



## FUNDAMENTOS

# Consideraciones críticas para la aproximación hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación

Manuel Erazo Parga  
Profesor del Departamento de Química  
Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá - Colombia

### RESUMEN

Se trata de someter a consideración del Profesor de Ciencias tres aspectos de relevante importancia desde los cuales él puede elaborar Modelos de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias por investigación; desde la perspectiva del manejo por parte del profesor de una concepción investigativa; desde la perspectiva de la construcción por parte del profesor de un referente teórico desde el cual conciba la enseñanza y su rol en la sociedad y finalmente desde la perspectiva del objeto de conocimiento del profesor como investigador en el aula y los contenidos a desarrollar en la clase. Todo esto integrado dentro de un modelo de enseñanza aprendizaje por investigación flexible, predecible y evaluable, que permita concebir la enseñanza aprendizaje como un proceso sistemático y poder así tener algunos sistemas de control sobre la calidad de este proceso.

Desde la perspectiva de la investigación científica

Si partimos de una concepción Investigativa rigurosa, se puede afirmar que la Investi-

gación es un proceso que se acomete con el fin de resolver un problema de conocimiento.

Desde esta concepción la investigación posee dos elementos claves: el proceso y el problema de conocimiento; como proceso indica

que es sistemática y que obedece a un plan de acciones o actividades sincrónicas, íntimamente ligadas con la estructura de pensamiento lógico del investigador en relación con el objeto de investigación, en cuanto a lo que de éste se conoce y en cuanto se desea saber de él.

El problema de conocimiento equivale a esa gran pregunta o interrogante que hace las veces de "hilo conductor" del proceso.

Esta pregunta está ligada con otra serie de elementos, que sin lugar a duda, dinamizan la investigación: el interés del investigador, la importancia, la novedad, la proyección social y política de la investigación, etc.

Desde estos puntos de vista, existe una relación muy directa entre la investigación como proceso, el problema de conocimiento con el desarrollo lógico de las estructuras de pensamiento del investigador, pues las estrategias relacionadas con el proceso están íntimamente relacionadas con la naturaleza del objeto de conocimiento en cuestión y esto se da desde la estructura cognitiva del investigador, desde todo ese conjunto de concepciones que éste posee acerca de lo que es investigar y de los referentes que le llevaron a formularse la pregunta y la o las posibles respuestas que desea verificar. (Fig. 1).

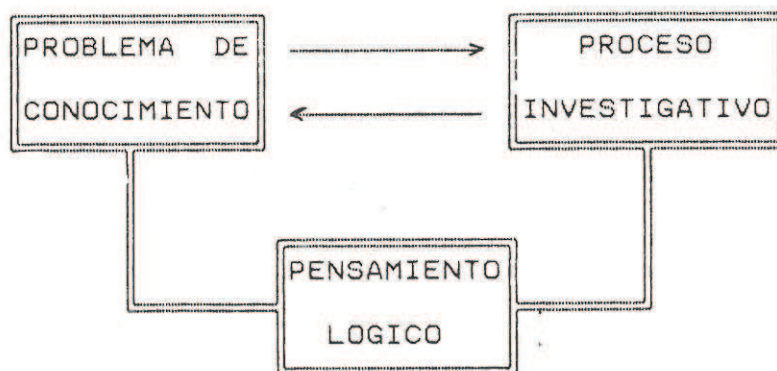


Fig. 1.

El Pensamiento está caracterizado por todo aquel conjunto de operaciones mentales que el individuo desarrolla con el fin de establecer un sistema de interacciones con el medio.

El medio con toda su multiplicidad de características genera los estímulos, externos al individuo, que hace que éste establezca un sistema de interrelaciones y produzca una respuesta en relación con lo que el estímulo haya codificado en la mente del individuo.

Igualmente el Individuo, frente a un estímulo interno producto del análisis y la reflexión alrededor de un objeto de conocimiento, puede "excitar" su entorno con el fin de

observar un comportamiento que le permita verificar una respuesta.

Todo esto nos indica que el pensamiento es en sí un proceso mental que de una u otra manera está constituido por tres operaciones mentales básicas: *el cuestionamiento, la reflexión y la explicación* en torno a la realidad, siendo ésta última el eje alrededor de la cual se dinamiza el pensamiento. (Fig. 2).

Para aclarar el significado que dentro de este contexto tiene la palabra *Realidad*, ésta la vamos a definir a partir de dos componentes, la Realidad Fáctica (RF) y la Realidad Discursiva (RD).

La Realidad Fáctica (RF) está representada



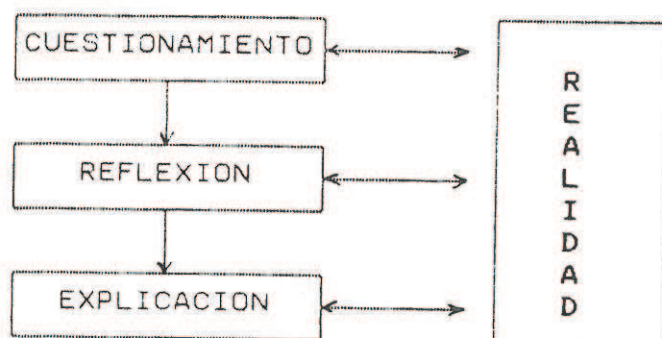


Fig. 2.

por todo el universo de objetos, cosas y fenómenos que nos rodean, incluido claro está al mismo Hombre; la realidad Discursiva (RD), está representada por todo aquel conjunto de realizaciones y creaciones que el Hombre ha producido hasta nuestros días y que hoy por hoy constituyen el llamado Patrimonio Cultural de la Humanidad, el cual se puede resumir en cinco tipos de discursos diferentes de acuerdo con las unidades y reglas de producción de dichos discursos: Artísticos, Literarios,

Ideológicos, Filosóficos y Científicos.

La inteligencia del Hombre como un caso particular de adaptación y supervivencia, lo ha llevado a construir un sistema de respuestas con las cuales pretende convivir en armonía con todo aquello que le rodea, es por esto que a través de la Realidad Discursiva se aborda el proceso de construcción y solución de un problema de conocimiento, con el fin de convertir la Realidad Fáctica en un hecho del pensamiento. (Fig. 3).

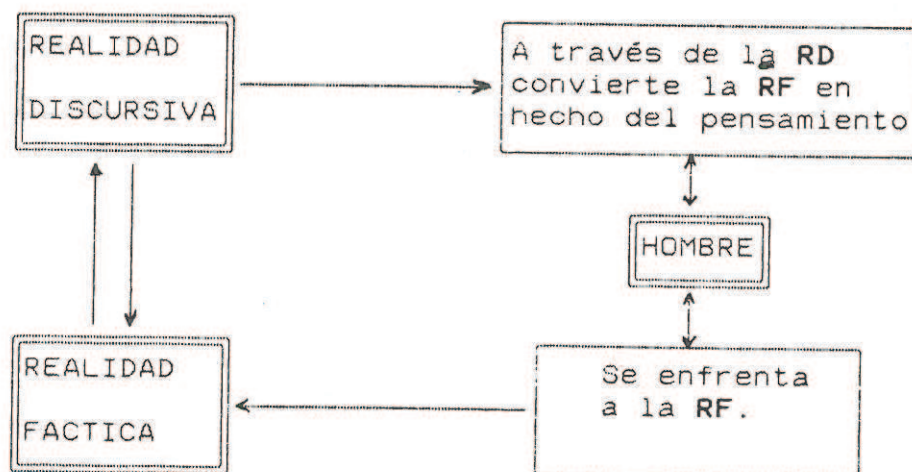


Fig. 3.

Como cada Discurso tiene sus propias unidades y normas de construcción, en la Investigación como proceso hay que tener en cuenta este aspecto, pues las técnicas e instrumentos que sean necesarios elaborar para abordar el problema de conocimiento tendrán que guardar una relación dialéctica con éste.

Con lo anterior se quiere señalar que la génesis de producción de conocimientos no es siempre la misma, por lo que las operaciones mentales que el investigador hace alrededor

del problema estarán supeditadas por el entramado de los cuerpos conceptuales dentro de los cuales se halla inscrito el problema.

Por lo tanto, es desde la naturaleza del objeto de conocimiento desde donde se elaboran las estrategias para abordar su solución y es desde ésta perspectiva que se habla de la consistencia y de la rigurosidad de la Investigación; es por esto que el Investigador debe establecer un sistema de relaciones entre su Realidad y el objeto de Investigación. (Fig. 4).



Fig. 4.

La Investigación apunta a crear o reelaborar un discurso (RD) con el fin de dar respuesta a un interrogante, fáctico o discursivo planteado a través de la Observación del entorno o ante una crisis conceptual al interior del discurso.

En el esquema de la Fig. 5, se puede apreciar la dinámica investigativa en función de la interacción de los elementos del pensamiento humano.

El *problema de conocimiento* es de por sí una construcción de la mente del Hombre y es a partir de esta construcción que comienza toda investigación, este cuestionamiento surge dentro de un proceso mental en relación con un objeto de estudio inmerso en una determinada realidad.

Al *cuestionamiento* o *problema de conocimiento* que actúa como hilo iniciador y conductor del proceso le sigue la *reflexión*, lo cual indica manejar y procesar toda una serie de información en relación con los cuerpos conceptuales dentro de los cuales está inscrito el problema, esto se hace hasta un agotamiento explicativo, producto del cual surgen las primeras hipótesis, así como los posibles diseños experimentales, instrumentos de diagnóstico y de recolección de información, siempre en

procura de un acercamiento sistemático y objetivo para la solución del problema.

La *explicación* es la etapa final del proceso y en ella se reúnen toda una serie de actividades explicativas como lo son las técnicas de análisis e interpretación de resultados, los tratamientos estadísticos de datos, la posibilidad de expresar los resultados en términos de generalizaciones o de probabilidades, así como las contrastaciones que se puedan hacer en relación con el marco teórico o realidad discursiva que sustentó la investigación. (Fig. 5).

La formación de un espíritu científico en el investigador, es de marcada importancia para poseer una estructura de pensamiento sistemática a partir de la cual se puedan identificar y abordar problemas de conocimiento, quizás no tanto para garantizar el éxito en la investigación sino para disminuir las posibilidades de error y aumentar la objetividad en el análisis e interpretación de resultados, especialmente cuando se trata de investigaciones de tipo socioeducativo, donde el manejo de muchas variables no métricas, le pueden imprimir un sabor de subjetividad a los resultados.

Desde la óptica de la Investigación científica se pueden elaborar modelos investigati-



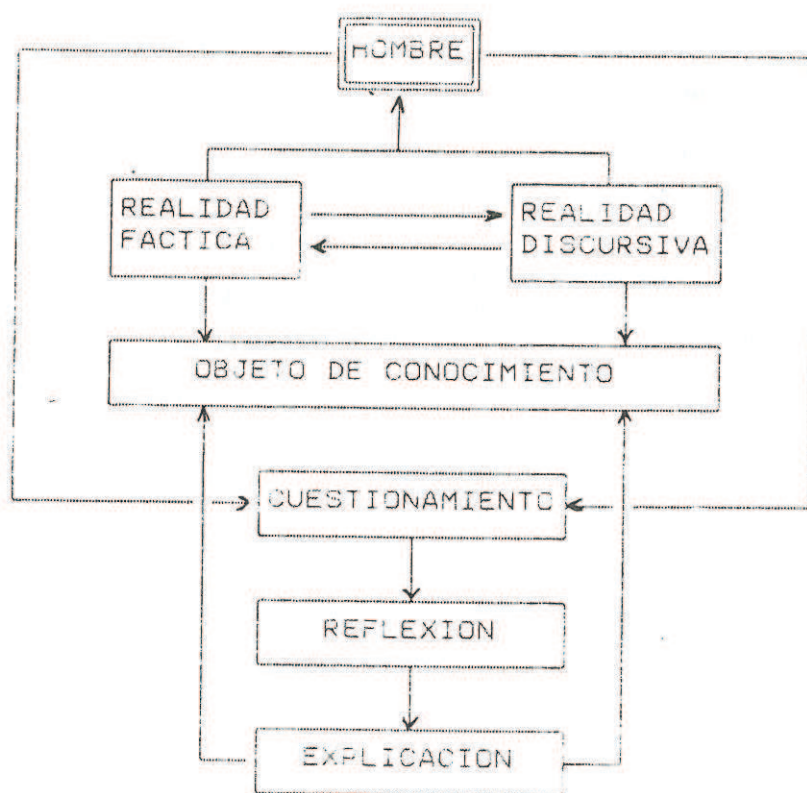


Fig. 5.

vos que aporten más elementos para la vivencia de procesos que ayuden a estructurar un pensamiento sistemático en el futuro investigador, ya que en Ciencia, se puede reducir el universo de un fenómeno con todas las variables implicadas en él a un espacio muy reducido, natural o artificial, denominado Sistema, donde se pueden controlar las variables que lo determinan, geometrizar su espacio o ámbito y encontrar las relaciones fisicomatemáticas entre estas variables, con lo cual se verifica su generalización, se elabora el modelo Ideal que explica el fenómeno y después de varias observaciones y mediciones en condiciones reales se ajusta con el fin de que pueda predecir de una manera más precisa las diferentes eventualidades en torno al fenómeno en referencia lo cual se enuncia por intermedio de una Ley Científica.

Si se observa de cerca la forma de produc-

ción de conocimiento científico, se podrán extraer elementos muy importantes que deberán ser tenidos en cuenta cuando se trate de auscultar cuales son las operaciones mentales que los alumnos realizan durante la construcción de sus explicaciones, lo cual sería un aporte de gran importancia para el planeamiento de actividades que generen operaciones mentales, en el alumno, tales que propendan por un aprendizaje significativo en función de la génesis de los procesos de producción del conocimiento.

#### Desde la perspectiva de la estructura de pensamiento del profesor

Es importante señalar que cualquiera que sea el modelo investigativo que se diseñe, la dinámica de éste estará supeditada a la conno-



tación que el profesor le dé; por lo tanto, vale la pena hacer una reflexión en relación con la estructura de pensamiento del profesor y su práctica profesional.

Cuando se trabaja con grupos de colegas profesores en relación con el análisis de un currículo, una innovación educativa, unos propósitos educacionales, etc. etc., siempre el análisis y la discusión se encuentra polarizado fundamentalmente entre dos tendencias muy marcadas, claro que sin contar aquí un grupo, significativo por cierto, que siempre calla y nunca aporta:

Unos que presentan planteamientos y objeciones a los temas propuestos señalando siempre las limitaciones de recursos representados en el número excesivo de alumnos, heterogeneidad de los grupos, intereses de los alumnos, falta de tiempo, falta de materiales y medios audiovisuales etc. etc., y todas sus propuestas y aportes a la discusión propenden por "innovaciones" adaptadas de acuerdo con los recursos de la entidad, del medio, de las propias del alumno y del profesor; pertenecen a este grupo las personas cuyas realizaciones tanto profesionales como personales están fundamentadas sobre *lo posible*.

El otro grupo se caracteriza por el de aquellas personas, que inconformes con lo que han venido haciendo y creyendo que pueden mejorar, construyen una utopía pedagógica que propenda por el desarrollo de toda una gama de cualidades en el alumno, que lo integren con el entorno y propendan por el desarrollo en éste de un pensamiento crítico, un sentido positivo de la vida y del medio, para lo cual no se encuentran los recursos humanos, el apoyo institucional, la aceptación de los alumnos y de los padres de familia, etc., pero que son concientes de una transformación en esta dirección, así no exista previamente un camino y que éste solo se logra si se aborda su construcción; pertenecen a este grupo las persona cuyas realizaciones se basan desde el punto de vista de *lo deseable*.

Los que eligen el camino de lo meramente posible están propiciando la perpetuidad y el degeneramiento de los esquemas sociales políticos y culturales de su medio, a la vez que su labor como docentes se hace más fácil, cen-

trada fundamentalmente en la transmisión de contenidos, rutinaria e intrascendente, negando con ésto cualquier participación significativa hacia el descubrimiento de nuevos horizontes y nuevas fronteras de desarrollo, con lo que propicia un papel no protagónico dentro de la sociedad y de ahí su bajo estatus dentro de ésta.

Elegir el camino a seguir con base en lo meramente deseable, puede llegar a originar esquemas de pensamiento demasiado idealistas, alejados de toda realidad y enfrentados de una manera radical con las estructuras de pensamiento de la sociedad actual que se quiere "transformar", claro está que las grandes transformaciones, sólo se consiguen después de una toma de conciencia colectiva como producto de una crisis discursiva al interior de los valores culturales de una sociedad, ¿es entonces deseable que el maestro enrumbe su trabajo hacia propiciar la crisis del discurso de los miembros de su comunidad?

En otras palabras, ¿Cuáles son esos interrogantes que el profesor desde su estructura de pensamiento, se plantea con el fin de acometer sus tareas como educador?

Si se asume que el profesor de alguna manera, si quiere participar significativamente dentro del proceso educativo, debe optar por construir una estructura de pensamiento que lo guíe durante sus determinaciones, cabe señalar entonces que para que ésto se logre dentro de criterios objetivos, hay que tener claridad acerca de los mecanismos de análisis con los que el maestro toma decisiones.

Siguiendo con la reflexión inicial y teniendo en cuenta la estructura de pensamiento rígida y mecanizada, de quienes se basan en *lo posible*, que se opone en la práctica a cualquier transformación significativa de la función del docente, así éste manifieste algún interés de cambio y debido a que su eje central son los contenidos, el rol que asume como docente es el de "transmisor de información" y desde esta posición las preguntas alrededor de las cuales gira su reflexión pedagógica están organizadas aproximadamente así:

La primera pregunta está relacionada con el ¿*Qué enseñar?*: La reflexión y la respuesta a esta pregunta gira alrededor de los objetos de



conocimiento o contenidos programáticos en torno a los cuales concibe fundamentalmente su acción como docente.

En segundo lugar se preocupa del *¿Cómo enseñar?*: Aquí intervienen todas aquellas series de instrumentos, y recursos didácticos que matizan las estrategias metodológicas caracterizadas por un profesor que habla y unos estudiantes que escuchan la exposición de conceptos que de una manera clara y amena les hace el maestro, caracterizado por ser afectuoso y a la vez severo con sus alumnos y donde su trabajo como docente se evalúa según la cantidad de contenidos que sus alumnos puedan "reproducir ciegamente" sobre los conocimientos que la Humanidad ha venido acumulando a través de los siglos.

En tercer lugar se plantea la pregunta *¿A quiénes enseñar?* Generalmente tratando de indagar algo sobre los alumnos, no tanto para conocer sus aptitudes e intereses, sino más bien para identificar a qué nivel de enseñanza y en cual institución debe enseñar.

En cuarto lugar viene la pregunta *¿En dónde y Cuándo enseñar?* Aquí se pretende tener información acerca de las condiciones de espacio y tiempo con el fin de poder elaborar el cronograma de actividades correspondiente.

En quinto lugar se hace la pregunta *¿Cómo evaluar?*: En donde la palabra evaluar está fundamentalmente connotada por el profesor como calificar el rendimiento académico, entendido éste como la capacidad que haya desarrollado el alumno para responder a una serie de cuestionarios que generalmente están concebidos de tal manera que solo miden la capacidad de memorización de éste.

La pregunta *¿Cuánto enseñar?* es una pregunta que poco preocupa y cuya respuesta está ligada al *¿Qué enseñar?* ya que el profesor no participa en la elaboración del programa, y la respuesta a ésta pregunta está dada desde la cantidad de contenidos involucrados en el programa y el tiempo que dispone para desarrollarlo.

Otra pregunta que puede surgir es *¿Con quiénes enseñar?*, pregunta poco formulada por la misma tendencia del profesor a realizar su labor de una manera aislada, siendo po-

co amigo de la formación de grupos de trabajo.

Por lo planteado hasta ahora, la pregunta *¿Para qué enseñar?* cuya respuesta sentida por el docente dinamizaría la acción educativa, no se formula, pues dentro de este esquema de pensamiento no cabe dicho interrogante.

Dentro de una estructura de pensamiento basada en *lo deseable*, la pregunta clave, que hace de hilo conductor del proceso educativo debe ser *¿Para qué enseñar?*; la respuesta a esta pregunta es la que connota al profesor, es la que genera la construcción de los paradigmas pedagógicos a partir de los cuales el profesor asume su rol.

Este debe ser el primer cuestionamiento básico y fundamental que debe hacerse cada profesor antes de emprender cualquier otra acción relacionada con su profesión; debe ser una pregunta muy sentida y con un gran compromiso de respuestas, pues éstas se constituirían en el objeto de conocimiento del maestro y de allí derivarían los problemas a investigar y por ende la producción de conocimiento pedagógico.

Intentar responder a esta pregunta implica una profunda reflexión alrededor de una serie de principios, pautas y paradigmas que deben ser contruidos por el propio profesor después de una toma de conciencia como producto de un agotamiento explicativo en relación con su profesión de educador.

#### *Algunos elementos de reflexión sobre el ¿para qué enseñar?*

Partiendo del hecho de que la Educación es un proceso sistemático construido dentro de una sociedad, con el fin de que las nuevas generaciones se apropien de los patrimonios culturales para preservarlos, reelaborarlos, desarrollarlos y crear nuevos patrimonios, se puede decir entonces, que la educación es un hecho social que no tiene objetos de estudio específicos, y su razón de ser es como proceso y como tal se limita a cumplir unos objetivos, los cuales no son formulados al interior de la educación, sino que le son asignados por la misma comunidad de acuerdo con el momento histórico, político, social y económico.



co en el que se desarrolla.

Por tal razón, es importante para el profesor, tener en cuenta esta situación pues a él más que a nadie le corresponde el liderar y asumir el compromiso y la responsabilidad de reclamar con una participación más efectiva en la elaboración de propuestas, planes y reformas, así como de las políticas relacionadas con la educación de sus conciudadanos.

Desde este punto de vista, el profesor enseña para intervenir dentro de un proceso educativo encaminado fundamentalmente a que el alumno desarrolle su inteligencia, en la medida en que demuestre una mayor capacidad de pensamiento, lo cual se identifica a través de la capacidad de *cuestionamiento, reflexión y explicación* de los diferentes aspectos relacionados con su entorno o realidad.

Desde esta perspectiva, los contenidos son objetos de conocimiento a trabajar conjuntamente entre el profesor y el alumno, en donde éste es el protagonista del proceso y el profesor el orientador y gestor de situaciones para la construcción intelectual del alumno y no para fomentar la acumulación de información en éste, ya que el conocimiento es una construcción individual que supone la organización de estructuras reguladoras y por lo tanto no es directamente transmisible.

Lo anterior indica que el profesor debe ser un gestor de situaciones de aprendizaje para que el alumno participe en procesos mentales funcionales tales que desencadenen experiencias que éste pueda generalizar en situaciones distintas. En otras palabras, el profesor se comportará como un animador capaz de organizar situaciones que planteen problemas y estimulen el ejercicio autónomo y crítico de la mente de los alumnos.

Por lo tanto, los objetos de conocimiento de relevante importancia, serán aquellos que proporcionen toda una gama de posibilidades para que el alumno haga operaciones mentales tales que le posibiliten su desarrollo intelectual en la medida que vaya construyendo un sistema de respuestas inteligentes que le permitan entender, transformar y desarrollar su medio.

Dentro de estos principios, el papel protagonista debe pasar del profesor al alumno,

concibiendo a éste como un ser activo, constructor de sus propios conocimientos.

La función del profesor estará dirigida a gestar y orientar el trabajo de los alumnos, planteando problemas, sugiriendo ideas, identificando dificultades y ayudando a resolverlas, pero desde una perspectiva investigativa, donde cada acción vaya acompañada de un conocimiento reflexivo y crítico de su propia práctica docente, es decir, que sus conocimientos están apoyados en su propia investigación, ya que el maestro debe reivindicar su derecho y obligación como profesional de ser él mismo el constructor de su propio conocimiento para tener un desarrollo profesional autónomo mediante la reflexión, el estudio de los trabajos de otros profesores y la comprobación de sus concepciones mediante la investigación durante su ejercicio profesional.

Desde este punto de vista, los contenidos específicos de los diferentes saberes o sectores de la cultura, llámense Artes, Literatura, Humanidades, Ciencias, etc. se convierten en medios a través de los cuales se transporta al alumno para introducirlo dentro de unas actividades experienciales que le darán la oportunidad de desarrollar su inteligencia, en la medida en que se generen nuevos códigos y símbolos interpretativos que le permitan interrelacionarse significativamente con el medio ambiente que le rodea, tanto en lo físico, como en lo social, emocional, afectivo e intelectual se refiere.

Estos aspectos, de tipo genérico, pueden servir de base para que el profesor reflexione con el fin de que asuma un papel más activo en la renovación de la Enseñanza y no aparezca como un mero consumidor y aplicador de métodos y materiales elaborados por otros en diferentes circunstancias y asuma una posición crítica en relación con su práctica profesional, haciendo de ésta una actividad permanentemente investigativa, como medio importante para alcanzar la autonomía y el prestigio que se merece dentro de la sociedad.

Aquí, la práctica pedagógica se constituye en el eje central de la actividad del profesor, y los contenidos a manera de espiral, giran alrededor de ésta; el resultado final debe apun-



tar hacia el enriquecimiento teórico de este eje, en la medida que en el futuro, el propio profesor diseñe su currículo con miras a probar, verificar, estandarizar, etc. actividades tendientes a propiciar experiencias a través de las cuales de una manera eficaz y eficiente los alumnos construyan sus conocimientos en relación con el objeto de conocimiento y sus interacciones con el entorno. Una vez asumida con "conciencia" por parte del profesor la respuesta al *¿Para qué enseñar?* sus demás preguntas estarán supeditadas a una secuencia lógica, con unas correspondientes actividades encaminadas a unos logros completamente diferentes a los de la simple instrucción para la repetición de los contenidos por parte del alumno, sino más orientado hacia la búsqueda de respuestas sobre *¿Cómo construye el alumno sus conocimientos?* y *¿Cuáles son las estrategias más acordes para que el aprendizaje sea más eficaz y eficiente?*, así como *¿Cuáles podrían ser los modelos de trabajo en el aula para hacer del proceso enseñanza-aprendizaje un proceso permanentemente investigativo, tanto para el profesor como para el alumno?*; todo esto fundamentalmente dirigido para la formación de un individuo que como persona dentro de una sociedad, posea la capacidad de cuestionamiento, reflexión y explicación, para que responda de una manera positiva al mantenimiento y desarrollo de los valores sociales y culturales de su comunidad, pues, la enseñanza ante todo, debe cumplir un fin social.

En la página siguiente se ilustra con un esquema lo que podría ser una secuencia y unos propósitos, que desde la lógica de la pregunta *¿Para qué enseñar?* pueden servir como guía para el análisis y discusión por parte del profesor.

#### Desde la perspectiva del objeto de conocimiento del profesor y los contenidos de la clase

Si se parte del hecho de que los contenidos de un aprendizaje, deben tener en cuenta la génesis de la construcción del conocimiento, para que éstos se integren como estructura al

universo de posibilidades de actuación del individuo y le permitan así construir un sistema de respuestas inteligentes para adaptarse e interrelacionarse con el medio, se debe entonces tener muy claro por parte del profesor cuáles son los procesos de producción de los diferentes cuerpos conceptuales alrededor de los cuáles enseña a sus alumnos, ya que es desde la génesis de la producción de los diferentes saberes desde donde el profesor debe abordar el problema relacionado con la construcción del conocimiento por parte del alumno.

Sin el ánimo de elaborar un tratado sobre el desarrollo epistemológico de los diferentes saberes, pues no es el propósito de este artículo, es conveniente plantear algunas concepciones en relación con las diferentes temáticas que el profesor trabaja con sus alumnos en el aula.

Todos los discursos producidos por el Hombre a lo largo de su historia, se pueden agrupar en cinco clases de discursos: *artístico, literario, ideológico, filosófico y científico*; éstos se establecen con base en que cada uno posee sus propias unidades de construcción, sus propias reglas de producción y un razonamiento tecnológico diferente.

Hoy en día, de estos discursos puros, si es que se les puede llamar puros, han surgido las diferentes prácticas discursivas, muchas de las cuales son combinaciones de dos o más discursos. Una visión global y rápida se puede apreciar en el cuadro de la página siguiente, el cual se puede tomar de guía para interpretar lo que se quiso dar a entender en el párrafo anterior.

En dicho cuadro no aparecen todos los discursos y sus correspondientes prácticas discursivas, pues se trata solamente de dar una orientación al profesor sobre la importancia de identificar Sistemas de Discursos, ya que cada una de éstas posee sus propias unidades de construcción y sus propias reglas de producción que son aspectos fundamentales a tener en cuenta cuando se quiere aplicar una práctica pedagógica asociada con los procesos de producción del conocimiento.

Por lo tanto se puede apreciar que no aparecen discursos tales como Administración, Sistemas, Psicología etc. ya que



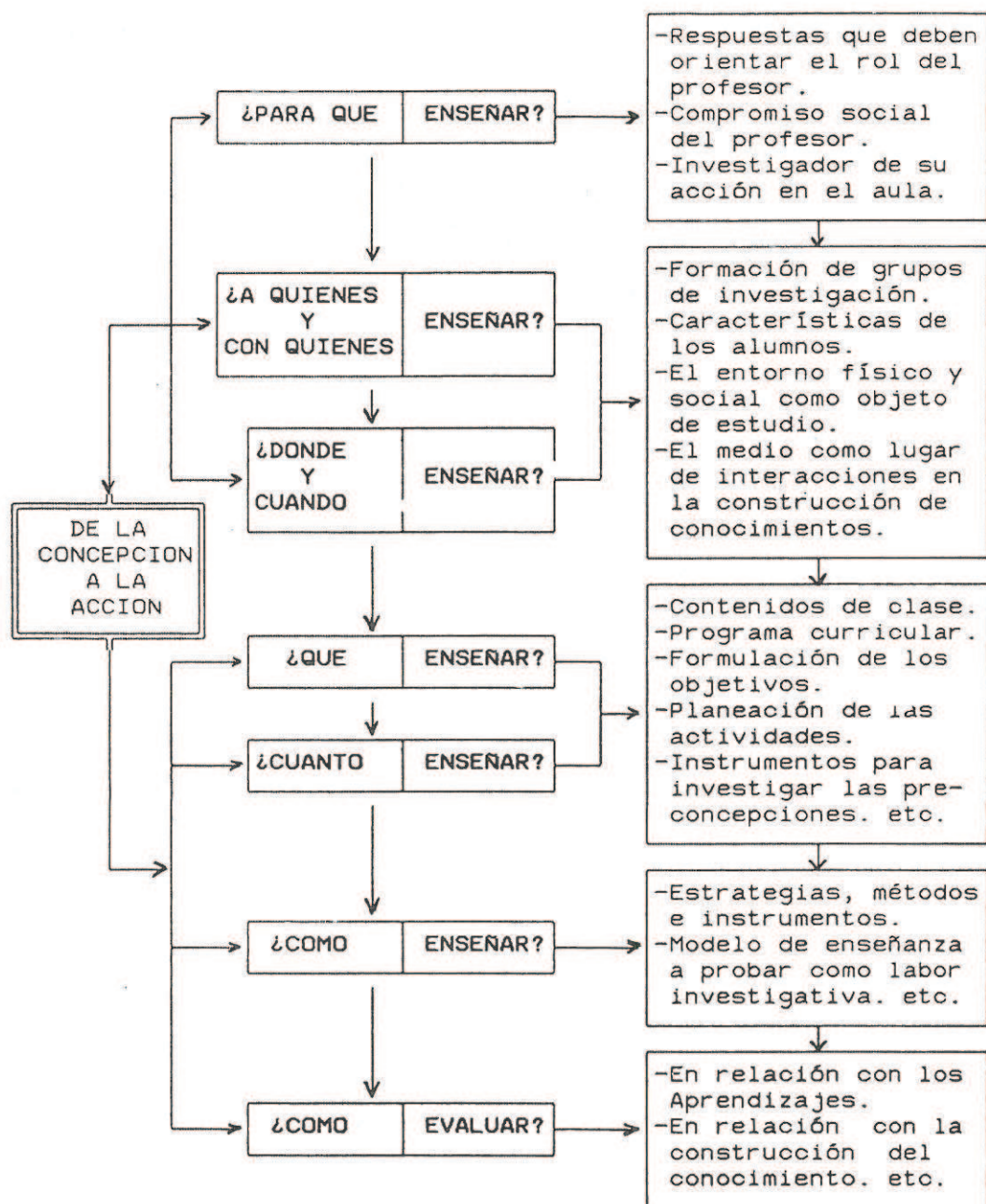


Fig. 6.



éstos son aplicaciones que se pueden ubicar en otros campos, tales como Ingenie-

rías, Ciencias de la salud, etc.

DISCURSO GENERAL	UNIDAD DE CONSTRUCCION	DISCURSO ESPECIFICO	PRACTICA DISCURSIVA
Artístico	Obra	Pictórico Escultórico etc.	Cine teatro etc.
Literario	Obra	Novela Poesía etc.	Periodismo Opera Teatro
Ideológico	Noción	Histórico Religioso Político Sociológico Económico	Derecho Sacerdocio Trab. social Enseñanza etc.
Filosófico	Categoría	Lógica Metafísica Etica	Variadas
Científico	Concepto	Física Química Biología Cs. de la tierra Matemática	Ingenierías Medicina Veterinaria Agronómicas et.

Desde el punto de vista del discurso científico los conceptos, de acuerdo con su génesis y propiedades, son de tres clases: *clasificatorios*, *comparativos* y *métricos*; el concepto clasificatorio se establece a través de una serie de propiedades características identificadas sistemáticamente a una serie de sustancias, organismos, objetos, etc. y que sirven a su vez para hacer comparaciones con otros grupos de sustancias, organismos objetos, etc. con el fin de integrarlos a un sistema taxonómico de relaciones aún más complejo. Tal es

el caso, entre muchos, del concepto vertebrado, mamífero, insecto, reptil, angiosperma, gramínea, tallo, óxido, sal, átomo, protón, mineral, cristal, roca, troposfera, etc. etc. Todos estos conceptos responden fundamentalmente a la pregunta *¿Qué es?* y su respuesta se genera alrededor del conjunto de propiedades empíricas relacionadas con el concepto; pero jamás responden a la pregunta *¿Cuánto de la propiedad empírica posee?*, pues no tiene sentido la pregunta: *¿Cuánto más mamífero es un ratón que un elefante?*

El concepto comparativo está relacionado con una o varias propiedades de un objeto, la o las cuales se pueden contrastar con un conjunto de objetos que presente variaciones relativas de la o las propiedades que se quieren conocer y con las que se puede construir una serie de escalas relativas que permiten tener un estimativo en relación con la o las propiedades de interés; tal es el caso, entre otros, del concepto de Dureza, el cual está relacionado con una escala comparativa que es la escala de Mohs. Aquí cuando se dice, por ejemplo, que la Biotita tiene una dureza de 2.5, quiere decir que el mineral Biotita posee una dureza que está comprendida entre la dureza del Yeso y la dureza de la Calcita, pero no que está exactamente equidistante entre ambas durezas, pues en estos sistemas no tiene sentido una dureza de 2.3, 3.6, 7.8, etc. Igualmente, cuando se dice que un mineral tiene dureza 7, no necesariamente se trata del Cuarzo.

El concepto métrico, es un concepto más estructurado y es el concepto Científico por

exelencia, ya que su construcción epistemológica encierra una serie de componentes más complejos.

El concepto métrico, responde a las preguntas *¿Qué?*, *¿Cómo?* y *¿Cuánto?* de la propiedad empírica posee; tal es el caso del concepto de masa, longitud, tiempo, llamados conceptos simples, asociados con un instrumento que los mide, un valor numérico escalar asociado y un experimento que los relaciona; ya el concepto velocidad, aceleración, energía, etc. son conceptos derivados, constituidos por conceptos simples y que al igual que éstos, poseen una propiedad empírica que los define, asociada a un experimento, un valor en el campo de los números vectoriales y un instrumento que los mide.

El siguiente podría denominarse diagrama epistémico de los conceptos científicos, el cual puede servir de guía para interpretar la taxonomía de las unidades de construcción de los cuerpos conceptuales de la ciencia. (Fig. 7).

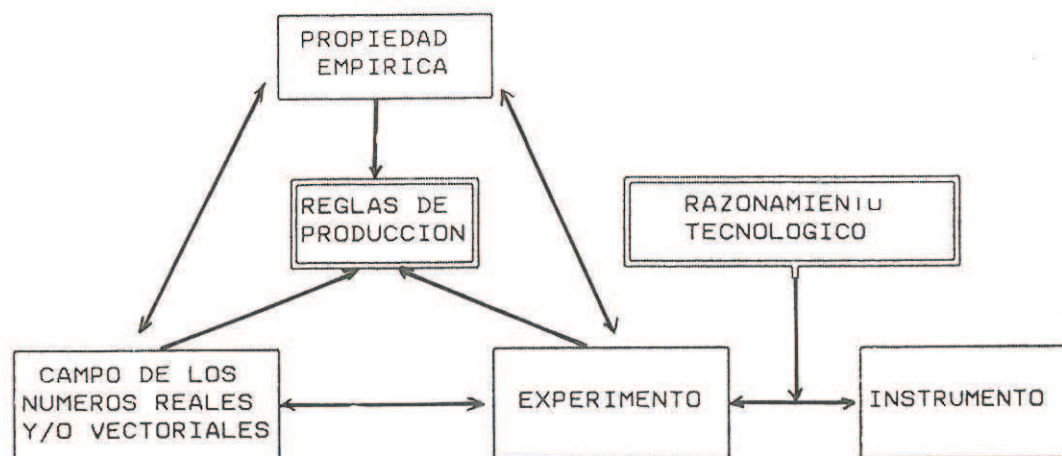


Fig. 7.



Estas corresponden a las estructuras epistémicas básicas con las cuales está construido el discurso científico en sus concepciones más rigurosas, por lo tanto, son aspectos que el profesor de ciencias debe conocer para que su trabajo con los alumnos no esté divorciado de la génesis de producción del conocimiento científico.

Si a estos aspectos le agregamos el hecho de que el profesor de ciencias como tal debe construir un referente teórico desde el cual conciba su acción como docente, es lógico que debe ser una construcción tal que guarde relaciones de correspondencia con la construcción de los contenidos del discurso que maneja y el discurso pedagógico desde el cual concibe la enseñanza.

Por lo anteriormente expuesto, se puede establecer que para la formación científica y pedagógica del profesor, se hace necesario que éste maneje una concepción investigativa relacionada con los procesos de producción del conocimiento científico, lo cual le proporcionaría los elementos básicos relacionados con los procesos de producción de éste, procesos alrededor de los cuales debe montar las actividades experienciales de sus alumnos como parte de su investigación en el aula, y qué mejor manera que involucrando al profesor dentro de un proceso de investigación científica, para que desde esta vivencia construya su referente pedagógico, a partir del cual construya modelos de enseñanza en el aula para el aprendizaje de las ciencias por parte de sus estudiantes. (Fig. 8).

En el esquema anterior, se presentan resumidos los criterios más importantes a tener en cuenta para la información del profesor de ciencias dentro de una concepción investigativa de la ciencia, para la construcción de un referente pedagógico relacionado con la génesis del conocimiento, a partir del cual realice su investigación en el aula.

## Resumen

Estos han sido unos elementos de juicio sobre los cuales se puede iniciar una reflexión acerca del papel del profesor de ciencias en el aula; con ellos no se pretende que se elaboren modelos rígidos, sino que más bien sean puntos de partida para que cada profesor, en las circunstancias diversas de su ejercicio profesional, elabore sus propios modelos y los adecue siguiendo las orientaciones aquí planteadas:

- Una concepción investigativa, asociada a los procesos de producción del discurso científico.

- Un razonamiento teórico desde el cual concibe su acción como profesor.

- Un objeto de conocimiento, fundamentalmente centrado en la formación del alumno, interesado en identificar todos aquellos procesos mentales relacionados con el aprendizaje significativo, la generación de intereses y actitudes científicas; el desarrollo del pensamiento crítico, autónomo, solidario, enfin de todos aquellos valores que hacen del individuo un ciudadano respetable.

- Unos contenidos de la clase elegidos y organizados de tal manera que proporcionen actividades experienciales acordes con la génesis y la taxonomía de éstos.

Finalmente, y para tener una visión global de los criterios hasta aquí planteados, se puede observar el esquema de la Fig. 9, en el cual se recogen los aspectos relacionados con la Investigación como alternativa para el desarrollo de la capacidad de pensamiento tanto del profesor como del alumno; la construcción de un Referente Pedagógico por parte del profesor para que le de sentido a su práctica pedagógica y la relación entre el Objeto de Conocimiento del Profesor y los Contenidos a trabajar en la clase; todo esto desde la perspectiva de un modelo cíclico y dinámico.



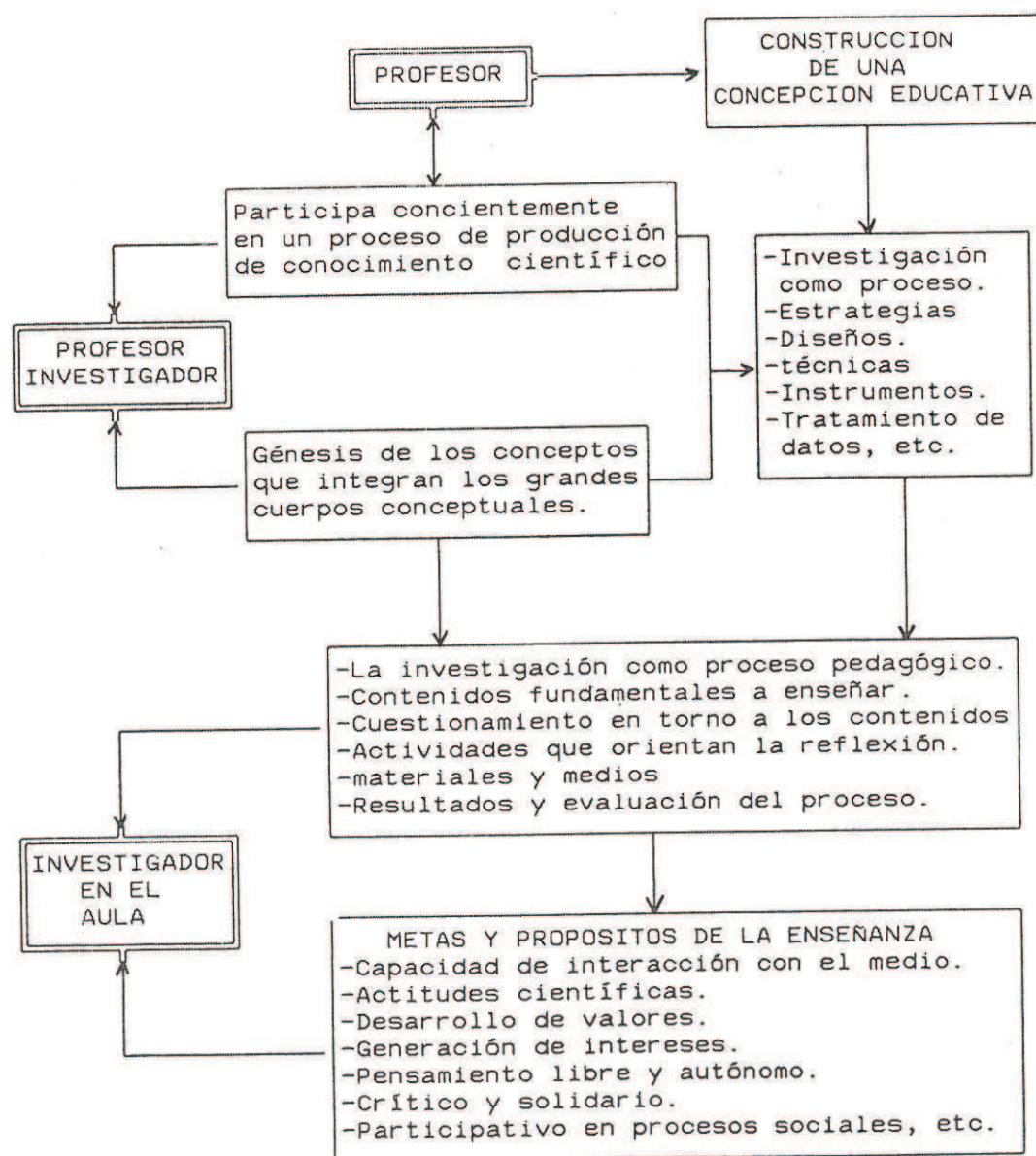


Fig. 8.



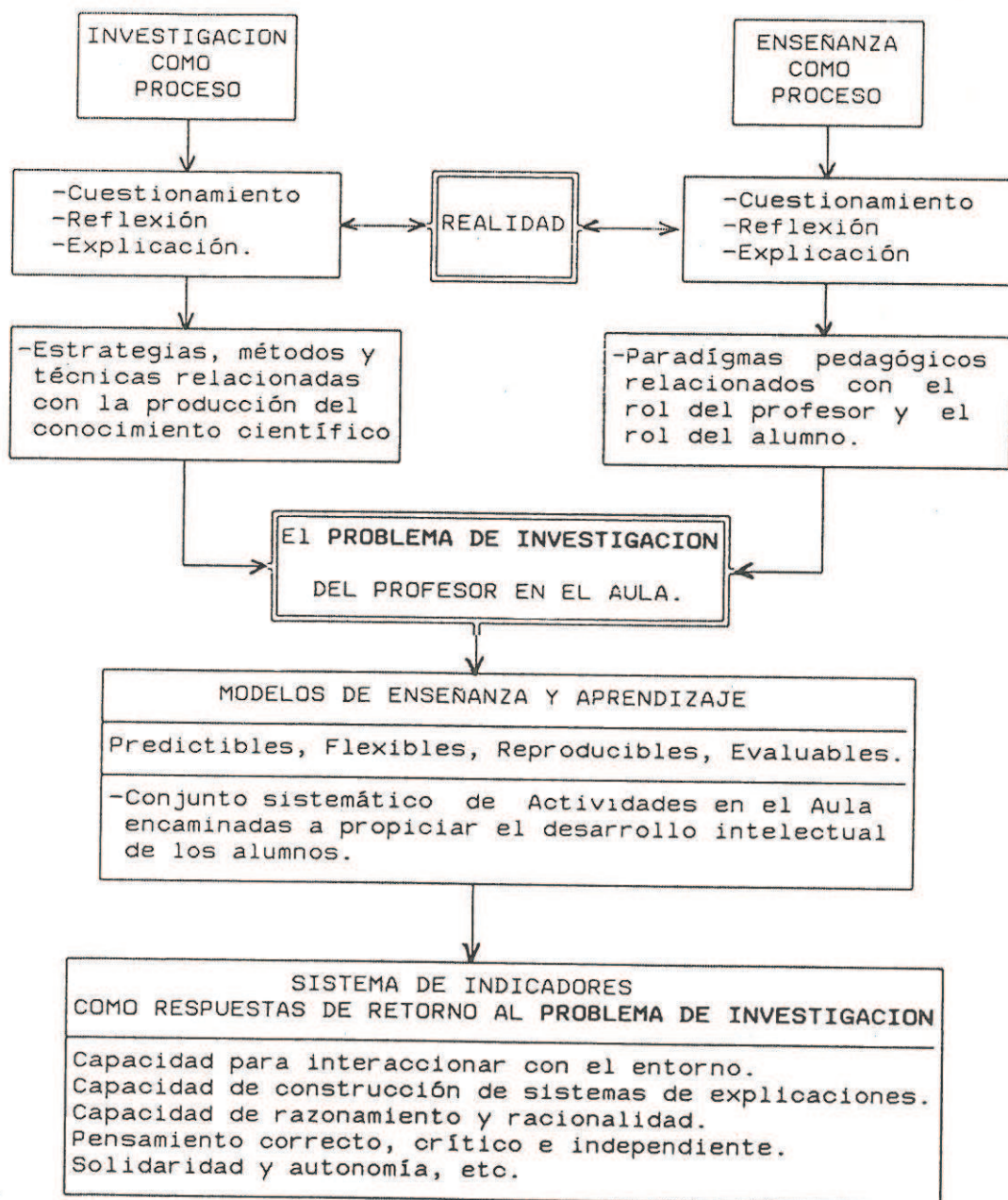


Fig. 9.



## REFERENCIAS

- ANAYA/UNESCO, (1979). *Enfoque Sistémico del Proceso Educativo*. Ciencias de la Educación.
- CAIVANO, F. (1987). Investigación sobre la Investigación en la Escuela. *Investigación en la Escuela* n° 1, pp. 5-11.
- CAÑAL, P. (1987). Un enfoque Curricular basado en la Investigación. *Investigación en la Escuela* n° 1, pp. 43-50.
- CARMEN, L. del (1987). La Investigación en el Aula: Análisis de algunos aspectos metodológicos. *Investigación en la Escuela* n° 1, pp. 51-56.
- COLL, C.; SOLE I.; GALLART, I. (1987). La Importancia de los contenidos en la Enseñanza. *Investigación en la Escuela* n° 3, pp. 19-27.
- CUBERO, R. (1989). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Díada Editoras. Sevilla.
- ERAZO, P. M. La Información y la Educación... *Clepsidra* n° 3, pag. 47 a 53. Departamento de Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia.
- GALLEGO, B. R. (1985). *El Trabajo Pedagógico*. Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá. Colombia.
- GARCIA, C. M. (1987). *El pensamiento del profesor*. CEAC Barcelona.
- GARCIA, J. E. y GARCIA, F. (1989). *Aprender investigando*. Díada Editoras. Sevilla.
- GIL, D. y MARTINEZ, J. (1987). Los Programas-guía de Actividades: Una concreción del modelo constructivista de Aprendizaje de las Ciencias. *Investigación en la Escuela* n° 3, pp. 3-12.
- GIORDAN, A. (1985). *La enseñanza de las Ciencias*. Siglo XXI. Madrid.
- HAYMAN, J. L. (1981). *Investigación y Educación*. Paidós Educador. Barcelona.
- IMBERNON, F. (1987). La Formación Inicial del Profesorado en la Investigación. *Investigación en la Escuela* n° 1, pp. 71-75.
- LATORRE, A. y GONZALEZ, R. (1987). *El Maestro Investigador*. Ed. Graó. Barcelona.
- LOPEZ, A. (1987). La Construcción del Conocimiento en la Escuela. *Investigación en la Escuela* n° 1, pp. 19-24.
- MOSTERIN, J. (1984). *Conceptos y Teorías en la Ciencia*. Alianza Universidad. Madrid.
- PORLAN, R.; GARCIA, J. E.; CAÑAL, P. (1988). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Díada Editoras. Sevilla.
- PORLAN, R. (1987). El Maestro como Investigador en el Aula. Investigar para Conocer, Conocer para Enseñar. *Investigación en la Escuela* n° 1, pp. 63-69.
- SAEZ M<sup>a</sup> J. (1987). La Investigación-Acción y la Formación del Profesorado. *Investigación en la Escuela* n° 2, pp. 15-20.
- SANTOS, M. A. (1987). Organización Escolar e Investigación Educativa. *Investigación en la Escuela* n° 2, pp. 3-13.
- STENHOUSE, L. (1987). *La Investigación como base de la enseñanza*. Morata. Madrid.
- WALKER, R. (1989). *Métodos de Investigación para el Profesorado*. Morata. Madrid.

## SUMMARY

The author shows three approaches that teachers can consider when trying to elaborate Science Teaching-Learning Models focused on research. One of them is the scientific investigative perspective, the second is when the teacher construes a theoretical reference to be able to conceive teaching and his role in society, and the third is the approach of the teacher's knowledge object as a researcher in the classroom and of the content to be studied in it. All these approaches can be integrated in a unique Teaching-Learning Model focused on a flexible, predictable and assessable kind of research that let you understand the learning as a systematic process, and so that, you have ways to control the quality of it.

## RÉSUMÉ

On essaie dans ce document de faire que les professeurs de sciences considèrent trois aspects de grande importance pour l'élaboration des Modèles d'enseignement-apprentissage des Sciences par la recherche; en partant de la perspective du professeur qui a une conception investigative; dès la perspective de la construction par le professeur d'une base théorique sur laquelle il puisse concevoir l'enseignement et son propre rôle dans la société et, finalement, dès la perspective du sujet de la connaissance du professeur comme chercheur dans la classe et les contenus qui doivent s'étudier dans celle-ci. Tout cela intégré dans un modèle d'enseignement-apprentissage par recherche flexible, prédictible et évaluable, qui permet concevoir l'enseignement-apprentissage comme un processus systématique qui permet, alors, d'avoir quelques systèmes de control sur la qualité de ce processus.