

## **Modelo de instrucción comunicacional para la enseñanza de la matemática: metodología\***

**Rexne Castro\*\***

*Profesor Asociado de la Facultad de Humanidades y Educación. LUZ.*

### **Resumen**

El presente trabajo tiene como propósito desarrollar los fundamentos teóricos que caracterizan la metodología del modelo de instrucción comunicacional, que Castro (2000) definió para la educación formal de la matemática en pregrado, como un proceso donde los participantes (docente y alumnos), con un esfuerzo común y compartido, pueden formalizar gradualmente el conocimiento matemático por estudiar. Se siguió un tipo de indagación cualitativa, que permitió establecer la manera cómo se deben llevar a efecto las actividades instruccionales para lograr que se produzca el conocimiento matemático, tanto en el nivel de las acciones prácticas como en el de las operaciones cognoscitivas; las cuales serán activadas y reguladas por las reflexiones críticas que se realizan sobre los significantes y significados matemáticos, en las interacciones sociales del aula de clases.

**Palabras clave:** Educación, instrucción, interacción, matemática, metodología.

\*Este trabajo es un avance de los aportes teóricos conceptuales de un proyecto más amplio que se realiza con miras a ser una Tesis Doctoral y fue asesorado por a Dra. Noraida Marceno.

\*\*Participante del Doctorado en Ciencias Humanas. Investigador del Centro de Estudios Matemáticos y Físicos. Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia. Telf. (0261) 7598035.

Telfax: (0261) 7596275. Maracaibo Venezuela.

Recibido: 15-02-02 • Aceptado: 25-11-02

## **Model of Instruction Communicational for the Teaching of the Mathematics: Methodology**

### **Abstract**

The purpose of this paper was to develop a theoretical foundation that characterizes the methodology of communicational instruction that Castro (2000) defined for the formal education of mathematics at the undergraduate level, a process where participants (educators and students) share a common effort, which would gradually result in the mathematical knowledge to be studied, Qualitative research was utilized which established the manner in which instructional activities should be carried out in order to produce mathematical knowledge both on the level of the practical actions as well as in cognitive operations which could be activated and regulated by critical reflections that are made in relation to mathematical significance and meaning in social interaction in the classroom.

**Key words:** Education, instruction, interaction, mathematics, methodology

### **Introducción**

En Venezuela, los teóricos y/o estudiosos de la didáctica de la matemática, entre los que se pueden mencionar a González (1994), Beyer (1998), Cruz (2000), León (2000), Andonegul (2000), para nombrar algunos, se han preocupado por el estudio de los diversos problemas que se suscitan en los distintos niveles del sistema educativo con relación a la educación matemática. Todo con el propósito de contribuir al mejoramiento de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina.

Por iniciativa de instituciones en el país tales como: CENAMEC, ASOVEMAT, Ministerio de Educación, entre otras, se desarrollan periódicamente eventos para analizar, bajo una perspectiva global, los resultados de las indagaciones y divulgar los hallazgos obtenidos en el terreno multidisciplinario del proceso educativo de la matemática, consolidando, además, los lazos científicos y culturales entre los profesionales de la docencia en matemática.

La educación matemática y el proceso de enseñanza-aprendizaje constituyen el objeto de estudio de la presente investigación. Para lograr el objetivo planteado o previsto, la misma se dirigió a describir las características metodológicas que permiten poner en funcionamiento las actividades instruccionales del “modelo de instrucción comunicacional para la enseñanza de la matemática” (Castro, 2000), conceptualizadas para el pregrado del nivel de Educación Superior.

De aquí puede decirse, en atención a las variables que orientan la metodología del modelo nombrado en el párrafo anterior que, se deben promover un conjunto de actividades sustentadas en el contexto de la instrucción ecológica, que se define en el apartado que lleva por título: ANÁLISIS DEL FENÓMENO INSTRUCCIONAL (p. 8), descrita en este mismo artículo. En estas actividades el profesor participa activamente, para facilitar en los alumnos el desarrollo de competencias ligadas con el redescubrimiento de conocimientos matemáticos. Para ello, realizan un trabajo sustentado en acciones prácticas, ejecutadas en constante interacción entre los grupos de alumnos y el profesor, tomando en consideración la evolución de estructuras mentales de significantes y significados matemáticos que se producen como resultado de haber consolidado en su intelecto, la validez o falsedad de los mismos; y la necesidad de reflexionar críticamente sobre las ideas y resultados matemáticos manejados, en las discusiones que se realizan en el aula de clases. Todo ello con el propósito de llegar a consolidar un aprendizaje significativo y socializado.

Estas consideraciones permiten formular la siguiente interrogante que sirve como guía en esta investigación: ¿Cuáles son los fundamentos teóricos que definen la metodología del modelo de instrucción comunicacional para la enseñanza de la matemática en pregrado?

Para responder a esta interrogante, es necesario describir las características fundamentales del desenvolvimiento de la gerencia educativa de la matemática en pregrado, de acuerdo a cómo funcionan los elementos que intervienen en la metodología que orienta la instrucción en esta disciplina. De manera que, la forma de producir su fundamentación teórica con un nivel real de pertinencia social, es, llevándolo a la praxis ensayada y extrayendo de la experiencia obtenida, el mejor funcionamiento de cada una de las etapas metodológicas requeridas; las cuales pueden ser puestas en práctica interrelacionándolas

entre sí, con la intención de describir las implicaciones instruccionales que ellas presentan en las actividades educativas desarrolladas.

En tal sentido, se establece que existen tres etapas estructurales de la metodología, que este trabajo procura analizar, integrar funcionalmente y orientar para describir los efectos que éstos producen en la instrucción ecológica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en pregrado: racionalidad técnico-científica, acción práctica y reflexión crítica: de manera pues que, el estudio está centrado en fortalecer las funciones primordiales del proceso educativo, en cuanto a la búsqueda de la excelencia académica en el desarrollo profesional relacionado con los significantes y significados que estructuran el corpus propio de esta disciplina. Básicamente, el estudio busca establecer tanto la manera cómo las etapas metodológicas funcionan en la educación matemática del pregrado, así como las relaciones que entre ellas se producen durante su desarrollo.

### **Organización del proceso instruccional de la matemática en pregrado**

La Educación Superior, declarada por la Ley Orgánica de Educación de 1980 como el último nivel del Sistema Educativo Venezolano, comprende la preparación de los participantes en su formación profesional y de postgrado. Sin embargo, las “orientaciones que especializan y preanuncian la especificación propia del postgrado” (Vilchez, 1991:66), presuponen variables distintas a las que pueden considerarse en pregrado para estudiar la enseñanza de la matemática.

Ante esta disyuntiva, se decidió realizar esta investigación, ubicándola en carreras de pregrado que exijan un alto componente de adiestramiento matemático, y más particularmente en la enseñanza de asignaturas definidas como de formación especializada, donde no existe alguna normativa o lineamiento de política que ponga de manifiesto una preparación de tipo didáctica para dirigir la instrucción.

En consecuencia, se requiere en este nivel educativo, que los docentes cuenten con una diversidad de opciones específicas de la enseñanza de la matemática, que sirvan como procesos instruccionales para orientar el quehacer cotidiano de la educación formal de esta ciencia factibles de aplicar en el momento que así lo consideren pertinente: lo que motiva la investigación sobre la producción de un modelo posible a usar en pregrado con el propósito de contribuir al mejoramiento de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina.

En la situación actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, por lo menos en el de pregrado, ha prevalecido la condición formalista para transmitir los conocimientos matemáticos, donde la estrategia de trabajo del profesor se acentúa en explicar las formas y las relaciones entre objetos matemáticos que se derivan de una base axiomática de las teorías (González, 1994).

En esta descripción educativa, sólo se reconoce el aprendizaje como mera asociación-disociación de ideas definidas por los empíricos en el siglo XVII, reconocida por Herbart en el siglo XIX y por los conductistas en el siglo XX, sometiendo al alumno a actuar en un proceso pasivo para adquirir los conocimientos matemáticos (Florez, 1994). Pasividad que se enfatiza en el esfuerzo que éste realiza para tratar de entender, preguntar, escuchar, escribir y memorizar las informaciones que el docente suministra, adquiriendo simplemente una colección de conceptos y habilidades procedimentales que se acumulan en su memoria, que en muchos de los casos, tienden a olvidarse al transcurrir poco tiempo de su absorción

(Castro, 1997), perdiendo, por lo menos, la oportunidad de adiestrarse adecuadamente en los procesos que estructuran los sistemas matemáticos formales explicados por los docentes en su acción didáctica.

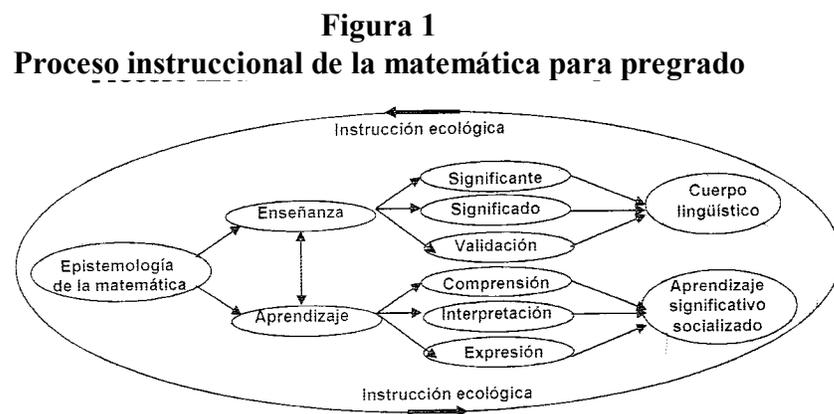
No obstante, a nivel nacional existen evidencias en trabajos de investigación, como los presentados por Andonegui (2000), Cruz (2000), Díaz y León (2000), entre otros, que ciertamente han presentado propuestas de situaciones didácticas en diversos contextos y niveles educativos, para mejorar la calidad educativa de la matemática. En ellas, se muestra la preocupación por promover actividades de enseñanza-aprendizaje que permiten estimular procesos mentales del aprendiz y lograr en estos últimos un aprendizaje de saberes matemáticos.

Este planteamiento, no pretende restar importancia a la formalización de contenidos matemáticos; se trata de hacer ver también, el valor que tiene la significación de las teorías en los procesos educativos, cuyo fin último es promover el aprendizaje en esta área de conocimiento.

De allí que, el objeto de enseñanza (cuerpo de contenidos matemáticos con su carácter axiomático-deductivo) será tomado en cuenta como realidad exterior al alumno, con el propósito de organizarlo con coherencia lógica y psicológica para representar los significantes (sintaxis) que conforman el marco conceptual de donde se estructuran las actividades instruccionales, estimuladoras de procesos psicológicos que presentan los contenidos como objetos de aprendizaje para ser transferidos a la realidad interna de los participantes. Aquí la significación (semántica) cobra especial importancia, en cuanto permite acceder a la comprensión e interpretación de los conocimientos estudiados.

En esta perspectiva educativa, se deben representar los contenidos matemáticos, como objetos de enseñanza-aprendizaje constituidos por los signos lingüísticos, donde la relación comprensión-interpretación permite a los participantes expresar sus ideas y resultados matemáticos.

La Figura 1 presenta los componentes que deben tomarse en cuenta en el proceso instruccional de la matemática para pregrado.



Fuente: Castro (2002).

Ahora con el propósito de poner en funcionamiento el proceso expuesto en la Figura 1, se crea la necesidad de utilizar un modelo que permita llevarlo a la práctica. Para tal efecto, Castro (2000) explico los lineamientos generales que lo definen y lo denomino modelo de

instrucción comunicacional para la enseñanza de la matemática; el cual, se fundamenta en un proceso, donde los participantes (docente y alumnos), con un esfuerzo común y compartido, pueden formalizar gradualmente el conocimiento matemático por estudiar.

En este modelo, sin menoscabar la libertad y autonomía del docente, cabe señalar que su actuación está conceptual y técnicamente sujeta al dominio y conformación didáctica de contenidos matemáticos entendidos como códigos que estructuran el mensaje de la comunicación para constituirse en objetos de enseñanza-aprendizaje que serán expresados en el fenómeno educativo de esta disciplina.

Por lo tanto, los componentes presentes en la Figura 1, serán puestos en funcionamiento según los fundamentos teóricos que expliciten la manera cómo llevarlos a la práctica en este modelo. De aquí se deduce que, el modelo de instrucción comunicacional requiere de un cuerpo teórico que explique las etapas que intervienen en su metodología. Todo ello con el fin de hacer notar la importancia que tiene la aplicación de un mecanismo que active y regule, la producción compartida y significativa de conocimientos matemáticos en mutua cooperación con todos los actores de las situaciones didácticas.

### **Objetivo**

Desarrollar los fundamentos teóricos que definen la metodología para observar, describir y explicar el modelo de instrucción comunicacional durante la enseñanza de la matemática en pregrado.

### **Metodología**

A manera de poder establecer el proceso que se aplicó para producir el cuerpo teórico que define las distintas etapas que intervienen en la metodología del modelo de instrucción comunicacional para la enseñanza de la matemática en pregrado, se decidió conducir esta investigación mediante el mecanismo del paradigma cualitativo que a continuación se describe:

Se inició con el estudio de algunas referencias teóricas de distintos autores y, sobre la base de los constructos conseguidos, se aplicó un proceso deductivo en la consecución de los principios y criterios generales que definieron el cómo llevar a la práctica la acción didáctica. Posteriormente se realizó una experiencia sobre la instrucción matemática, la cual se desarrolló en un salón de clases del nivel de pregrado, considerando al profesor y a los alumnos como protagonistas que trabajan conjuntamente con el fin de alcanzar un propósito común y compartido, guiado por un material instruccional que se elaboró para tal fin, La misma se ensayó durante el primero y segundo periodo del año 2000.

Los análisis producidos de la información recolectada mediante el trabajo de campo, proporcionaron los aspectos teóricos que permitieron elaborar progresivamente durante su ejecución y considerando los resultados de pertinencia ensayada, los funcionamientos relacionados con la metodología de enseñanza-aprendizaje de la matemática en pregrado.

### **Análisis del fenómeno Instruccional**

Para desarrollar el cuerpo teórico, fundamento de las concepciones que definirán la metodología del modelo de instrucción comunicacional, para la enseñanza de la matemática de pregrado, se debe aclarar, primero, la manera cómo el significado del término instrucción se asume dentro del contexto de la educación formal', con el propósito de presentar el

fundamento instruccional en el que se inscriben las etapas que constituyen la metodología del mismo.

Para el logro de este fin, se toma en cuenta, como punto de partida, que las acciones prácticas y las operaciones cognoscitivas distinguibles en la instrucción, son consideradas recíprocamente dependientes entre sí. De allí que las teorías derivadas, dependerán de la factibilidad de relación existente entre los aspectos lógicos y psicológicos presentes tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de conocimientos.

Se afirma, por tanto, que el docente para lograr propiciar los efectos práctico-cognoscitivos esperados en sus alumnos, “deberá ser portador de conocimientos; y, capaz de aplicar una serie de procedimientos que tendrán que estar sujetos, tanto a la índole de los conocimientos que trate de presentar, como a las posibilidades de los alumnos, en cuanto al manejo de las operaciones cognoscitivas que los mismos conocimientos implican” (Casas, 1990:15).

Es importante destacar que los elementos (humanos, mediacionales y funcionales) intervinientes en el proceso indicado en el párrafo anterior, se considerarán para esta investigación en constante interacción para lograr su cometido; deduciéndose de aquí, que el término instrucción entendido como proceso, se asume tal como lo sintetizó Casas (1990) al definirlo como: “sistema de acciones dirigidas a inducir el aprendizaje” (p. 23).

En esta posición instruccional es obvio señalar que en la enseñanza se produce un mecanismo de influencia recíproca entre el docente y los alumnos. Gage (1979) citado por Medina (1997) define la enseñanza como “la actividad llevada a cabo por una

Es aquella que se cumple con un curriculum previamente organizado para participantes inscritos en un programa educativo.

persona con la intención de facilitar el aprendizaje a otra” (p.29). De allí que, se necesita la interacción comunicativa como medio apropiado a través del cual se puede promover el aprendizaje: es decir, “la enseñanza se concreta en la interacción comunicativa y formativa” (Medina, 1997:29), cuyo propósito es el intercambio de saberes adquiridos por los participantes de la situación didáctica.

De este contexto se deduce que, el término instrucción posee además, una dinámica funcional, que permite “llevarse a cabo como fruto de la implicación e influencia recíproca entre los agentes intervinientes en el aula (profesor alumno —‘alumno’)” (Medina, 1997: 29). Es por ello que, también se asumió la instrucción en los términos de producto funcional definido como: “caudal de conocimientos adquiridos” (Cruz et al, 1999:743).

Fusionando las dos nociones de instrucción descritas en líneas precedentes, resulta un nuevo concepto denominado instrucción ecológica, definido como: proceso e interacciones que se suceden en el aula entre profesor y alumnos, y generan como resultado el aprendizaje. La decisión de asignarle el nombre de instrucción ecológica a la nueva definición, se debe a que responde plenamente a los principios básicos del paradigma ecológico que a juicio de Doyle (1986) citado por Medina (1997), se encarga de “estudiarlas relaciones entre las demandas del entorno: es decir, situación de clase y los modos cómo responden a ellas los individuos” (p. 21).

Sobre este paradigma, Medina (1997) también sostiene que:

“El aula crea un entorno singular fruto de la relación de los agentes de la misma que se determina por un conjunto de acciones, representaciones, percepciones mutuas y

contactos, que otorgan a cada clase y centro una esfera específica de intercambios, característicos por la simultaneidad, imprevisión y multidimensionalidad.

El aula más que un lugar de creación de comportamientos naturalmente formativos, se torna en un ambiente generador de las actuaciones pertinentes para superar los retos que se exigen a cada alumno. Doyle (1986) sugiere que la actividad instructiva sea un medio de encuentro y de óptima estructuración del aula, impulsando a cada miembro de la misma a establecer una relación de plena forjación humana” (p. 21).

Por lo tanto, la enseñanza en la instrucción ecológica así definida, es pues, un proceso de influencia recíproca que requiere de la interacción comunicativa, pero la trasciende por su objeto y finalidad formativa. De manera que, la interacción en la enseñanza, se define como:

“...un proceso comunicativo formativo, caracterizado por la reciprocidad de los agentes participantes en ella. La interacción se incorpora a la enseñanza, siendo más que una comunicación o influencia mutua una fuerza cohesionadora que hace eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje, en cuanto sirve al alumno para adquirir una formación intelectual y actitudinal” (Medina, 1997: 31).

Conviene precisar ahora, cómo el término instrucción se integra al de educación para dejar en claro el valor semántico que se asume de este último concepto; puesto que su empleo resulta útil para contextualizar las actividades formales de instrucción a ser desarrolladas en un aula de clases.

Para lograr este propósito, se partió del término formación, el cual, según Fernández et al (1984), es el más cercano al de educación, y a pesar que existen discusiones sobre cual es más amplio, este autor advirtió de Gottler un matiz diferencial entre la formación como actividad y como ámbito de comprensión, que permitió ubicarla como subordinada a la educación. Resultado éste que obtuvo a partir de la convicción de que el proceso educativo no es una etapa de la vida humana, sino que es continua durante toda la existencia; de allí dedujo que la “educación concierne a la voluntad mientras que la formación, por el contrario, al conocimiento, pero a un conocimiento que transforma nuestra propia sustancia” (Fernández et al, 1984: 39). En las formaciones posibles hablar de resultados, mientras que la educación entraña un proceso permanente e inacabado.

Los términos formación e instrucción también requieren una diferenciación, puesto que ambos se refieren al terreno intelectual. Fernández et al (1984) sostienen que la palabra instrucción proviene de “instructor”, derivación del verbo “in-struere”, que significa “disponer dentro”, “construir dentro” y lo contempla como producto y como proceso. El significado que estos mismos autores le asignan a la instrucción entendida como producto, lo asumen como:

“La posesión de conocimientos de forma cristalizada, firme Cuando el producto de la instrucción está acorde con escalas de valores educativos por tanto, podrá mejorarnos personalmente, a nuestro entender nos hallamos ante la formación; lo contrario sería instrucción deformativa. Según lo dicho la formación sería la instrucción ya sedimentada, por la cual los conocimientos aprendidos pasan a formar parte del acervo personal, a través de una labor de recreación e integración, estando plenamente acordes con la escala de valores educativos” (p40).

Mientras que la instrucción concebida como proceso es explicada por Fernández et al (1984), en cuanto a la enseñanza o transmisión y en cuanto al aprendizaje o recepción: al respecto expresan que:

‘Enseñar, del latín “insignare” sign(ifica etimológicamente “enseñar hacia”, “mostrar algo” o también “poner algo in signo”. La acción de enseñar consiste, pues, en mostrar algo a los demás, a los alumnos cuando se trate de una situación escolar; el que enseña hace accesible un contenido del saber o una habilidad. “...Por consiguiente, una cosa es enseñar y otra instruir. El instruir se distingue por cuanto es enseñar con efecto.... La enseñanza y el aprendizaje son dos fases consecutivas de un mismo proceso que desemboca en la instrucción...; reconocemos que la enseñanza no es requisito único para el aprendizaje, y son precisas determinadas condiciones para que este se produzca

Desde el punto de vista didáctico, el aprendizaje es la actividad que corresponde al alumno -discente- por la cual capta -aprehende - los contenidos que le enseña el profesor” (p. 42-43).

En este trabajo se integran las dos nociones explicadas para constituirse en un concepto de instrucción ecológica que debe tender al devenir formativo de la educación, del cual se deducen los siguientes componentes que las caracterizan como tal:

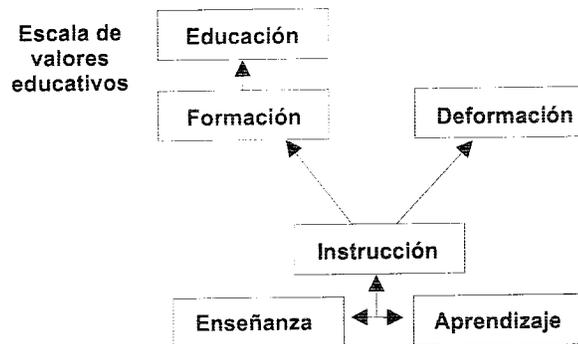
- a) Posesión de resultados intelectuales (producto).
- b) Realización de un proceso de enseñanza-aprendizaje (proceso).
- c) Implicación e influencia recíproca entre los agentes intervinientes (función).

La educación, por tanto, se inicia en la enseñanza a la que debe seguir el aprendizaje. La síntesis del proceso de enseñanza- aprendizaje desemboca en la instrucción, o personalización integradora de los contenidos didácticos. La instrucción, acorde con los principios o valores educativos proporciona formación, la cual por abarcar el campo intelectual exclusivamente, es sólo una parte del proceso educativo. Cuando los contenidos instructivos no están acordes con la escala de valores educativos, se halla ante un caso de deformación de la personalidad, de alejamiento de los fines o metas de la educación (Fernández et al, 1984).

Se resalta además, en este concepto, que la instrucción debe promover los tres componentes que la caracterizan como ecológica. De allí que, su propósito está centrado en realizar los procesos de enseñanza-aprendizaje necesarios para lograr los productos intelectuales requeridos, apoyándose en una dinámica de funcionamiento que permite mantener una influencia recíproca entre los participantes.

De aquí se infiere que, entre los elementos humanos, mediacionales y funcionales presentes en la instrucción, se debe mantener una interrelación que propicie el logro de un fin común y compartido por los participantes del proceso enseñanza- aprendizaje. Es decir, la educación debe verse como un sistema, en el que intervienen una serie de conceptos y elementos relacionados entre sí para conseguir como fin último el aprendizaje en los alumnos. En tal sentido, se hablará en este trabajo de un sistema constitutivo de la estructura del proceso educativo, que desglosa los elementos instruccionales del proceso de enseñanza-aprendizaje y sus interrelaciones. La aplicación que de ello resulte, apela a un plan de acción: es decir, a un modelo de instrucción apropiado que permita activar un sistema de acciones prácticas y operaciones cognitivas (actividades instruccionales) que realizan los agentes intervinientes (docente-alumnos) del proceso didáctico. La Figura 2 esquematiza las relaciones entre los conceptos que intervienen en la estructura del proceso educativo.

**Figura 2**  
**Estructura del proceso educativo**



Fuente: Fernández et al (1984: 42).

En este diagrama está presente la actuación del docente y los alumnos como los elementos humanos que participan complementariamente en las actividades instruccionales del proceso enseñanza-aprendizaje. Estas últimas se encuentran estructuradas y organizadas, a su vez, como un conjunto de elementos mediacionales, cuyo propósito es promover un proceso activo y dinámico de elementos funcionales dados por las relaciones que se producen entre las condiciones teóricas, prácticas, comunicacionales e intelectuales, que permiten mantener un flujo de intercambios cognoscitivos en busca de un consenso del contenido estudiado.

Casas (1990) expresa que en los elementos mediacionales es posible distinguir dos factores que están presentes en la enseñanza-aprendizaje:

“factores que el maestro puede controlar, y factores no controlables por él. Así: el programa, las acciones propias de la clase dirigidas a inducir el aprendizaje, las dificultades cognoscitivas, operativas o expresivas que envuelven el desarrollo de la disciplina, son factores controlables por el maestro, antes y en el momento de inducir el aprendizaje. Pero aquellos factores que provienen de la misma realidad psicológica del que aprende, en cuanto a anormalidades, traumas, complejos, etc, o los que tienen su origen ya sea en el medio escolar — en cuanto a organización y administración del sistema-, ya en el medio extraescolar, son factores no controlables por parte del maestro” (p.1 5).

Para los efectos de este trabajo, se consideraron sólo los factores controlables por el profesor, en los cuales intervienen los aspectos lógicos y psicológicos del diseño curricular de la disciplina en estudio; éstos a su vez se agrupan en medios formales y materiales.

Las interrelaciones se producen tanto con los medios formales que asignan una dimensión cognoscitiva en la enseñanza, a través de un modelo de ejecución orientado con sus respectivas acciones lógicas que además, son controlados por un conjunto de interacciones sociales que regulan el aprendizaje; como con los medios materiales fundamentados en los conocimientos de la misma disciplina, estructurados y organizados de manera lógica y psicológica para que respondan a un modo de aprender determinado.

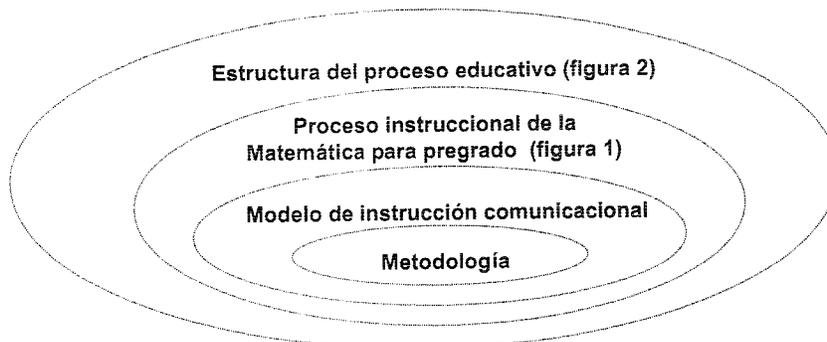
De allí que, en la estructura del proceso educativo ilustrado en la Figura 2, se tomaron en cuenta las etapas metodológicas que sirven para promover actividades de instrucción ecológica en la enseñanza de la matemática de pregrado, estructuradas de manera tal, que propicien en los

participantes (docente y alumnos) la ejercitación de acciones prácticas, para suscitar el entrenamiento que permite producir el dominio de competencias ligadas con los significantes del corpus propio de la matemática; operaciones cognoscitivas para propiciar el desarrollo de competencias que hacen posible validar o refutar los significados de los significantes matemáticos por estudiar, en la estructura mental de ellos; e interacciones sociales, para consolidar las competencias de reflexión crítica que se desarrollan en beneficio de las dos anteriores, activando y regulando progresivamente la producción de conocimientos matemáticos que se desean formalizar.

Se aclara además que, estos tres tipos de actividades se van desarrollando simultánea y complementariamente en busca de un bien común y compartido que condiciona la estructura de enseñanza de la disciplina matemática para el pregrado.

En consecuencia, se infiere que la puesta en práctica del modelo de instrucción comunicacional estará determinada por la teoría metodológica que condiciona el ejercicio de los participantes en la situación didáctica, la cual se propone y se sigue para establecer el carácter de funcionamiento del proceso enseñanza-aprendizaje representado en la Figura 1, que a su vez se inscribe en la estructura del proceso educativo de la Figura 2. Contexto educativo éste que se explicita esquemáticamente a través del diagrama que a continuación se ilustra en la Figura 3.

**Figura 3**  
**Contexto educativo**



Fuente: Castro (2002).

### **Metodología para la instrucción matemática**

En el apartado anterior, se ha estructurado en la disciplina matemática un conjunto de competencias que deben promoverse en el proceso de enseñanza-aprendizaje de pregrado, las cuales se identifican según el tipo de actividades (acción práctica, operaciones cognoscitivas e interacciones sociales), que los participantes realizan en las situaciones didácticas. Esto quiere decir que, el modelo de instrucción comunicacional propuesto, debe disponer de un esquema global de cómo integrar estos elementos para poderlos llevar a la praxis; es decir, tiene que describir las fases a cubrir en la actuación instruccional, que permitan propiciar las conductas que se quieren estimular y conseguir.

Realmente se está hablando de la necesidad de establecer la metodología didáctica que se asume en el modelo, pues, el profesor requiere el conocimiento de un grupo de métodos para

poder guiar las actividades en el mismo. Con respecto a este aspecto González et al (1995) sostienen que:

“La base del proceso de acción es el estilo estratégico con el que cada formador se enfrenta a los problemas educativos, toma las decisiones y pone en tela de juicio su conocimiento profesional. El estilo estratégico que caracteriza a cada formador se concreta en el sistema metodológico, en la síntesis integrada del conjunto de métodos, procedimientos de trabajo y actuaciones singulares que orientan y aclaran la acción formativa” (p. 161).

De allí que, las distintas actividades que se promueven en este modelo, demandan un estilo metodológico apropiado y congruente con la integración creadora de los métodos que el profesor puede emplear en un aula de clases, que a través de las interacciones sociales permite promover un aprendizaje significativo y socializado; especificando con el método, la manera cómo se debe llevar a la práctica la instrucción ecológica que active y regule la relación que se requiere producir entre la práctica y la cognición.

De manera que el sistema metodológico en este modelo propicia, el desarrollo del proceso de instrucción ecológica para la matemática que presenta, tal como lo expresa Castro (2001), los siguientes signos externos:

“Es un ambiente reflexivo de aprendizaje que provee una estructura de actividades didácticas a desarrollar por todos los participantes (docente- alumnos), conduciéndolos progresivamente hacia el formalismo y significación de los conocimientos matemáticos por estudiar, en función de activar los procesos mentales que se van regulando a través de un sistema de interacción psico-socio-lingüístico que realizan entre ellos” (p.86). El requerimiento teórico expuesto, consigue su operatividad metodológica para que la reflexión ocurra, en tres estadios que Manen (1977), citado por Villar (1995), los diferencia en:

“racionalidad técnica, acción práctica y reflexión crítica” (p. 31); pero, considerando que el punto inicial de “las discusiones son los procedimientos de razonamiento usados por las personas cuando ellos piensan intuitivamente de modo natural” (Acurero y Escalona, 1999: 279) sobre los conocimientos científicos matemáticos, el primero de ellos será descrito como de racionalidad técnico-científica.

Estos niveles corresponden a la estructura metodológica que en este trabajo se asume, para promover el logro de las competencias que las tres formas de actividades (acción práctica, operaciones cognoscitivas e interacciones sociales), proporcionan a los individuos que participan en las situaciones didácticas de la disciplina matemática del pregrado.

Estos ámbitos metodológicos se describen a continuación, adaptándolos a la enseñanza de la matemática para constituirse en las tres etapas que estructuran las actividades didácticas de esta disciplina, las cuales se activan y regulan continuamente por las interacciones sociales que se promueven en ellas. Se establece además, que esta metodología fue la que se utilizó para realizar la praxis ensayada que se experimentó, y para obtener los resultados que en este apartado se presentan. Se aclara que ésta se fue consolidando progresivamente después de observar que la participación del profesor y los alumnos se saturara: dicho de otra manera, después de observar un funcionamiento similar en las distintas prácticas ensayadas en el salón de clase, donde los pasos que se siguieron representaron el grupo de métodos correspondientes:

**Racionalidad técnico-científica:** Este nivel de reflexión se ocupa de aportar los procesos de pensamiento matemático que permiten tomar decisiones en cuanto a la selección de los mismos constructos referenciales del nivel externo como del interno al individuo. Aquí el docente, tiene además, la función de organizar y ejecutar actividades educativas para vincular las

estructuras mentales referenciales con la nueva exigencia, basadas en estrategias cognitivas que ayuden a relacionar las habilidades intelectuales presentes en las personas con las metas intencionadas. Así es que, los pasos para enseñar las estrategias cognitivas de racionalidad técnico-científica son:

- a) Presentar una situación de enseñanza-aprendizaje de conocimientos matemáticos.
- b) Regular la dificultad durante la práctica guiada, verificando, a través de una discusión dirigida, si los prerrequisitos de la nueva exigencia, se encuentran elaborados en la estructura mental de los participantes.
- c) Promover una discusión sobre los posibles conocimientos referenciales que se pueden utilizar para abordar la situación problemática dada.

**Acción práctica:** La reflexión, en este nivel, presta atención a la interconexión funcional de un sistema de interacciones psico-socio-lingüísticas de la matemática, cuya intención es, consolidar la puesta en práctica de las decisiones y los propósitos establecidos en el nivel anterior, para lograr que trasciendan a la estructura mental de los alumnos, los significantes respectivos y lograr una comprensión profunda de ellos. El docente en este nivel, actúa como integrante que participa conjuntamente con los demás en la elaboración y/o aplicación de los conocimientos compartidos, controlando de manera natural, la clarificación de las predisposiciones subyacentes en las metas educativas propuestas, y haciendo sentir a los alumnos su propia responsabilidad en la producción compartida y significativa de dichos contenidos. La estrategia de entrenamiento se presentó en los siguientes pasos para comunicar la propia responsabilidad de los alumnos en su aprendizaje:

- a) Promover el trabajo práctico sobre la utilización de los conocimientos matemáticos básicos (conceptual y procedimental), referenciales a las nuevas exigencias, para descubrir de las relaciones que se obtengan entre ellos, nuevas características, propiedades, teoremas y/o procedimientos.
- b) Propiciar el entrenamiento para develar las relaciones necesarias entre los conocimientos referenciales y los nuevos hasta llegar a consolidar los constructos requeridos.

**Reflexión crítica:** Es un nivel crítico-teórico donde la reflexión emplea unos criterios emancipatorios de la verdad, que facilitan una interpretación crítica de la relación significante-significado con propósito de expresividad, que le permite generalizar el conocimiento matemático en estudio. En este nivel, el docente va regulando progresivamente los aportes obtenidos de las acciones prácticas y las reflexiones sobre las ideas y resultados matemáticos de las discusiones inducidas en los discursos emitidos por los comunicantes. A continuación se presenta la estrategia que permite regular la manera de ir entendiendo el mensaje:

- a) Promover una discusión donde se produzca el intercambio de ideas, sobre los significados matemáticos de conocimientos referenciales.
- b) Promover una discusión donde se produzca el intercambio de ideas, sobre los significados que traen consigo los nuevos descubrimientos obtenidos de relacionar el grupo de conocimientos referenciales.
- c) Propiciar el logro de un consenso social, sobre la significación de la nueva exigencia.

Estos atributos del sistema metodológico son desarrollados, como se ha presentado, bajo una intervención social formativa, y se proyecta en actividades prácticas y cognitivas del profesor y los alumnos, que les exige un esfuerzo permanente de los siguientes cinco elementos

tipificadores del proceso de producción compartida y significativa de conocimientos matemáticos que promueve este modelo.

- Flujo de información externa (racionalidad técnico-científica).
- Producción del corpus lingüístico matemático (acción práctica).
- Flujo de información interna (reflexión crítica).
- Desarrollo mental de esquemas lingüísticos matemáticos en evolución (reflexión crítica).
- Producción del discurso de ideas y resultados matemáticos (reflexión crítica).

De estos esfuerzos permanentes se van promoviendo competencias que demandan las actividades de acción práctica, operaciones cognoscitivas e interacciones sociales, que se realizan sobre la disciplina matemática para este modelo: dejando en claro que ellas (competencias) no se van desarrollando independientemente una de otra, sino simultánea y complementariamente durante una sesión de clase o en el transcurso de un conjunto de ellas. También se establece que la interconexión de la relación práctica-cognición es favorecida por las interacciones sociales que se realizan entre los participantes del fenómeno didáctico.

De manera que, de la racionalidad técnico-científica se promueve el modo de lograr un flujo de información externa entre el profesor y los alumnos, para concretar en ellos, las condiciones teórico-prácticas de conocimientos referenciales que le permitirán abordar favorablemente, el reto que implica resolver una situación problemática en esta disciplina.

De las acciones prácticas se promociona la manera cómo se produce el corpus lingüístico matemático, que los capacita para saber actuar en esta ciencia; obtener los nuevos conocimientos conceptuales y procedimentales; y aplicar los procesos de validación de estos conocimientos. Es decir, se trata de presentar la estrategia para saber cómo los significantes matemáticos deben propiciarse en las acciones didácticas del pregrado. También provee un efecto cognoscitivo, en función de que los constructos matemáticos se van estructurando en el interior de los participantes hasta lograr una comprensión profunda del nivel referencial y conceptual correspondiente a la nueva exigencia transferida.

De la reflexión crítica se origina la forma de lograr: un flujo de información interna en el individuo para generar en él, las relaciones y los razonamientos pertinentes entre grupos de conocimientos referenciales y la nueva exigencia; un desarrollo mental de esquemas lingüísticos matemáticos en evolución, para interpretar los significados que encierran los nuevos conocimientos transferidos, como resultado de haber logrado la relación significante- significado que redunde en configurar los signos que sirvan como patrones lingüísticos que podrán o no estructurarse en su forma verbal; y la producción del discurso de ideas y resultados matemáticos, que permiten expresar tanto los significantes como los significados, hasta lograr, a través de las discusiones que se promueven para este fin, el consenso que brindan los argumentos para aceptar o rechazar los constructos correspondientes. Con todo esto se llega a recontextualizar y repersonalizar el nuevo conocimiento matemático estudiado.

### **Consideraciones finales**

En las descripciones teóricas obtenidas de los resultados observados, en la praxis ensayada del modelo de instrucción comunicacional para la enseñanza-aprendizaje de la matemática en pregrado, se pudo concluir, a nivel general, que la metodología del mismo está constituida por las etapas de racionalidad técnico-científica, de acción práctica y de reflexión crítica, en función de promover el logro de las competencias que encierran las actividades de acción práctica, de operaciones cognoscitivas y de interacciones sociales. Dichas etapas deben

actuar en constante interrelación para adquirir su dinámica de funcionamiento, con el fin de poner en práctica el concepto de instrucción ecológica para la matemática, definido en el apartado que lleva por título: Metodología para la instrucción matemática (p. 14), expuesto en este mismo artículo.

Se concluye además que, cada una de estas etapas sientan las bases para concretar el logro de competencias dirigidas a producir el conocimiento matemático con un esfuerzo común y compartido y actuando en forma de interacción simétrica y complementaria, para llegar a acceder a un aprendizaje significativo y socializado.

Al particularizarse cada una de las etapas metodológicas asumidas para la instrucción matemática de pregrado, se llega a las siguientes conclusiones de carácter específico:

- La racionalidad técnico-científica, promueve el modo de lograr un flujo de información externa entre el profesor y los alumnos, para proveer en ellos las condiciones teóricas-prácticas de conocimientos referenciales que le permitan abordar favorablemente el reto que implica resolver una situación problemática en esta disciplina.
- Las acciones prácticas de la operatividad metodológica promueven la manera cómo debe propiciarse la producción del corpus lingüístico matemático (significantes) en las actividades didácticas de pregrado. También provee un efecto cognoscitivo, en función que dichos significantes se van transfiriendo a la conciencia individual de los participantes.
- La reflexión crítica promueve la forma de lograr un flujo de información intrapersonal un desarrollo mental de esquemas lingüísticos matemáticos en evolución; y la producción del discurso de ideas y resultados matemáticos.

## **Bibliografía**

- ACURERO, G. y ESCALONA, M. (1999). "Razonamiento natural y educación matemática". Revista Encuentro Educacional. Vol. 6 N 3. Maracaibo-Venezuela.
- ANDONEGUI, M. (2000). "Los PPA, los ejes transversales y la enseñanza de la matemática". Memorias: III Congreso venezolano de Educación matemática y III Encuentro de Educación matemática Región Zuliana. Maracaibo-Venezuela.
- BEYER, W. (1998). "La interacción comunicativa en el aula de matemática y su relación con el proceso de enseñanza aprendizaje" Memorias: III Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Caracas- Venezuela.
- CASAS, R. (1990). La enseñanza de la lengua. Maracaibo. LUZ. Facultad de Humanidades y Educación, Fondo Editorial Esther María Osse.
- CASTRO, R. (1997). Influencia de un enfoque constructivista en el quehacer didáctico del docente de la región zuliana para el área matemática. Maracaibo Universidad del Zulia. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de profesor asociado.
- CASTRO, R. (2000). "Un modelo constructivista para la comunicación en la enseñanza de la matemática". Revista: Encuentro Educacional. Maracaibo Venezuela Vol. 7 N2 1.

CASTRO, R. (2001). Fundamentos pedagógicos del modelo de instrucción comunicacional en la enseñanza de la matemática. Maracaibo. Informe final de una investigación libre del Doctorado en Ciencias Humanas de la Facultad de Humanidades y Educación de LUZ. Mimeografiado.

CRUZ, C. (2000). "La solución de problemas y sus implicaciones didácticas" . Memorias: III Congreso venezolano de Educación matemática y III Encuentro de Educación matemática Región Zuliana. Maracaibo-Venezuela.

CRUZ, C.; CUELLAR, B.; MANGUERO, A.; MUÑOZ, F.; NOVOA, A.; VELAZCO, M. y VILLAR, C. (1999). Diccionario Gran Espasa Ilustrado. Madrid Editorial Espasa Calpes S.A.

DÍAZ, A. y LEÓN, N. (2000). "Detección de algunos errores matemáticos presentes en los alumnos y sus utilización con fines didácticos". Memorias: III Congreso venezolano de Educación matemática y III Encuentro de Educación matemática Región Zuliana. Maracaibo-Venezuela.

FERRÁNDEZ, A.; SARRAMONA, J. y TABIN, L. (1984). Tecnología didáctica. Barcelona España. Editorial CEAC.

FLOREZ, R. (1994). Hacia una pedagogía del conocimiento. Colombia. Mc. Graw-Hill.

GONZÁLEZ, A.; MEDINA, A. y DE LATORRE, S. (1995). Didáctica general: modelos y estrategias para la intervención social. Madrid. Editorial Universitas, S.A.

GONZÁLEZ, F. (1994). Paradigmas en la enseñanza de la Matemática. Maracay Edo. Aragua Venezuela. Editorial COPIHER.

LEÓN, N. (2000). "Resolución de problemas de probabilidad. Estrategias y errores más frecuentes". Memorias: III Congreso venezolano de Educación matemática y III Encuentro de Educación matemática Región Zuliana. Maracaibo-Venezuela.

MEDINA, A. (1997). Didáctica e Interacción en el aula. Colección didáctica N° 5. Cincel Kapelusk.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (1980) Ley Orgánica de Educación. Caracas- Venezuela.

VILCHEZ, N. (1991). Diseño y evaluación del currículos. Maracaibo. Fondo Editorial Esther Maria Osses.

VILLAR, L. (1995). Un ciclo de enseñanza reflexiva. Condado de Treviño. s/n. Ediciones mensajeros. Naves CAM. N 21-0900 1 Burgos.

WALDEGG, G. (1998). "Principios constructivistas para la educación matemática" Memorias: III Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Caracas- Venezuela.