instituciones profesionales de éste carácter.

Pues de hecho se da, como ya hemos mencionado, una transición entre el sistema escolar y la actividad de la investigación - (todavía no conseguimos imposibilitar del todo tal evento). ¿ Es pedir demasiado, el afirmar que corresponde al sistema - educativo el asegurar, facilitar y tal vez incluso adelantar, tal transición ?

Idealmente, debería concebirse el proceso como continuo, desde los primeros años de la vida escolar, hasta el ingreso a la - actividad profesional. Debiera tenerse idea clara de las habi lidades, conceptos, criterios y valores que deben irse aportan do gradualmente, de la forma y las secuencias en que esto debe hacerse y de las etapas en que cada uno de ellos es relevante.

Y con esto apuntamos ya hacia el último elemento central del - modelo que proponemos en la concepción de tal proceso formati vo no tenemos por qué continuar trabajando sobre la base de en sayo y error o de una estructuración arbitraria del mismo.

La investigación empírica ha sentado ya las bases esenciales - para la comprensión de los procesos mediante los cuales aprendemos conceptos, criterios, habilidades y valores que nos permitan formarnos una imagen coherente de la realidad.

La epistemología genética nos permite formarnos una idea de las primeras etapas: la adquisición de los conceptos de espacio, - tiempo, causalidad, las etapas del desarrollo intelectual según las modalidades de razonamiento, etc. Estos elementos pre sentan una base de utilidad ya demostrada en la investigación empírica de los procesos cognoscitivos que desempeñan un papel importante en la enseñanza de habilidades de carácter científi co (18).

Las teorías de sistemas y de la comunicación tendrán muchos elementos que aportar para la comprensión de los procesos e interacciones para los que se debe capacitar al educando, - lo mismo que del proceso mismo de enseñanza-aprendizaje. Sobre estas bases se ha iniciado ya el desarrollo, aunque en forma limitada, de una tecnología de la educación, orientada principalmente a la enseñanza de las ciencias (19). Estos - avances deben ser aprovechados, puesto que pueden resultar- esenciales dentro del modelo propuesto aquí.

Las diferentes líneas de investigación en psicología también tienen elementos que aportar: el análisis experimental de - la conducta facilita el entrenamiento en habilidades neces^arias para la investigación (20); la psicología cognoscitiva puede aportar modelos de las formas y sistemas de procesa- miento de información aplicables al problema que nos ocupa (21), etc. Desde luego, su utilidad dependerá siempre del - esfuerzo constante de los maestros por optimizar el modelo que proponemos, es decir, de hacer investigación educativa.

Por otro lado, sólo un modelo de esta naturaleza nos permiti^rá evitar el caer en polémicas interminables acerca de si es mejor la enseñanza tradicional, centrada en la información, o bien la educación "formativa", centrada en las habilidades. Un cambio no dirigido hacia objetivos claros y precisos sólo provocará una oscilación pendular tal como la que ahora se - da en Norteamérica entre los partidarios del primer sistema- (el movimiento conocido como "BACK TO BASICS") y los de la - segunda (el "INQUIRY METHOD") (22), y perder de vista la po- sibilidad de una síntesis coherente y efectiva*.

Por último, para poder entender, y al mismo tiempo diseñar- tal proceso, será necesario tener ideas muy claras acerca -

* En el capítulo IV presentamos consideraciones acerca de la manera en la que las tesis que aquí proponemos se ubican - respecto a esa problemática.

de la secuencia lógica necesaria en la construcción de diver
sos conceptos y de su integración en sistemas coherentes. El dominio de los sistemas conceptuales manejados por los científicos no se logra mediante la sola agregación sucesiva de nuevos conceptos. La secuencia debe ser clara, los vínculos-entre conceptos bien definidos, y ninguno de ellos debe ser-
incorporado por sí mismo, es decir, en forma independiente -
de su utilidad práctica o su función instrumental en el desa
rrollo de nuevos conceptos. El objetivo último de esta secuen
cia será, debemos insistir, el dominio y ejercicio del esque
ma conceptual que el investigador USA y los fundamentos del mismo más directamente relacionados con su dominio. Conti--
nuar más allá de eso o, peor aún, desviarse de tal objetivo, resultará en formación de filósofos de la ciencia (cuya utili-
dad no podemos discutir aquí, aunque hay quien sostiene --
que también son necesarios) o de eruditos que perpetuarán -
el divorcio entre la labor docente y la investigación.

La estructura de estos esquemas conceptuales, por supuesto, también estará constituida por una base común, en la que inter
vendrán conceptos que por su carácter instrumental y básico son comunes a todas las disciplinas científicas (tales como-
los conceptos de variable, hipótesis, objetividad, etc.), y las sucesivas ramificaciones estarán determinadas por las -
necesidades de especialización y las características inherentes al tema que cada disciplina estudia.

Muy importante es que el dominio de los conceptos y sus rela
ciones pueda ser evaluado en términos de criterios bien defi
nidos y tan semejantes al carácter instrumental que en reali
dad tienen como sea posible.

Y esto puede decirse en general de todos los conceptos, críte
rios, habilidades y valores que integrarán el modelo que pro
ponemos cada una de las etapas del proceso formativo deberá estar tan bien definida como sea posible, en términos de los objetivos a lograr en cuanto a capacidades que el alumno habrá logrado en ella.

Para definir estas etapas, así como sus secuencias internas habrá de utilizarse, en lo aplicable, el instrumental que se ha desarrollado (23) para la determinación de objetivos-conductuales para la instrucción. A pesar de la posición de Mager (24), tal vez no todos los elementos del modelo que proponemos sean reductibles a objetivos conductuales. Sin embargo, tanto por el espíritu mismo de este modelo, como por el hecho de que la elaboración de objetivos de instrucción no parece más que la aplicación del mero sentido común a la educación, sería imperdonable no utilizar esta herramienta hasta donde sea posible y relevante.

Pensar en términos de objetivos conductuales, así como el esforzarnos por reducir lo que entendemos por "actitud científica" a conductas observables reeditarán, cuando menos, en la clarificación de nuestras ideas respecto a aquellos elementos de la "actitud científica" que pueden "enseñarse" y los que no.

Porque, como hemos afirmado ya, es imposible hacer un inventario completo y exhaustivo de tales elementos debido a que: a) cada investigador participa en su tarea en todo lo que es como persona y b) no es posible establecer una clara línea-divisoria entre aquellas conductas que son "científicas" y las que no lo son.

Sin embargo, una vez que tengamos ideas claras respecto a aquellos elementos del proceso que forman su núcleo central y que son "enseñables", podremos determinar el conjunto y la secuencia de ellos que será oportuno y accesible enseñar según la etapa educativa de que se trate.

Esto implicará, posiblemente, un esfuerzo deliberado por reducir las diferentes conductas y habilidades observadas en la actividad de la investigación a conjuntos de algoritmos o reglas claras y elementales que permitan llevarla adelante. Pero, insistimos, esto debe hacerse sin perder de vista que la aplicación del conjunto de ellas -

no puede reducirse a una serie preestablecida de pasos, sino que la decisión de aplicar una u otra de tales habilidades - en un momento determinado, depende de una serie de variables que el individuo percibe, tanto internamente en su trabajo, como externamente, en las interacciones que ésta implica con el resto de la comunidad profesional.

Por otro lado, este esfuerzo por determinar con precisión -- los objetivos que deben buscarse en cada etapa nos permitirá reconocer las limitaciones reales que la educación en su estado actual tiene para esta tarea, y determinar opciones inteligentes al respecto.

Por ejemplo, para algunos autores (25) el proceso que nos - lleva a plantear explicaciones e hipótesis acerca de fenómenos naturales es todavía inabordable, y permanece todavía - como un reto para la psicología, o al menos para la rama -- cognoscitiva (26) de ésta.

Sin embargo, aún cuando evidentemente no está dentro de nuestras posibilidades el controlar la generación de hipótesis-brillantes (siendo, como es, que en muchos casos ni siquiera sabemos reconocerlas una vez que aparecen), no es necesario considerar resignadamente que deberán darse al azar o no -- darse en absoluto.

En el caso de la generación de hipótesis, como en el de otras habilidades necesarias en la actividad, la observación empírica puede mostrar que incluso en tales casos se trata de -- procesos y hábitos que todos presentamos (al menos hasta que el propio sistema escolar las inhibe como respuestas a estímulos internos y del medio ambiente), y que la única diferencia radica en el grado de disciplina con el que se ejercen.

Ahora bien, en tanto que son conductas que todos presentamos en un momento u otro, pueden utilizarse las aportaciones del análisis experimental de la conducta para modificar la frecuencia de su aparición en circunstancias específicas. De hecho, investigaciones empíricas han mostrado (27) que es posible --

aumentar tanto la cantidad como, dentro de ciertos parámetros mínimos*, la calidad de las hipótesis que una persona plantea al presentársele situaciones empíricas que requieren una explicación.

Esto significa que, aún cuando desconocemos todavía el proceso que a nivel psicológico nos lleva a formar una hipótesis, esto no implica que no podamos controlar algunas de las variables, - ni mucho menos justifica que abandonemos el esfuerzo por determinar y controlar, por medio de la educación, el resto de las variables relevantes.

¿ Pero qué hay respecto a la FORMA que debe adoptar la enseñanza ? Si logramos reunir los elementos básicos de este modelo - ¿ Qué estructura deberán adoptar los cursos en los que pretendemos enseñarlos ?

Desde luego, podremos HABLAR a los alumnos acerca de cómo se hace una investigación, podemos intentar transmitirles toda la información que hayamos reunido. Lo más probable es que con ello vacunáramos con gran efectividad a los estudiantes CONTRA la investigación científica. Debiera ser evidente que; como ya se ha afirmado:

A BOOK ON HOW TO DO RESEARCH INNEVITABLY MAKES RESEARCH SOUND DIFFICULT AND TREACHEROUS" (28).

* Por ejemplo, el que las hipótesis planteadas reúnan una serie de requisitos mínimos, como son

- 1) Ser enunciados con sentido,
- 2) Tener bases empíricas,
- 3) Tomar en cuenta variables relevantes,
- 4) Establecer relaciones precisas entre ellas,
- 5) Plantear formas específicas para su comprobación empírica, etc.

Sin embargo, es necesario afirmarlo una vez más

Si se desea estructurar una enseñanza que dé resultados reales en la capacidad de los alumnos para adquirir conocimientos por sí mismos y, eventualmente, si se pretende de veras aumentar su CI, no tiene sentido continuar manejando contenidos abstractos, que no estén ligados con su experiencia - inmediata, con problemas que él percibe como reales y relevantes para él mismo.

Aún si se sostiene que debe haber un proceso de abstracción (después de todo los fenómenos que las ciencias naturales - manejan en la actualidad no se perciben en forma directa, - sino a través de marcos teóricos bastante abstractos y articulados) éste debe darse en una forma equilibrada, es decir, en términos de los cuatro elementos que hemos planteado (el lenguaje, la información, las habilidades y los valores) y no solo en términos de la información.

Esto significa, también, que contenidos de filosofía de la ciencia están fuera de lugar, pues los esquemas del MC y las categorías que ella maneja son una síntesis A POSTERIORI, - una JUSTIFICACION del proceder científico que, evidentemente, no tiene sentido manejar en ausencia de éste; y lo mismo vale para los cursos centrados en la Lógica Formal, según veremos más adelante.

Hace ya tiempo que se viene afirmando de diferentes maneras

"...el investigador es un creador de conocimiento (y de tecnología) por medio de un riguroso entrenamiento en el uso del Método Científico". (29)

"...el ejercicio de la ciencia es un entrenamiento necesario para poder hacer ciencia". (30)

la preparación para las profesiones llamadas "intelectuales", solo puede ser suministrada a través de investigaciones

concretas, orientadas y planificadas. Es decir, la preparación para la investigación sólo puede ser obtenida a través de investigaciones". (31).

"You never really know to do research until you do it, any more than you can know how to swim after only pool-side instruction" (32), etc.

Sin embargo nuestro sistema docente permanece impermeable a la idea de que no podemos aprender a usar el método científico -- (suponiendo que lo hubiera) a fuerza de repetir sus características, como no aprendemos a manejar un torno a fuerza de enumerar sus partes.

Si, como afirmamos aquí, el científico es una persona que tiene objetivos bien definidos (entre otros el producir conocimientos comunicables y verificables en una cierta área de su interés), si para ello cuenta con el repertorio adecuado de habilidades, conceptos, criterios y valores, y si la aplicación de cada uno de éstos no se hace en función de una secuencia rígida y predefinida, sino en función de una serie de variables y situaciones cambiantes que él debe percibir en la comunidad en la que se desenvuelve para tomar las decisiones correctas; entonces, no tiene caso estructurar para el educando un cuerpo de teoría abstracta y rígida. No tiene caso enseñarlo a hablar de una actividad que no conoce.

Lo que procede es dotarlo con las herramientas para la solución de problemas que YA TIENE, para encontrar por sí mismo la respuesta a preguntas que EL SE HA PLANTEADO.

Por experiencia sabemos que no es difícil, tanto en el aula como fuera de ella, desencadenar una conducta inquisitiva en las personas. De hecho, el planteamiento casi constante de preguntas acerca de los fenómenos que nos rodean es una conducta tan generalizada que parece ser parte de las conductas exploratorias -- naturales del hombre.

Pero el perseguir las respuestas a las preguntas que nos hacemos no es precisamente la conducta que se nos enseña, tanto en la escuela como fuera de ella. Lo que sucede, más bien, es que se nos enseña a reprimir la misma conducta inquisitiva, se nos enseña a no hacer las preguntas que nuestros padres y maestros no pueden contestar. Con ello se pierde la oportunidad de adquirir la disciplina y las habilidades propias, no ya de un investigador profesional, sino las deseables en cualquier profesión de nuestro tiempo. Se pierde la oportunidad de enseñar al individuo cómo construir una imagen del mundo significativa para él, para sustituirla por cantidades de información que no tienen ni sentido ni interés para el afectado y, por lo tanto, -- tampoco tienen estabilidad alguna en su memoria.

Pues, como se ha tenido que afirmar de muchas maneras (33), lo que podemos en realidad aprender está en función de las preguntas que nos hacemos y de las conexiones significativas que podemos establecer entre el conocimiento nuevo y los que ya tenemos.

Pero volviendo al carácter práctico de la actividad científica, si las habilidades, valores, etc. que queremos enseñar son, por definición, de carácter instrumental, no tiene sentido enseñarlas sino en la medida en que son oportunas para satisfacer necesidades que el individuo ya reconoce como tales, es decir, para resolver problemas que ya tiene.

Y éstos problemas no han de darse sino en la actividad misma de la investigación.

Por otro lado, puesto que hay un sinnúmero de preguntas susceptibles de investigación, así como formas de abordar cada una de ellas, no se puede impartir un mismo conjunto de herramientas -- para todos los casos, mucho menos en esquemas o secuencias rígidas.

Y ésto, en síntesis, significa que los cursos destinados a impartir una formación científica deben tener estructuras flexibles

y cambiantes de acuerdo a las necesidades de cada caso; no deberán estructurarse tanto en función del contenido que domina el maestro como de los requerimientos de la actividad misma de la investigación.

Todo lo cual implica lo que al parecer es imposible: que el maestro sepa cómo, y cómo enseñar a, abordar cualquier problema en forma científica o, puesto en otras palabras, que posea las habilidades propias de un investigador.

Pues se tratará, como mínimo, de hacer conciente el proceso - de imitación-supervisión necesario para el aprendizaje de cualquier actividad práctica para emplear las habilidades necesarias para enfocar un problema y procesar la información correctamente, para asimilar del medio los valores útiles en el desempeño de la actividad.

Con esto no se pretende que cada aula sea un laboratorio de primer nivel, no se pretende que ahí se den cotidianamente -- grandes descubrimientos. Lo que se pretende es que el trabajo de cursos sucesivos sea siempre una etapa más avanzada y disciplinada que la anterior en la aplicación de los elementos - que permitan hablar de investigación científica; se pretende que la evolución de la persona a lo largo del continuo que une la actividad intelectual cotidiana con la actividad científica se realice a todo lo largo del sistema escolar y no sólo en - sus últimos años o fuera de él.

Las dificultades para ello saltan a la vista no sólo pensamos inmediatamente que, en general, se desconoce tal continuo, sino también la dificultad que representa preparar adecuadamente a los propios maestros.

Pero, aún concediendo el segundo de estos puntos, ambos adquieren una perspectiva más razonable si pensamos que en la actualidad contamos con plantas de maestros capacitados para impartir contenidos muy sofisticados que en realidad no son útiles o necesarios para formar personal científico. Pocos son los -- cursos que pasarían una prueba de elemental sentido común acer

ca de su relevancia, una prueba que podría tomar la forma de las siguientes preguntas

¿ Son necesarias tanto la información como las habilidades que en este curso se imparten, para poder hacer ciencia ?

¿ Representa, al menos, una etapa realmente necesaria para la adquisición de otras habilidades y conocimientos que sí emplean los científicos ?

¿ Son los contenidos de este curso los más ambiciosos y -- atingentes que podemos concebir para el proceso formativo -- que nos ocupa ?

Las habilidades y contenidos de este curso ¿pueden ser obtenidas por el individuo sólo a través de estos cursos?

La carencia de estas habilidades y contenidos ¿imposibilita, o al menos dificulta, el desarrollo de la actividad?

Las respuestas a estas preguntas nos permitirán identificar -- como irrelevantes muchos cursos que ahora se imparten, tales -- como cursos de lógica formal, de filosofía de la ciencia, la inmensa mayoría de los cursos centrados exclusivamente en información, etc.

Permitirán también centrar el trabajo en un desarrollo a lo -- largo de las dimensiones centrales del proceso, dando al resto de los elementos (almacenamiento de información, procesamiento mecánico de la misma, etc.) el carácter complementario, e incluso secundario, que tienen en la actividad en la forma en que -- se desempeña actualmente.

Por otro lado, en el diseño de los cursos será imperativo tomar en cuenta otras variables, referentes a las condiciones iniciales que se dan en los alumnos (pues es obvio que serán diferentes en cada caso) y la situación concreta en la que cada curso se ha de impartir. Concretamente, la población de estudiantes -- debe conocerse al menos en términos de

a) Areas de interés -- aquellas áreas en las que los alumnos --

muestran curiosidad y motivación suficientes para llevar a cabo actividades encaminadas a satisfacerla;

- b) El tipo de preguntas que se hacen (no todas son susceptibles de tratamiento científico) y el nivel conceptual en el que - las plantean;
- c) La etapa de desarrollo intelectual (34) o nivel cognoscitivo en el que se encuentran, pues investigaciones recientes han mostrado (35) una clara relación entre esta variable y la capacidad del individuo para desarrollar actividades de carácter científico;
- d) Las posibilidades reales de acceso, en términos físicos y de tiempo, que pueden tener los alumnos para observar e investigar en forma personal y directa.

En síntesis, deberá vigilarse siempre que los cursos estén centrados en problemas vigentes, significativos, reales, concretos y accesibles para el alumno en términos físicos e intelectuales; y la teoría que se imparta será solo la necesaria para resolver éstos problemas, y no los que el maestro o los textos conciben.

En general, el contar con el modelo del proceso cuya elaboración proponemos tendrá ventajas indiscutibles en varias áreas, que se derivan de su mismo planteamiento

- I. Permitirá determinar sobre bases objetivas (verificables), lo que es viable y necesario enseñar en cada nivel escolar. Y no siendo esto más que el esfuerzo por racionalizar la enseñanza, permitirá hacerlo en formas precisas. Por ejemplo, el saber si lo que se busca como objetivo es la adquisición de un hábito, la valoración positiva de características, conductas o símbolos, el disciplinar una conducta que todos o muchos de nosotros presentamos espontáneamente, etc., permitirá evitarlos métodos y prácticas que, como en la actualidad, las inhi-

ben, y así sucesivamente.

- II. Como consecuencia de lo anterior se hace posible un diseño inteligente, tanto de la naturaleza como de la secuencia óptima de las experiencias de enseñanza-aprendizaje.
- III. La propia labor del maestro de las disciplinas científicas - podrá ser replanteada, e incluso simplificada, en términos - más profesionales y menos románticos. Por ejemplo, no deberá ser él ya quien domine todos los contenidos y conozca todas las respuestas, sino quien domine los principios generales - para buscarlas.
- IV. En tanto parte del establecimiento de los elementos de la actividad científica (distintos de los esquemas convencionales del MC) de carácter más general, tanto por su papel básico - u original en el proceso, como por su aplicabilidad a diferentes temas u objetos de estudio, se sientan bases para la enseñanza y la investigación interdisciplinarias.
- V. Principalmente en el área de los valores, permite hacer conscientes y explícitas las decisiones respecto a los criterios que algún día normarán la actividad de las personas, tales - como conciencia y responsabilidad social en su trabajo, iniciativa u espíritu de equipo, etc. e incluso hacer frente a los problemas ideológicos que cada día impregnan más el campo profesional.

En síntesis, nos permitirá abandonar la actual actitud pasiva en la que se espera que los científicos broten por generación espontánea y se desarrollen al azar, para tomar un papel activo y consciente en el proceso; nos permitirá aumentar la CI de las personas a la comunidad científica y con ello acelerar el desarrollo de la tradición científica que requerimos.

Pero queda aún pendiente de aclarar un punto muy importante

Si la Enseñanza Media Superior es tanto propedéutica como terminal, ¿ cuáles son las "herramientas" que serán realmente útiles y qué tendrá sentido enseñar ? ¿ Existe una base común, una etapa del proceso que se pueda considerar válida, tanto para quienes terminan ahí su educación escolar o siguen una carrera humanística, como para quienes pretenden seguir una carrera científica ?

La respuesta a esta pregunta DEBE ser afirmativa por varias razones

- En la medida en que es previsible que las futuras generaciones vivirán en una sociedad cada vez más impregnada de ciencia en todos sus aspectos, parece evidente la necesidad de educar a la generalidad de la población para comprender, apreciar y ubicar el pensamiento científico como parte esencial e imprescindible de la cultura contemporánea;
- Ante la literal explosión de doctrinas pseudo-científicas que invaden la literatura y los medios de difusión con la etiqueta de "científico" (parapsicología, astrología, dianética, etc., etc.), parecería indispensable también el dotar a la gente de criterios tan claros y sólidos como los que puede haber, para discriminar lo que tiene bases científicas reales de lo que no las tiene, so pena de perpetuar la explotación que un sinnúmero de charlatanes hace del reconocimiento que actualmente se da a la ciencia;
- La escisión entre las "ciencias" y las "humanidades", que tantos problemas ha provocado, hasta haberse llegado a hablar de "dos culturas" (36), continuará agrandándose incluso al grado en el que las formas de adquisición de información (37) y los criterios de validez que se les confiere sean irreconciliables, con la consecuente mutilación de ambas, a menos que se tomen medidas para aumentar la capacidad de la población en general para asimilar las concepciones científicas de los fenómenos -

que más nos afectan.

Una breve reflexión permitirá ver que sólo un modelo como el que proponemos hará posible determinar, en forma racional y sistemática, el punto óptimo del continuo que integra una formación científica en el que se puede abandonar el proceso en su formacion escolar y aún haber asimilado los elementos básicos del mismo-suficientes para satisfacer, o iniciar el proceso de satisfacción de, las necesidades que hemos señalado.

N O T A S

C A P I T U L O I I .

1. Véase, por ejemplo

Holman, H.H.; BIOLOGICAL RESEARCH METHOD, 2nd. edition;
Hafner Publishing Co., New York 1969. pp.V
146 y ss.

2. Aún cuando el valor de esto resulta obvio, no es raro el que explícitamente se le adjudique un papel central en la formación de un científico. Véase, por ejemplo :

Holman; op.cit. p. 3.

Apostel, Leo; et.al. op.cit.

Science, Vol 207, No. 4432, Febrero 15 de 1980, p. 750.

Boulding, K.E.; SCIENCE, OUR COMMON HERITAGE, en Science,
Vol. 207, No. 4433, p.p. 831 y ss.

3. Holman; op. cit. pp. V, 150.

Agrain P. & Charbonnier G.; EL HOMBRE DE CIENCIA EN LA SO
CIEDAD CONTEMPORANEA, Ed. Siglo XXI, México 1970, pp.31-34.

4. Objetivos del Colegio de Ciencias y Humanidades, tal como fueron planteados originalmente en 1971:

5. Objetivos del Colegio de Bachilleres, tal como fueron planteados originalmente en 1974.

6. Pueden verse, como ejemplos claros de esto, las obras que se manejan como "textos" en las instituciones que imparten estos cursos :

Padilla, Hugo.- EL PENSAMIENTO CIENTIFICO. ANUIES, México,
1974.

Bunge, Mario.- LA INVESTIGACION CIENTIFICA. Ed. Ariel. Bar
celona.

LA CIENCIA, SU METODO Y SU FILOSOFIA.
Ed. Siglo XX. Buenos Aires.

Hempel, C.G.- FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL. Ed. Alianza
Universidad.

Walker, Marshall.- EL PENSAMIENTO CIENTIFICO. Ed. Grijalbo,
México, Col. DINA,

etc.

7. A pesar de las críticas que se le han hecho, el modelo propuesto por Kuhn nos parece válido en este aspecto y plantea con claridad el marco "colectivo" de la investigación científica. Véase:
- Kuhn, Thomas; LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS, F.C.E., México, 1971.
- Fleck, Ludwig GENESIS AND DEVELOPMENT OF A SCIENTIFIC FACT. University of Chicago Press, 1979.
8. Hace tiempo que este punto fué propuesto por Feyerabend. Sin embargo, como corresponde en general a los puntos de vista - anarquistas, no ha sido debidamente escuchado por no sustituir una estructura destruída con otra que tenga posibilidades de funcionar. Véase :
- Feyerabend, P.K.; CONTRA EL METODO. Ed. Ariel, Barcelona.
9. Apostel, Leo; et.al., pp. 182 y ss.
10. Aunque este planteamiento se debe a Apostel (ver nota 50 del primer capítulo, lo presentamos aquí modificado y desarrollado en otra dirección.
11. Si bien no es éste el lugar para indagar este punto más a -- fondo, debería en principio ser claro que este tipo de factores influyen significativamente en el desarrollo de la ciencia como tal. Considérese, como algunos de los ejemplos más sobresalientes, los siguientes :
- El Proyecto Manhattan y las participaciones que tuvieron, tanto antes como después, científicos de la talla de Einstein, Oppenheimer, etc., así como el efecto general que esto tuvo en el desenvolvimiento de la física nuclear;
 - El caso de los disidentes soviéticos (Sakharov el más reciente y conocido) y el efecto que las acciones políticas sobre ellos han tenido en los contactos científicos entre los -- E.E.U.U. y la U.R.S.S.
 - El debate, promovido por los propios científicos, en torno a la reglamentación de la investigación biomolecular y bio médica mediante técnicas del ADN recombinante.
 - Un caso muy representativo lo tenemos en las declaraciones del Dr. Félix Córdoba, Director del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California y publicadas en el No. 30 (Enero-Febrero de 1980) de la Revista Ciencia y Desarrollo, del CONACYT, México. (pp. 14 y 15).

El resto de los ejemplos se han documentado en una bibliografía demasiado amplia sobre el tema como para citarla aquí. Sin embargo, pueden encontrarse buenas referencias en publicaciones periódicas medianamente especializadas tales como: NEW SCIENTIST, SCIENCE, NATURE, SCIENTIFIC AMERICAN, etc.

Respecto a los factores individuales un caso importante en el que se muestra la mayoría de ellos puede verse en :
 Watson, James D.; THE DOUBLE HELIX; Signet Books. N.Y.1969.

12. Véase, por ejemplo:
 Holman H. H.; op. cit.; Cap. XIV, pp 247 - 260.
13. Kuhn, Thomas; op.cit.
14. Un caso muy interesante que recibió gran publicidad es el de IMMANUEL VELIKOVSKY que fué analizado explícitamente desde este punto de vista por la AAAS (American Association for the Advancement of Science). De la bibliografía acerca del tema, que es bastante amplia, recomendamos principalmente :
 Goldsmith, Donald (ed.); SCIENTISTS CONFRONT VELIKOVSKY.
 W.W. Norton & Company, N.Y. 1979.
 Y de esta obra, especialmente los trabajos de
 Asimov, Issac; THE ROLE OF THE HERETIC;
 Storer, Norman W.: THE SOCIOLOGICAL CONTEXT OF THE VELIKOVSKY CONTROVERSY.
 Y la introducción de Donald Goldsmith,
 Así como
 De Grazia, Alfred (ed.); THE VELIKOVSKY AFFAIR
 New Hyde Park: University Books,
 1966, especialmente el capítulo referente a los sistemas de aceptación y reconocimiento que pueden proponerse.
15. Afirmación citada y refrendada por Holman, op. cit. p. 146.
16. Northrop, F.S.C.; THE LOGIC OF THE SCIENCES AND THE HUMANITIES.
 Cleveland, World, 1965, pp. IX, 19.
 Bridgman, P.W.; THE LOGIC OF MODERN PHYSICS-
 New York, Mc Millan, 1927. p. 450.
 Citados ambos por
 Simon, Julian L.; BASIC RESEARCH METHODS IN SOCIAL SCIENCE.
 The Art of Empirical Investigation
 Random House, New York, 1978, p. 5.
17. Un buen planteamiento de este enfoque puede verse en
 Simon J.L.: op. cit. pp. 3 - 10.

18. La gran frecuencia con la que los trabajos de Piaget y sus colaboradores es citada en trabajos de investigación en didáctica de las ciencias hace impráctico señalar aquí ejemplos. Estas investigaciones aparecen ya en revistas especializadas tales como :

JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING de la NATIONAL -- ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, de los -- E.E.U.U.

JOURNAL OF COLLEGE SCIENCE TEACHING y THE SCIENCE TEACHER, ambos de la NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION, de los E.E.U.U., etc.

Sin embargo, un ejemplo claro lo encontramos en

Nuñez Fernandez Ma. Salud ; BASES PARA EL DESARROLLO DE - UNA DIDACTICA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, FIN- CADAS EN UN ESTUDIO DE LOS PROCESOS EXPERIMENTALES- EN NIÑOS DE 10 A 13 AÑOS, aparecido en PERFILES EDU CATIVOS, No. 6, Oct.-Dic. 1979, del CISE, U.N.A.M.

Entre los textos más citados de Piaget se encuentran

Inhelder & Piaget J.; THE GROWTH OF LOGICAL THINKING.
Routledge & Kegan Paul, London.1958.

Piaget & Inhelder; BIOLOGY AND KNOWLEDGE.
Chicago University Press, 1971.

_____ ; THE CHILD'S CONCEPTION OF SPACE.
Basic Books, N.Y. 1967.

_____ ; THE PSYCHOLOGY OF THE CHILD
Basic Books, N.Y. 1969.

_____ ; THE CHILD'S CONSTRUCTION OF QUALITIES
Routledge & Kegan Paul, London 1974.

_____ ; SIX PSYCHOLOGICAL STUDIES
Random House, N.Y. 1967.

Además de artículos aparecidos en revistas especializadas.

19. La utilidad de estos desarrollos, principalmente por lo que se refiere a la formación de maestros de ciencias puede verse en :

Zaki Dib, Claudio; TECNOLOGIA DE LA EDUCACION Y SU APLICACION AL APRENDIZAJE DE LA FISICA. CECSA. México, 1977.

20. Un ejemplo claro lo encontramos en

Pouler, C.A. & Wright, E.L.: AN ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF REINFORCEMENT AND KNOWLEDGE OF CRITERIA - ON THE ABILITY OF STUDENTS TO GENERATE HYPOTHESES. *Journal & Research in Science Teaching*, 1980, Vol.17 No. 1, pp. 31-38.

Tratamientos generales de las aportaciones de las diferentes corrientes psicológicas a la enseñanza se pueden encontrar en :

Hilgard R.E. & Bower G.H.; THEORIES OF LEARNING
Prentice-Hall, N.J. 1975 (hay -
traducción en español).

Navarick, Douglas J.; PRINCIPLES OF LEARNING: From Laboratory to Field. Addison-Wesley, California 1979.

Royer J.M. & Allan R.G.; PSYCHOLOGY OF LEARNING, Educational Applications. John Wiley & Sons. N.Y. 1978.

21. Véanse, por ejemplo

Posner, George J.; INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACION Y DESARROLLO DEL CURRÍCULO: APORTACIONES POTENCIALES DE LA CIENCIA COGNOSCITIVA, aparecido en *PERFILES EDUCATIVOS*, No. 6, Oct.-Dic. 1979, pp 17-40 del CISE-U.N.A.M.

Bourne, Dominowski & Loftus; COGNITIVE PROCESSES.
Prentice-Hall, N.J. 1979.

22. Diferentes aspectos de esta polémica, así como algunos intentos de síntesis, pueden verse en :

Nagalski, Jan. L.; WHY INQUIRY MUST HOLD ITS GROUND en
THE SCIENCE TEACHER, Vol. 47, No. 4, -
April 1980, pp. 26-7

Kyle, William C.; THE DISTINCTION BETWEEN INQUIRY AND SCIENTIFIC INQUIRY, AND WHY HIGH SCHOOL STUDENTS MUST BE COGNIZANT OF THE DISTINCTION, en:
Journal of Research in Science Teaching,
Vol. 17, No. 2, pp. 123-130.

23. Lo manejamos aquí tal como es expuesto en

Mager, Robert F.; PREPARING INSTRUCTIONAL OBJECTIVES.
Fearon Publishers, Palo Alto, California.
1962.

Vargas, Julie S.; REDACCION DE OBJETIVOS CONDUCTUALES.
Ed. Trillas, México, 1974.

Bloom, B.S. et.al.; TAXONOMY OF EDUCATIONAL OBJECTIVES:
THE COGNITIVE DOMAIN; Longmans, Green; N.Y.
1956.

24. Mager, R.F.; op. cit. Cap. I.
 _____ ; ANALISIS DE METAS
 Ed. Trillas, México 1977.
25. Véase, por ejemplo
 Simon, Julian L.; op. cit. p. 5.
26. Uno de los casos clásicos, entre otros que se mencionan con
 frecuencia, es el de KEKULE y la hipótesis de los anillos -
 de Benzeno. Como tal es manejado por :
 Bourne, Dominowski & Loftus; op. cit. pp. 5 - 7.
27. Véase: Pouler, C.A. & Wright C.L.; op. cit., pp 31 - 37.
28. Simon, Julian L.; op. cit. p. 10.
29. Witker, Jorge V.; op. cit. p. 53, el subrayado es nuestro.
30. Agrain P. & Charbonnier; op. cit., p. 88.
31. Apostel, Leo et. al.; op.cit. p. 233. El subrayado es nuestro.
32. Simon, J.L.; op. cit. p. 4
33. Esto ha sido planteado por varias escuelas de investigación
 psicológica y didáctica. Véase por ejemplo :
 Anderson, Richard C. et.al.; SCHOOLING AND THE ACQUISITION
 OF KNOWLEDGE, SP Medical & Scientific Books,
 N. J. 1978.
 Nuñez Fernández, Ma. Salud; op.cit. p. 3
34. Según la estructuración que propone Piaget en
 Inhelder B. & Piaget J.; THE GROWTH OF LOGICAL THINKING.
 Basic Books, N. Y. 1958.

35. Véase por ejemplo

Pallrand G. J. & Moretti V.; RELATIONSHIP OF COGNITIVE LEVELS TO INSTRUCTIONAL PATTERNS OF HIGH SCHOOL SENIORS; Journal of Research in Science Teaching, Vol. 17, No. 3, pp. 185 - 190. (1980)

36. El texto clásico en cuanto a este problema es

Snow, C.P.; THE TWO CULTURES AND THE SCIENTIFIC REVOLUTIONS. Cambridge University Press, N.Y. 1959.

37. Handberg R. & McRae, J.L.; SCIENCE EDUCATION AND THE ACQUISITION OF INFORMATION ABOUT SCIENCE AND TECHNOLOGY : THE TWO CULTURES EMERGENT, Journal of Research in Science Teaching; Vol. 17, No. 2 - pp. 179 - 183 (1980).

C A P I T U L O I I I

HERRAMIENTAS Y PROGRAMA DE UNA FUNDAMENTACION EPISTEMOLOGICA DEL MODELO; 1) El papel de la Filosofía de la Ciencia.

Es evidente que los planteamientos del capítulo anterior requieren una justificación y fundamentación. Se requiere justificación para las propuestas de lo que planteamos como necesario; se requiere fundamentación para las afirmaciones -- que lo asientan como posible.

Se sigue de esto que la fundamentación que pretendemos en este capítulo NO sigue las líneas tradicionales de la Filosofía de la Ciencia, en tanto que la tarea que ésta se impone a sí misma es la justificación, a posteriori, del conocimiento -- científico ya obtenido. Justificación que se logra mediante el análisis lógico y epistemológico de los enunciados producidos por la actividad científica.

De ser éste nuestro propósito, procedería en este momento el hacer una revisión más o menos exhaustiva de la tradición filosófica, en busca de alguna escuela o corriente que aportara antecedentes, con base en los cuales trataríamos de dar validez a los puntos de vista que aquí presentamos.

Pero existe una clara diferencia entre la perspectiva que -- asignamos a este trabajo y la que adopta la Filosofía de la Ciencia.

Karl R. Popper, por ejemplo, uno de los autores más citados y comentados en el contexto de la Filosofía de la Ciencia, presenta su trabajo en estos términos

De acuerdo con la propuesta que he hecho más arriba, la epistemología -o la lógica de la investigación científica- debería identificarse con la teoría del Método Científico. Ahora bien, en la medida en que trasciende el análisis puramente lógico de las relaciones existentes entre enunciados científicos, la teoría del método se ocupa de la elección de los métodos*, o sea, de las decisiones acerca del modo de habérselas con los enunciados científicos. Y tales decisiones dependerán, a su vez, como es natural, de la meta que elijamos (entre cierto número de metas posibles):(1)

Hasta aquí parecería que la labor de la epistemología que Popper propone se parece mucho a la que aquí sugerimos. Sin embargo, la fundamentación de las decisiones metodológicas que propone no -- tiene un carácter práctico, sino teórico y lógico

" La decisión que he de proponer para establecer reglas -- adecuadas relativas a lo que llamo el "método empírico" es está unida estrechamente a mi criterio de demarcación: pues propongo que se adopten aquellas reglas que nos den la seguridad de que los enunciados científicos serán contrastables, es decir, que serán falsables". (2)

Este criterio de demarcación, la falsabilidad, tiene un carácter eminentemente lógico. Esto puede verse fácilmente en la siguiente definición

Se llama "empírica" o "falsable" a una teoría cuando divide de modo inequívoco la clase de todos los posibles enunciados básicos en las dos subclases no vacías siguientes primero, la clase de todos los enunciados básicos con los que es incompatible (o, a los que excluye o prohíbe), que llamaremos la clase de los posibles falsadores de la teoría; y, en segundo lugar, la clase de los enunciados básicos con los que no está en contradicción (o, que "permite)". (3)

* Los subrayados son de Popper, salvo indicación en contrario.

Por un lado, este criterio de demarcación se propone para - distinguir entre las ciencias empíricas, por un lado, y los sistemas "metafísicos", por otro". (4)

Por otro lado, este criterio se propone como punto de referencia central para las convenciones y máximas metodológicas que Popper sostiene

Pues voy a proponer (...) que se caracterice el método empírico de tal forma que excluya precisamente aquellas vías de eludir la falsación que mi imaginario crítico (sic) señala insistentemente, con toda razón, como lógicamente posibles (sic). De acuerdo con mi propuesta, lo que caracteriza al método empírico es su manera de - exponer a falsación el sistema que ha de contrastarse justamente de todos los modos imaginables (sic). Su meta no es salvarles la vida a los sistemas insostenibles, - sino, por el contrario, elegir el que comparativamente sea más apto, sometiendo a todos a la más áspera lucha por la supervivencia". (5)

Y esto se lleva al grado de intentar una definición metodológica

la ciencia empírica puede definirse por medio de sus reglas metodológicas (que estableceremos sistemáticamente). Daremos en primer lugar, una regla suprema, que sirve a modo de norma para las decisiones que hayan de - tomarse sobre las demás reglas, y que -por lo tanto- es una regla de tipo más elevado: es la que dice que las - demás reglas del procedimiento científico han de ser tales que no protejan a ningún enunciado de la falsación". (6)

Claramente, la definición que plantea Popper tiene un marcado carácter normativo. Su intención no es lograr una descripción del proceder científico, sino negar legitimidad a aquellas teorías que no cumplen con las características que él señala

ciertamente, sólo admitiré un sistema entre los científicos o empíricos si es susceptible de ser contrastado por la experiencia. (...) dicho de otro modo, no exigiré que un sistema científico pueda ser seleccionado, de una vez para siempre, en un sentido positivo; pero sí que sea susceptible de selección en un sentido negativo por medio de contrastes o pruebas empíricas ha de ser posible refutar por la experiencia un sistema científico empírico". (7)

Se deriva de esta definición una serie de exigencias que no - siempre son realizables en su aspecto práctico

llegamos a la siguiente tesis. Los sistemas teóricos se contrastan deduciendo de ellos enunciados de un nivel de universalidad más bajo estos, puesto que han de ser contrastables intersubjetivamente, tienen que poderse contrastar de manera análoga - y si ad infinitum. (...) Pero ha de admitirse que la situación sobre la que acabo de llamar la atención - la contrastabilidad ad infinitum y la ausencia de enunciados últimos que no necesiten ser contrastados - crea, ciertamente, un problema. Pues es evidente que, de hecho, las contrastaciones no - pueden prolongarse ad infinitum: más tarde o más temprano hemos de detenernos. Sin discutir por ahora el problema - en detalle, quiero únicamente señalar que la circunstancia de que las contrastaciones no puedan continuar indefinidamente no choca con mi petición de que todo enunciado científico sea contrastable. Pues no pido que sea preciso haber contrastado realmente todo enunciado científico antes de aceptarlo: sólo requiero que cada uno de esos enunciados sea susceptible de contrastación; dicho de -- otro modo: me niego a admitir la tesis de que en la ciencia existan enunciados cuya verdad hayamos de aceptar resignadamente, por la simple razón de no parecer posible - por razones lógicas (sic) - someterlos a contraste". (8)

Consideraciones como éstas permiten ver con más claridad que a

Popper, como, en general, a los filósofos de la ciencia, interesa más las cuestiones lógicas y epistemológicas de principio, que el proceder real del científico. Se trata, por ejemplo, de eliminar la POSIBILIDAD LOGICA de que se intentara eludir - la falsación de una teoría o enunciado científico mediante -- procedimientos diversos tales como la introducción de hipótesis ad hoc, o cambios ex profeso de las definiciones. Respecto a esto afirma

Se reconoce que los científicos no suelen proceder de este modo, pero el procedimiento aludido siempre es lógicamente posible; y puede pretenderse que este hecho - convierte en dudoso -por lo menos- el valor lógico del criterio de demarcación que he propuesto". (9)

Pero, ¿ qué clase de fundamento se aporta para justificar esta reglamentación de la actividad científica ? ¿ Porqué han de aceptarse estos criterios y no los propuestos por otras corrientes o escuelas ? He aquí la clase de fundamentación que se - considera válida

el filósofo admitirá que mi definición es útil únicamente en caso de que pueda aceptar sus consecuencias. Hemos de confirmarle que éstas nos permiten encontrar - incoherencias e impropiedades en otras teorías del conocimiento anteriores, y remontarnos a los supuestos fundamentales y convenciones de que proceden; pero también hemos de confirmarle que nuestras propias propuestas no están amenazadas por dificultades análogas. Este método de encontrar y resolver contradicciones se aplica igualmente dentro de la ciencia misma, pero tiene particular importancia en la teoría del conocimiento. Si es que -- existe algún método por el que las convenciones metodológicas puedan justificarse y demostrar su valor, es -- éste precisamente". (10)

¿ Y que relación tiene todo esto con la actividad cotidiana - del científico ? ¿ Qué relación tiene con la práctica de la-

ciencia ? ¿ Necesita un científico conocer estas disquisiciones ? ¿ Debe dominar estas categorías y argumentaciones para poder emprender su actividad ?

Evidentemente no

sólo a partir de las consecuencias de mi definición de ciencia empírica, y de las decisiones metodológicas - que dependen de esa definición, podrá ver el científico en qué medida está de acuerdo con su idea intuitiva de - la meta de sus trabajos". (11)

Pero no sólo el científico no requiere de estas especulaciones para emprender su tarea. En estas argumentaciones incluso la - práctica científica es irrelevante como punto de referencia -- para determinar la validez de las afirmaciones. No en balde -- Popper se ocupa más de exponer, analizar y criticar otras concepciones filosóficas (positivismo, convencionalismo, inductivismo, psicologismo, etc.), distinguiéndolas sutilmente de la propia, que de señalar hechos relativos a la práctica real y - cotidiana de la ciencia.

Permítasenos una última, aunque algo extensa, cita textual. En su momento se verá la razón de incluirla

" Esta concepción, según la cual la metodología es, a su vez, una ciencia empírica - el estudio del comportamiento real de los científicos, o de los procedimientos efectivamente empleados en la "ciencia" (sic) -, puede designarse con la palabra "naturalista". La metodología naturalista (llamada en ocasiones "teoría inductiva de la ciencia"), tiene su valor, sin duda una persona que estudie la lógica de la ciencia puede muy bien interesarse por ella y sacar grandes enseñanzas. Pero lo que yo llamo metodología no debe tomarse por una ciencia empírica. No creo que sea posible decidir, empleando los métodos de una ciencia empírica. cuestiones tan disputadas como la de si la ciencia emplea realmente (sic) o no un principio de inducción.

Y mis dudas crecen cuando recuerdo que siempre será un asunto a resolver por una convención (sic) o una decisión el de a qué cosa hemos de llamar una "ciencia" o el de a quién hemos de calificar de "científico".

" Me parece que deberíamos de tratar las cuestiones de este género de un modo diferente. Así, por ejemplo, podemos considerar dos sistemas distintos de reglas metodológicas uno, dotado de un principio de inducción, y otro, sin él. Podemos examinar entonces si este principio, una vez introducido (sic), - puede aplicarse sin dar lugar a incoherencias o incompatibilidades, si nos es de utilidad (sic), y --por fin- si realmente lo necesitamos (sic). Ha sido una indagación de este tipo la que me ha conducido a prescindir del principio de inducción: no me he basado en que no se emplee, de hecho, semejante principio en la ciencia, sino en que no lo considero necesario, no nos sirve de nada (sic) e incluso da --origen a incoherencias".

Por tanto, rechazo la tesis naturalista: carece de visión crítica; los que la sostienen no se percatan de que, por más que crean haber descubierto un hecho. no han pasado de proponer una convención; y -por ello- se convierte con facilidad en un dogma. Esta crítica de la posición naturalista no se aplica tan sólo a su criterio de sentido, sino, así mismo, a su concepto de la ciencia y -en consecuencia- a su concepto del método empírico". (12)

Hasta aquí las citas de Popper. Si bien nos hemos esforzado, hasta donde es posible, en no citarlo fuera de contexto, tampoco es nuestra intención hacer una exposición general de sus ideas.

Así mismo, a pesar de la multitud de preguntas que nos asaltan al leer párrafos como el citado, al intentar ubicarlo respecto al contexto que aquí hemos planteado, sólo mencionaremos las - que tendrán alguna utilidad para distinguir su perspectiva (y en general la de la filosofía convencional de la ciencia) de la muestra.

Cabría, por ejemplo, preguntar

Si el proceder real de las personas que hacen investigación -- científica es irrelevante en sus discusiones, ¿ a qué se refiere entonces con el término "ciencia" ?

Si, por un lado, él propone una convención (su criterio de demarcación: la falsabilidad), y por el otro es inneludible el - hecho de que asignar sentido al término "ciencia" implica una convención, ¿ por qué ha de concederse más validez a su convención que a una que designara un hecho observable por todos ?

En tanto que él menciona un criterio de utilidad, puede preguntarse ¿ utilidad para qué ? ¿ utilidad para quién ?

Si no habla él como científico, ni se dirige a los científicos (pues no considera relevante ver lo que hacen, antes de -- proponer su tesis), ¿ qué objetivo persigue ? ¿ a quién se dirige ?*

Si pretendiese normar o reglamentar la actividad científica,

* No podemos dejar de hacer notar aquí que sus críticas, argumentos, tesis y refutaciones se refieren siempre a otros filósofos. En la última de sus frases citadas, por ejemplo, se refiere explícitamente a la escuela neopositivista, específicamente al Círculo de Viena. (Véanse las notas a pie de página en las páginas 50 y 51 de la obra de Popper).

¿ Quiénes habrán de tomar en cuenta sus exigencias ? ¿ Quiénes han aplicado sus normas en los siglos que la ciencia lleva de existir como tal ?

Nuestra intención, obviamente, no es mostrar que Popper estuviera equivocado en sus afirmaciones. Lo que sí nos interesa, en cambio, es hacer ver que los objetivos y el contexto en los que se mueve este autor, y con él muchos otros, son distintos a los que aquí manejamos y deseamos explorar.

Y esto puede hacerse extensivo, con pocas modificaciones, - a otros autores, tales como C. G. Hempel, R. Carnap, E. Nagel, M. Wartofski, etc., y en general a la filosofía convencional de la ciencia.

Y en ello debemos incluir los textos y autores que, desde esa misma perspectiva, hablan del "Método Científico". Pues esquemas como el que propone Mario Bunge (13), no son eficaces para orientar la actividad de la investigación, en el sentido de - hacerla más fácil para quien no la domina aún. Sí son eficaces, tal vez, para normarla, justificarla o describir sus estructuras y bases epistemológicas.

Nuevamente, se trata de trabajos cuya intención no es describir, sino normar

Dicho de otro modo: no hay diferencia de estrategia - entre las ciencias; las ciencias especiales difieren sólo por las tácticas que usan para la resolución de sus problemas particulares; pero todas comparten el método científico. Esto, más que ser una comprobación empírica, se sigue de la siguiente Definición*: Una ciencia es una --

* Nuevamente, los subrayados son del autor, salvo indicación - en contrario.

disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (leyes)". (14)

Y, ¿ en qué consiste ese método científico ?

En tanto método, es un procedimiento para tratar un conjunto - de problemas. Cada ciencia, y en especial cada investigación, - enfrentará problemas específicos, por lo que hará uso de métodos o técnicas especiales, determinadas por la naturaleza del problema a resolver y del objeto estudiado

Cada método especial de la ciencia es, pues, relevante para algún estadio particular de la investigación -- científica de problemas de cierto tipo. En cambio, el - método general de la ciencia es un procedimiento que se aplica al ciclo entero de la investigación en el marco de cada problema de conocimiento". (15)

Pero, si hay un "método" para tratar los problemas de conocimiento, que no está determinado por la naturaleza misma del objeto estudiado, sino que es común a todos ellos, debe tener un grado de abstracción bastante elevado, debe incluir planteamientos generales distintos a las acciones concretas (pues éstas - son siempre específicas) que los investigadores realizan

Lo mejor para darse cuenta de cómo funciona el método científico consiste en emprender, con actitud inquisitiva (sic), alguna investigación científica lo suficientemente amplia como para que los métodos o las técnicas especiales no oscurezcan la estructura general...."

(Señalaremos aquí, entre paréntesis, que podría argüirse en este punto una circularidad

a) Ciencia disciplina que emplea el método científico.

b) para conocer lo que es el método científico hay que emprender una investigación "científica".

Aún cuando no podemos detenernos aquí en este punto, puede afirmarse que esta circularidad no es sólo incidental, sino que se debe a los objetivos, métodos y pretensiones mismas de la filosofía en esta área: si se compara esto con lo que hemos visto - del trabajo de Popper, se podrá observar un elemento común a ambos).

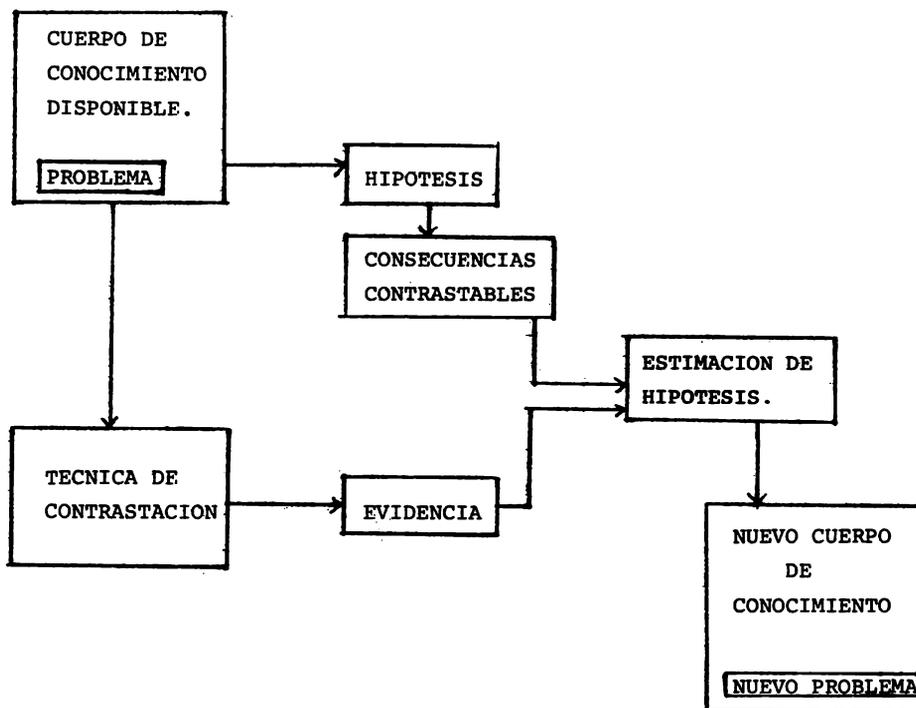
(El convertirse en especialista de algún estadio - del trabajo científico, como la medición, por ejemplo, - no basta, ni mucho menos, para conseguir una visión clara del método científico; aún más, eso puede sugerir la idea de que hay una pluralidad de métodos inconexos más que - una sola estructura metódica subyacente a todas las técnicas). Otro buen camino, inmediatamente después del anterior, consiste en familiarizarse con algún sector o -- pieza de la investigación, no precisa y solamente con su resultado, más o menos caduco, sino con el proceso entero, a partir de las cuestiones que desencadenaron inicialmente la investigación". (16)

Este método, o estructura general, puede plantearse, según Bunge, a manera de una serie ordenada de operaciones

- " 1. Enunciar preguntas bien formuladas y verosímilmente fecundas;
2. Arbitrar conjeturas, fundadas y contrastables con la experiencia, para contestar a las preguntas;
3. Derivar consecuencias lógicas de las conjeturas;
4. Arbitrar técnicas para someter las conjeturas a contrastación;
5. Someter a su vez a contrastación esas técnicas, para comprobar su relevancia y la fe que merecen;
6. Llevar a cabo la contrastación e interpretar sus resultados;
7. Estimar la pretensión de verdad de las conjeturas y la fidelidad de las técnicas;

8. Determinar los dominios en los cuales valen las conjeturas y las técnicas, y formular nuevos problemas originados por la investigación". (17)

Este ciclo se representa esquemáticamente así



Aparte de estos pasos, puede señalarse una serie de reglas que, aún cuando de ninguna manera puedan enumerarse exhaustivamente, sí pueden guiar la ejecución adecuada de las operaciones indicadas. Entre los ejemplos que señala el propio Bunge, están 1) Formular el problema con precisión y, al principio, específicamente; 2) proponer conjeturas bien definidas y fundadas de algún modo, y no suposiciones que no comprometan en concreto, ni tampoco ocurrencias sin fundamento visible; 3) Someter las hipótesis a contrastación dura, no laxa; etc.

Reglas como éstas tienen una función limitada

no debemos esperar que las reglas del método científico puedan sustituir a la inteligencia por un mero paciente adiestramiento. La capacidad de formular preguntas sutiles y fecundas, la de construir teorías -- fuertes y profundas y la de arbitrar contrastaciones empíricas finas y originales no son actividades orientadas por reglas si lo fueran como han supuesto algunos filósofos (sic), todo mundo podría llevar a cabo -- con éxito investigaciones científicas, y las máquinas de calcular podrían convertirse en investigadores, en vez de limitarse a ser lo que son, instrumentos de la investigación. La metodología científica es capaz de -- dar indicaciones y suministra de hecho medios para evitar errores, pero no puede suplantar a la creación original, ni siquiera ahorrarnos todos los errores". (18)

Por otro lado, estas reglas tienen validez universal, y ésta -- sólo puede establecerse y fundamentarse filosóficamente

esas reglas son claramente universales, no hay -- efectivamente nada tan universal como la ciencia, ni -- siquiera la filosofía. Pero ¿son además justificables? Sin duda tienen una justificación pragmática aunque -- no son infalibles, no conocemos otras reglas que sean -- más adecuadas para conseguir la meta de la ciencia, la construcción de los modelos conceptuales de las estructuras de las cosas con la mayor verdad posible".

Pero esa es sin duda una justificación bastante pobre (sic). En primer lugar porque la aplicación del método científico no da, en el mejor de los casos, sino aproximaciones a la verdad. En segundo lugar, porque una regla que está justificada así por su éxito, pero no está integrada en el cuerpo del conocimiento científico, -- queda como colgada en el aire, y no puede deshacer concluyentemente la pretensión de los procedimientos no -- científicos -- como la adivinación, por ejemplo -- para el

progreso del conocimiento. Dicho de otro modo: nos gustaría (sic) contar con una justificación teórica del método científico, además de con su justificación pragmática. Entenderemos por justificación teórica de una regla (o norma, prescripción o instrucción): i) la --convalidación de los presupuestos de la regla, o sea,-- la confirmación de que lo que la regla toma como dados es coherente con las leyes conocidas; y ii) la comprobación de que la regla dada es compatible con los demás miembros del conjunto de reglas, en este caso, con el método científico. Dicho brevemente: consideraremos que una regla está justificada teóricamente si y sólo si es a la vez fundada y sistemática (sistemática = miembro de un sistema consistente de reglas)".

" En el caso de las reglas del método científico deseamos que integren un sistema de normas basado en, o, al menos, compatible con, las leyes de la lógica y las leyes de la ciencia, no sólo con los desiderata de la investigación. Así, la regla que manda "formular el problema con precisión" presupone claramente que no hay --que buscar más que respuestas únicas (aunque puedan ser complejas, tener varios miembros): si fuera aceptable una pluralidad de supuestos recíprocamente incompatibles no se habría estipulado la condición de precisión del problema.

Por su parte, el desiderátum de la solución única está exigido por el principio lógico de no-contradicción. -- En este punto puede detenerse la tarea de justificación de esa regla, porque la investigación científica presupone los principios de la ciencia, no los discute".

" La justificación de otras reglas del método científico será más difícil y puede suponer complicados problemas filosóficos (sic) --como el de si el análisis científico de un todo lo disuelve sin aclararlo-- pero, de un modo u otro, hay que suministrar esta justificación, y el trabajo al respecto promete ser de interés. Desgra

ciadamente, no se ha intentado aún (sic) dar una justificación teórica de las reglas del método científico. La metodología científica sigue encontrándose en un estado descriptivo, preteórico. Muy responsable de este descuido parece ser el tácito supuesto de que todo lo que da resultado es bueno, curiosa suposición en el caso del método científico, del que empieza por admitirse que no da resultados perfectos. En cualquier caso, - éste es un problema interesantísimo para los filósofos (sic) que se preocupan por la ciencia viva".

Los científicos no se han preocupado mucho por la fundamentación de las reglas del procedimiento científico: ni siquiera se preocupan por enunciar explícitamente - todas las reglas que usan. De hecho, las discusiones de metodología científica no parecen ser animadas más que en los comienzos de cada ciencia (...). En la mayoría de los casos los científicos adoptan una actitud de ensayo y error respecto de las reglas de la investigación, y las que les resultan eficaces se incluyen sin más en la rutina cotidiana de la investigación, tan implícitamente que la mayoría de los científicos ni las registran conscientemente. Nadie por lo visto, llega a ser - conciente en cuestiones metodológicas hasta que el método dominante en el momento resulta fracasar". (19)

Bunge también establece explícitamente una diferencia entre el estudio de la ciencia a partir de la observación empírica y el que realizan los filósofos. Y, nuevamente, no interesan a la indagación filosófica los aspectos prácticos y psicológicos de la investigación

Pero hay al menos un objeto -podría uno estar dispuesto a reconocer- que no estudia la ciencia factual, a - saber, la ciencia misma. Sin embargo, es claro que el estudio de la ciencia puede plantearse científicamente, y que así se hace de hecho de vez en cuando tenemos, en efecto, unas cuantas inmaduras ciencias de la cien-

cia. Si se considera la ciencia como una peculiar actividad de individuos y equipos, entonces podemos apelar a la psicología de la ciencia; esta disciplina - estudiará, entre otras cosas, el impulso cognitivo - (sic), los procesos psicológicos de la producción de hipótesis, la rigidez mental entre los científicos, etc. Si consideramos la ciencia en su contexto social, nos encontramos con la sociología de la ciencia, o sea, con el estudio de los factores sociales que facilitan la investigación y de los que la inhiben, estudio del papel de la ciencia en el planteamiento y el control de la acción humana, etc. Y si estudiamos la ciencia como un aspecto de la evolución cultural, surge la -- historia de la ciencia, o sea, el estudio de los orígenes y el desarrollo de una línea de investigación, de los cambios de perspectiva científica, etc. Todas esas son consideraciones externas de la ciencia, en el sentido de que no analizan ni critican el método - ni el resultado de la investigación, sino que los toman como datos. Además, la psicología, la sociología y la historia de la ciencia son ciencias factuales - (empíricas) de la ciencia; manejan y elaboran una gran cantidad de datos empíricos".

El estudio interno de la ciencia ha sido desde sus comienzos un tema filosófico. Han sido filósofos -o, a veces, científicos de vacaciones- los que han estudiado el esquema general de la investigación científica, la lógica del discurso científico y las implicaciones filosóficas de su método y de sus resultados. Este estudio interno de la ciencia se interesa por el conocimiento científico independientemente de su origen psicológico, de sus bases culturales y de su evolución histórica, mientras que el estudio externo se ocupa de las actividades humanas supuestas por (e incluidas en) la producción, el consumo, el desperdicio y la corrupción de la ciencia: las ciencias externas de la ciencia son otras tantas ramas de la ciencia de la cultura". (20)

Esto debiera bastar para hacer evidente la especificidad de los objetivos que la indagación filosófica tiene en este con texto.

Puede concederse legitimidad a tales objetivos en su propio contexto, en tanto que las preguntas que hacen los filósofos obligan, a quien se interesa por contestarlas, a moverse en ese mismo terreno, a adoptar sus criterios de sentido, de va lidez, de fundamentación, etc.

Si André Gide estaba en lo cierto al afirmar que: Cuando - un filósofo responde, ya no se comprende más lo que se le ha bía preguntado", valdría la pena pregruntar si el riesgo que esto implica está justificado frente a la tarea que nos proponemos.

Sin embargo, antes de ir tan lejos podría considerarse en -- forma breve la siguiente serie de preguntas

¿ Qué papel han tenido realmente los filósofos en la historia de la ciencia ? ¿ Cuántas veces sus normas y exigencias han servido efectivamente para guiar LA PRACTICA de la investiga ción científica ? ¿ Son los libros de los filósofos de la - ciencia los volúmenes que más movimiento tienen en las biblio tecas de las instituciones de investigación ? ¿ Cuántos cientí ficos relevantes han aprendido su quehacer en los textos - de los filósofos ?

Nótese, empero, que no sostenemos que los científicos (practi cantes) no hagan nunca labor filosófica. Sería absurdo e igno rante de la más elemental historia de la ciencia. Lo que afir manos precisamente, junto con R. A. Lyttleton (21), es que aún cuando esto ha sucedido en muchas ocasiones, la habilidad des plegada por un científico en su tarea no necesariamente es -- equiparable con la que despliega después en sus intentos por establecer normas epistemológicas que deban seguir otras per-

sonas*.

Lo que esto implica no es la futilidad de la labor filosófica en sí, sino el hecho de que no debe perderse de vista su carácter fundamentalmente a posteriori respecto a la labor científica. Es decir, la tarea de la fundamentación filosófica o epistemológica no puede darse en ausencia de o antes de lo que es -- propiamente una investigación científica. Incumbe a la filosofía el justificar (en los términos que se desee, y ante los -escépticos que surgieren -recuérdese el "imaginario crítico" - de Popper-), el conocimiento científico, ya obtenido, en cuanto tal. También, si se desea, cabría el intento de "explicar" ya sea la evolución continua o el éxito de los procedimientos científicos.

Pero no corresponde a la filosofía el normar, sobre bases que los mismos filósofos nunca han reconocido como firmes e inmutables, los métodos de adquisición de un conocimiento que hace -mucho que la han rebasado sin apelar a ella.**

Pues debiera ser evidente la gran diferencia entre lo que Bunge llama el "Método Científico" y el proceder práctico, real y observable, del investigador.

Volveremos sobre esto más adelante, al analizar la utilidad del concepto de "paradigma" propuesto por Kuhn.

** Entiéndase, en este contexto, el término "filosofía" como designando precisamente la tarea a la que se avocan tanto -- Popper (ver pág. 96) como Bunge (págs. 104 y ss). Es decir, - el intento de eliminar incoherencias, lagunas o contradicciones en lo que ellos llaman los "supuestos" de la ciencia, así como el comparar sus opiniones con las de otros filósofos para demostrar la superioridad de la concepción propia. Pues en un sentido más amplio del término (de entre los muchos que ya tiene) cada científico sería un filósofo.

Mientras que a Bunge y a Popper preocupa la ESTRUCTURA LOGICA del Método Científico (en caso de haberlo), el problema que - aquí nos ocupa ahora, la caracterización PRACTICA de las habilidades y valores que desembocan en el conocimiento o, más -- exactamente, la actividad científica, es distinto.

Pues aún cuando el propio investigador, al elaborar el reporte de su trabajo, intenta dar a éste la estructura que le permite comunicar los conocimientos obtenidos con la máxima claridad, no debe confundirse este ORDEN LOGICO de la presentación, con el orden CRONOLOGICO de la realización. Mientras que en el reporte se busca presentar los resultados de una manera que permita su más sólida justificación, las acciones y decisiones - (que en muchas ocasiones pueden ser calificadas de "ilógicas" por los propios científicos (22)) que a ellos llevaron no necesariamente tienen la misma estructura o secuencia.

Otra razón por la que la filosofía convencional de la ciencia no nos es útil en este contexto, estriba principalmente en -- que sus mismos objetivos y procedimientos le exigen manejarse en un nivel de abstracción (véase la cita de Bunge, p. 101) que no es informativo para los fines que nos proponemos. En la medida en que el filósofo pretende justificaciones de carácter universal, y que no desea que su perspectiva sea obstruída por las técnicas específicas empleadas en una cierta disciplina, en esa medida está obligado a utilizar lenguaje y conceptos demasiado amplios para proporcionar información útil para la - práctica cotidiana de la ciencia.

Pues, como indica Sir Peter Medawar (23), no puede hablarse legítimamente de que "el científico esto", o "el científico lo - otro", pues no existe persona alguna que sea "el" científico. Y, aunque esto debiera ser obvio, hace falta indicar que no hay una "ciencia" más allá de aquéllos que la practican, siempre - en forma específica y con técnicas y procedimientos específicos.

Todo esto implica, entre otras cosas, que no se consideraría relevante en este contexto, para justificar las propuestas que aquí hacemos, el hurgar en la tradición filosófica a fin de encontrar antecedentes que citar en nuestro favor, o visiones alternativas cuyos errores haya que detectar.

Sin embargo, es evidente que hay elementos importantes de la concepción que proponemos que requieren una fundamentación. Dedicamos el capítulo siguiente a exponer las bases generales y el PROGRAMA de una fundamentación adecuada.

N O T A SC A P I T U L O III

1. Popper, K. R.; LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTITICA.
Ed. TECNOS, Madrid 1971, p. 48.
2. Ibidem.
3. Ibid. p. 82
4. Ibid. p. 34
5. Ibid. p. 41
6. Ibid, p. 53
7. Ibid. p. 40
8. Ibid. pp. 46-7
9. Ibid. p. 41
10. Ibid. pp. 53-4
11. Ibid. p. 53
12. Ibid. pp. 51-2
13. Bunge, Mario; LA INVESTIGACION CIENTIFICA
Ed. Ariel, Barcelona 1974, pp. 24 y ss.
 _____ ; LA CIENCIA, SU METODO Y SU FILOSOFIA
 Ed. Siglo XX, Buenos Aires.
14. Bunge, M.; LA INVESTIGACION CIENTIFICA, p. 32
15. Ibid. p. 24
16. Ibid. p. 24-5
17. Ibid. p. 25-6
18. Ibid. p. 27
19. Ibid. pp. 28-9
20. Ibid. p. 49
21. Lyttleton, R. A.; THE NATURE OF KNOWLEDGE en The Encyclo-
paedia of Ignorance; Duncan Ronald & Weston-
Smith Miranda (eds.) Pocket Books, N.Y. 1978.

22. Véase nuevamente

Holman, H. H.; BIOLOGICAL RESEARCH METHOD
Hafner Publishing Co.; N.Y. 1969
Cap. 14, pp. 247 - 260

23. Medawar, Peter; ADVICE TO A YOUNG SCIENTIST
Harper and Row 1979.

C A P I T U L O I V

HERRAMIENTAS Y PROGRAMA DE UNA FUNDAMENTACION EPISTEMOLOGICA

DEL MODELO; 2) Los problemas y las herramientas conceptuales para resolverlos.

Ahora bien, si no se requiere una fundamentación de carácter filosófico convencional, ¿ Qué clase de problemas se considerarán válidos o significativos ? ¿ Qué clase de respuesta se espera para ellos ? ¿ Cómo debe ser obtenida ésta ?

En tanto que se plantea un problema, los términos de éste deben hacerlo evidente para las personas involucradas.

En tanto se propone un camino para su solución, debe demostrarse que este camino es viable, deben mostrarse los criterios que debe llenar tal solución para ser legítima y debe mostrarse claramente en qué difiere tal solución de la situación actual.

En el marco de las consideraciones planteadas en los capítulos anteriores, nos avocaremos ahora a esta tarea, que consideramos ser la justificación relevante para las propuestas que -- aquí se hacen.

En primer lugar debemos dejar asentado que aquí sí emplearemos lo que Popper llama el enfoque naturalista y Bunge el estudio externo de la ciencia. Esto es, intentamos DESCRIBIR, - en primer término, lo que es la actividad científica y la forma en que se adquiere la capacidad para realizarla. Intentaremos obtener conocimientos de un fenómeno OBSERVABLE, no normarlo ni justificarlo.

Consideramos, a reserva de aclaraciones posteriores, a la ciencia

cia precisamente como un subsistema social*, integrada por un - grupo de personas, que tienen conductas, tanto individuales como colectivas, específicas; en el que hay flujos y procesamiento - constante de información; que se reproduce a sí mismo y que evoluciona por acción de fuerzas generadas tanto interna como externamente.

Este subsistema no es ajeno ni claramente diferenciable de otros subsistemas sociales en el sentido de que pudiera definirse de manera que todos sus elementos tuvieran una cierta característica y sólo ellos la tuvieran. Tampoco es diferenciable en el sentido de que pudieran establecerse físicamente sus límites.

Sin embargo, no parece absurdo plantear que este sistema sí es, al menos en principio, caracterizable como un sistema relativamente aislado (1). Es decir, caracterizable a partir de sus entradas, ya sea físicas o de información, y sus salidas, así como de los estados internos y la trayectoria de los cambios que en ellos se producen.

De cualquier manera, esta caracterización está por hacerse y, - aunque, evidentemente, su complejidad será enorme, representa - un área de investigación prometedora, que tocaremos nuevamente más adelante.

Para centrarnos nuevamente, sin embargo, retomemos la cuestión concreta de cuáles son los elementos que deseamos describir.

Kenneth E. Boulding (2) plantea la posibilidad de enfocar a la ciencia como "aquello que la comunidad científica piensa y hace". Por supuesto que esta comunidad no está tan bien definida como pudiera parecer, puesto que los ciudadanos de esta república invisible son en gran parte auto-designados, puesto que ni -

* Véase la caracterización propuesta en el Capítulo I, pp. 25 y ss., Cap. II, pp. 60 y ss.

siquiera un doctorado (Ph. D.) es un certificado de membresía. Sin embargo, sus límites pueden, en principio, considerarse -- como moderadamente claros.

Según este autor, tal vez no sepamos explicar exactamente por qué sucedió, más es indudable que, a partir de 1500 D.C. se comenzó a desarrollar en Europa una pequeña subcultura (no definida por límites geográficos), basada en una comunicación precaria, pero diferenciable por tener un "ethos" muy particular, es decir, por manejar un conjunto de valores distinto al de las culturas políticas oficiales u otras culturas populares.

Boulding considera esto como producto de una "mutación cultural" que generó un "gran potencial evolutivo". Esta mutación, basada esencialmente en cambios éticos, se perpetúa después a través de la transmisión de los nuevos valores a generaciones subsiguientes dentro de la misma cultura.

Entre tales valores, diferentes a los de las culturas políticas y populares tradicionales, se citan la curiosidad, la creencia en que puede detectarse el error a través de la confrontación con la experiencia, "la alta valoración de una precaria (uneasy) combinación lógica e imaginación en la conformación de teorías", la confiabilidad de registros llevados por otros, con la consecuente alta valoración de la veracidad (el no decir mentiras); la convicción de que las opiniones de otros deben ser transformadas por medio de la evidencia, no de amenazas (excepto en el caso de los estudiantes que deben presentar un examen, pues deben apegarse a las opiniones del maestro, so pena de reprobalo)*, etc.

Desde luego, la pureza o inviolabilidad de estos valores, ya sea a nivel individual o colectivo, no se puede asegurar "pues los científicos son también seres humanos, y existen en otras comunidades además de la científica".

* Aunque esto, por ahora, puede pasar por una broma, veremos más adelante su razón de ser.

Como veremos más adelante, al hacer estas caracterizaciones no debemos nunca perder de vista que no existe "el científico"; que entre ellos se da una gama muy amplia de temperamentos, caracteres, etc. y que, nuevamente, sería inútil pretender establecer un inventario de cualidades que nos permitieran identificar, por el sólo hecho de tenerlas o no, a los miembros de tal comunidad.

Sin embargo, podemos plantear aquí, como una hipótesis, que entre los científicos sí se da, como una tendencia, una valoración de elementos como los que propone Boulding distinta a la de la población en general.

Y esta hipótesis puede verificarse mediante el diseño de pruebas (test) que, aplicando la semántica diferencial, detecten características o tendencias comunes en los campos semánticos y las redes de significado. Se esperaría encontrar características y tendencias comunes, respecto a puntos como los señalados, entre quienes, por ejemplo, han publicado al menos un artículo en revistas especializadas. Características y tendencias que, desde luego, deberán presentarse en mayor grado que entre la población en general.

Esto nos permitirá, en caso de tener fundamento real, por un lado el caracterizar a la comunidad científica en términos de los valores que sus integrantes sostienen y practican. Por el otro, nos permitiría establecer algunos de los parámetros dentro de los que deberá desenvolverse nuestro intento de intervenir positivamente en la formación de científicos.

Pero, además, el avance de nuestro conocimiento en este terreno no podría utilizarse como parte de las bases necesarias para comprender las interacciones que la comunidad científica tiene en este ámbito con otros subsistemas sociales y con la población en general. Pues se puede afirmar con Boulding, aún reconociendo que se trata todavía más bien de una metáfora, que la comunidad científica ocupa un nicho socioecológico cuyos límites están en gran parte determinados por la imagen que de ella tienen los no-científicos, especialmente aquéllos en cu-

yas manos están las decisiones económicas (presupuestarias), -
políticas y educativas.

En consecuencia, puede afirmarse, en principio, que la caracte-
rización de la comunidad científica como "sistema", deberá in-
cluir las entradas, salidas y trayectorias de los estados inter-
nos que en este aspecto pudieran observarse.

Sin embargo, persiste aún el problema de caracterizar, con la-
mayor precisión posible, lo que esta comunidad "piensa y hace"

Apoyándonos nuevamente en el planteamiento de Boulding, podría-
mos considerar que la herencia del conocimiento humano, includa
la ciencia, implica la replicación de información y de es-
tructuras de conocimiento por medio de técnicas específicas, -
tales como impresión, fotocopiado, películas, cassettes, etc.
Pero, en forma muchos más importante, a través de la transmi-
sión de estas estructuras de conocimiento de una generación a
la siguiente a través del proceso de aprendizaje.

Estas estructuras, desde luego, no son estáticas, sino que evo-
lucionan en la medida en que algunos de sus elementos van sien-
do corregidos y/o sustituidos por otros, cuando demuestran no
ser adecuados para hacer predicciones correctas acerca de los-
hechos.

Ahora bien, puesto que se trata de un proceso que se da, o que
se puede plantear, básicamente en torno a la información, pue-
de plantearse, en principio, la posibilidad de utilizar este -
elemento para precisar y dar respuesta a algunas de las cuestio-
nes que nos ocupan.

Por ejemplo, puesto que nos interesa precisamente conocer y con-
trolar (si es posible), o al menos favorecer, el proceso median-
te el cual un estudiante adquiere los contenidos (información)-
y las habilidades para procesarlos que son empleados en la comu-

nidad a la que desea ingresar, cabe preguntar por la naturaleza de estos contenidos y habilidades.

Desde luego, la vía de la investigación filosófica tradicional podría llevarnos a que a considerar, por un lado, elementos tales como "enunciados básicos", "hechos", etc., indagando el sentido verdadero que estos términos pueden tener. Por el otro, la respuesta convencional puede recurrir al empleo del "Método Científico", en una u otra de sus versiones.

Sin embargo, es posible que, de seguir tal senda, nos enfrentáramos a graves problemas. El más básico de ellos puede ser el hecho de que dentro de la comunidad científica y como parte activa y funcionalmente necesaria de ella, encontremos una gran cantidad de individuos que no emplean el Método Científico como tal, que no llevan a cabo, en secuencias completas - y/o correctamente ordenados, los pasos que éste prescribe.

Pues la gama de las conductas que llamamos científicas es tan amplia en la actualidad, y aumenta su complejidad constantemente en tal grado, que se hace cada vez más difícil hallar - que un individuo domine y/o practique todas las conductas que son necesarias en investigaciones como las que actualmente se llevan a cabo.

Obsérvese que no estamos afirmando que las investigaciones - no sean en principio "ordenables" de acuerdo al Método Científico para su comunicación, puesto que de hecho así debe ser, sino que en el nivel práctico de su realización, la situación es mucho más compleja.

Y es más compleja por cuanto exige lo mismo equipos cada vez más grandes, con una "división del trabajo" adecuada, que una gama cada vez más amplia de actividades especializadas.

Estas actividades especializadas pueden ser tan alejadas entre sí como la recabación de datos en una entrevista, el procesamiento de los mismos en computadoras, la selección de lugares

óptimos para la recolección de muestras o la interpretación de fotografías enviadas por satélites. La lista puede prolongarse enormemente.

Todas estas actividades, empero, pueden ser unificadas a través de la identificación de los principios que las regulan, lo que aquí hemos llamado criterios (como el de objetividad, por ejemplo), así como los valores que las motivan.

Pues, si bien es difícil encontrar en la práctica alguien que utilice el Método Científico como una serie de pasos que se die ran siempre en el mismo orden, no quiere esto decir que no exis tan normas generales, valores, principios y criterios que regulen la actividad. Y proponemos explícitamente, a reserva de que la observación empírica demuestre lo contrario, que se considere al hombre de ciencia como una persona dotada de habilidades, -- conceptos, criterios y valores, que aplica unos y otros en función de una serie siempre cambiante de elementos para lograr un objetivo: obtener un conocimiento tal que sea reproducible en su aspecto físico y aceptable en su aspecto teórico por parte de -- sus colegas (los científicos que trabajan problemas afines o -- áreas relacionadas con el objeto de sus estudios).

Esto es, proponemos que se desplace la caracterización de la -- ciencia de un supuesto ideal teórico perseguido por el hombre -- de ciencia en razón de su carácter absoluto y de su pureza román tica*, a la descripción de una serie de conductas y de las moti-- vaciones reales y cotidianas de quiénes las desempeñan.

* Aquí cabrían, desde las afirmaciones más ingenuas (filosófica mente hablando) y románticas tales como el "amor a la verdad" y "la búsqueda del Conocimiento Objetivo", hasta las concep-- ciones más sofisticadas y rigurosas, como la de Popper.

Pues es interesante observar en este contexto algunos hechos que se dan en la comunidad científica y que ocasionalmente - trascienden a la "opinión pública", como son los intentos de plagiar o falsificar evidencia, que no prosperan (al menos - no todos), pues dentro de la misma comunidad se desarrolla - la actividad rutinaria de "desenmascarar" este tipo de actos.

O considérese también el hecho de que cualquier reporte de - investigación, para poder siquiera ser publicado, debe pasar primero por la revisión de un grupo de (considerados) expertos en la materia (sistema "peer review"); como también que - se da por hecho, ineludiblemente, que un artículo, una vez - publicado, será examinado críticamente por colegas con el -- fin de detectar errores en los procedimientos de observación y/o experimentación, en el procesamiento o interpretación de los datos, etc. Pues mas que el "amor a la verdad", puede ser más acuciante para el investigador el resolver la aparente - oposición entre su deseo de que le sea acreditado (con todos los beneficios que esto trae en aspectos más prosaicos, tales como el prestigio y el dinero) un determinado descubrimiento, y el temor de que alguien detecte y comunique (en la sección que la mayoría de las revistas especializadas trae para este efecto) un error elemental de procedimiento o de interpretación.

Pero de la caracterización que proponemos se sigue también - otro punto interesante. En la medida en que sustituímos la - concepción esquemática del MC por una más flexible en la que determinados elementos (conceptos, habilidades, valores, - etc.) se aplican en función de decisiones tomadas por el investigador a la luz de una serie de variables que él percibe en el momento, y con un objetivo concreto y bien determinado, en esa medida cambia de carácter un viejo problema que ha -- sido origen de agrias disputas.

En efecto, en lugar de discutir si una determinada disciplina es científica o no en función de que aplique o no el Método - Científico (cualquiera que éste sea), puede considerarse ahora que el punto es más bien cuáles trabajos hacen una MEJOR apli

cación de los elementos señalados para ACERCARSE MAS al objetivo propuesto.

Aunque esta línea aparece como altamente interesante en cuanto a analizar las implicaciones que se darían para las llamadas ciencias sociales, ocuparnos de eso aquí nos desviaría mucho de nuestro propósito.

Más interesante, por ahora, es ver en esta luz un punto más concreto que se sigue también de la caracterización que proponemos, a saber

La acostumbrada distinción entre "pensamiento cotidiano" y "pensamiento científico" se diluye también en tanto que se trata sólo de diferencias DE GRADO en la habilidad y la disciplina con los que diferentes personas aplican una serie de criterios, valores, etc., que todos (o casi todos) empleamos en nuestras conductas cotidianas, aunque en forma espontánea y desorganizada.

Y se sigue de lo anterior que es posible el entrenamiento de las personas para mejorar cada vez más (a partir de una línea base) su desempeño en este sentido, a condición, básica e ineludiblemente de que estén motivadas para ello. Pues el esfuerzo que implica este entrenamiento. y la práctica misma de la investigación pueden llegar a ser considerables.

Para ver este mismo punto desde otra perspectiva recurriremos nuevamente a la Teoría de Sistemas.

Stafford Beer propone (3) la idea de considerar al proceso educativo como tendiente a restringir el número de respuestas posibles que el cerebro humano puede (como sistema) adoptar frente a estímulos del medio ambiente. Véamos cómo puede suceder esto.

Sean las entradas (estímulos, perturbaciones) de un sistema, las influencias (físicas o de información (4)) que recibe - de otros sistemas con los que interactúa;

Sean las salidas (reacciones, respuestas) de un sistema, las influencias (nuevamente físicas o de información) que ejerce sobre otros con los que interactúa;

Tiempo de reacción es el tiempo necesario para que un sistema reaccione (cambie de estado) con la respuesta correspondiente a un estímulo determinado;

Repertorio del sistema será el conjunto de sus estados distinguibles, mientras que variable, como medida de la complejidad de un sistema, será el número de los posibles estados diferenciables en el mismo.

Ahora bien, si en un sistema dado cada entrada y cada salida adopta un estado distinguible, y sólo un estado distinguible en cualquier momento de su calendario, puede afirmarse que un sistema (el cerebro humano. por ejemplo) tiene siempre una -- capacidad limitada, aunque no necesariamente pequeña, para -- atender o reaccionar debidamente ante la gran cantidad y complejidad de estímulos que llegan a él.

Cuando un sistema dado es, de esta manera, incapaz de responder adecuadamente a todos los estímulos que a él llegan, se vuelven inoperantes los vínculos o conexiones que tiene con otros sistemas. O bien debe suceder que una serie más o menos grande de entradas no sean atendidas debidamente por el sistema, o bien se hace necesaria una de dos cosas

Puede buscarse atenuar la variable de las entradas, es decir, reducir el número de posibles entradas, o bien debe buscarse amplificar la variable de las salidas del sistema, es decir, aumentar su número. Esto puede lograrse integrando al sistema otros subsistemas que llamaremos atenuadores y amplificadores.

Pero también puede suceder que un determinado sistema pueda responder a un mismo estímulo con un número más o menos grande de salidas o respuestas, de las cuales no todas pueden ser adecuadas. En ese caso se hacen necesarios atenuadores de salida, es decir, elementos que restrinjan el número de respuestas posibles a un estímulo dado.

Por último, si para optimizar la respuesta de un sistema es necesario que reciba el máximo número posible de entradas, se requiere entonces un amplificador de entradas, es decir un subsistema que le permita captar un mayor número de entradas para un lapso determinado.

Apliquemos ahora estos conceptos a la consideración de algunos aspectos del proceso educativo.

Un alumno, por ejemplo, es un sistema que puede desplegar una variable enorme, es decir, una gran cantidad de respuestas o salidas frente a un estímulo determinado.

En palabras de Beer: el alumno es capaz de generar múltiples respuestas a la pregunta de cuánto es seis multiplicado por siete. El maestro intentará atenuar esta potencial variable de respuestas en una sola: "cuarenta y dos" (5)

En este caso, el atenuador de salidas es la tabla de multiplicación, memorizada y archivada junto con una norma que pudiera decir así: "ante preguntas de la forma cuánto es $x \times y$, respóndase con el elemento z que ha sido asociado a la pareja en cuestión". Así, se restringe la posibilidad de que el alumno responda proponiendo un número al azar ("adivinando"), rompiendo a llorar o durmiéndose.

Pero, por otro lado, la educación persigue también el objetivo de dotar al alumno con amplificadores. Utilizando nuevamente - un ejemplo matemático, cuando se enseña al alumno el uso del lenguaje matemático y de fórmulas abstractas, se espera que lo utilice para evitar que, en cada ocasión en la que se presente

un problema de estructura similar, tenga que recurrir a realizar conteos o mediciones exhaustivas y pueda, consecuentemente, atender un mayor número de problemas.

El problema fundamental de la educación contemporánea, como de la mayoría de nuestras instituciones, es, según Beer, que no sabemos identificar debidamente los atenuadores y amplificadores que en realidad son necesarios.

Y esto no parece descabellado cuando observamos cómo nuestro esfuerzo educativo está basado más en lograr que el alumno memorice la máxima cantidad de información, que en lograr que --adquiera las habilidades para obtenerla cuando la necesite.

Volviendo al proceso formativo de un científico, podemos ahora hablar más concretamente :

En la vida cotidiana todos nos enfrentamos a una serie de entradas o estímulos que, en este terreno, podemos por ahora ejemplificar como hechos observados y cuya explicación no conocemos, preguntas hechas explícitamente, explicaciones tentativas, conjeturas, reportes de otras personas que afirman haber comprobado algo, mención de datos "curiosos", etc.

Frente a esta serie de posibles entradas, con las que nos enfrentamos todos los días, respondemos, nuevamente, con una enorme -variable de posibles respuestas: intentar repetir el hecho observado, archivar el dato como algo "curioso", "mágico" o "extraño", olvidar el asunto, considerando que fuimos engañados -por nuestros sentidos; consultar bibliografía sobre la materia, buscar la opinión de "expertos", aceptar o rechazar explicaciones que se nos propongan, según nos parezcan plausibles o no, o según si tenemos o no confianza en quien las propone, etc.,- etc.

Y, de todas las posibles respuestas, sólo un subconjunto de --ellas ha demostrado ser adecuado para ampliar sistemáticamente nuestro conocimiento y para ser, por lo tanto, aceptadas en la

comunidad que las practica.

Sin afirmar que la aparición de estas conductas sea tanto como al azar, lo que es obvio es que no son las que sistemáticamente genera la población en general, pues la persona y la situación pueden enmarcar muchas razones para no hacerlo pereza, otras ocupaciones, costos, inaccesibilidad, etc.

Y en este sentido puede plantearse nuevamente la disciplina necesaria en un investigador como el esfuerzo por restringir el conjunto de respuestas que exhibe frente a estímulos como los mencionados (atenuar la variable), mientras que, en otro terreno, se esfuerza por dominar las herramientas conceptuales (matemáticas, programación, estadística, uso de sistemas automatizados de información, etc.) que le permitan, por ejemplo, aumentar al máximo su capacidad para recabar e interpretar datos, reproducir un determinado procedimiento experimental en forma cuantitativa y cualitativamente suficiente para que sus resultados sean válidos y confiables, etc., etc., es decir, para amplificar la variable de su sistema en lo referente a puntos como éstos.

Y es claro que sólo un segmento relativamente pequeño de la población estará espontáneamente motivado por los reforzadores, tangibles e intangibles que la actividad científica genera, como para invertir el esfuerzo que estos cambios de conducta exigen. Otros segmentos relativamente mayores preferirán exhibir otro tipo de respuestas, desde ignorar las entradas mismas, hasta generar respuestas de las calificadas como pseudocientíficas.

Concebir el proceso de esta manera implica que el educador puede presentar al sistema (alumno) las entradas que tienen mayor probabilidad de generar respuestas adecuadas, puede retroalimentar el sistema con indicaciones acerca de la calidad de las respuestas generadas (6), proporcionarle herramientas para atenuar o amplificar su variable en diferentes aspectos y niveles, etc.

Pero lo que el educador NO PUEDE es atenuar la variable indiscriminadamente (pues no todos los alumnos desempeñarán vocaciones -

iguales), ni lograr que todos los alumnos posean los mismos - amplificadores (pues en el sistema humano es el uso de estas - herramientas lo que las hace estables, y los alumnos normalmente no tienen necesidades reales a las cuales aplicarlos, por lo que normalmente caen pronto en el olvido). Visto de esta - manera, no es de extrañarse que la mayoría de los alumnos terminen más bien vacunados contra las vocaciones científicas al terminar su formación escolar, que motivados para seguir las.

Desde otro punto de vista, Jerome Bruner ha planteado este -- punto en forma elocuente

" The shrewd guess, the fertile hypothesis, the corageous leap to a tentative conclusion- these are the - most valuable coin of the thinker at work. But in -- most schools, guessing is heavily penalised and is -- associated somehow with laziness".(7)

Antes de pasar a otra cuestión permítasenos aplicar estos conceptos para replantear, desde otra perspectiva, un punto que ya hemos tocado.

Si, al tratar de definir el conjunto de los miembros de lo que hemos llamado comunidad científica, dejamos esto al arbitrio- de los interesados, es claro que muchos de los que se autodenominan científicos no recibirán de nosotros la ratificación de tal categoría.

Peter Medawar (8), al mencionar esto, hace notar también que - una labor mecánica y rutinaria como es el vigilar la concentración de iones de hidrógeno y la flora micótica y bacterial en una alberca pública, difícilmente puede ser considerada científica, pero sí puede ser base para desencadenar (si se trata de una persona inteligente y ambiciosa) una serie de conductas -- como documentarse más acerca del tema, tomar nota de regularidades observadas, experimentación controlada de métodos de - purificación, etc. que pueden más fácilmente ser catalogadas - como científicas.

No es difícil ver que personas distintas adoptarán actitudes diferentes en situaciones como la descrita. Habrá quien desempeñe el trabajo rutinariamente, quien lo considere una pesada carga, quien lo aproveche con fines comerciales y quien responda con conductas de interés científico.

Pero esto no quiere decir que quienes respondan a esa situación con reacciones que pudieran catalogarse como científicas, desempeñarán actividades iguales ante tales entradas. Ni siquiera puede decirse que responderán "aplicando el Método Científico".

Pues no sólo son muchos los aspectos diferentes de tal situación los que pueden llamar la atención de diversos individuos, sino que el repertorio de actividades con el cual puede atacarse cada uno de esos aspectos es muy amplio. Y esto hace que la gama de conductas que en esa situación pueden considerarse como científicas sea tan amplia, al menos, como el número de sistemas (sujetos) que sean alimentados con tales entradas. Aún una misma persona responderá de maneras diversas al presentársele los mismos estímulos en momentos diferentes.

A su vez, en todas estas respuestas no puede establecerse una clara línea divisoria entre las que son "científicas" y las -- que no lo son, pues esto dependerá de una serie de variables -- que no se expresan como un claro sí o un no, sino que se dan -- en forma gradual. Estas variables pueden ser tanto internas como externas respecto a la investigación y al contexto en el -- que se desenvolverá. Hablamos, por ejemplo, del grado de confiabilidad y validez de los resultados, el grado de originalidad -- que el trabajo tenga respecto a otros similares, el grado de -- persistencia con el que se persiga el problema hasta encontrar una solución que se considere satisfactoria, el grado y la forma en la que los resultados sean generalizables, etc.

A lo más, lo que puede hacerse es ordenar las diferentes conductas que se propusieren a lo largo de un continuo. En él se podrían ordenar las conductas, o conjuntos de ellas, distinguiendo

do, por ejemplo, diseños experimentales pobres o deficientes - de otros mejores, pero no separando diseños "científicos" de otros "no científicos".

Y en este marco puede verse que no tendría sentido pretender - separar a los miembros de la comunidad científica de quienes - no lo son. Valdría la pena, en todo caso, preguntar por el grado en que se es aceptado en tal comunidad, por ejemplo, para - lo cual se puede recurrir a indicadores objetivos, como pueden ser la cantidad de trabajos publicados o el número de veces en que éstos son citados por otros investigadores, todo ello en - congresos y revistas especializadas, etc.

En conexión con esto, cabe señalar también que lo que antes hemos llamado Capacidad de Ingreso (CI), también debe plantearse en estos términos. Es decir, no se tratará de que un determinado aspirante a desarrollar una carrera científica tenga o no - las características necesarias para ser aceptado o no en esa - comunidad. En este sentido, el éxito del proceso educativo deberá concebirse más bien como el grado en que ha logrado dotar al individuo de las herramientas (atenuadores y amplificadores de variable) para elaborar trabajos que sean cada vez mejor -- aceptados por el mayor número de personas que trabajan en investigaciones similares en determinadas disciplinas científicas.

Ahora debemos hacer frente a una cuestión suscitada por Popper y en la que no deja de tener algo de razón.

Al ser tan amplia la gama de las conductas científicas, así como de los individuos que las practican, es lógico suponer que, en tanto que deseamos definir cuáles de ellos deben servir como objetivos del proceso educativo, no podemos eludir un cierto - elemento de arbitrariedad o convención en la decisión.

Como veremos más adelante, éste no es en realidad un problema-

grave. Y tal vez ni siquiera sea un problema real, pero puede sernos útil para reflexionar sobre algunos puntos relacionados con nuestros propósitos.

Debemos conceder, primeramente, que no necesariamente podremos hablar de un único modelo del proceso que estudiamos.

Pues es claro que al seleccionar diferentes conductas, individuos o comunidades como definitorias del objetivo que perseguimos, quedarían automáticamente diferenciados distintos procesos educativos necesarios para alcanzar esos resultados. Y sabemos que no hay un acuerdo en este aspecto.

El problema se complica más cuando consideramos que, aún cuando obtuviéramos un acuerdo en este punto, faltaría todavía lograrlo en lo referente a las variables que en función de ello deben considerarse relevantes. Nuestra percepción del proceso, de las variables en las que centremos nuestro análisis, puede variar, y varía de hecho. Con lo que aumenta la diversidad de los posibles modelos. Sin embargo, nuevamente es necesario reconocer que esta cuestión es ineludible, pues no podemos evitar el tener ideas preconcebidas acerca de cuáles serán las variables relevantes.

Además, la situación inicial de los sistemas (población escolar) con los que debemos trabajar, es a su vez muy variada, por lo que puede afirmarse que son diferentes los requerimientos de cada caso, como son diferentes las vías por las cuales se puede lograr que se realicen los aprendizajes relevantes.

Se sigue de todo esto que la elección, que en cada caso se vaya haciendo, de los elementos relevantes, implicará una tesis o concepción epistemológica subyacente. En el momento en que se señale una opción cualquiera, de entre todas las posibles, en los diferentes aspectos señalados, estaremos afirmando implícitamente: "Esto es hacer ciencia, esto es lo que hace una conducta científica, y así es como se debe enseñar".

Visto de esta manera, el problema parece bastante real. Sin embargo, no necesitamos quedar envueltos en él.

Si nuestra intención fuera normativa o prescriptiva, deberíamos fundamentarla sólidamente, de manera que, quienes deban atender a ella estén convencidos de su evidencia.

Pero, si no confundimos una función descriptiva con una función prescriptiva, podemos construir una visión cada vez más clara de UN PROCESO QUE DE HECHO SE DA.

En tanto que no confundamos afirmaciones del tipo "Estas -- conductas se aprenden así". con afirmaciones del tipo "Estas son las conductas que SE DEBEN enseñar", el problema no es -- grave en realidad.

Pero, antes de que el lector se impacienta y pregunte: ¿ Pero CUALES SON las conductas que vamos a enseñar ?, veamos con -- más atención la frase en mayúsculas que aparece dos párrafos -- más arriba.

En el primer capítulo describimos las líneas generales de un proceso que en la actualidad sigue quien desea seguir una carrera científica. Este proceso, que se puede considerar generalizado, aunque claramente hacen falta estudios cualitativos al respecto, implica lo siguiente

- a) Existe una serie de instituciones (universitarias, descentralizadas, industriales, etc.) en las que los científicos, que ya hacen investigación, desempeñan sus labores.
- b) Estos científicos forman parte de una comunidad (nacional e internacional, aunque tan mal definida como se quiera*)-

* Desde luego, puede recurrirse a indicadores observables para definirla, como puede ser la membresía de asociaciones, o la publicación en y consulta sistemática de revistas especializadas. Pero esto a su vez podría ser acusado de circularidad y, por otro lado, en realidad no es indispensable para el punto que deseamos plantear.

estable, a la que sistemáticamente comunican sus resultados y de la que sistemáticamente obtienen nuevos conocimientos, métodos, críticas, etc.

- c) La actividad de estas personas es lo suficientemente estable - y organizada como para incorporar nuevos elementos A TRAVES - DE UN PROCESO ESPECIFICO DE ENTRENAMIENTO (léase: como aprendices)
- d) Esta estabilidad también se refleja en un crecimiento constante, aunque no simplemente acumulativo, del acervo de conocimientos compartido y aceptado por la comunidad.

Estas características no son necesariamente compartidas por otras conductas a las que se desea diferenciar de la ciencia, a pesar - de sus propios esfuerzos para pasar por tales; nos referimos, desde luego, a todas las disciplinas (si cabe el término) calificadas de pseudocientíficas, como la astrología, la parapsicología, la - dianética, etc.

Y esto a su vez significa que puede utilizarse un marco funcional como este para guiar el trabajo, un marco con el cual estamos familiarizados y que LOS PROPIOS CIENTIFICOS emplean para ubicar su trabajo, sus acciones y sus aspiraciones.

Si se objeta que hay disciplinas que cumplen con alguna o varias de estas características sin ser realmente científicas, podemos - contestar que no ofrecemos este marco como un criterio estricto - de "demarcación". Si alguien deseara utilizar las herramientas -- que aquí proponemos para formar cada vez más y mejores astrólogos no pretenderíamos negárselo, en un afán egoísta o exclusivista.

Pero este marco sí implica una posibilidad real de verificar las - diferentes alternativas que, a manera de hipótesis, deberán irse planteando para contestar a las cuestiones que motivaron esta discusión. Y es claro que uno de los caminos que resultarán más útiles en esta tarea será, precisamente, la observación directa de - los científicos y su actividad, los cuestionarios y entrevistas -

que a ellos se hagan para conocer sus valores y criterios, medir y caracterizar sus habilidades, conocer la historia de su proceso formativo, etc.

Por ejemplo, en entrevistas recientes, realizadas con personal - de instituciones científicas del Estado de Sonora, hemos tenido ocasión de observar una serie de casos en los que se dió primero una fuerte motivación por seguir una carrera científica, lo cual llevó a buscar las formas de obtener el ingreso a tales instituciones, entre ellas, las de tomar clases con investigadores conocidos, generar tecnologías nuevas con recursos propios, etc. Estudios que incorporaran análisis cuantitativos (porcentajes de - casos que recurren a las diferentes vías, por ejemplo) y cualitativos (caracterizaciones de los tipos de relaciones que prevalecen entre investigador y estudiantes. por ejemplo), nos permitirán obtener una imagen más exacta del proceso señalado en el Capítulo I y que es parte importante del modelo general que pretendemos construir.

Pero se presenta aún otro problema relacionado con la viabilidad del modelo.

Prevalece entre muchos autores la opinión de que la investigación científica en sí es un arte y, como consecuencia de ello, que no es en principio enseñable a todos; que, o bien se tiene talento - para ella, o es mejor dedicarse a otra cosa. En palabras de uno - de ellos

" Scientific research is not itself a science; it is still an art or craft. This is obviously true, for reasearch - workers are playing with things that they do not understand in order to seek the truth about them..." (9)

Esto hace que se acepte sin mayor indagación la idea de que la - única vía para formar investigadores es la etapa que aquí hemos llamado de imitación-supervisión. En su versión más extrema, esta

concepción lleva a aceptar pasivamente este hecho y a esperar - pacientemente que "surja" algún científico, o bien a importar-- los del extranjero.

¿ Qué hay de cierto en esto ?

En lo que sigue pretendemos proporcionar herramientas que nos - permitan explicar el origen de estas opiniones y dar más preci-- sión al papel que sí puede desempeñar el modelo que proponemos. De ello se desprenderán consideraciones acerca de nuestros pro-- blemas actuales y una serie de directrices para su solución.

Considérese más de cerca una relación tutor-alumno, ya sea de - carácter educativo general o bien, concretamente, la que enmar-- ca la formación de un científico.

Si empleamos algunas nociones elèmentales de la teoría de la co - municación, podremos ver que entre dos personas (sistemas) pue-- den intercambiarse mensajes a través de canales específicos. Es - tos mensajes se codifican y decodifican (interpretan) en función de un repertorio común de signos de carácter específico en cada caso.

En el caso más elemental sabremos que el investigador transmiti - rá al aprendiz, por medio de la voz, instrucciones y explicacio - nes de cómo realizar una cierta operación de laboratorio: "Mide la acción (actividad) de la lysozima registrando la densidad -- óptica del cultivo por medio del espectrofotómetro, y no olvides comparar los resultados con los del cultivo de control".

Pero también sabremos que la voz también puede servir como canal para otro tipo de mensajes por medio de signos distintos a las - palabras mismas: el tono y el timbre de la voz también nos permi - ten codificar e interpretar mensajes. Si las palabras del ejem-- plo se articulan en el tono de quien le habla a un retrasado men - tal, o en el tono de impaciencia con el que se desaprueba el -- olvido de instrucciones previas, o bien en tono rutinario, el - estudiante aprenderá muchas otras cosas aparte de cómo medir la

actividad de la lysozima.

Pero si esto parece ya un lugar común, no podemos perder de vista aquí en qué forma y medida influyen en el proceso.

Pues estas afirmaciones se pueden generalizar a prácticamente todos los canales de la comunicación humana: expresiones faciales, actitudes y posturas corporales, etc. Y la importancia de esto radica precisamente en el grado altamente personal de la relación que se establece entre el investigador y el estudiante. En la medida en que esta relación y el trabajo mismo de la investigación exigen una convivencia más o menos acentuada, ésta producirá una comunicación cada vez mayor, a través de una colección cada vez más amplia de canales y mediante códigos cada vez más sofisticados*.

Puede verse, así, que esta etapa de la formación de un científico es en principio sumamente compleja, pues involucra muchos procesos de comunicación de los cuales ni tutor ni alumno son concientes. Y esto es, tanto más, cuanto que muchos de los mensajes generados por el investigador ni siquiera estarán dirigidos explícitamente al estudiante: si se arroja a un lado con disgusto una revista, tachándola de incluir trabajos poco --serios; si en una plática de café se alaba el diseño de un procedimiento experimental propuesto por un colega; si se hace al

* En la terminología empleada por Abraham Moles (10) en el proceso continuo de comunicación se van formando racimos (grupos de signos estereotipados) o super-signos. Pero un enfoque más fructífero en este contexto son los procesos de "Chunking" y "producciones (pares de condición-acción)" codificados en la memoria de quien aprende a resolver problemas, tal como se ha manejado en las investigaciones que intentan desarrollar modelos cibernéticos del aprendizaje. (11)

aire un comentario cualquiera sobre los últimos premios Nobel; si se es impuntual en el trabajo o desaliñado en el laboratorio, etc., etc., se transmiten siempre, en diversos niveles, muchos más mensajes de los que se es conciente.

Todo lo cual implica una serie de problemas en lo que se refiere a una posible sistematización del proceso

- a) En primer término habrá que reconocer que el modelo será en principio incompleto, no podemos sistematizar todas las interacciones que se dan;
- b) Por lo que, nuevamente, tendremos que hacer una selección de las interacciones que se tomarán como relevantes;
- c) En su gran mayoría, la sistematización de estas interacciones llevaría a abstraerlas de su contenido real y de la práctica que les da significado pleno.

Pero debemos aclarar aquí que no pretendemos de ninguna manera sustituir o eliminar esta etapa del proceso formativo de un científico.

Y esto más aún por cuanto que la enseñanza de la actividad científica incluye una serie de reglas y valoraciones tácitas que no puede, o no es deseable, manejar de manera explícita. Con esto nos referimos, por ejemplo, a las conductas valorativas (se puede responder correctamente un examen de opción múltiple para salir a adoptar actitudes opuestas al contenido del examen), las habilidades prácticas (que pueden no tener estabilidad ni significado en ausencia de su uso) y, posiblemente, los principios de carácter filosófico (que tienden a expresarse en forma rígida y esquemática, al grado de estorbar, más que a ayudar a la actividad científica*).

* Como sucedería con las tesis de Popper y Bunge si fueran estudiadas por los aspirantes a científicos ANTES de haber realizado investigaciones.

Pues, si bien estas normas se transmiten en forma natural en diversos niveles y por diversos canales en la etapa de imitación-supervisión, el pretender hacerlas todas explícitas sería contraproducente.

Podemos recordar aquí nuevamente las palabras de J. Simon

" A book on how to do research inevitably makes re --
search sound difficult and treacherous (12)

Pero, si tal es la situación, entonces ¿ Cuál puede ser el -
papel del modelo que proponemos ?

Piénsese, en primer término, que el comprender en líneas ge
nerales y aspectos más importantes el proceso del que habla-
mos, nos permitirá

- 1) Adelantar, en lo posible, ALGUNOS de los elementos que lo integran, incorporándolos a la estructura de la enseñanza escolarizada, ya sea para hacer posible después el asumir un dominio de habilidades y valores al iniciarse la etapa de imitación-supervisión, o bien para favorecer al mismo-
desempeño dentro del propio sistema escolar;
- 2) Hacer más fluida la transición de una etapa a la otra, de manera que no se conciban como dos mundos diferentes; y
- 3) Para quienes no habrán de seguir una carrera científica,- proporcionar elementos que les permitan más adelante com-
prender y valorar las actividades de investigación en for
ma racional y equilibrada.

Para dar a estos elementos una mejor perspectiva tendremos -
todavía que replantear, en términos adecuados, nuestra situa
ción actual.

Thomas Kuhn habla, respecto a la forma en que concebimos la - historia de la ciencia, de un efecto de distorsión que producen los textos usados para enseñar una ciencia determinada.(13)

En la concepción de Kuhn, la elaboración de un libro de texto normalmente implica la presentación de los avances históricamente significativos en la perspectiva del paradigma resultante de la última revolución científica que haya afectado la disciplina en cuestión. Esto provoca que los avances históricos de la misma se vean como acumulativos, es decir, como parte de un -- progreso gradual, dado por las sucesivas aportaciones de diferentes hombres al cúmulo de conocimientos patrimonio de la especialidad. Se abandonan o ignoran todas las vías que han resultado infructuosas, se reportan sólo los éxitos como la vía natural para llegar a la concepción prevaleciente.

Aunque no volveremos aquí sobre este tema, se puede señalar un proceso parecido, en los propios libros de texto, para explicar el origen de la concepción que ya hemos criticado del Método Científico.

En opinión de Kuhn, un paradigma es el conjunto de creencias - que un grupo de científicos comparte respecto a

- la naturaleza del objeto estudiado
- los problemas que, respecto a él, reconoce como legítimos
- el instrumental, los métodos prácticos válidos para la investigación de ese objeto
- las creencias, reglas y valores que han de regir la práctica de la investigación

Todas ellas en estrecha interrelación y, lo que es más importante, no todas explícitas. El estudiante las "abstrae" de la práctica científica tal como la observa y se le encamina a desarrollarla.(14)

Estas reglas, en tanto que se derivan de un paradigma compartido

por los miembros de una comunidad, definen la práctica científica en su seno, al grado de que son su condición de posibilidad. El no compartir el paradigma, con la red de compromisos-conceptuales, teóricos, instrumentales y metodológicos que implica, significa estar fuera de la práctica científica tal como esa comunidad la reconoce. (15)

El grado en el que las tesis de Kuhn sean correctas afectará, desde luego, el campo en el que se desarrollan nuestras proposiciones.

Concretamente, nuestras afirmaciones acerca de la forma en que el sistema escolar puede contribuir a aumentar la CI de un estudiante a esa comunidad, dependerán de que, efectivamente, - los elementos señalados sean los que normen el reconocimiento de los trabajos que se produzcan en su seno y, especialmente, la aceptación de los trabajos de quienes pretenden ingresar a ella.

Por otro lado, nosotros no necesitamos comprometernos con las tesis de Kuhn respecto a la naturaleza y función de los paradigmas, las revoluciones científicas y la ciencia normal.

Lo que a nosotros interesa es la función equilibrada, dinámica y complementaria que estos elementos (los compromisos teóricos, instrumentales, metodológicos y valorativos -que añadimos nosotros-) desempeñan en la definición del trabajo reconocido y -- apreciado por la comunidad en cuestión, y en la necesidad de - su aceptación y dominio por parte de quien pretende ingresar a ella.

Ahora bien, es claro que el intento de formar a una persona de manera que su CI sea óptima, deberá implicar su desarrollo gradual y EQUILIBRADO en lo que se refiere a habilidades, conceptos, criterios y valores que definen la actividad de que se -- trata.

En lo que se refiere a la etapa de imitación-supervisión, es -

claro que la calidad del desarrollo dependerá de las habili-
dades del tutor en el plano educativo, así como de su propia
situación y desarrollo en estos aspectos (lo cual, a su vez,
determina el lugar que él mismo ocupa en tal comunidad). Es-
ta etapa garantiza, a través de los múltiples canales y códi-
gos que la convivencia permite, un desarrollo al menos simi-
lar al que el tutor tiene.

Pero ¿ qué sucede en el sistema escolar ?

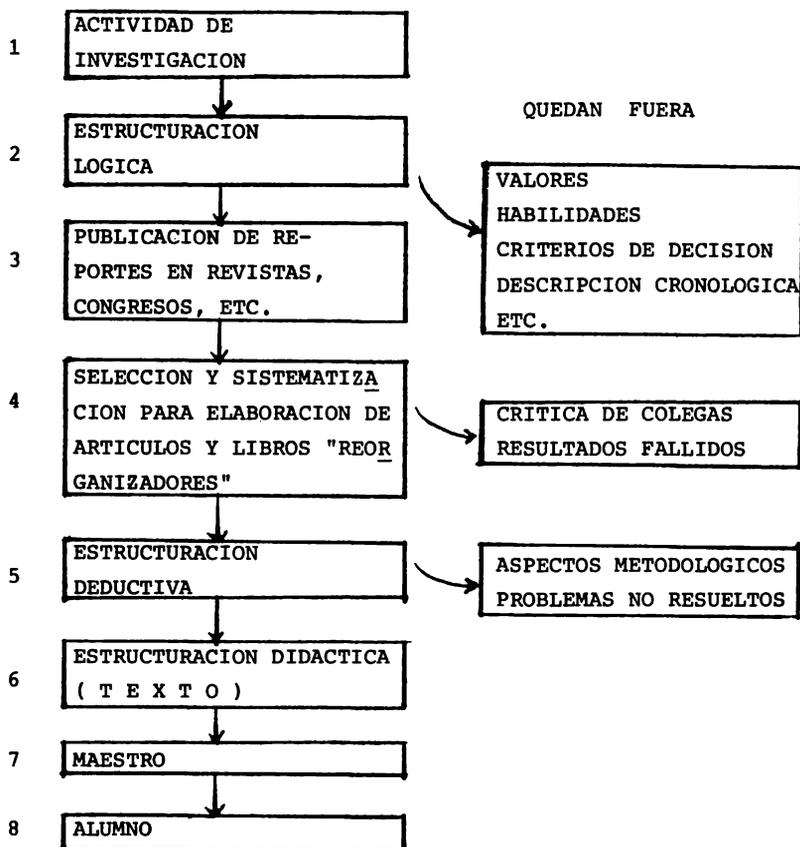
Puesto que éste se basa en el llamado libro de texto (y no -
hay que olvidar que, en la inmensa mayoría de los casos, el-
maestro es poco más que un intermediario entre el texto y el
alumno), es interesante observar lo que sucede en términos -
del proceso de comunicación.

Lo primero que salta a la vista es que el texto, como canal,
tiene limitaciones severas. Desde luego, no se trata de ruido,
precisamente, pues se puede afirmar que por lo general es poco
(se genera mucho más en el propio alumno). Se trata más bien
de que, como canal, no es apto sino para transmitir una serie
muy reducida de tipos de mensajes.

Concretamente, es casi únicamente información (entendida como
una serie de datos más o menos estructurados) lo que puede --
transmitir. Su papel en la transmisión de valores y cuestiones
de orden práctico, por ejemplo, es prácticamente nulo.

Y a las evidentes limitaciones que como canal tiene hay que -
añadir otros fenómenos que se dan en el proceso de su elabora-
ción. Estos fenómenos pueden plantearse básicamente como pro-
cesos de filtrado y distorsión de la información.

Proponemos, para su verificación empírica, el siguiente mode-
lo del proceso de elaboración de un texto destinado a la edu-
cación científica dentro del sistema escolar



De acuerdo con este modelo, se pueden distinguir las siguientes etapas

1. La actividad propia de investigación, con las acciones, secuencias cronológicas, valores, problemas, decisiones, etc. que la integran.
2. Estructuración lógica. Al elaborarse un reporte de investigación, se reordenan los elementos, se depuran los datos obtenidos y se presenta el material de manera que tales datos proporcionen el máximo respaldo a las conclusiones que se proponen. En este punto quedan fuera los valores y habilidades que per-

filaron la actividad, la secuencia cronológica de ésta y - los criterios que normaron las decisiones tomadas a lo largo de la misma.

3. La publicación y difusión de los reportes dan lugar a una serie de comentarios, críticas, etc., de colegas que son -- tal vez la parte más importante de la labor, como conducta colectiva, pero que no son incorporados a las etapas subsiguientes del proceso.
4. Cuando se seleccionan los reportes de los avances considerados más significativos en un área, da principio una reorganización de la información. Un autor recopila los reportes más sobresalientes del área que se han producido en la última etapa que se considera (en algunos casos llega a ser sólo un año), los organiza, clasificándolos (por temas, por ejemplo) y los publica como visiones panorámicas de la disciplina con títulos como "Advances in "Survey of - Contemporary Research in "Readings in ...". "Perspectives in ... Research", "...Review", etc., ya sea en libros o como artículos que aparecen en las propias revistas especializadas. Aquí queda fuera material referente a resultados que no han podido ser reproducidos, investigaciones rutinarias o poco "interesantes", etc. Quedan fuera las interacciones entre científicos, las críticas de colegas, etc.
5. En la estructuración deductiva otro autor (que no en todos los casos hace investigación él mismo) toma el material de la ..fase anterior, lo estructura en forma compatible con - el cuerpo de conocimiento estable en la disciplina, identifica los principios básicos y reordena el material en forma que sea derivable de ellos. Quedan fuera en esta fase los aspectos metodológicos de la investigación y el planteamiento de los problemas no resueltos y se da relevancia a la - información (los datos o conocimientos comprobados) con un máximo grado de estructuración.
6. El material necesita aún ser reordenado (dentro de los cauces específicos de la etapa anterior) en la forma que más -

favorezca su aprendizaje (tal vez de lo simple a lo complejo o algo similar). Se introducen en este punto "problemas" o "prácticas" que están pensados con los mismos criterios y que, desde fuera, podrían ser calificados de "rutinarios" o "triviales". La intención, en la mayoría de los casos, - es practicar el uso de fórmulas y/o nomenclaturas, verificar conocimientos ya establecidos, etc.

7. El maestro estudia el texto, se asegura de comprenderlo y lo expone a los alumnos verbalmente y con las ayudas didácticas (normalmente el pizarrón) que su profesionalismo le dicta. Deja de tarea los problemas planteados en el libro y califica.
8. El alumno escucha la exposición del maestro, hace preguntas y estudia el texto para el examen. Se asegura de poder resolver problemas similares o repetir literalmente los pasajes que supone que el maestro preguntará, y aprueba.

No analizaremos por ahora otra fase más que se da normalmente en nuestro país: la traducción del texto. Tal vez no sea oportuno.

Para verificar los diferentes elementos de este modelo se puede recurrir al análisis de la bibliografía de referencia en - cada caso, la entrevista directa con los sujetos que intervienen, etc.

El punto importante por ahora, sin embargo, consiste básicamente en señalar que procesos como el expuesto provocan una formación muy desequilibrada respecto al objetivo deseado.

No sólo se reduce a uno sólo de los elementos necesarios (la información), sino que aún éste sufre una distorsión

Se puede sostener que no se trata de distorsión, sino de una - modificación necesaria, pues no se puede suponer que el alumno digiera la inmensa cantidad de información científica que ac-

tualmente se genera en cualquier disciplina. Correcto.

Sin embargo, lo que aquí proponemos es que la formación incluya todos los elementos en la medida en que sea posible, - que el modelo sugerido sirva de base para un análisis que des-
-emboque en el diseño de una formación continua, homogénea y equilibrada. No en la sola transmisión de información.

Por último, el programa que hemos bosquejado podrá servir de marco para

- 1) Motivar, orientar e integrar investigación educativa cohe-
rente, con todos los beneficios que esto trae;
- 2) Replantear las relaciones y canales de comunicación entre
los subsistemas educativo y científico;

Si la relevancia de estas aportaciones no es de por sí eviden-
te a partir de lo que hasta ahora hemos dicho, pueden conside-
rarse útiles aún otros puntos de referencia.

Por ejemplo, a pesar de que en los Estados Unidos de Norteamé-
rica se cuenta ya con una tradición de sesenta años en inves-
tigación educativa, se reporta aún (17) la incapacidad para -
definir estrategias efectivas para la enseñanza de las cien--
cias. En ocasiones se plantea, además, que posiblemente la --
causa principal de esto pudiera ser el carecer de elementos -
adecuados para observar las conductas de enseñanza que de he-
cho despliegan los maestros.

Por otro lado, en la literatura especializada de ese país pro-
liferan los debates acerca de si la estrategia de enseñanza -
conocida como "INQUIRY METHOD" es más efectiva que los siste-
mas tradicionales de enseñanza (representados activamente por
el movimiento conocido como "BACK TO BASICS"). (18)

Estas polémicas giran en torno al problema de si es mejor enseñar, dentro del sistema escolar, al alumno la información generada por la ciencia, o bien el dotarlo de las habilidades para que la descubra por él mismo. En apoyo de una visión y de otra se ofrecen siempre, sin embargo estudios realizados únicamente dentro del propio contexto o sistema educativo. Las variables que se consideran relevantes son únicamente las referentes a las motivaciones, capacidades, estilos de aprendizaje y enseñanza de alumnos y maestros, el contexto y la estructuración de las experiencias escolares, etc.

No afirmamos, por supuesto, que estas variables no deban tomarse en cuenta. Todo lo contrario. El punto que aquí sostenemos, sin embargo, es que estos aspectos no son suficientes para orientar debidamente el proceso educativo.

Considérese nuevamente la estructura educativa como un sistema. Como tal, su función más importante no es el perpetuar su propio funcionamiento, ni mucho menos el sólo consumir recursos.- Su finalidad primordial se da hacia el exterior: debe alimentar a otros sistemas de individuos capacitados para desempeñar las funciones que los definen. Esto debiera implicar, en forma inmediata, que entre el sistema educativo y aquéllos a los que sirve existieran vínculos permanentes que garantizaran que el sistema educativo estuviera alimentado y retroalimentado con información, de todo tipo, relevante para asegurar y optimizar su -- funcionamiento.

En lugar de eso, lo que sucede es que los escasos esfuerzos que se hacen para mejorar el funcionamiento del sistema educativo - se alimentan sólo de información generada internamente. Se analiza y vuelve a analizar el proceso educativo en función de sus propias variables.

Se pierde de vista que un sistema que no tiene su fin en sí mismo, sino al exterior, pero que regula su funcionamiento sólo en base a información generada internamente, no tiene posibilidades

de ser eficaz para alimentar otro sistema distinto.

Pues, de manera similar a la que hemos propuesto para la actividad científica, en la enseñanza se da también un perfil propio, debido al conjunto de reglas y valores (como los mencionados en el Capítulo I) no escritos que aprende quien se prepara para la actividad; y es claro que en este caso el efecto será tanto mayor cuanto que se inicia desde los primeros años de vida escolar.

De esta manera se genera una fuerte estabilidad o inercia para mantener y conservar los patrones establecidos de conducta y organización. Cualquier análisis que se realice desde el punto de vista interno exclusivamente, sólo viciará y retroalimentará (multiplicará) los errores de concepción en el proceso. Los presupuestos de este proceso no serán nunca revisados, y los esfuerzos por "optimizarlo" sólo provocarán una mayor desviación y radicalización del mismo. En el mejor de los casos, el análisis de las conductas educativas basado únicamente en las variables que los propios educadores consideran relevantes, sólo perpetuará el esquema conceptual mal orientado que ya se tiene.

El canal prácticamente único que actualmente existe entre el sistema educativo y el científico, el libro de texto, es claramente insuficiente, y esto por dos razones principales. La primera es que, como canal de comunicación sus limitaciones son evidentes en cuanto a la cantidad y tipo de mensajes que puede transmitir. La segunda es que, aparte de que la mayoría son sólo traducciones, normalmente los textos son redactados por los propios educadores, es decir, por personas que no hacen investigación.

Pero ¿ Qué otros canales se pueden abrir ?

El que se antoja como evidente es el llamar a investigadores a integrar proporciones mayores de las plantas docentes en -

niveles cada vez más básicos de la enseñanza escolarizada, con todas las limitaciones que en principio tiene esta idea.

El otro extremo de la cuerda lo tiene el maestro.

¿ Qué el maestro haga investigación ?

La objeción más obvia es que sencillamente no sabe cómo hacerlo. Aún cuando haya tenido una formación universitaria en una carrera "científica", esto no implica, en nuestro país, que haya tenido contacto real con la actividad de investigación.

Programas de contacto y difusión entre las instituciones científicas y educativas pueden ayudar.

Pero, aunque la tarea es enorme, sólo la precisión y verificación de nuestras ideas acerca de aquélla parte de la actividad científica que es enseñable puede realmente ofrecer una solución coherente y fundamentada al problema.

Si este esfuerzo no se justificara por sí mismo, al menos puede considerarse la magnitud de la inversión y el esfuerzo que actualmente mantienen una inmensa maquinaria marchando en la dirección equivocada. Dirección en la que tarde o temprano se producirá la más completa irrelevancia del sistema educativo respecto a las necesidades que sabemos más imperiosas.

N O T A S

C A P I T U L O I V

1. No perdemos de vista los problemas que una definición de este concepto tiene. Sin embargo, adoptamos más bien el enfoque que Greniewski plantea frente a este problema en:

Greniewski, H.; CIBERNETICA SIN MATEMATICAS
F.C.E. México, 1965, Cap. I, págs.
13 y ss.

Por otro lado, la utilidad del concepto, como idea recto ra, tal como la propone Bertalanffy, es indudable a pesar de no ser definida con precisión. Véase :

Bertalanffy, Ludwig von; GENERAL SYSTEM THEORY
George Braziller, New York 1968
pp. 24 y ss.

2. Boulding, Kenneth E.; SCIENCE, OUR COMMON HERITAGE
Science, Vol. 207, No. 4433,
22/II/1980, pp. 831-836
3. Beer, Stafford; DISEÑANDO LA LIBERTAD
F.C.E. México 1977.

Debemos aclarar que, dado que se trata de una serie de con ferencias radiofónicas, las definiciones que Beer propone no son formales ni están trabajadas en forma rigurosa. Tal formulación debe buscarse más bien en

Beer, Stafford; BRAIN OF THE FIRM
Allen Lane, Penguin Press, 1972.

Aunque de él tomamos los planteamientos básicos, las defi niciones que aquí proponemos pueden diferir de las suyas y, desde luego, ser susceptibles de corrección.

4. La distinción que hacemos aquí es elemental, paralela a la que hace Greniewski en :

EL CONCEPTO DE INFORMACION Y PLANIFICACION, en El Cnccepto de Información en Ciencia Contemporánea, Ed. Siglo XXI, -- México 1966, pp. 164 - 165.

5. Beer, Stafford; op. cit. p. 101
6. Remitimos nuevamente al lector al trabajo citado de Poulter & Wrigth (cf. cap. II, nota 20) respecto los efectos del reforzamiento y del conocimiento de criterios de calidad en la habilidad de los alumnos para generar hipótesis, que adquiere nuevo interés visto a la luz de estos conceptos.
7. Bruner, Jerome; THE PROCESS OF EDUCATION (1960)
8. Medawar, Peter; op. cit. Un extracto de esta obra aparece en el número 1196, Vol. 85 (28/II/80) de la revista New Scientist.
9. Holman H. H.; BIOLOGICAL RESEARCH METHOD
Hafner Publishing Co., N.Y., 1969
p. 146.
10. Moles, Abraham; TEORIA INFORMACIONAL DE LA PERCEPCION,
en El Concepto de Información en Ciencia Contemporánea,
Ed. Siglo XXI, México 1966, pp. 140-155.
11. Larkin J. et.al.; EXPERT AND NOVICE PERFORMANCE IN SOLVING
PHYSICS PROBLEMS;
Science, Vol. 28, No. 4450, 20/VI/80.
12. Simon, Julian L.; BASIC RESEARCH METHODS IN SOCIAL SCIENCE
Random House, N. Y. 1978, p. 10.
13. Kuhn, Thomas; LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS
F.C.E., México 1971, Cáp. I, XI, XIII y
Posdata.
14. Op. cit. pp. 80 - 91.
15. Op. Cit., Cáp. I - V, especialmente la p. 66.
16. Un planteamiento genérico de este punto puede verse en
Abdel Rahman & Cleveland; DINAMISMO Y DESARROLLO. LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA DEL FUTURO.
Ciencia y Desarrollo, No. 31, Marzo-Abril
de 1980, pp. 179 - 198.

17. Pueden verse, como ejemplos típicos, dos artículos que aparentemente por casualidad aparecen juntos - en el No. 2, Vol. 17 (1980) del Journal of Research in Science Teaching

Kyle, William C.; THE DISTINCTION BETWEEN INQUIRY - AND SCIENTIFIC INQUIRY AND WHY -- HIGH SCHOOL STUDENTS SHOULD BE -- COGNIZANT OF THE DISTINCTION.
pp. 123 - 130 y,

Kyle, Penick & Shimansky; ASSESSING AND ANALYZING BEHAVIOR STRATEGIES OF INSTRUCTORS IN COLLEGE SCIENCE LABORATORIES.
pp. 131 - 137.

18. Pueden consultarse, entre otras, las publicaciones - periódicas siguientes :

Journal of Research in Science Teaching.

Science Education.

Journal of College Science Teaching.

The Science Teacher, etc.

C A P I T U L O V

PROGRAMA Y ESTRUCTURACION DE UN CURSO DE METODOLOGIA DE LA
CIENCIA.

Presentamos a continuación el programa de un curso de Metodología de la Ciencia tal como ahora se imparte a nivel de Bachillerato.

Dadas las características y contenidos de la enseñanza en niveles anteriores, puede asumirse en general que no existen antecedentes de familiarización con los principios y técnicas de la investigación científica. Esto implica que cursos como éste sean necesariamente introductorios. Además, en la medida en que la enseñanza media superior no incluye todavía estudios de este tipo, este curso puede emplearse también provechosamente en los primeros años de los estudios profesionales.

El curso está estructurado en torno a los objetivos específicos que se desean lograr mediante las experiencias de enseñanza-aprendizaje. Entendemos por objetivos, de acuerdo con la -- concepción de Mager y Bloom*, los RESULTADOS que se pretenden lograr a través de la realización de una serie de actividades.

Cada uno de los objetivos puede lograrse a través de una serie grande de actividades muy distintas entre sí. Toca al maestro en cada caso el imaginar, diseñar y seleccionar las actividades que en cada caso considere más apropiadas, de acuerdo a las variables del trabajo de aula que él percibe. Toca a EQUIPOS DE MAESTROS el hacer una evaluación cada vez más objetiva de la - efectividad relativa que unas actividades y otras pueden tener para lograr los resultados especificados. También toca a equi-

* Véase la bibliografía citada en el Capítulo II, notas 23 y 24

pos de maestros el evaluar críticamente la calidad y atinencia de los diferentes objetivos respecto a objetivos de carácter más general; esto es, el hacer revisiones periódicas del programa.

La superioridad de este enfoque sobre aquél basado estrictamente en contenidos es obvia y ha sido ya muy discutida. Señalaremos aquí solamente que, además, no es sino la consecuencia lógica de las consideraciones expuestas en capítulos anteriores.

En cambio, sí es necesario destacar algunas limitaciones serias de este enfoque. En tanto se haga énfasis en que los objetivos sean expresados como conductas observables, se estará limitando y restringiendo la educación a sólo una de sus facetas. - Existen muchos otros factores que se deben tomar en cuenta y que, de hecho, así es en la inmensa mayoría de los casos. Estos factores pueden ser, por ejemplo

- Un alumno puede responder, en un examen "objetivo" de selección múltiple, que la valoración correcta del elemento X es tal o cual. Hace esto porque sabe o supone que ésa es la conducta que se espera de él. Pero el maestro puede "saber" -- también que tal alumno en realidad no valora el elemento X -- de esa manera. Y esto puede saberlo a través de una serie de índices no sistematizables, e incluso inconcientes; o bien -- de conductas observables, pero que no se presentan en circunstancias predeterminadas en forma predecible.
- Si se intenta especificar en forma exhaustiva los criterios que han de utilizarse para evaluar al alumno, el objetivo resultante puede ser excesivamente complicado e inoperante. Esto se agrava cuando existen factores interrelacionados y que pueden complementarse mutuamente, como pueden ser la originalidad de una idea, el orden y claridad en su exposición, la pulcritud y el empeño en el trabajo, la claridad y corrección en el uso del lenguaje, etc.

A cuestiones como éstas Mager respondería que son instancias en las que los objetivos no han sido especificados debidamente. Pero aunque esto, a su vez es discutible, no es el caso hacerlo aquí.

Baste por ahora el señalar que una versión extrema de esta concepción tendría limitaciones severas.

Sin embargo, como ya hemos afirmado, la utilidad de este enfoque es clara a la luz de consideraciones previas.

Se trata de establecer objetivos claros y precisos como el eje en torno al cual se produzca la experiencia educativa. Se procura que la concatenación de tales objetivos integre una estructura coherente que refleje la estructura lógica de los conceptos y contenidos. Pero -insistiremos una vez más- ésta estructura lógica está subordinada siempre al carácter funcional que debe darse a toda la enseñanza. Puesto en otras palabras, la estructura del curso debe ser siempre gobernada por las necesidades que la práctica genere de los conceptos, habilidades y valores que el curso pretende desarrollar.

El curso está diseñado para 90 horas de trabajo de aula (2 semestres de tres horas por semana) más el tiempo que, fuera de ella, dedique cada alumno para su propia investigación. Se considera en cada unidad un margen de flexibilidad amplio en cuanto a las horas asignadas. Esto es con el fin de que el maestro reordene la secuencia de los objetivos (la teoría) en función de las necesidades de las diferentes investigaciones (la práctica) y pueda dedicar tiempo a dar asesoría y orientación directa a cada equipo de investigación.

COLEGIO DE BACHILLERES DE SONORA

PROGRAMA DE METODOLOGIA DE LA CIENCIA

SEMESTRES I Y II

I N T R O D U C C I O N

Al proponer la creación del Colegio de Bachilleres, la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior ha adoptado como punto de partida la Declaración de Villahermosa, que en relación al Bachillerato sostiene

" El Nivel Superior de la Enseñanza Media, con duración de tres años, deberá ser formativo en el sentido genérico de la palabra; más que informativo o enciclopédico se concebirá en su función de ciclo terminal y antecedente propedéutico para estudios de licenciatura. Incorporará los conocimientos fundamentales tanto de las Ciencias como de las Humanidades, y en forma paralela capacitará específicamente para la incorporación al trabajo productivo".*

Como una de las finalidades generales del Colegio de Bachilleres se ha planteado el que sea formativo, entendiendo por formación el desarrollo de las habilidades y actitudes que caracterizan el pensamiento racional objetividad, rigor analítico, capacidad crítica, claridad expresiva; que capacite para EL EJERCICIO DE LOS METODOS y el USO de la información básica de las Ciencias de la Naturaleza y la Cultura.

Se pretende, respecto a las disciplinas científicas, proporcionar los elementos del Método Experimental y el contenido esencial de las ciencias, de tal manera que el aprendizaje se realice en forma interdisciplinaria y LA ADQUISICION DE INFORMACION SEA SIEMPRE UN EJE DEL METODO CIENTIFICO.

Por otro lado, en la III Reunión Nacional de Directores de Enseñanza Media Superior, en Agosto de 1976, y como acuerdos a nivel nacional, se determinó que la materia de METODOLOGIA DE LA CIENCIA forme parte del tronco común de asignaturas en los

* A.N.U.I.E.S., Declaración de Villahermosa, Acuerdo 1. Abril de 1971.

Planes de Estudio de tales instituciones, y que sus objetivos generales sean

- I.- Al terminar el curso el estudiante APLICARA EL METODO CIENTIFICO en la solución de problemas para interpretar fenómenos del mundo que le rodea;
- II.- UTILIZARA las herramientas lógicas del Pensamiento Científico para valorar contenidos informativos, descubrir y plantear problemas de ciencia, imaginar y proponer soluciones y aplicar procedimientos de comprobación científica;
- III.- Evaluará críticamente el carácter científico de las diferentes ramas del saber.

Se afirma, además, que la materia debe considerarse de contenido instrumental e integrador, de manera que sirva de ayuda al desarrollo de los contenidos de las demás asignaturas científicas. Para ello debe ser complementada con investigaciones propiamente dichas realizadas por el alumno, en lugar de las prácticas realizadas rutinariamente.

Debe notarse, por principio, que estos acuerdos y objetivos -- plantean una educación FORMATIVA más que INFORMATIVA. Por formativa se entiende el desarrollo de habilidades y valores, más que la sola transmisión de información. Ahora bien, por un lado las habilidades necesarias para el USO del METODO CIENTIFICO, como todas las habilidades, se aprenden por su ejercicio. Esto significa que el curso como tal debe plantearse como APLICACION CONSTANTE de tales habilidades y valores más que como una sola transmisión de información acerca de ellos.

¿ Cuáles son estas habilidades y valores ? Obviamente las que DE HECHO se dan en la investigación científica. Esto implica - que el maestro debe haberlas aprendido y ejercitado él mismo o, puesto en otras palabras, que si el maestro desea enseñar a investigar, debe él mismo ser capaz de hacerlo, como quien enseña a manejar un Torno debe ser capaz de manejarlo y no sólo de ha-

blar acerca de él.

Como mínimo, el maestro debe estar familiarizado con la investigación científica de su disciplina o de varias disciplinas a través de las revistas especializadas en las que los propios científicos reportan acerca de su trabajo.

El curso presentado en este programa está centrado en torno a una investigación realizada por el propio alumno y en la cual han de APLICARSE las herramientas conceptuales, los conceptos, criterios y valores que se adquirirán en las experiencias de aprendizaje.

Se plantean Cinco Unidades. En la primera se proporcionan algunos antecedentes histórico-filosóficos del pensamiento científico. Sus finalidades básicas no son una justificación epistemológica ni una polémica vaga e interminable acerca de las diferentes posiciones que pueden adoptarse, sino la presentación de la Ciencia como un PROCESO HISTORICO Y DINAMICO y la introducción, breve y general de un MARCO CONCEPTUAL en el que se ubicará el trabajo posterior. Esto no obsta, sin embargo, para que el maestro decida, si así lo considera pertinente, desarrollar esta unidad o algunos de sus elementos al final del curso o a lo largo del mismo, pero siempre sin que esto vaya en detrimento del resto del material.

En la segunda unidad se presenta la estructura lógica del Método Científico. El trabajo se debe desarrollar siempre en torno al análisis de relatos o reportes de INVESTIGACIONES REALES. Sin embargo, no debe perderse de vista que el orden de los pasos que corresponden a tal versión del Método no es necesariamente el orden cronológico y práctico en el que se dieron las investigaciones, sino el orden en el que se presentan y se comunican para su mejor comprensión y justificación.

A partir de la unidad tercera se presenta una serie de herramientas de investigación. Su finalidad es eminentemente práctica (que el alumno pueda desarrollar su propia investigación) y

están ordenadas, en lo posible, de manera que cumplan con ella. Sin embargo, tanto las necesidades de cada estudiante o equipo, como los acuerdos específicos con maestros de otras materias, - pueden ser base para que el profesor altere esta secuencia según su mejor criterio.

No se hace una separación rígida entre el material del primero y del segundo semestre. De acuerdo con las estimaciones del - - tiempo que más probablemente requerirán los objetivos, al final del primer semestre se estará trabajando en la Tercera Unidad - o se la habrá ya terminado. Esta unidad consiste básicamente en el planteamiento de la investigación y el principio de observaciones sistemáticas. Si se interrumpe al terminar el semestre, y aún si está terminada, conviene reiniciarla en el segundo. - Esto tiene ventajas para el alumno como para el maestro. REPLAN TEAR una investigación con herramientas y conceptos ya conocidos tiene un valor mucho mayor que el que aparece a primera vis ta.

Todas estas alteraciones de secuencia, sin embargo, no deben ha cer peligrar la consecución de los objetivos generales de cada unidad para la generalidad del grupo.

T E M A R I O

UNIDAD I : ORIGEN Y CARACTERIZACION DE LA CIENCIA.

- 1.1 Origen histórico de la Ciencia. La oposición entre el pensamiento religioso-metafísico y el pensamiento científico. Sus métodos y formas de conocimiento.
- 1.2 Caracterización de la Ciencia. La Objetividad. La Racionalidad. La Sistemática. La Legalidad.
- 1.3 La Clasificación de las Ciencias. Criterios de clasificación. La clasificación contemporánea.

UNIDAD II : LA INVESTIGACION CIENTIFICA, EL METODO Y SUS PASOS.

- 2.1 El Método Científico, su esquematización.
- 2.2 Los pasos esenciales: planteamiento del problema, proposición de hipótesis, contrastación de las hipótesis.
- 2.3 La justificación y relación entre los pasos del Método.
- 2.4 La identificación de los pasos en relatos y reportes - de investigación.

UNIDAD III : LAS TECNICAS DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA:
OBSERVACION, DESCRIPCION Y MEDICION.

- 3.1 Planteamiento y demarcación del tema de investigación.
- 3.2 Identificación y descripción de variables.
- 3.3 Variables cuantitativas y cualitativas. Clasificación, caracterización y descripción.

- 3.4 Conceptos de unidad, medida y escala. Ejemplos y aplicación.

UNIDAD IV : DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES.

- 4.1 Relaciones entre variables: variables dependiente e independiente.
- 4.2 Construcción y uso de gráficas e histogramas. Identificación de relaciones típicas entre variables. Los Métodos de Indagación Experimental de Stuart Mill.
- 4.3 Control y congelamiento de variables. Variable experimental, variables extrañas. Grupos y/o experimentos -- testigo, su función y aplicación.
- 4.4 El diseño de procedimientos experimentales. Su aplicación en las ciencias naturales y en las ciencias sociales.

UNIDAD V : LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

- 5.1 Los reportes de investigación, sus formatos y características más comunes. Su función en la Comunidad Científica.
- 5.2 Las leyes científicas. La inducción y la generalización. Ejemplos.
- 5.3 Las teorías científicas. Su función y formación. Estudio de ejemplos.

U N I D A D I :OBJETIVOS INTERMEDIOS.

Al terminar esta Unidad el alumno

- 1.1 Describirá las etapas históricas principales del origen del Pensamiento Científico.
- 1.2 Explicará la oposición entre el pensamiento religioso-metafísico y el pensamiento científico por sus diferencias en cuanto a Método y formas de conocimiento.
- 1.3 Empleará las categorías de "objetividad", "sistematicidad", "legalidad" y "racionalidad" para evaluar el carácter científico de un texto o investigación.
- 1.4 Explicará y justificará una clasificación contemporánea de las Ciencias.
- 1.5 Explicará aspectos de la función social de la ciencia según las condiciones que se dan en su localidad.

TIEMPO ASIGNADO 10 a 15 horas.

U N I D A D I :OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.1.1 El alumno describirá brevemente las etapas principales del origen del pensamiento científico.
- 1.2.1 Planteará y explicará la oposición entre el pensamiento religioso-metafísico de la Edad Media y el basado en la observación y experimentación, según fué planteado por Copérnico, Galileo, Newton, Bacon, etc.
- 1.2.2 Expondrá y comparará las concepciones mitológico-religiosas del origen de la vida y el hombre con la concepción científica, haciendo ver que ésta enfrenta los -- problemas descomponiéndolos en sus elementos más sencillos y asegurando cada paso mediante la observación y la experimentación.
- 1.3.1 De una serie de ejemplos aportados por el maestro, el alumno determinará si pueden considerarse científicos, en caso de cumplir con las características de la ciencia: objetividad, sistematicidad, legalidad y racionalidad.
- 1.3.2 Identificará en textos de historia de la ciencia los - esfuerzos de los científicos por alcanzar estas cuatro características en sus investigaciones.
- 1.4.1 Planteará y justificará una clasificación de las ciencias, explicando el o los criterios en que se basa.
- 1.5.1 Explicará el papel que desempeña la ciencia en la sociedad a partir de ejemplos tomados de la actividad científica en su localidad.

U N I D A D I I :

OBJETIVOS INTERMEDIOS.

Al terminar esta Unidad el alumno

- 2.1 Explicará los pasos esenciales del Método Científico y los justificará por la función que cumplen en la investigación.

- 2.2 Identificará los pasos de la investigación en relatos y reportes de la misma, determinando sus interrelaciones específicas en cada caso.

- 2.3 Diseñará y planteará los pasos y elementos necesarios para desarrollar ciclos de investigación.

TIEMPO ASIGNADO 9 a 12 horas.

U N I D A D II:OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 2.1.1 Enunciará y explicará los pasos esenciales del Método Científico: 1) planteamiento del problema; 2) proposición de hipótesis y 3) comprobación de la hipótesis y explicará la necesidad y función de cada uno de ellos.
- 2.1.2 Explicará y justificará el requisito ineludible de - que las hipótesis sean contrastadas, aplicando este criterio a casos concretos presentados por el maestro o planteados por él mismo.
- 2.1.3 Enunciará los pasos del Método Científico (MC) según la esquematización que propone Mario Bunge, expresándolos en lenguaje propio y en forma ordenada.
- 2.1.4 Explicará las interrelaciones entre los diferentes - pasos del MC, justificando la inclusión de cada uno - en función de los demás.
- 2.2 En una narración o reporte de investigación científica, identificará y señalará la aplicación de los diferentes pasos del MC que se hayan utilizado.
 - 2.2.1 Identificará y planteará explícitamente los elementos básicos del cuerpo de conocimientos disponible al iniciarse la investigación.
 - 2.2.2 Señalará las observaciones (cuando sean mencionadas - explícitamente en el relato o reporte) de hechos nuevos no explicados o incompatibles con el cuerpo de - conocimiento inicial y que dan lugar al planteamiento del problema.

- 2.2.3 Planteará explícitamente la pregunta o problema que desencadena la investigación. Verificará que la pregunta esté bien planteada: que sea clara, precisa y específica.
- 2.2.4 Identificará y planteará explícitamente las diversas hipótesis propuestas para dar respuesta a la pregunta.
- 2.2.5 Explicará los diferentes procedimientos empleados - para contrastar cada una de las hipótesis.
- 2.2.6 Identificará como evidencia los datos obtenidos en las diversas pruebas de las hipótesis.
- 2.2.7 Señalará aquellos párrafos del relato o reporte de investigación en los que se presenta la valoración de hipótesis y las conclusiones de la investigación.
- 2.3 Complementario (opcional). En investigaciones ficticias o elementales, planteadas en forma inconclusa por el maestro, el alumno diseñará y planteará detalladamente los pasos restantes.

U N I D A D III:

OBJETIVOS INTERMEDIOS.

Al terminar esta unidad el alumno

- 3.1 Realizará observaciones sistematizadas de las variables que intervienen en un fenómeno inves tigado por él mismo.
- 3.1 Evaluará la objetividad de diferentes descrip ciones posibles de un fenómeno estudiado.
- 3.3 Diseñará descripciones objetivas para variables cuantitativas y cualitativas que aparezcan en el tema que investiga.
- 3.4 Diseñará unidades y procedimientos de medición elementales para variables presentes en una in vestigación.

TIEMPO ASIGNADO 15 a 18 horas.

U N I D A D III:OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 3.1.1 El alumno eligirá y planteará un tema propio de investigación preciso y específico en su contenido, accesible práctica y teóricamente, de acuerdo con sus recursos y medio ambiente, y de interés personal para él.
- 3.1.2 Identificará y planteará las variables que intervienen en ese tema u objeto de estudio y seleccionará aquellas que serán objeto de su propia investigación.
- 3.1.3 Clasificará diferentes variables como cuantitativas o cualitativas, tanto entre ejemplos que se le propongan, como para las que intervienen en su propia investigación.
- 3.2.1 Evaluará diferentes descripciones posibles de una variable para seleccionar la más objetiva por su capacidad para ser verificada por otros investigadores y las separará de otras que no lo sean, por expresar más bien opiniones subjetivas del investigador.
- 3.3.1 Establecerá y describirá objetivamente las categorías que abarcan los valores que pueden tomar las variables cualitativas planteadas en su investigación.
- 3.3.2 Definirá los conceptos de medida y escala aplicados en los procedimientos científicos y explicará su función en la obtención de la objetividad en descripciones de variables cuantitativas.

- 3.4.1 Aportará y explicará ejemplos de unidades de medida y los procedimientos de medición que les corresponden.

- 3.4.2 Diseñará unidades y procedimientos de medición elementales aplicables a variables de su investigación y sin recurrir a instrumentos -- convencionales.

U N I D A D IV:OBJETIVOS INTERMEDIOS.

Al terminar esta unidad el alumno

- 4.1 Diseñará procedimientos experimentales adecuados al contexto de su propia investigación.
- 4.2 Empleará gráficas e histogramas elaboradas por él mismo para identificar relaciones típicas entre variables presentes en su investigación.
- 4.3 Identificará y describirá relaciones presentes -- entre las variables que ocurren en el fenómeno materia de su investigación.
- 4.4 Interpretará los datos obtenidos en su investigación para concluir acerca de la verdad o falsedad de una hipótesis planteada o para verificar la -- presencia o ausencia de relaciones significativas entre variables de la misma.

TIEMPO ASIGNADO 18 a 21 horas.

U N I D A D IV:OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 4.1.1 Explicará una versión sencilla de los Métodos de Stuart Mill, presentando ejemplos y haciendo ver su utilidad en la identificación de relaciones en tre variables.
- 4.1.2 Identificará las variables dependientes e indepen dientes en diversos contextos tomados de investi- gaciones científicas reales que se le presenten.
- 4.1.3 Explicará las nociones de control y congelamiento de variables, y la función que desempeñan en los- procedimientos experimentales, identificándo su - empleo en reportes o relatos de investigación.
- 4.1.4 Explicará la función que cumplen los experimentos o grupos testigo en los procedimientos experimen- tales, con base en ejemplos concretos de investi- gaciones reales.
- 4.1.5 Diseñará procedimientos experimentales aplicables a su propia investigación y basados en un control- adecuado de las variables.
- 4.2.1 Tabulará los valores obtenidos en la observación- o experimentación de dos variables relacionadas en su investigación.
- 4.2.2 Elaborará gráficas e histogramas que expresen rela- ciones significativas entre variables en casos to mados de contextos científicos reales.
- 4.3.1 Identificará los diferentes tipos de relaciones -

cuantitativas que se dan entre variables, a partir de las curvas características en las gráficas que les corresponden.

- 4.3.2 Relacionará las curvas características de gráficas que expresen relaciones entre variables, con los modelos matemáticos más elementales que les correspondan.
- 4.3.3 Expresará verbalmente la relación cuantitativa existente entre dos variables, deduciéndola de la gráfica correspondiente.
- 4.4.1 Empleará gráficas e histogramas que expresen las relaciones entre diferentes variables de su investigación, para reconocer y verificar la presencia o ausencia de relaciones significativas entre ellas.
- 4.4.2 Interpretará los datos obtenidos en su investigación para evaluar diversas hipótesis propuestas y pertinentes en ese contexto.

U N I D A D V:

OBJETIVOS INTERMEDIOS.

Al terminar esta unidad el alumno

5.1 Evaluará reportes de investigación según su objetividad y la presentación de sus elementos;

5.2 Identificará regularidades observadas y susceptibles de generalización que resulten de su propia investigación o del trabajo en otras asignaturas como posibles leyes científicas.

5.3 Planteará ejemplos de teorías científicas, destacando y explicando su estructura.

TIEMPO ASIGNADO 11 a 15 horas.

U N I D A D V:OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 5.1.1 El alumno explicará la función que cumplen los diferentes elementos de un reporte típico de investigación.
- 5.1.2 Identificará los diferentes elementos que componen reportes de investigación reales, ya sea que se trate de casos históricamente célebres, o de otros tomados de revistas especializadas o de publicaciones de divulgación científica.
- 5.1.3 Describirá el papel que los reportes de investigación desempeñan en la comunidad científica, a través de sus publicaciones especializadas.
- 5.1.4 Elaborará el reporte de su propia investigación, que incluya todos los elementos necesarios y que satisfaga los criterios básicos de objetividad, presentación y claridad.
- 5.1.5 Evaluará los reportes de investigación presentados por sus compañeros para determinar si tienen un grado de objetividad adecuado y si es correcta la presentación de sus elementos.
- 5.2.1 Identificará y describirá los procedimientos que llevaron al descubrimiento de leyes científicas, en ejemplos tomados de historia de la ciencia.
- 5.2.2 Presentará ejemplos de leyes científicas tomados de las diferentes disciplinas que estudia, explicará la relación entre variables que establecen y la forma en que fueron descubiertas.

5.2.3 Identificará las regularidades observadas y reportadas en su investigación que sean susceptibles de generalización como leyes científicas.

5.3 Planteará ejemplos de teorías científicas, explicando sus postulados y señalando ejemplos de leyes que forman parte de ellas.

A P E N D I C E A:

DIMENSIONES Y REPERCUSIONES INSTITUCIONALES
DE UN PROYECTO DE INVESTIGACION PARA EL DE-
SARROLLO Y APLICACION DE UN MODELO PEDAGOGI
CO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN EL NI-
VEL MEDIO SUPERIOR.

Ricardo Arechavala Vargas.

José Luis López Lizarraga.

P R E S E N T A C I O N

En el presente proyecto se pretende desarrollar un Modelo Pedagógico de la Investigación Científica que permita la racionalización de las técnicas y contenidos utilizados en la enseñanza de las ciencias experimentales.

Está diseñado para ser parte de labores de investigación a desarrollarse en una institución de enseñanza media superior, en este caso el Colegio de Bachilleres de Sonora.

En la primera parte se presentan las dimensiones y repercusiones que el proyecto tiene a nivel institucional, su papel en la complementación y optimización de las labores propias de un sistema educativo en este nivel, y los beneficios y resultados que pueden aportarse a otras partes interesadas.

En la segunda parte se presentan los antecedentes que justifican un proyecto de este tipo. Se hace un examen de la problemática actual en la enseñanza de las ciencias experimentales en el nivel medio superior a escala nacional y se propone -- una serie de acciones a seguir para las instituciones interesadas en atacar los problemas ahí planteados. Esta parte la constituye la ponencia presentada por el Colegio de Bachilleres de Sonora en la II Reunión Nacional de Educación Media Su

-terior, realizada en septiembre de 1979.

En la tercera y última parte se presentan los elementos más básicos del marco teórico que habrá de guiar la investigación, y las líneas principales de ésta, que en principio -- pueden plantearse. Obviamente, esta parte está planteada -- en una forma muy sucinta y no refleja cabalmente los avances que continuamente se han estado logrando en este aspecto.

P R E M I S A S

- 1.- Nuestras instituciones de Enseñanza Media Superior no desempeñan una labor significativa en la formación de los científicos que requiere el país en la actualidad.
- 2.- Esto se debe fundamentalmente a que los esfuerzos y recursos actualmente están desviados por inercias, vicios y concepciones erróneas acerca de los objetivos reales y los medios idóneos para proporcionar una educación científica adecuada.
- 3.- Sin embargo al intentar corregir esta situación, se encuentra la carencia de un MODELO PEDAGÓGICO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA, entendiéndose por ello una imagen clara, completa y precisa del proceder científico en la tarea de la investigación, que a su vez sirva para determinar, definir y seleccionar las habilidades, valores, conceptos y criterios que deban y puedan enseñarse dentro del sistema educativo.
- 4.- Esta situación es generalizada a nivel nacional y existe una conciencia más o menos explícita del problema, tanto en las instituciones de Enseñanza Media Superior como en la Enseñanza Superior.
- 5.- Puesto que cada nivel del sistema educativo tiene perfiles y problemática propios, es imperativo emprender investigación relevante en cada uno de ellos; por otro lado, la importan-

cia del nivel medio superior en esta tarea es evidente por -
lo que se puede decir que en el la necesidad de investiga- -
ción en estos renglones es obvia.

1

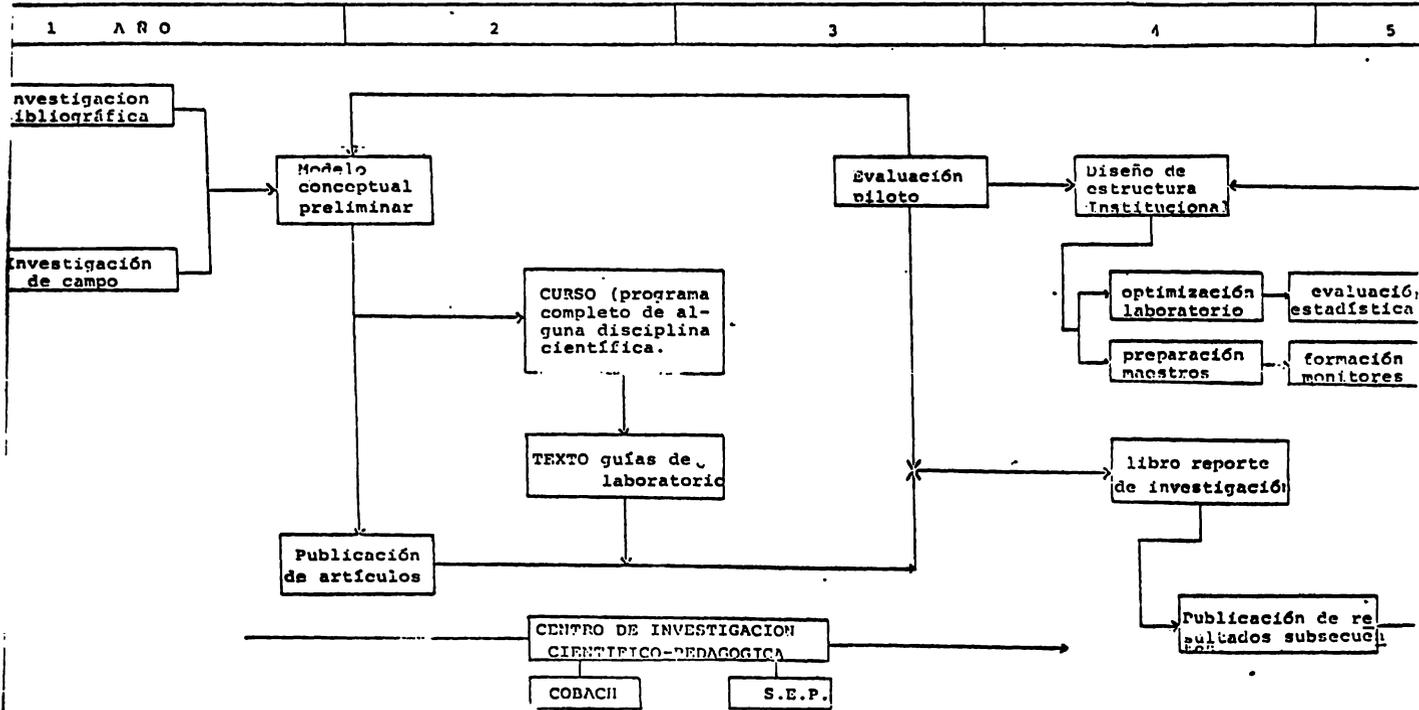
O B J E T I V O

Elaborar y verificar experimentalmente un MODELO PEDAGOGICO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA, cuyas consecuencias sirvan de base para:

- a) Guiar en el Colegio de Bachilleres de Sonora los cambios necesarios para hacer más eficiente la enseñanza de las ciencias experimentales y elevar en general el nivel académico de las disciplinas científicas.
- b) Difundir a otras instituciones, y en general a la comunicación científica y educativa, los resultados obtenidos, de manera que se haga posible la reorientación de recursos, políticas y objetivos, para resolver en lo posible el problema actual.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL DESARROLLO

DE UN MODELO PEDAGOGICO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA APLICADO AL NIVEL MEDIO SUPERIOR.



E X P L I C A C I O N D E L D I A G R A M A
D E F L U J O

En la parte superior del cuadro se ha colocado una escala de - tiempo medida en años con el fin de hacer una estimación aproximada para la ubicación temporal de las actividades que resulten al desarrollar los puntos que se indican en los bloques.

Conviene recalcar el hecho de que esta escala no indica con precisión el tiempo en el cual se desarrollaran los trabajos; es - sólo una apreciación sujeta a las modificaciones que se tengan que hacer debido a circunstancias futuras no previsibles y a la naturaleza misma del trabajo de investigación.

La investigación bibliográfica inicial deberá ser cuidadosa y - exhaustiva, sin pretender con esto que el modelo subsecuente -- surja sólo como consecuencia de este trabajo. Aparte se realizará una investigación de campo que abarcará principalmente estudios estadísticos sobre las actividades de los científicos en su papel de educadores, investigadores o como participantes activos del grupo social al que pertenecen.

Se realizarán además en esta parte entrevistas, pláticas y visitas a investigadores o a instituciones en donde se haga investigación para tener una base de datos iniciales suficientemente - amplia como punto de partida.

A finales del primer año, más o menos, se habrán hecho las primeras publicaciones en forma de artículos cortos en los que se presentarán los elementos esenciales del modelo conceptual desarrollado hasta ese momento, al menos en su forma preliminar. Dichos estudios, que se publicarán en revistas científicas o de divulgación editadas en el país, conformarán posteriormente el libro reporte de investigación en el cual se analizarán con detalle los resultados tanto teóricos como experimentales que se hayan obtenido.

Como se puede ver en el cuadro, antes de iniciarse el segundo año de trabajo en este proyecto, y como una consecuencia de la complejidad del mismo, se hace necesaria la participación de un grupo interdisciplinario de especialistas que integre lo que llamamos un Centro de Investigación Científico-Pedagógico. Este centro podría trabajar con el apoyo del Colegio de Bachilleres de Sonora y/o de la Secretaría de Educación Pública o de cualquier otra institución semejante.

Se prevé la evaluación piloto de un Curso, así como la elaboración de un texto guía de laboratorio adecuados a los requerimientos del modelo inicial. Esta evaluación podría llevarse a cabo con uno o varios grupos del Colegio de Bachilleres y funcionaría como elemento retroalimentador para corregir o dar más precisión al modelo hecho y para enriquecer con sus resultados el material incluido en el libro-reporte.

Por último se concatena a esto el diseño de una estructura institu

-cional de la cual se desprende como resultado lógico una optimización del trabajo en los laboratorios con su correspondiente -- evaluación y un plan general de formación de profesores, tendiendo esto último a encauzar la pedagogía de las ciencias experimentales por vías que sean consistentes con los resultados encontrados y a formar a su vez monitores para que transmita la información a la planta docente de otros planteles o escuelas incorporadas.

También es necesario hacer notar que la investigación bibliográfica y de campo no termina al primer año, sino que continúa en forma permanente, haciéndose cada vez mas concreta y precisa. En cuanto a esto, los bloques correspondientes sólo designan la etapa en la que estas actividades son preponderantes.

Las publicaciones continuarán en forma periódica (mínimo una vez por año) a fin de establecer y mantener vínculos y retroalimentaciones con investigadores en areas relacionadas con el proyecto. Nuevamente, estas publicaciones podrán tener la forma de artículos en revistas especializadas, ponencias presentadas en reuniones y congresos, etc.

M E T A S P O S I B L E S

El objetivo general señalado puede alcanzarse a través de una serie de etapas o resultados parciales tal como la representada en el DIAGRAMA DE FLUJO anexo.

Más precisamente, puede hablarse de las siguientes metas específicas:

Antes de un año: Publicación de una serie de artículos - - - (3 a 5) en revistas especializadas a nivel nacional, en las que se haga una presentación preliminar del modelo y/o los resultados hasta entonces obtenidos.

Al terminar el segundo año podrá contarse con el diseño completo de uno o varios cursos (dependiendo de la magnitud del equipo dedicado a la investigación), diseño que comprendería:

- a) Programa completo
- b) Texto de la fase teórica
- c) Guías de laboratorio tanto para alumnos como para maestros.

Este diseño en sus diferentes partes también puede ser materia de publicación y difusión a otras instituciones.

Al finalizar el tercer año, o en el primer semestre del cuarto, - podrá publicarse un libro-reporte de investigación en el que se -

presenten los resultados de una evaluación piloto, sobre los --
criterios experimentales adecuados, del curso basado en el modeo
lo mencionado.

Subsecuentemente podrá publicarse también una guía para los cambi
os necesarios a nivel institucional, así como los criterios -
de optimización para el empleo de laboratorios y la capacitación
de maestros.

R E C U R S O S N E C E S A R I O S

Para el desarrollo de la investigación y el logro de los resultados propuestos se requiere de los siguientes recursos como mínimo:

- 1.- Una partida presupuestaria, en la forma de un fondo revolvente, destinada a la compra de bibliografía pertinente, así como los gastos de comunicación y transporte necesarios.
- 2.- Un local adecuado, ALEJADO DE LA ACTIVIDAD ESCOLAR pero con los elementos de comunicación necesarios (teléfono etc.) y con un área proporcional al número de personas involucradas en el proyecto, más un área de por lo menos 20 m² destinada a biblioteca.
- 3.- Servicios secretariales dedicados exclusivamente a las labores propias de la investigación, y/o de las áreas directamente relacionadas con el proyecto.
- 4.- Recursos económicos necesarios para la asistencia a eventos y congresos relacionados con la actividad científico-pedagógica.
- 5.- Autonomía en el trabajo interno de investigación posiblemente reflejada en la estructuración del proyecto como CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICO-PEDAGOGICA, cuyas actividades sean independientes de la escolar.

Las inversiones iniciales y gastos fijos en estos renglones se detallan a continuación:

INVERSION INICIAL.

Gastos de acondicionamiento del local	\$= 20,000.00
Mobiliario y equipo	115,000.00
Renta inicial del local	12,000.00
Contratos de agua, luz y teléfono	7,000.00
T O T A L	\$= 154,000.00

GASTOS FIJO MENSUAL.

Papelería	\$= 3,000.00
Renta del local	6,000.00
Servicios secretariales	6,500.00
Servicios de limpieza	2,500.00
Bibliografía	10,000.00
Teléfono, Agua y Luz	1,500.00
Investigación de campo y traslado a eventos científicos relacionados	10,000.00
T O T A L	\$= 39,500.00

A P E N D I C E B:

ENCUENTRO NACIONAL DE EDUCACION MEDIÁ SUPERIOR

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN EL
NIVEL MEDIO SUPERIOR: PROYECTO PARA UN CAMBIO

PONENCIA PRESENTADA POR:

Ricardo Arechavala Vargas.

José Luis López Lizárraga.

De: Colegio de Bachilleres de Sonora.

Septiembre de 1979.

Chihuahua, Chih.

I N T R O D U C C I O N

Considerando, en forma tentativa y preliminar, la Educación como:
...un intento deliberado de transmitir habilidades y valores, lo mismo que formas de cultura y comportamientos requeridos por el sistema a que se pertenece". (1).

Y puesto que en nuestro medio es indiscutible la necesidad, tanto de formar investigadores, como de incorporar los elementos de formación científica a la cultura general de las personas que pasan por nuestro sistema educativo, es evidente la necesidad de plantear el modelo que oriente los esfuerzos en este sentido, principalmente en términos de las características y habilidades específicas deseables en los individuos que pretendemos formar.

Ahora bien, tal situación "ideal" depende a su vez del modelo que se pueda elaborar para representar y comprender la Investigación Científica como actividad individual y, fundamentalmente social.

Puede considerarse que: "Una ciencia (la Biología, por ejemplo), es producida por un grupo de personas que emprenden ciertas acciones (observación, experimentación, reflexión) que conducen a ciertas interacciones que sólo pueden producirse por medio de las comunicaciones (artículos, informaciones orales, libros, comprendidos aquí los manuales) y que se dirigen esencialmente a los especialistas de esta Ciencia, pero también hacia el mundo exterior. Esta actividad es llamada Ciencia, solamente cuando alcanza la característica de reproducirse a sí misma de una generación a otra por medio de una preparación educativa específica. Además, una -

Ciencia es un sistema histórico y dinámico que se transforma a sí mismo de una determinada manera". (2).

Esto no agota el problema. Muchos otros elementos deben entrar en juego. Sin embargo, en la complementación de este modelo de be tenerse en cuenta, como criterio esencial, que su finalidad debe ser eminentemente práctica, con vistas a enseñar las conductas propias de un científico y no a justificarlas teórica o epistemológicamente, como hasta ahora se ha hecho.

Por ahora, podemos considerar la Ciencia, bajo el planteamiento expuesto, como formada por los siguientes elementos:

- P El grupo de personas.
- A Las acciones que realizan.
- I Las interacciones que establecen.
- E La renovación educativa.
- M Los métodos de aprendizaje que se utilizan.

Parecería evidente, además, que tanto las acciones como las interacciones propias de la especialidad implican otro elemento: - el uso de un lenguaje (L) con características propias y que por lo general exige un entrenamiento específico (quizá a través del elemento (E) para manejarlo.

I.- JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

Necesitamos formar Científicos.

Tanto en nuestras Instituciones Oficiales (CONACYT en el Progra-

ma Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982, ANUIES en la Planeación de Educación Superior en México, etc.) como la Comunidad Científico-Académica en sus reuniones y congresos, por ejemplo - el dedicado a LA CIENCIA EN MEXICO, 1974, han hecho reconocimientos explícitos de esta necesidad.

Nuestro sistema educativo actual no motiva a los alumnos para la investigación ni los enseña a valorarla. Tanto investigaciones sociológicas (3), como los propios Científicos (4) y los documentos oficiales (5) expresan la preocupación porque la enseñanza, tal como se desempeña, representa, "...no sólo cierta pérdida de tiempo y talento, sino una deformación de su actitud mental debido a la falta de orientación experimental y a la educación autoritaria impartida desde su niñez". Se reconoce que "...prevalecen todavía las tradiciones formas de transmisión de conocimiento que, además de limitar las posibilidades de aprendizaje, dan lugar a actitudes pasivas en el estudiante, las cuales se reflejan en su actividad profesional".

¿ Quién puede formar, entonces a los Investigadores ?

¿ Cómo vamos a formar personas con la creatividad y disciplina inherentes a la Investigación Científica ?

El problema parece grave pues, en palabras de la ANUIES, tal como se plantea el problema en LA PLANEACION DE LA EDUCACION SUPERIOR EN MEXICO, tenemos que:

"Por otra parte, la Investigación está poco relacionada con la - docencia y en general los planes y programas de estudio no inclu

yen este tipo de actividades; esto explica que sea tan escasa su influencia en la formación de educandos. En cierta medida la deficiencia habría que atribuírla al número reducido de investigadores en la mayoría de las Casas de Estudios, pero quizá la razón principal se encuentra en la concepción de los programas, integrados en su mayor parte con enseñanzas teóricas y prácticas - en las que se comprueba o experimenta lo enseñado en el aula, pero sin propiciar en los procesos de enseñanza las posibilidades de extender o ampliar el conocimiento". *

Más aún, en el propio medio académico, la Investigación no es -- apreciada y valorada como parte de las labores del personal docente en una Institución Educativa. Según muestran los trabajos comparativos realizados a este respecto, se concede en las Universidades Latinoamericanas (y no parece haber razón para considerar a las nuestras una excepción) mucha más importancia como labores propias del maestro a: estar al día en los progresos de la respectiva disciplina en el mundo (y) transmitir sus conocimientos y habilidades a los estudiantes", que a las labores relacionadas con Investigación y APORTACIONES al desarrollo de las respectivas disciplinas (6).

Según estos estudios, en las comunidades universitarias la Investigación es una tarea "permitida" al personal docente, pero permitida sólo en la medida en que no acarree incumplimiento de sus tareas fundamentales: "Enseñar y estar al día". El conjunto de valores y supuestos que consecuentemente se viven en tales circunstancias perfilan, naturalmente, al maestro "idóneo" como aquel que desempeña exclusivamente labores como "monitor" de in-

* P. 39. El subrayado es nuestro.

-formación.

Se trata por lo tanto, de llevar a los alumnos hasta las fronteras actuales del conocimiento científico, a través de la asimilación de cantidades ingentes de información. Tarea ésta cuya imposibilidad debiera ser obvia, no sólo por el crecimiento exponencial (algunos lo denominan ya "explosión") de esa información, sino porque su vida útil tiende cada vez a ser menor que el lapso requerido para la "formación" del educando.

Sin embargo, a pesar de todo esto, se han formado investigadores en nuestro País. Algunas Universidades han logrado formar pequeños núcleos de investigadores de alto nivel, gracias a sistemas informales, y en gran parte aleatorios, de selección de alumnos más capaces y con mayor interés por la materia. Esto, sin embargo, se ha hecho al margen del funcionamiento docente de tales -- Instituciones.

Típicamente, si en los últimos años de la Licenciatura el alumno logra por su capacidad e interés excepcionales, por su conocimiento del funcionamiento interno de las Instituciones de Investiga--ción y por un poco de suerte, atraer la atención de un investigador, entonces es probable que éste se haga cargo de su formación y, eventualmente, lo incorpore como ayudante a su equipo de trabajo.

Es necesario recalcar el hecho de que los mecanismos de selección operan sólo en los últimos años del nivel de Licenciatura, pues -

esto tiene repercusiones graves respecto al tema que nos ocupa.

En general, y por diversas razones, los investigadores, que ya de por sí dedican poco tiempo a la docencia, restringen aún más esta labor a los últimos años de la Carrera. Esto hace que el factor aleatorio en tales "sistemas de selección" sea todavía - mayor.

Es obvio, además, que dada la conocida relación entre la edad y la creatividad científica, esto implica una gran pérdida de talento y productividad.

Más aún, si aceptamos que "...prevalecen todavía las tradicionales formas de transmisión del conocimiento que, además de limitar las posibilidades del aprendizaje, dan lugar a actitudes pasivas en el estudiante..." este nuevo retraso significa más - - años de deformación en el alumno, más años de inyectar una ciencia estéril y escolástica en una mente que en la actualidad de investigación requiere más que nada iniciativa y creatividad en su pensamiento.

Nuestros investigadores, por lo tanto, se forman sólo después - de haber pasado por el sistema escolar y, casi diríamos, a pesar de él. Las habilidades y criterios propios de la investigación las adquieren por imitación.

Sólo al final de su período formativo, el estudiante transfiere la ubicación de su proceso educativo, del sistema escolar-docente, al de la investigación. Ingresas así a una comunidad peque-

-ña y no en pocas ocasiones elitista, con características propias y muy especiales en lo que se refiere a valores, lealtades, liderazgo, ritos de iniciación, sistemas de aprendizaje, títulos y grados, patrones de conducta, etc.

El Investigador se forma imitando estos rasgos. La personalidad específica así perfilada es, por lo tanto, bastante definida y diferente a la que se desarrolla en el alumno que permanece en el sistema docente formal. Y ésto a su vez, es causa y efecto de la imagen-prejuicio del Investigador Científico como un ser aparte, excepcional, el genio que nace, no se hace.

El estudiante "normal" no solo no ha sido preparado durante los años anteriores de su formación para esa actividad, sino que debe romper con los hábitos de pasividad y memorización que ella le había imbuído, siendo como es en la actualidad, enseñanza de conocimientos establecidos y ordenados deductivamente.

En los casos más "brillantes" lo que se hace después es enviar al alumno al extranjero para relizar sus estudios de post-grado y "terminar su formación como Investigador".

Desde luego, no son pocas las ocasiones en que esto trae como consecuencia que el estudiante, al regresar, se encuentra con que las investigaciones a las que aquí se puede dedicar son irrelevantes en nuestro País e intrascendentes y obsoletas a nivel internacional. Pero esta problemática ya ha sido muy discutida y no es el caso repetirla aquí.

En cambio lo que si nos interesa plantear es que el cuadro general exige que una persona que ha estado sometida a un sistema de enseñanza que fomenta la pasividad y memorización y que considera a la Ciencia como algo establecido y traído de fuera, debe -- iniciar, en la época tardía de su formación, una actividad nueva, para la que no esta preparado y en un área y contexto desconocidos y que muchas veces no ha elegido concientemente.

¿ Es de extrañar, entonces, nuestro atraso científico y tecnológico ?.

¿ Debe asombrarnos tanto nuestra dependencia científica y cultural ?.

Però vayamos a algo más concreto.

¿ Podemos aceptar pasivamente que el sistema educativo formal no tiene nada que ver o no puede hacer nada para mejorar la situación?.

Si esta conclusión es inaceptable, entonces hace mucho tiempo -- que es hora de plantear cambios que ayuden a resolver el problema.

Se trata no sólo de asumir las responsabilidades que deban corresponder al sistema educativo en la formación de recursos humanos para la investigación, sino también de proporcionar a la po-

-blación estudiantil en general los factores del pensamiento científico que forman parte esencial de la cultura contemporánea.

Esta Ponencia pretende presentar una primera aproximación a esta tarea.

II.- O B J E T I V O S .

En función de todo lo anterior, y habiendo reconocido la necesidad de un cambio, pueden definirse como objetivos a corto y mediano plazo para que sean considerados por las Instituciones de Enseñanza Media Superior, los siguientes

- Que las Instituciones de Enseñanza Media Superior proporcionen elementos esenciales para una formación científica realista integral, acorde con las verdaderas necesidades de la actividad científica en México.
- Que las actividades escolares correspondan cualitativamente a las que en realidad desempeña un científico y que, por lo tanto, son necesarias en su formación.
- Que el enfoque de las disciplinas científicas de al alumno una imagen viva de la ciencia como una actividad en constante descubrimiento que supere la concepción que la considera como un acervo de información estático y acabado.

- Que prepare al alumno para adquirir, procesar y transmitir información en forma activa y creadora.

- Que capacite al alumno en lo personal para ejercitar los criterios y valores del pensamiento científico como elementos activos de la cultura contemporánea.

Estos objetivos no son sino una forma específica de ser consecuentes con los ACUERDOS DE VILLAHERMOSA en sus partes Primera y Octava, que dicen lo siguiente

"La Reforma Educativa es un proceso de cambio permanente cuya esencia consiste en estructurar el sistema educativo nacional con el objeto de que atienda la creciente demanda de educación en todos sus grados, y eleve al mismo tiempo, el nivel cultural científico y tecnológico del País".

"El Nivel Superior de la Enseñanza Media, con duración de tres años, deberá ser formativo, en el sentido genérico de la palabra; más que informativo o enciclopédico se concebirá en su doble función de ciclo terminal y antecedente propedéutico para estudios de licenciatura. Incorporará los conocimientos fundamentales tanto de las Ciencias como de las Humanidades, y en forma paralela, capacitará específicamente para la incorporación del trabajo productivo".

III.- REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS INMEDIATOS.

Ahora bien, para alcanzar los objetivos mencionados se requieren como mínimo los siguientes cambios específicos en la enseñanza de las Ciencias Experimentales a nivel laboratorio

- 1.- PRE-REQUISITOS: Con esto se designa la especificación y verificación de las condiciones de "entrada" que el alumno debe cumplir para iniciar satisfactoriamente los trabajos señalados en las guías de prácticas experimentales.

Para este fin es necesario elaborar una lista detallada de los conocimientos y/o habilidades necesarias como preliminares para iniciar un trabajo de búsqueda o indagación científica. Se citan como ejemplo los siguientes

- a) Que los estudiantes sepan usar tablas de constantes físicas o químicas, de logaritmos, tablas periódicas o taxonómicas, etc.
- b) Que sea capaz de construir una gráfica sencilla, incluyendo la recopilación de datos y la tabulación correspondiente.
- c) Que entienda y valore ciertas disciplinas de laboratorio como por ejemplo, consultar un instructivo antes de usar el aparato correspondiente o hacer las obser-

vaciones y mediciones en forma correcta. Lo mismo se puede decir con respecto a la elaboración de hipótesis que no sean demasiado laxas, que sean contrastables, etc.

- d) Que esté capacitado para determinar los límites de error posibles en el resultado final de una medición. La mayoría de los estudiantes y algunos maestros rehuyen este tema. La idea se ha generalizado es que el procedimiento que se emplea no sólo es difícil sino imposible, teniendo en cuenta su nivel de conocimientos.

En realidad, en la mayoría de los casos es muy simple -- calcular la precisión lograda en un experimento, mientras que sin hacer ningún análisis del errores imposible presentar un resultado en forma razonable.

- e) Que conozca las diferentes formas de redactar un informe científico sin seguir ningún formato permanente, adecuándolo al tipo de experimentos a que se refiera, siguiendo en general las líneas de cualquier artículo de revista científica.

2.- GUIAS BIEN ELABORADAS: En términos generales y en las condiciones actuales de la enseñanza de las Ciencias Experimentales, no se dispone hoy en día de libros de texto para el laboratorio o guías de investigación bien elaboradas que sean adecuadas a los requerimientos de esta Ponencia. La mayor parte de ellos, tanto los hechos en el País como los importados, se sujetan únicamente a las exigencias del texto teóri-

-co correspondiente y van encaminados a la obtención más o menos mecánica de resultados que "reforzarán los conocimientos obtenidos en clase", y en el mejor de los casos a "descubrir", por medio de pasos muy marcados, una Ley o algún principio ya establecidos. De todas formas estos instructivos no dejan en el estudiante más que una nueva dosis de información y la seguridad de haber cumplido con la práctica y entregado el reporte a tiempo para pasar la materia.

De acuerdo con nuestra propuesta es necesario formar un -- equipo de personas especialmente preparadas para que defi-- nan un nuevo criterio en la elaboración de las guías de experimentos, que dé más importancia a la experiencia formativa que resulta del "hacer mismo" por parte del estudiante y al mismo tiempo, que le permita cierta libertad para tomar un camino u otro de acuerdo con sus propias inquietudes y -- curiosidades de investigación.

Proponemos que se elimine la idea de una guía-recetario, para dar paso a una guía experimental un poco más elástica en cuanto a los procedimientos que sugiere y sus resultados.

A continuación se hace una breve descripción de lo que podría ser una guía elaborada bajo este criterio

Aunque no es necesario prescindir de los objetivos específicos iniciales sobre los cuales se va a trabajar en un experimento dado, se sugiere que se especifique inicialmente

el trabajo con preguntas de investigación tales como las que se plantearía cualquier científico al iniciar una tarea. Dichas preguntas, que se podrían anotar inmediatamente después de los objetivos, pueden ser sugeridas por el maestro y en algunos casos por los alumnos.

Se citan como ejemplos, los siguientes:

- ¿ Por qué se forman las olas en un estanque de agua ?
- ¿ Cómo se sostiene un avión en el aire siendo tan pesado ?
- ¿ Por qué la mayoría de las plantas crece hacia arriba ?
- ¿ Cómo aprenden a hablar los pericos ?, etc.

Creemos que al plantear este tipo de preguntas se ubica al estudiante de lleno en una situación vivida, y por lo tanto de su interés, por lo que hay más posibilidades de que realice la investigación con gusto y sin presiones.

Se le podría conducir por medio de insinuaciones o sugerencias intercaladas a lo largo del proceso, sin necesidad de indicarle todo el procedimiento, y al final sugerirle una posible forma de redactar el informe tal y como se señala en la parte Uno del Inciso "e".

- 3.- EVALUACION Y ESTIMACION DE RESULTADOS : La evaluación estaría centrada principalmente sobre la medición de las aplicaciones que se hagan de los conocimientos sugeridos en los pre-requisitos, en el momento mismo de la investigación. Puede pensarse de antemano que no es probable que el estu--

-diante llegue a un resultado nuevo y actual, pero sí se puede valorar en un caso dado la originalidad del método seguido, el diseño de algún dispositivo construido para verificar o reconocer tal o cual efecto, la presentación de un buen reporte, etc.

Aceptando que no se pretende evaluar con el único fin de entregar calificaciones a la administración o cerrar el curso, sino para retroalimentar a las partes que intervienen en el proceso, el maestro hará hincapié sobre todo en las fallas de método y las del tipo señalado en los pre-requisitos cuando el alumno se encamine erróneamente. Esto contribuirá a reforzar las sugerencias especificadas en la guía escrita para sustituir la tradicional sección de "procedimiento". Se sugiere que se utilicen formas de reforzamiento para estimular la actividad científica de los estudiantes.

Existen muchas formas de estimular un trabajo que no son necesariamente el otorgamiento de una calificación a cambio. Por ejemplo, se pueden promover viajes de estudio, visitas a observatorios y laboratorios, concursos de diseño experimental, la publicación de los mejores trabajos, etc.

- 4.- ADECUACION DEL LABORATORIO : A continuación se dan algunas sugerencias sobre las condiciones materiales óptimas que es deseable tener en el laboratorio para que los puntos señalados anteriormente se puedan llevar a la práctica.

- a) Todo tipo de manuales, instructivos y tablas de constantes.*
- b) Una calculadora electrónica, de bolsillo o de escritorio para uso de los estudiantes.
- c) Un equipo sencillo para tomar fotografías.
- d) Suprimir, hasta donde sea posible, el sistema de castigos o disciplinas autoritariamente impuesta.
- e) Eliminar dentro de lo posible el trabajo individual o de equipos muy numerosos.

IV.- CAMBIOS QUE SE PREVEN Y COMO REALIZARLOS

Los cambios que se requieren para implantar un sistema de enseñanza en el laboratorio tal como el que se ha venido discutiendo se pueden dividir en tres tipos

1.- Cambios relacionados con la preparación de los maestros, aceptación de los nuevos enfoques en los programas y acuerdos generales para llevar a cabo el plan delineado.

- a) Los cursos de capacitación o de actualización para maestros, que cualquier cambio drástico de programa requiere, o en su defecto las pláticas o conferencias impartidas para este fin, deben incluir en gran medida una nueva visión acerca de la enseñanza de las Ciencias Experimentales en el laboratorio; debe recalcarse la importancia de una enseñanza formativa más que informativa que permita -

* Se está presuponiendo la existencia de un laboratorio medianamente equipado para este nivel.

la participación activa de los estudiantes como se deja entre ver en los puntos Uno, Dos y Tres de la Sección III.

b) Promover en estos mismos cursos la adopción y puesta en práctica de una TECNOLOGIA EDUCATIVA (7), generalizándola para todas las Ciencias Experimentales y su aprendizaje en el laboratorio. Esto garantizará una formación de habilidades -- científicas precisamente por vía científica y no por métodos anticuados o contradictorios.

c) Los maestros deberán acostumbrarse a utilizar los recursos - experimentales en forma más continua y adecuada; lo primero se asegura con las asignaciones a que se compromete con la - Institución el 50% del tiempo en el laboratorio es sufi--- ciente; y lo segunda, cuando se valore y se acepte lo pro--- puesto en los dos incisos anteriores.

2.- Cambios relacionados con la redacción de las guías de laboratorio, lo cual obliga a su vez a pensar en correcciones o mo dificaciones que deberán hacerse al programa en su parte teó rica.

a) En general las guías que actualmente se manejan deben ser - redactadas de nuevo en los términos sugeridos en la parte Dos, Sección III. Esto deberá hacerse por un equipo con -- preparación científico-pedagógica, en forma cuidadosa, ade cuándola a lo requerido en esa parte.

b) Esto requiere que paulatinamente se vayan corrigiendo las -

guías de objetivos del programa en su parte teórica para que se satisfagan los requerimientos formativos e informativos y se aumente al máximo la posibilidad de que los alumnos aprendan a enfrentarse pronto con una situación experimental dada.

- c) En particular, todos los programas deberán corregirse o modificarse de inmediato, por lo menos en la parte que exige ciertos conocimientos mínimos por parte del alumno para que se inicie en el programa experimental. Una guía para esto se da en la parte Uno, Sección III, en donde deberán hacerse las modificaciones correspondientes para ca da materia.

3.- Cambios relacionados con los recursos, la situación y distribución del material.

Las nuevas modalidades que deberán adoptarse con respecto a esta clase de cambios se pueden ver directamente en la Parte Cuatro, Sección III.

FORMACION DE LOS MAESTROS.

A CORTO PLAZO (UN AÑO).

Es necesario impartir cursos orientados a familiarizarlos con la actividad de la investigación en su especialidad, fundamentalmente en áreas relevantes para la situación y recursos locales y nacionales.

Impartir cursos de Didáctica, orientados a capacitar al maestro para organizar sus cursos en función de objetivos bien definidos en lugar de contenidos exclusivamente informativos y para establecer con los alumnos interacciones específicas diferentes a las tradicionales.

A MEDIANO PLAZO (2 A 3 AÑOS).

Que en las Instituciones exista un equipo seleccionado de maestros que cuente con facilidades tales como instalaciones, tiempo, recursos económicos, etc., para dedicarse a la investigación, ya sea pedagógica o de su propia disciplina, en forma paralela a su labor docente y que funcione como una unidad de servicio para con el resto de la planta.

P R O G R A M A S .

CAMBIOS A MEDIANO PLAZO (1 A 2 AÑOS).

Deben cambiar en su enfoque y concepción general; de estar orientados casi exclusivamente a la transmisión de información, o encontrar el equilibrio entre ésta y las actividades y habilidades propias de la investigación.

En tanto es necesaria la transmisión de información, hacerlo en forma que refleje inductivamente su descubrimiento y perfeccionamiento permanente y no deductivamente, por cuanto esto conlleva la impresión de algo acabado y establecido.

Elaborar textos cuyo contenido y uso refleje estas características, a la vez que entren para hacer uso cada vez menor pero más organi-

-zado y eficiente de la información impresa.

V.- PLAN DE ACCION A NIVEL INSTITUCIONAL.

Es necesario que cada Institución establezca metas específicas para

Integrar y perfilar la planta docente como un conjunto de equipos de investigación (pedagógica, científica, etc.) en la que la actividad de la enseñanza se mantenga en constante perfeccionamiento - sobre bases experimentales, que lleve a la profesionalización de - la planta docente.

Establecer vínculos bien definidos y permanentes con Instituciones dedicadas a la investigación científica con objetivos claros y precisos de mutua colaboración a través de conferencias, visitas, revisión de programas, orientación a la planta docente, etc.

Crear formas permanentes y efectivas de revisión y mejoramiento de los Planes de Estudio con base en experiencias internas, realizadas por un equipo interdisciplinario y debidamente capacitado.

Establecer mecanismos activos de coordinación entre las diversas - Instituciones Educativas para la unificación y el máximo intercambio de experiencias, así como para el óptimo aprovechamiento de -- los recursos.

C O N C L U S I O N E S .

Puesto que las soluciones a los problemas que los cambios anteriores plantean no son aún claras, se propone la creación de un - Centro Nacional dedicado a

- La investigación y desarrollo de las herramientas teóricas y pedagógicas necesarias.
- Proporcionar servicios de asesoría a las Instituciones.
- Coordinar a nivel nacional la implementación - de este modelo, mediante convenios suscritos - con cada Institución.

En la implantación de este modelo cada Institución puede prever - que surjan dificultades de carácter administrativo se pueden mencionar las dificultades que presenta la actualización y profesionalización de los maestros, el allegarse y manejar recursos para este fin, etc.

En lo Académico, el desarrollo y la definición de criterios para los cambios de programa, los sistemas de actualización y divulgación de información científica, el desarrollo de un MODELO PEDAGOGICO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA, la lucha contra la inercia - impuesta en la enseñanza por los sistemas tradicionales a nivel institucional y personal, etc.

Como un resultado de lo descrito hasta aquí, se hace notar la - necesidad de un apoyo a las Instituciones Educativas, tal que - permita la formación de recursos humanos, académicos y físicos como lo requiere un proyecto de este tipo.

Todo lo anterior sugiere como conclusión los siguientes comenta rios:

Nuestro Sistema Educativo en general ha concebido y manejado la enseñanza de las Ciencias Experimentales como la enseñanza de - los conocimientos científicos; se ha centrado en la transmisión de información presentada en forma acabada y deductiva.

El entrenamiento que recibe el alumno corresponde más a la memo rización y al procesamiento mecánico y rutinario de información, que a las habilidades que realmente desempeñan un papel signifi cativo en la investigación científica.

Pero la formación de los científicos debe ser integral, debe in- cluir las habilidades, los conceptos y criterios, e incluso los valores que realmente se manejan en las comunidades en las que - se lleva a cabo la investigación científica.

Este proyecto pretende ser una primera aproximación, pero concre ta y pragmática a los cambios que son necesarios en nuestras Ins tituciones Educativas si deseamos desempeñar un papel significa tivo en esa formación.

Es obvio que no se pretende que de este nivel egresen científicos formados completamente. Si hablamos de un papel significativo en ello, éste debe plantearse en términos de impartir una enseñanza que, en primer lugar, motive hacia la investigación, buscando que eventualmente favorezca la aparición y desarrollo de vocaciones científicas. En segundo lugar, tal educación debe proporcionar - en los términos adecuados a la Enseñanza Media Superior los elementos del pensamiento científico que forman parte indispensable de la cultura contemporánea que la generalidad de los alumnos debe tener.

Se trata de garantizar, además, que la población a la que ha de integrarse el científico ya formado, tenga un precio y comprensión significativos de la actividad y el pensamiento científicos.

Y por último, no debe olvidarse que carecería de sentido dejar de incorporar en forma integral y coordinada, los elementos fundamentales de una formación humanista a la Educación Científica que -- pretendemos imprimir.

R E F E R E N C I A S .

- (1) Mario Miranda Pacheco, LA EDUCACION COMO PROCESO CONECTIVO DE LA SOCIEDAD, LA CIENCIA, LA TECNOLOGIA Y LA POLITICA. Ed. Trillas. México 1978. p. 99.
- (2) Apostel Leo, Et. Al. INTERDISCIPLINARIEDAD, PROBLEMAS DE LA ENSEÑANZA Y LA INVESTIGACION EN LAS UNIVERSIDADES A.N.U.I.E.S. , México. 1975. p. 181.
- (3) Larissa Lomintz. LA ANTROPOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN LA U.N.A.M., en LA CIENCIA EN MEXICO. Compilado por Luis Cañedo y Luis Estrada. México, 1976.
- (4) Véase, por ejemplo, Luis cañedo HOMO SCIENTIFICUS EN KAFKATLAN, en LA CIENCIA EN MEXICO.
- (5) Por ejemplo, A.N.U.I.E.S., LA PLANEACION DE LA EDUCACION SUPERIOR EN MEXICO. México. 1979. pp. 37-8.
- (6) Fuenzilandia F. Edmundo. INVESTIGACION CIENTIFICA Y ESTRATIFICACION INTERNACIONAL. Edt. Andrés Bello. Chile. Citado y comentado por Jorge Witker en UNIVERSIDAD Y -DEPENDENCIA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA EN AMERICA LATINA. U.N.A.M. 1976. pp. 47 a 55.
- (7) Claudio Zaki Dib. TECNOLOGIA DE LA EDUCACION CON APLICACIONES A LA ENSEÑANZA DE LA FISICA.

A P E N D I C E C:

MARCO TEORICO PRELIMINAR DEL

PROYECTO DE INVESTIGACION INTERDISCIPLINARIA
PARA LA RACIONALIZACION Y OPTIMIZACION DE LA
EDUCACION CIENTIFICA EN EL NIVEL MEDIO SUPE-
RIOR.

O B J E T I V O .- Elaborar y verificar experimentalmente un modelo conceptual que permita identificar elementos básicos, precisos y concretos, necesarios y posibles, en la educación científica de este nivel; determinar su secuencia óptima de enseñanza-aprendizaje y evaluar objetivamente los resultados de las diferentes posibilidades que al respecto se puedan presentar.

M A R C O T E O R I C O P R E L I M I N A R .

Considerando, en forma tentativa y preliminar, la educación como

un intento deliberado de transmitir habilidades y valores, lo mismo que formas de cultura y comportamiento requeridos por el sistema a que se pertenece."(1).

Y, puesto que en nuestro medio es indiscutible la necesidad, -- tanto de formar investigadores, como de incorporar los elementos de la formación científica a la cultura general de las personas que pasan por nuestro sistema educativo, es evidente la necesidad de plantear el modelo que oriente los esfuerzos en este sentido, principalmente en términos de las características y habilidades específicas deseables en los individuos que pretendemos formar.

Ahora bien, tal situación "ideal" depende a su vez del modelo - que se pueda elaborar para representar y comprender la investigación científica como actividad individual y, fundamentalmente social.

Puede considerarse, por ejemplo, que "Una ciencia (la Biología, porejemplo) es producida por un grupo de personas que emprenden ciertas acciones (observación, experimentación, reflexión) que conducen a ciertas interacciones que sólo pueden produ

cirse por medio de las comunicaciones (artículos, informaciones orales, libros, comprendidos aquí los manuales) y que se dirigen esencialmente a los especialistas de esta ciencia, pero también hacia el mundo exterior. Esta actividad es llamada ciencia solamente cuando alcanza la característica de reproducirse a sí misma de una generación a otra por medio de una preparación educativa específica. Además, una ciencia es un sistema histórico y -- dinámico que se transforma a sí mismo de una determinada manera".(2).

Esto, desde luego, no agota el problema. Muchos otros elementos deben entrar en juego. Sin embargo, en la complementación de este modelo debe tenerse en cuenta, como criterio esencial, que su finalidad debe ser eminentemente práctica, con vistas a enseñar las conductas propias de un científico y no a justificarlas teóricamente, como hasta ahora se ha hecho. (3).

Por ahora, sin embargo, podemos considerar a la ciencia, bajo el planteamiento expuesto, como formada por los 'siguientes elementos:

- P El grupo de personas.
- A Las acciones que realizan.
- I Las interacciones que establecen.
- E La renovación educativa.
- M Los métodos de aprendizaje (3-Bis).

Parecería evidente, también que tanto las acciones como las interacciones propias de la especialidad implican otro elemento: el uso de un lenguaje (L) con características propias y que, por lo

general, exige un entrenamiento específico (quizá a través del elemento E) para manejarlo.

Ahora bien, si puede plantearse como objetivo específico de la actividad científica, tanto a nivel individual como del sistema (P,A,I,E,L) completo, la adquisición y procedimiento de información, bajo determinados criterios y dentro de límites específicos para cada disciplina, entonces se puede plantear la primera área de investigación:

A1.- La aplicación sistemática de las herramientas y categorías desarrolladas por la TEORIA DE SISTEMAS para resolver, entre otras, las siguientes cuestiones

A1.1.- ¿Qué modelo sistémico puede plantearse para la actividad científica, a nivel tanto individual como colectivo, así como para ubicarla correctamente como subsistema social?.

A1.2.- ¿Cuáles son los estados característicos de tales -- sistemas?
 ¿Cuáles son sus entradas y salidas específicas? - -
 ¿Cuáles son sus procedimientos de información característicos (y más elementales) y cómo se desarrollan?
 ¿Puede describirse eficiente y claramente las interacciones entre sus partes?.

A1.3.- Considerando al individuo como parte activa del sistema:
 tema:

¿Cuáles son sus interacciones específicas? ¿Cuáles de ellas son de carácter universal (aplicables en todas las ciencias) y pueden ser enseñadas? ¿Para que interacciones es necesario preparar al individuo, con respecto a los demás elementos del sistema?.

A.1.-Planteando también el propio sistema educativo como tal

¿qué interacciones pueden y deben plantearse entre él y el sistema científico, y de ambos respecto al sistema total de la sociedad? ¿Pueden plantearse - criterios concretos de eficiencia en tales interacciones?

¿Qué posición y funciones pueden y/o deben plantearse para el individuo como elemento de ambos sistemas a la vez?.

Todas estas áreas de investigación pueden y deben producir resultados que vinculen este andamiaje conceptual con las demás, que se plantean a continuación.

La actividad científica, tanto en lo básico como en lo aplicado, es una actividad colectiva que persigue fines específicos, tanto a nivel individual como colectivo. Puesto que la consecución de tales fines (solución de problemas, satisfacción de curiosidad, prestigio social, financiamiento de investigaciones subsecuentes, puestos administrativos, políticos y académicos, etc.) depende no tanto de la aplicación indiscriminada de pasos o reglas algorítmicas, como del desarrollo de estrate---

-gias (disciplina, seguimiento o abandono de problemas, creatividad y orden, objetividad y verificabilidad, etc.) claras pero - - flexibles, que dependen en un momento dado de retroalimentaciones específicas (los resultados obtenidos hasta el momento, la relevancia que repentinamente puede tener o dejar de tener un problema o área-problema, la aparición de nuevos modelos, la publicación de soluciones ya obtenidas, los cambios políticos y financieros, etc.) que cada investigador mantiene continuamente con los demás elementos del sistema, la tarea científica puede plantearse, por medio del instrumental desarrollado por la teoría de juegos, como tal, es decir, como una actividad en la que eventualmente se obtienen "premios" y para lo cual se desarrollan y modifican constantemente estrategias en función de la información y las retroalimentaciones disponibles. (4)

En la medida en que esto sea válido puede plantearse la siguiente área de investigación:

A2.- La aplicación del instrumental conceptual desarrollado por la TEORIA DE JUEGOS para resolver, entre otras, las siguientes cuestiones:

A2.1.- ¿Puede desarrollarse un modelo elemental práctico - (es decir cuyos fines estén orientados a guiar con la máxima eficiencia la actividad, más que a justificarla epistemológicamente) de la actividad científica como un juego?
 ¿Cuáles serían los "premios" explícitamente deseables?.

¿Cuáles serían las estrategias básicas y elementales para su desempeño?. ¿Cuáles serían los elementos de información y retroalimentación que deben buscarse en las diferentes etapas?. ¿Cuáles deben ser los criterios fundamentales en la modificación de las estrategias?. ¿Cuáles las reglas de modificación de las mismas?.

A2.2.- Partiendo de la posibilidad de crear tal modelo:

¿Qué elementos son los más básicos?. ¿Cuáles elementos pueden y deben enseñarse. Y en qué secuencia?. ¿Pueden reducirse algunos elementos de la actividad a reglas simples o algoritmos?. ¿Puede elaborarse un banco de reglas y/o procedimientos, cuyos elementos puedan ser enseñados, utilizados y aplicados en alguna secuencia específica, o bien en circunstancias diferentes, claramente definidas o identificables en la investigación científica?. ¿Puede enseñarse o condicionarse la motivación en los alumnos por los "premios" implícita y explícitamente deseables en la investigación?. Más aún, como se verá más adelante, ¿Hay conductas o motivaciones no aprendidas que favorezcan el desarrollo de la actividad (tales como la conducta exploratoria de los vertebrados, por ejemplo)

A2.3.- Puesto que la elaboración de tal modelo sólo puede tener sentido si se basa en la estricta correspondencia y apego a las demandas y características que de hecho se dan en la investigación real, es imprescindible mantener una constante verificación observacional y experimental:

¿Cuáles deben ser los métodos de verificación idóneos para mantener la correspondencia entre el modelo y la investigación científica real? ¿Qué valor explicativo y predictivo puede tener el modelo respecto a la propia actividad de la investigación, y respecto a la enseñanza de la misma?. - -
¿Qué pruebas pueden diseñarse respecto a los métodos y contenidos de enseñanza que se adopten?.
¿Cómo pueden evaluarse objetivamente su utilidad para la propia actividad de investigación?.

La investigación científica es una actividad tanto individual - como social. La formación de investigadores debe contemplar necesariamente ambos aspectos. El individuo debe adquirir habilidades específicas que posibiliten su propia investigación (que puede plantearse con ayuda de la Cibernética y la teoría de la información como una actividad de adquisición, procesamiento y comunicación de información) y prepararse para las interacciones sociales específicas que le corresponden; para incorporarse a una comunidad específica, con valores, actividades e interacciones que le son característicos, tanto en su propio seno como

en función del contexto social en el que se desenvuelve.

Por lo que se refiere al individuo pueden plantearse bases o antecedentes de la conducta científica a nivel biológico (la conducta exploratoria, por ejemplo).

No son pocos ya los intentos de plantear las conductas de los organismos, que involucran procesamiento de información, con ayuda de la Cibernética (5) incluso con la Teoría de Juegos (6). Para establecer una continuidad entre tal base biológica y el terreno que nos ocupa puede echarse mano de los resultados obtenidos por la Psicología Experimental, el análisis experimental de la conducta, la epistemología genética. Algunos de los eslabones de esta cadena han sido vislumbrados ya, al menos en principio (7). Se -- trataría de aprovechar los elementos aplicables a esta tarea, siempre sobre una base estrictamente experimental, continuo hasta donde sea posible, que ligue y desarrolle tales bases biológicas hasta desembocar en las conductas que les correspondan en el modelo, o modelos antes descritos, de la actividad científica de investigación.

Respecto a la investigación científica como actividad social, será necesario reconocer las necesidades de interacción social específica que se dan en las respectivas comunidades a las que el individuo ha de incorporarse.

Nuevamente, tanto la Teoría de Juegos, como la de sistemas y de la de información, pueden ser útiles en el planteamiento y reconoci--

-miento de tales necesidades. Por lo pronto, puede intentarse una aproximación al problema en términos de

A3.1.- Las habilidades necesarias en lo referente a adquisición y procesamiento de información.

A3.2.- Las formas específicas (incluyendo los medios de transmisión de la información y los criterios y normas de su presentación) de intercomunicación entre los científicos (8).

A3.3.- Las interacciones que se desprenden de tales intercomunicaciones (discusión, verificación, evaluación, etc.) y las retroalimentaciones que se producen a nivel individual y colectivo respecto a los propios métodos de adquisición y procesamiento de la información.

A3.4.- Los entrenamientos específicos necesarios en cuanto al manejo de lenguajes especializados y los requerimientos mínimos de información necesarios para comprender los contenidos de las interacciones entre científicos.

Las fuentes de esta parte de la investigación deberán ser necesariamente de observación directa y sistemática de tales interacciones en la comunidad científica (revistas, congresos, manuales etc.) y el análisis de las mismas hecho siempre sobre el reconocimiento que se pueden alcanzar en los diferentes niveles y disciplinas.

Las ventajas y beneficios del desarrollo de este proyecto, aunque por un lado pueden parecer evidentes, se pueden catalogar en la forma siguiente

VI.- La racionalización del proceso de enseñanza-aprendizaje -- orientado a la formación de investigadores permitirá localizar con precisión

Los elementos que es necesario incorporar a, o desechar de, el proceso de formación de científicos, así como la secuencia óptima en que deben manejarse;

Los criterios medios y terminales de eficiencia en el -- proceso de la educación científica;

- Los objetivos deseables y viables en cada nivel o ciclo del sistema educativo.

V2.- La optimización del empleo de recursos en el proceso de enseñanza-aprendizaje correspondiente, verificada en función de la obtención de resultados precisos y concretos. La determinación de las secuencias óptimas y realistas de tales resultados se hace en función de un modelo racional, verificable y relativamente estable;

V3.- La racionalización del proceso en sí, y del resultado final que se pretende, permite seleccionar aquellos elementos que pueden formar parte de una formación científica general, y los que corresponden a etapas más especializadas o avanzadas de la misma.

V4.- Bajo los criterios expresados (eminente práctico y orientados a guiar la actividad más que a justificarla) para el modelo y los resultados terminal e intermedios, se obtiene un punto de referencia preciso, que evitaría las desviaciones, tanto de forma como de contenidos, en la estructuración del proceso y en la formación de los maestros que habrán de desarrollarlo.

R E F E R E N C I A S

- (1) Miranda Pacheco, M.; LA EDUCACION COMO PROCESO CONECTIVO DE LA SOCIEDAD, LA CIENCIA, LA TECNOLOGIA Y LA POLITICA, Ed. Trillas, México, 1978; p99.
- (2) Apostel, Leo et. Al.; INTERDISCIPLINARIEDAD, PROBLEMAS DE LA - ENSEÑANZA Y LA INVESTIGACION EN LAS UNI-- VERSIDADES, ANUIES, México, 1975; p.181.
- (3) Bunge, Mario; LA INVESTIGACION CIENTIFICA. Ed. Ariel, Barcelo- na, 1974.
- (4) Ackoff, Russell L.; SCIENTIFIC METHOD, OPTIMIZING APPLIED _ _ RESEARCH DECISIONS.
- (5) Wiener, Norbert; CIBERNETICS CONTROL AND COMUNCIATION IN THE ANIMAL AND THE MACHINE.
Wiley & Sons, N. Y. 1948,
Varios EL CONCEPTO DE INFORMACION EN LA CIENCIA CONTEMPORA- NEA. Siglo XXI. Editores, México, 1966.
- (6) Arthur L. Caplan Ed.; THE SOCIOBIOLOGY DEBATE, Parte IV: The Biology of Sociobiology. Harper & Row N.Y. 1978.
John Maynard Smith; THE EVOLUTION OF BEHAVIOR, SCIENTIFIC AMERI- CAN. Septiembre de 1978.
- (7) Piaget, Jean; EPISTEMOLOGIA GENETICA,
Bortner, M.; COGNITIVE GROWTH AND DEVELOPEMENT Brunner/Mazel, 1979.
N.K. Humphrey; THE BIOLOGICAL BASIS OF COLLECTING. HUMAN ANTURE; Febrero de 1979.
- (8) Malo, Salvador; LA PUBLICACION CIENTIFICA Y SUS PROBLEMAS Naturaleza, Vol. 8, No. 5, 1977.
Goldsmith, Donald; ed.; SCIENTISTS CONFRONT VELIKOVSKY Norton & Company, New York 1977, pp.29-40.

B I B L I O G R A F I A

- Abdel Rahman & Cleveland; DINAMISMO Y DESARROLLO. LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA DEL FUTURO. Ciencia y Desarrollo, No. 31, Marzo-Abril de 1980.
- Ackoff, Russell L.; SCIENTIFIC METHOD, OPTIMIZING APPLIED RESEARCH DECISIONS.
- Acuña, Carlos; LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA; Revista del Colegio de Bachilleres. No. 1, Jul.-Sept. 1978.
- Agrain P. & Charbonnier G.; EL HOMBRE DE CIENCIA EN LA SOCIEDAD CONTEMPORANEA; Ed. Siglo XXI, México, 1970.
- Alonzo Calles, M.; LAS PRIORIDADES EDUCATIVAS; Ciencia y Desarrollo, No. 30, Ene.-Feb. 1980.
- Amadeo, E.; LOS CONSEJOS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA EN A. L. EXITOS Y FRACASOS DEL PRIMER DECENIO; - Revista de Comercio Exterior, Vol. 18, No. 12, - México, Diciembre de 1978.
- Anderson, Richard et. al.; SCHOOLING AND THE ACQUISITION OF KNOWLEDGE; SP Medical & Scientific Books, N.J. 1978.
- A.N.U.I.E.S.; LA PLANIFICACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN MEXICO; México 1979.
- Apostel, Leo et.al.; INTERDISCIPLINARIEDAD, PROBLEMAS DE LA ENSEÑANZA Y LA INVESTIGACION EN LAS UNIVERSIDADES; A.N.U.I.E.S., México 1975.
- Arias Galicia F.; INTRODUCCION A LA TECNICA DE INVESTIGACION EN CIENCIAS DE ADMINISTRACION Y DEL COMPORTAMIENTO; Ed. Trillas, México 1977.
- Asimov, Isaac; INTRODUCCION A LA CIENCIA; Ed. Plaza Jané, - Barcelona 1973.
- _____ ; THE ROLE OF THE HERETIC, en Scientists Confront Velikovsky; (véase Goldsmith).
- Barnett, L.; EL UNIVERSO Y EL DR. EINSTEIN, Fondo de Cultura-Económica, México.
- Beer, Stafford; BRAIN OF THE FIRM; Allen Lane, Penguin Press, 1972.

- Beer, Stafford; DISEÑANDO LA LIBERTAD; Fondo de Cultura Económica, México 1977.
- Bertalanffy, Ludwig von; GENERAL SYSTEM THEORY; George Braziller, N.Y. 1968.
- Bloom, B.S. et. al.; TAXONOMY OF EDUCATIONAL OBJECTIVES: - THE COGNITIVE DOMAIN; Longmans, Green; N.Y. 1956.
- Bortner, M.; COGNITIVE GROWTH AND DEVELOPMENT; Brunner/Mazel, 1979.
- Boulding, K.E.; SCIENCE, OUR COMMON HERITAGE; Science, Vol. 207, No. 4433.
- Bourne, Dominowski & Loftus; COGNITIVE PROCESSES; Prentice-Hall, N. J. 1979.
- Bridgman, P.W.; THE LOGIC OF MODERN PHYSICS, N.Y.; McMillan, 1927.
- Bruner, Jerome; THE PROCESS OF EDUCATION, 1960.
- Bunge, Mario; LA CIENCIA, SU METODO Y SU FILOSOFIA; Ed. Siglo Veinte, Buenos Aires 1975.
- _____ ; LA INVESTIGACION CIENTIFICA; Ed. Ariel, Barcelona 1975.
- Burg, Andrea; CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DE BAJA CALIFORNIA; Ciencia y Desarrollo No. 30, Enero - Febrero de 1980.
- Caplan, Arthur L.; THE SOCIOBIOLOGY DEBATE; Harper & Row, N.Y. 1978.
- Cañedo, Luis; HOMO SCIENTIFICUS EN KAFKATLAN; en La Ciencia - en México. (véase Cañedo & Estrada).
- Cañedo L. y Estrada L.; LA CIENCIA EN MEXICO, F.C.E. México, 1976.
- CONACYT; PLAN NACIONAL INDICATIVO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, 1976.
- CONACYT; PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, 1979-1982.
- De Grazia, Alfred (ed.); THE VELIKOVSKY AFFAIR; New Hyde Park: University Books 1966.

- De Kruif, Paul; CAZADORES DE MICROBIOS; EDESA, México.
- Duncan R. & Weston-Smith (eds.); THE ENCYCLOPEDIA OF IGNORANCE
Pocket Books, N.Y. 1978.
- Feyerabend, Paul K.; CONTRA EL METODO; Ed. Ariel, Barcelona
1974.
- Fleck, Ludwig; GENESIS AND DEVELOPMENT OF A SCIENTIFIC FACT;
University of Chicago Press, 1979.
- Flores, Jorge; ¿ FISICA EN MEXICO ? en LA CIENCIA EN MEXICO
(véase Cañedo & Estrada).
- Fuenzilandia, Edmundo F.; INVESTIGACION CIENTIFICA Y ESTRATI-
FICACION INTERNACIONAL, Editorial -
Andrés Bello, Chile.
- García Colín Leopoldo; CIENCIA APLICADA ¿MITO O REALIDAD?; en
LA CIENCIA EN MEXICO (véase Cañedo & -
Estrada).
- Garza, Tomás; LA FALTA DE COMUNICACION ENTRE LOS CIENTIFICOS,
UN OBSTACULO AL DESARROLLO DE LA CIENCIA EN MEXI
CO; en LA CIENCIA EN MEXICO (véase Cañedo & Es-
trada).
- Goldsmith, Donald (ed.); SCIENTISTS CONFRONT VELIKOVSKY; W.W.
Norton & Co.; N.Y. 1979.
- Greniewski, H.; CIBERNETICA SIN MATEMATICAS; Fondo de Cultura
Económica, México 1965.
- _____ ; EL CONCEPTO DE INFORMACION Y LA PLANIFICACION;
en El Concepto de Información en Ciencia Con-
temporánea; Ed. Siglo XXI, México 1966.
- Handberg R. & McRae, J.L.; SCIENCE EDUCATION AND THE ACQUI-
TION OF INFORMATION ABOUT SCIENCE-
AND TECHNOLOGY: THE TWO CULTURES -
EMERGENT; Journal Of Research in -
Science Teaching; Vol 17 (1980), -
No. 2.
- Hempel, C. G.; FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL; Ed. Alianza
Universidad, Madrid 1976.
- Herrera, A.O.; TECNOLOGIAS CIENTIFICAS Y TRADICIONALES EN LOS
PAISES EN DESARROLLO. Revista de Comercio Exte
rior. México.

- Hilgard, R.E. & Bower G. H.; THEORIES OF LEARNING; Prentice-Hall, N. J. 1975.
- Holman, H.H.; BIOLOGICAL RESEARCH METHOD, 2nd. edition. Hafner Publishing Co., N.Y. 1969.
- Humphrey N.K.; THE BIOLOGICAL BASIS OF COLLECTING; Human Nature, Febrero de 1979.
- Inhelder & Piaget; THE GROWTH OF LOGICAL THINKING; Routledge & Kegan Paul, London 1958.
- Kuhn, Thomas S.; LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS; Fondo de Cultura Económica, México 1971.
- Kyle, William C.; THE DISTINCTION BETWEEN INQUIRY AND - SCIENTIFIC INQUIRY, AND WHY HIGH SCHOOL-STUDENTS MUST BE COGNIZANT OF THE DISTINCTION; Journal of Research in Science Teaching, Vol. 17, No. 2 (1980).
- Kyle, Penick & Shimansky; ASSESSING AND ANALIZING BEHAVIOR-STRATEGIES OF INSTRUCTORS IN COLLEGE SCIENCE LABORATORIES; Journal of Research in Science Teaching;-- Vol. 17, No. 2 (1980).
- Larkin, J. et.al.; EXPERT AND NOVICE PERFORMANCE IN SOLVING PHYSICS PROBLEMS; Science, Vol. 208, No. 4450, 20/VI/80.
- Lomnitz, Cinna; ORO NEGRO Y CELULAS GRISES; en LA CIENCIA EN MEXICO (véase Cañedo y Estrada).
- Lomnitz, Larissa; LA ANTROPOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN LA UNAM; en La Ciencia en México, (véase Cañedo & Estrada).
- Losee, John; INTRODUCCION HISTORICA A LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA; Ed. Alianza Universidad, Madrid.
- Lovett Cline, B.; LOS CREADORES DE LA NUEVA FISICA; Fondo de Cultura Económica, México.
- Lyttleton, R.A.; THE NATURE OF KNOWLEDGE, en ENCYCLOPEDIA OF IGNORANCE (véase Duncan & Weston-Smith).
- Mager, Robert F.; ANALISIS DE METAS, Ed. Trillas, México, 1977.

- Mager, Robert F.; PREPARING INSTRUCTIONAL OBJECTIVES. Fearon Publishers, Palo Alto, Calif. 1962.
- Malo, Salvador; CIENCIA PARA LA PRODUCCION; Naturaleza Vol. 9, No. 5, Oct. 1978.
- _____ ; LA PUBLICACION CIENTIFICA Y SUS PROBLEMAS; Naturaleza, Vol. 8, No. 5 (1977)
- Martínez, Aréchiga & Alarcón; LA INVESTIGACION BIOMEDICA EN MEXICO; Ciencia y Desarrollo; No. 31, Marz.-Abr. 1980.
- Mateos, José L.; CONSIDERACIONES SOBRE LA INVESTIGACION EN QUIMICA; en LA CIENCIA EN MEXICO. - (véase Cañedo & Estrada).
- Medawar, Peter; ADVICE TO A YOUNG SCIENTIST; Harper & Row 1979.
- Méndez Docurro, E.; LAS FUNCIONES DE COORDINACION EN EL DESARROLLO DE LA EDUCACION SUPERIOR Y LA INVESTIGACION; Revista de la Educación Superior; No. 4 (24), Oct.-Dic. 1977.
- Miranda Pacheco, Mario; LA EDUCACION COMO PROCESO CONECTIVO DE LA SOCIEDAD, LA CIENCIA, LA TECNOLOGIA Y LA POLITICA; Ed. Trillas, México 1978.
- Moles, Abraham; TERORIA INFORMACIONAL DE LA PERCEPCION. en El Concepto de Información en Ciencia Contemporánea. Ed. Siglo XXI, México 1966.
- Nagalski, Jan L.; WHY INQUIRY MUST HOLD ITS GROUND; The Science Teacher, Vol. 47, No. 4, Abril de 1980.
- Navarick, Douglas J.; PRINCIPLES OF LEARNING: FROM LABORATORY TO FIELD; Addison-Wesley, California 1979.
- Newman, James R. (ed.); ¿ QUE ES LA CIENCIA ?; Ed. Aguilar, Madrid 1962.
- Northrop, F.S.C.; THE LOGIC OF THE SCIENCES AND THE HUMANITIES; Cleveland, World, 1965.

- Nuñez Fernández Ma. Soledad; BASES PARA EL DESARROLLO DE UNA DIDACTICA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, FINCADAS EN UN ESTUDIO DE LOS PROCESOS EXPERIMENTALES EN NIÑOS DE 10 A 13 AÑOS; Perfiles Educativos, No. 6 (Oct.-Dic. 1979) del CISE-UNAM.
- O.E.A.; II SEMINARIO METODOLOGICO SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGIA; Bogotá, Colombia, Abril de 1972.
- Padilla, Hugo (ed.); EL PENSAMIENTO CIENTIFICO, ANUIES, - México 1974.
- Pallrand G. J. & Moretti; RELATIONSHIP OF COGNITIVE LEVELS TO INSTRUCTIONAL PATTERNS OF HIGH SCHOOL SENIORS; Journal of Research in Science Teaching, Vol. 17, No. 3 (1980).
- Piaget, Jean; EPISTEMOLOGIA GENETICA.
- Piaget & Inhelder; SIX PSYCHOLOGICAL STUDIES; Random House, N.Y. 1967.
- _____ ; THE CHILD'S CONCEPTION OF SPACE, Basic-Books, N.Y. 1967.
- _____ ; THE PSYCHOLOGY OF THE CHILD; Basic Books, N.Y. 1969.
- _____ ; BIOLOGY AND KNOWLEDGE, Chicago University Press 1971.
- _____ ; THE CHILD'S CONSTRUCTION OF QUALITIES; Routledge & Kegan Paul, London 1974.
- Popper, Karl R.; LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA; - Ed. Tecnós, Madrid 1971.
- Posner, George J.; INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACION Y DESARROLLO DEL CURRICULO: APORTACIONES POTENCIALES DE LA CIENCIA COGNOSCITIVA; Perfiles Educativos, No. 6, (Oct.-Dic. 1979), del CISE- UNAM.
- Pouler, C.A. & Wright, E.L.; AN ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF REINFORCEMENT AND KNOWLEDGE OF CRITERIA ON THE ABILITY OF STUDENTS TO GENERATE HYPOTHESIS; Journal of Research in Science Teaching, Vol. 17, No. 1 (1980).

- Royer, J.M. & Allan, R.G.; PSYCHOLOGY OF LEARNING, EDUCATIONAL APPLICATIONS, John Wiley & Sons, N. Y. 1978.
- Russell, Bertrand; EL CONOCIMIENTO HUMANO, SU ALCANCE Y SUS LIMITACIONES. Ed. Taurus.
- _____ ; LA CIENCIA Y LA VIDA HUMANA; en ¿ QUE ES LA CIENCIA ? (véase Newman).
- _____ ; LA PERSPECTIVA CIENTIFICA; Ed. Ariel, México 1976.
- Sagasti, Francisco R.; A SYSTEMS APPROACH TO SCIENCE AND -- TECHNOLOGY, POLICY MAKING AND PLANNING. ANALYSIS AND IMPLICATIONS; en el II - Seminario.... (véase O.E.A.).
- _____ ; HACIA UN DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO ENDOGENO EN AMERICA LATINA; Revista Comercio Exterior; Vol. 28, No. 12, Diciembre de 1978.
- S.E.P.; PROGRAMAS Y METAS DEL SECTOR EDUCATIVO 1979-1982; México 1979.
- Shapley, Deborah; H-BOMB ISSUE HITS WHERE IT HURTS; Science, No. 4387, Marzo 30 de 1979.
- Simon, Julian S.; BASIC RESEARCH METHODS IN SOCIAL SCIENCE. Random House, N.Y. 1978.
- Snow C.P.; THE TWO CULTURES AND THE SCIENTIFIC REVOLUTIONS; Cambridge University Press, N.Y. 1959.
- Storer, Norman W.; THE SOCIOLOGICAL CONTEXT OF THE VELIKOVSKY CONTROVERSY, en Scientists Confront Velikovsky (véase Goldsmith).
- Street J.H. & James, D.D.; AMERICA LATINA Y LA BRECHA TECNOLÓGICA, Revista de Comercio Exterior, Vol. 28, No. 12, Dic. de 1978.
- Valle Rodríguez, F.; EDUCACION Y PRODUCTIVIDAD; Revista de la Educación Superior, No. 25, Ene-Mar 1978.
- Vargas, Julie S.; RADACCION DE OBJETIVOS CONDUCTUALES; Ed. Trillas, México 1974.

- Walker, Marshall; EL PENSAMIENTO CIENTIFICO; Ed. Grijalbo, México 1968.
- Watson, James D.; THE DOUBLE HELIX; Signet Books, N.Y. -- 1969.
- Wiener, Norbert; CIBERNETICS. CONTROL AND COMMUNICATION - IN THE ANIMAL AND THE MACHINE; John Wiley and Sons, N. Y. 1948.
- Witker, Jorge; UNIVERSIDAD Y DEPENDENCIA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA EN AMERICA LATINA; UNAM, México, - 1976.
- Zaki Dib, Claudio; TECNOLOGIA DE LA EDUCACION Y SU APLICACION AL APRENDIZAJE DE LA FISICA; CECSA. México, 1977.