

Estrategias Metodológicas para la Formación del Pensamiento Científico en los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería

Marlene Benavides Pérez - Irma Teresa Páramo Macías - María Jimena Reyes Hurtado

Grupo de Trabajo en la Línea de Investigación Educativa en Ingeniería: Profesores de Taller de Investigación:

Mauricio López, Martha Sánchez, Rodrigo Velásquez. Estudiante: Yizeth Nuñez Tinoco, programa de Ingeniería de Sistemas.

RESUMEN

El propósito de esta investigación es contribuir con el desarrollo de las capacidades mentales, como base para la formación del pensamiento científico e investigativo en el estudiante.

Se trata de aplicar y evaluar estrategias enmarcadas en un modelo pedagógico que fortalezca el establecimiento de herramientas cognitivas para el acceso a los fenómenos científicos e investigativos, por parte de los estudiantes.

De esta manera la investigación consta de las siguientes etapas: El diagnóstico inicial, para caracterizar el nivel de desarrollo del pensamiento en los estudiantes, la aplicación de una didáctica especial a partir del diseño de instrumentos específicos y una prueba final, para evaluar la evolución y uso de las herramientas de pensamiento, hasta encontrar un modelo fundamental que permita lograr el propósito: contribuir a la formación del pensamiento científico en los estudiantes de Ingeniería.

Palabras claves: Estrategias Metodológicas, Capacidades Mentales, Pensamiento Científico, Sistema Cognitivo, Sistema Psicomotriz Investigación, Herramientas Conceptuales, Herramientas Catoriales, Pedagogía Conceptual.

ABSTRACT

The purpose of this investigation is to contribute to the development of the mental capacities as base for the formation of the scientific and research thought in the student.

It is to apply and to evaluate strategies framed in a pedagogic model that strengthens the establishment of cognitive tools for the access to the scientific and research phenomenon's, on the part of the student.

The research consists of the following stages: the initial diagnoses, to characterize the level of development of the thought in the students, the application of a special didactic starting from the design of specific instruments and a final test, to evaluate the evolution in the development and use of the thought tools, until finding a fundamental model that allows to achieve the purpose: to contribute to the formation of the scientific thought in the engineering students.

Key words: methodological strategies, mental capacities, scientific, thought investigation, conceptual tools, categorical tools, conceptual pedagogy.

INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería necesita desarrollar ampliamente los procesos investigativos y fomentar el interés y la participación de estudiantes y profesores en las líneas establecidas dentro de la función investigativa de la Universidad. Para lograr este propósito, es importante contar con la formación específica del estudiante, y es así como su capacidad para realizar investigación requiere de condiciones y aptitudes personales, mentales, cognitivas y de aplicación de ciertos instrumentos específicos que le permitan desarrollar con amplitud, solvencia y profundidad proyectos de investigación.

Se ha observado que los estudiantes, en especial quienes ingresan a la Universidad por primera vez, muestran dificultad en las operaciones mentales de análisis, generalización, extrapolación del conocimiento, e inferencia; habilidades necesarias para el abordaje de los problemas de investigación, apropiación y manipulación científica.

Dichas dificultades, detectadas por los profesores en las diferentes cátedras, han llevado a cuestionar acerca de qué tipo de estrategias de enseñanza son las más apropiadas para activar los procesos mentales de los estudiantes, como condición para su formación investigativa y científica.

Se trata de aplicar y evaluar un programa donde se utilicen estrategias enmarcadas en un modelo pedagógico, que fortalezca el establecimiento de herramientas cognitivas para el acceso a la ciencia y la investigación por parte del estudiante.

Se anticipa, que incluyendo en el proceso pedagógico estrategias metodológicas con características alternas al modelo tradicional, basadas en un enfoque conceptual del aprendizaje, se facilite aún más el desarrollo del pensamiento en los estudiantes, así como una actitud positiva e interés para sumergirse en el mundo de la investigación y habilidad para establecer una interacción personal con el conocimiento.

En este orden de ideas, ha sido prioritario, para la Universidad Libre y para la Facultad de Ingeniería,

fomentar la actitud investigativa en el estudiante, y lograr que su desarrollo se lleve a cabo durante toda la carrera. Es así como el presente proyecto se realiza teniendo como población en principio, los estudiantes de primer semestre, con experiencias en la asignatura Taller de Investigación.

La investigación consta de las siguientes etapas: El diagnóstico inicial para caracterizar el nivel de desarrollo del pensamiento de los estudiantes, la aplicación de una didáctica especial a partir del diseño de instrumentos específicos y la prueba final para evaluar la evolución en el pensamiento de los estudiantes. En una siguiente etapa, dichas estrategias metodológicas serán validadas con grupos de semestres consecutivos, hasta encontrar un modelo fundamental que permita lograr el propósito: contribuir a la formación del pensamiento científico en los estudiantes de Ingeniería.

EL PROBLEMA

En el proceso de conocimiento y de aprendizaje, según la teoría de la pedagogía conceptual, se encuentra el concurso de tres sistemas: el sistema cognitivo, el psicomotriz y el valorativo, los cuales se conectan en una interacción dinámica, explican todo el juego del conocimiento. Dos tipos de problemas se desprenden de este modelo: Primero, desequilibrio entre los tres sistemas. Segundo, falta de desarrollo de uno de estos sistemas.

Ante esta perspectiva, una hipótesis deducida de la experiencia docente en los últimos años, muestra que los estudiantes de la Universidad Libre de la Facultad de Ingeniería, se encuentran con un bajo desarrollo conceptual y categorial (en referencia al sistema de aprendizaje), y un bajo estímulo por parte del sistema educativo a fortalecer los otros dos sistemas: el valorativo y el psicomotriz. ¿En qué se apoya este diagnóstico? Los indicadores son claros: hay deficiencia en el uso de herramientas conceptuales y categoriales, tales como la dificultad para la asociación, el análisis y la creación. A su vez, los mismos profesores de la Facultad describen la dificultad en los estudiantes, para interrelacionar

UNIDADES DE ANÁLISIS

El presente estudio pertenece al tipo de investigación cualitativa, donde la validez y la confiabilidad se construyen en los procesos de interacción con los «investigados» y con la comunidad científica. Este enfoque interpreta, busca comprender los fenómenos, y construye nuevas explicaciones o supuestos; en este, se construye y reconstruye el diseño a lo largo del proceso investigativo.

Aquí la subjetividad es una posibilidad de construcción de conocimiento y tiene predominio de lo inductivo, para finalizar generando hipótesis. Se puede clasificar como de tipo «pretest - postest» donde su componente básico es evaluativo, ya que tiene como fin la intervención de un conjunto de actividades (aplicación de estrategias metodológicas) dirigidas a la solución de una situación problema, con el propósito de fomentar las capacidades intelectuales del estudiante para que pueda acceder a los procesos investigativos y científicos.

Se trabaja con unidades de análisis, propias de este tipo de investigación y que a su vez caracterizan sus elementos de análisis.

De esta manera, se cuenta con cuatro unidades de análisis, en relación con: desarrollo del pensamiento científico, sistema cognitivo y sistema psicomotriz.

PRIMERA UNIDAD: Desarrollo del pensamiento científico:

Categoría de análisis: caracterizado por la observación, generación de ideas, y comprobación y generalización.

- Observación: percepción
- Generación de ideas: creatividad, originalidad, fluidez, flexibilidad, intuición.
- Comprobación: pensamiento racional, lógica, análisis.
- Generalización: pensamiento hipotético deductivo, inferencias.

SEGUNDA UNIDAD: Sistema cognitivo:

Categorías de análisis: posee instrumentos de conocimiento: nociones, conceptos, categorías.

- Pensamiento nocional: binario, absoluto, egocéntrico, irreversible.
- Pensamiento conceptual: poliario, relativo, descentrado, reversible.
- Operaciones Intelectuales: supraordinación, infraordinación, isoordinación, exclusión.
- Pensamiento categorial: generalizante, asociativo, analítico, hipotético, deductivo, verbal, reflexivo, especulativo.

TERCERA UNIDAD: Sistema psicomotriz.

Categorías de análisis:

Condición endógena: psiquismo, movimiento interno del cerebro, intercambios eléctricos.

- Condición exógena: movimiento físico corporal, enfoque, lateralidad, concentración.
- Dimensión de enfoque: cruce de línea central lóbulo anterior, lóbulo posterior (bulbo raquídeo) del cerebro.
- Dimensión de lateralidad: cruce de línea media entre hemisferio derecho y hemisferio izquierdo.
- Dimensión de concentración: cruce entre sistema límbico (componente emocional) y Córtex (pensamiento abstracto).

MARCOS DE REFERENCIA

ANTECEDENTES PRÁCTICOS

A raíz de la necesidad de fomentar el espíritu investigativo en la Facultad de Ingeniería, se creó el taller de investigación, en 1994, dirigido a los estudiantes de primer semestre de los diferentes programas.

Su propósito, de acuerdo con los objetivos del perfil profesional del ingeniero y del enfoque curricular establecido, se dirigió a fomentar en el estudiante el interés y el desarrollo de la capacidad investigativa.

El taller de investigación ha pasado por tres etapas demarcadas por la búsqueda de las mejores opciones para hacer efectivos sus objetivos de formación investigativa. En general, existen varias alternativas si se desea abordar un camino: una, desarrollar la parte cognitiva por medio de estudio epistemológico y la formación de un marco teórico y conceptual a partir del pensamiento de diferentes teóricos de la ciencia; otra, con la comprensión de los métodos utilizados por los científicos, para llegar a obtener una visión teórica propia y una más, con la vivencia de la ciencia a partir de la actividad investigativa y la solución de problemas.

En la primera etapa, se buscó lograr este propósito mediante la formación epistemológica del estudiante, de tal forma que su desarrollo se centró en su sistema cognitivo, considerando que la adquisición de conocimientos acerca de la ciencia generaría valoración por parte del estudiante y por lo tanto despertaría interés por la investigación.

Los profesores responsables de esta materia presentaron al finalizar, una evaluación del desarrollo de los talleres donde diagnosticaban las dificultades presentadas por los estudiantes para acceder a este tipo de conocimiento, tales como: poca capacidad para asociar conceptos, carencia de análisis y juicio crítico, pensamiento repetitivo y memorístico, bajo nivel de atención y concentración.

Con base en estas observaciones se programó el siguiente taller, orientando sus estrategias metodológicas hacia la solución de problemas, elaboración de mapas conceptuales, formulación de interrogantes producto de inquietudes de los estudiantes a partir de estímulos como lecturas, películas, estudio del método en los diferentes científicos, y algunos ejercicios para el desarrollo de la creatividad. Para activar la participación de los estudiantes se utilizaron técnicas de trabajo grupal, juegos y socio dramas, dibujo, simbolización y otras formas expresivas que facilitarían la integración del aprendizaje como una construcción permanente. (Informe Actividades Taller de Investigación 1995-1997).

Esta experiencia se presentó en la XVI Reunión de Facultades de Ingeniería. Seminario "Educación en Ingeniería: ¿Cómo hacerla?", con la ponencia: "Creatividad en el Proceso Pedagógico. Facultad de Ingeniería, Universidad Libre, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, Cartagena, agosto 27, 28, 29 de 1996".

Allí se mostraron las diferentes estrategias utilizadas y los efectos que podrían producir en la formación científica e investigativa de los estudiantes unida a otras experiencias de los profesores de la Facultad de Ingeniería, se hacía un inventario de las posibilidades creativas del docente, dirigidas a estimular el aprendizaje.

La evaluación del taller mostró aumento en el interés y motivación de los estudiantes, mejoró la seguridad en la presentación de las propias ideas, se despertaron inquietudes hacia la búsqueda del conocimiento.

Las diferentes estrategias estaban diseñadas para generar actividad mental e interrelación entre los estudiantes; sin embargo, resultaba lento, el proceso de deducción, de asociar el conocimiento, de extrapolarlo a otras situaciones.

A pesar de su actitud positiva y ambiente de trabajo demostrado durante la materia, parecería que no estuvieran listos, en su madurez mental, para realizar estos procesos de pensamiento. Podría faltar experiencia, vocabulario o capacidad de lectura. De todas formas, cuando estos estudiantes pasaron a segundo semestre, los profesores de Metodología de la Investigación notaron grandes diferencias con respecto a quienes no habían realizado el taller. Se observó, de esta manera, mayor facilidad para comprender y asociar la problemática planteada en los proyectos.

En la tercera etapa del taller, aprovechando la necesidad de integrar el conocimiento y aumentar el nivel de lectura de los estudiantes, se acordó entre los profesores del primer semestre interrelacionar las diferentes materias y establecer un mínimo de lectura por materia, a partir de textos comunes a ellas. Por ejemplo, lecturas acerca de Galileo, Copérnico, Newton, Einstein, la mecánica cuántica,

bajo el enfoque de cada asignatura. De esta manera, el taller de investigación organizó su programa conectando contenidos con las demás materias del área básica: con Introducción a la Ingeniería, en el tema de la estructura de la ingeniería y las líneas de investigación; con Física y Química en la realización de experimentos e inventos, con Matemáticas, en ejercicios de Lógica Matemática, con Comunicación y Lenguaje, en presentación de informes escritos y fluidez mental.

Simultáneamente, para la aplicación práctica, se organizaron experimentos con cultivos, en un vivero construido en la Universidad, donde se reflejan las etapas de la investigación. En esta actividad, el estudiante tiene la posibilidad de trabajar en equipo haciendo el símil de una empresa de cultivos, realiza consulta bibliográfica, trabajo de campo e informe con el análisis de los resultados obtenidos. Paralela a esta actividad se realizan otros experimentos, inventos, ejercicios de fluidez mental, creatividad, estimulación del hemisferio derecho del cerebro por medio del movimiento y de la escritura con la mano izquierda y solución de problemas de lógica.

Este programa se desarrolla desde el segundo período de 1997, y durante cada semestre se ha venido evaluando e implementando. Con el transcurso del tiempo, ha sido flexible en cuanto a su aplicación, considerando los centros de interés y características de cada grupo de estudio, sin perder el propósito y el eje central de la asignatura. Se observa que a pesar de los resultados motivacionales y de interés, o de desarrollo de capacidades, si no se refuerza en los siguientes semestres se puede extinguir el efecto de esta experiencia, en el estudiante.

Se espera validar estas experiencias y/o experimentar otras que permitan realmente facilitar el desarrollo de las habilidades cognitivas y la formación investigativa del estudiante.

ANTECEDENTES TEÓRICOS

Albarracín (1992) en su tesis de postgrado titulada "Actividades que contribuyen a

incrementar algunas operaciones lógicas necesarias para iniciarse en el campo de la investigación, aplicadas a estudiantes de octavo año" Universidad del Tolima, sostiene cómo la ejercitación del pensamiento hipotético deductivo, la capacidad analítica y el manejo de operaciones lógicas, son indispensables en el proceso de la construcción del conocimiento científico.

En esta investigación se diseñaron y aplicaron actividades para incrementar en los estudiantes habilidades en el manejo de algunas operaciones lógicas, consideradas necesarias para iniciarse en la investigación tales como la formulación de hipótesis, la identificación, clasificación y exclusión de variables, operaciones combinatorias y operaciones de proporcionalidad. En la tesis se afirma que si un investigador no puede realizar estas operaciones, difícilmente resolverá un problema, pues no podrá establecer los vínculos de asociación y correspondencia, ni examinar exhaustivamente una hipótesis y presentará dificultad en el establecimiento de relaciones entre los factores del mismo problema y en la representación matemática mediante símbolos.

Perea (1994), en su tesis titulada "La resolución de problemas por investigación, una estrategia didáctica que posibilita los procesos de construcción del conocimiento". Postgrado, Facultad de Química Universidad Pedagógica Nacional, busca familiarizar al estudiante con la metodología científica, lograr un "cambio metodológico" en los alumnos mediante una estrategia basada en la resolución de problemas de estequiometría por investigación, cuando enfrentan problemas de los gases, relacionados con las leyes de Boyle y de Charles.

Aporta también un inventario acerca de los procesos mentales en la resolución de problemas, bajo los enfoques teóricos "Gestaltista", "Asociacionista" y del "procesamiento de la Información".

Recomienda determinar la estructura del pensamiento que poseen los estudiantes mediante la aplicación de pruebas que caractericen el pensamiento formal.

Miguel De Zubiría en sus distintas investigaciones sobre el desarrollo del pensamiento nocional, conceptual y categorial, así como sobre inteligencia, aporta un instrumento a la organización del conocimiento: «Los mentefactos». Mediante este tipo de diagramas va hallando las ventajas de procesar visualmente los conocimientos. Apela a este sistema como un organizador de la gran cantidad de conocimientos, e ilustra su distribución al ejemplo de carpetas, archivadores y macroarchivador.

Inicialmente, los plantea en el pensamiento nocional como mentefactos proposicionales, para lo cual parte de la propuesta de mentefactos de Euler-Venn haciendo el tránsito de los «mentefactos modales» donde se resaltan los preconceptos de PROPOSICIÓN, SUJETO, PREDICADO, LAS RELACIONES (simétricas y asimétricas) y los CROMATIZADORES de los anteriores preconceptos, concluyendo con los «mentefactos conceptuales» como herramientas elevadas de conocimiento.

| MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Existe la posibilidad de hacer del movimiento físico un agente estimulador de la actividad neurocerebral para la adquisición de conocimiento, el aprendizaje y el pensamiento. Esta es una premisa a corto plazo, con un propósito y consecuencias más amplias: activar los procesos de maduración del cerebro para que el estudiante logre, en su estadio correspondiente, utilizar las herramientas propias para la adquisición de niveles de elucubración mental, que en última instancia le permitan acceder al pensamiento científico.

El pensamiento científico requiere ya de ciertas condiciones tales como tener establecidos los instrumentos categoriales que permitan lo especulativo, lo posible, la generalización de leyes, la elaboración de inferencias.

Estos niveles se alcanzarían en el momento apropiado con respecto a la maduración mental del joven, si no se presentaran en el camino ciertas dificultades como es el racionalismo, que ha

caracterizado la educación hasta el momento, y el hábito repetitivo de información, aunado todo esto, a la limitada estimulación sensomotriz en el estudiante, quién, haciendo un cálculo, permanece la mayor parte de su vida académica «sentado».

La posibilidad de que la educación tradicional contribuya a desarrollar la conceptualización y los procesos de pensamiento en los estudiantes es pobre. Por lo general, en nuestro sistema educativo, se hace énfasis en lo racional, dejando de lado lo que significa valoración, emoción, juego, movimiento, creatividad.¹ Así como poca o ningún estímulo hacia lo argumentativo y propositivo.

Esta búsqueda, para mejorar las condiciones educativas y el acceso a la ciencia, requiere recorrer un camino de descubrimiento que al final lleve a identificar estrategias útiles para fomentar el desarrollo del pensamiento en los estudiantes.

Las preguntas que surgen en seguida son, ¿Cómo se relaciona pensamiento y movimiento? ¿Cómo logra el Ser Humano manejar los diferentes instrumentos de conocimiento, que cada vez alcanzan un grado mayor de complejidad y exigen mayores niveles de maduración? Y como consecuencia, ¿Cómo armonizar la interacción entre los sistemas para lograr esa maduración y así el estudiante pueda manejar en el momento que le corresponda la respectiva herramienta de conocimiento?

Para establecer un marco teórico que permita soportar las premisas mencionadas en esta investigación, se tienen en cuenta las teorías que sobre Psicología Genética expuso Jean Piaget, desarrolladas, a su vez, por Miguel y Julián De Zubiría sobre pedagogía conceptual, en el contexto colombiano.

Es así como, De Zubiría (1999) identifica unos componentes en el desarrollo humano formados por sistemas fundamentales a saber: Sistema

¹ DE ZUBIRÍA, Miguel y Julián. Fundamentos de Pedagogía Conceptual. Plaza y Janes, 3^o Ed. Bogotá, 1999 Pág. 128.

Cognitivo, Sistema Psicomotriz y Sistema Valorativo. Se forma un triángulo donde el ideal es su interacción en equilibrio.

En este contexto, en el momento del nacimiento, la vida mental se reduce al ejercicio de aparatos reflejos, según lo describe Piaget² en sus Seis Estudios de Psicología; es decir, de coordinaciones y movimientos organizados en "esquemas de acción". El niño se lleva a la boca todo lo que encuentra, por ejemplo, como si tratara de comprender el objeto mediante su manipulación y utilización. Todo esto y muchas acciones progresivas más, se observan en el niño en edades comprendidas entre el nacimiento y los dos años, período al que se le denomina "sensoriomotriz".

Existe un momento especial donde de repente el niño está listo para manejar pensamiento de mayor complejidad: de una inteligencia sensoriomotriz y práctica, se transforma en pensamiento como tal, bajo la influencia del lenguaje y la socialización que en ese momento realizan su aparición.

Durante la edad comprendida entre los dos y los siete años se instalan las herramientas nocionales del pensamiento, y esta fase corresponde, en términos de maduración a la fase "Preoperacional".

Es cuando aparece la función simbólica, donde se asigna nombre a los grupos de objetos, refiriéndose a los nexos visibles entre ellos. El pensamiento del niño parte de lo concreto para arribar a las clases, prerrelaciones y operaciones representativas.

Las nociones son representaciones simbólicas desde donde el niño puede predicar acerca de lo real y de fenómenos singulares. Son las primeras herramientas gnoseológicas: representaciones para conocer y organizar la realidad experimental.

El proceso ocurre de la siguiente manera: la función simbólica emerge. La organización inteligente (física, social, humana) accede al plano simbólico representativo y es cuando surgen las nociones.

² PIAGET, Jean. Seis estudios de Psicología. Editorial Labor. Bogotá, 1994 Pág. 18.

La maduración de la corteza cerebral lleva al niño, de un pensamiento "simple" a realizar preclasificaciones y prerrelaciones. Este pensamiento se caracteriza por ser irreversible y egocentrista.

Existen diferentes clases de formaciones nocionales: Nociones clasales (pájaros, vasos, personas, niños, rectángulos, perros); Nociones relacionales (arriba, abajo, alto-bajo, derecha-izquierda); transformacionales (romper, halar, botar); operacionales (mecer, peinar, lavar).

"Simples agrupaciones de cosas que comparten una cualidad común... En la actividad de agrupar cosas semejantes se encuentra el fundamento primario del pensamiento humano".³

En esta investigación se hará mayor énfasis en los dos siguientes componentes: el conceptual y categorial, ya que se trabajará con jóvenes entre los quince y los veintinueve años.

Hacia la edad de los siete años y alrededor de ésta, se presenta el segundo "gran salto" y es el poder utilizar otra clase de herramientas: Las conceptuales. Por lo general, es un período de crisis y de cambio que lleva a una transformación. El niño debe adaptarse a una nueva etapa que coincide con la aparición en la mayoría de los casos, de la escolaridad primaria.

Al respecto, Piaget afirma; "Asistimos, en cada uno de los aspectos tan complejos de la vida psíquica, tanto si se trata de la inteligencia, de la vida afectiva, de las relaciones sociales o de la actividad característicamente individual, a la aparición de nuevas formas de organización que completan los esquemas de las construcciones presentes durante el período precedente, y los aseguran un equilibrio más estable, inaugurando una serie ininterrumpida de nuevas construcciones"⁴.

La fase conceptual corresponde al período "operacional concreto". Se manifiesta entre los 7

³ DE ZUBIRIA, Miguel y Julián. Biografía del pensamiento. Colección Mesa redonda. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá, 1989 Pág. 35.

⁴ PIAGET, Jean. Op. Cit. Pág.54.

y los 12 años y es cuando el aparato cognitivo cambia el modo de conocer y los instrumentos. Aquí se utilizan las nociones antiguas de una forma nueva.

La mutación ocurre de la siguiente manera: "Las nociones formadas por clases aisladas van estableciendo nexos (por ejemplo de infraordinación o de supraordinación) con otras clases aisladas y surgen enramados de clases, es decir, sistemas clasificatorios.

Las nociones relacionales (absolutas, binarias, egocéntricas) al romperse gradualmente la óptica privilegiada de un único punto de vista, el del niño preescolar, se relativizan debido al ingreso a la cultura espiritual y sobretodo a las contradicciones con sus compañeros, quienes ven lo mismo desde otra óptica. Pasa de duplas binarias a series relativas (por ejemplo derecha o izquierda) a series relativas "a la derecha de "... y, a la vez, "a la izquierda de"... el jovencito trabaja ahora con prototipos abstractos contruidos sobre los sistemas reales, ya en ningún caso con objetos singulares, ni siquiera con representaciones de los objetos."⁵

El tránsito de una etapa a otra se caracteriza por movimientos de equilibrio, desequilibrio, y equilibrio, internos.

EL SISTEMA COGNITIVO

Este sistema, comprende tres componentes fundamentales: las nociones, los conceptos y las categorías que ocupan un lugar privilegiado para comprender el apre-h-endizaje. A estos componentes los podemos llamar Instrumentos de Conocimiento. Sin estos instrumentos es imposible apre-h-ender información o conocimiento. Esto nos obliga a considerar la génesis de estos instrumentos de conocimiento, ver sus diferencias y como surge uno del otro.

⁵ DE ZUBIRÍA. Fundamentos de Pedagogía Conceptual. Pág. 149-150.

| LAS NOCIONES

Entre los 2 años y los 6 años de vida, surgen los primeros instrumentos de conocimiento, se pasa de un conocimiento puramente práctico al plano de las representaciones simbólicas. Las nociones reúnen las propiedades perceptivas de un conjunto de objetos o acciones o relaciones (carro, tía, respirar).

Constituyen las primeras herramientas gnoseológicas representativas. De esta manera, conocerá la realidad próxima y la realidad experimental, donde todos los conocimientos del niño son particulares, sin ninguna relación entre ellos. Esta caracterizado por ser binario, por ejemplo a la derecha o a la izquierda; también, ego -centrista, es decir, solo tiene un punto de vista, irreversible, ve en una dirección. Por ejemplo, el tendero es vendedor, pero no se da cuenta que este mismo puede ser comprador.

Las nociones solo permiten predicar de las cosas y de los hechos singulares, sin embargo, se dan las primeras pre-clasificaciones. Es decir, se esta en capacidad de agrupar objetos, por ejemplo lápiz rojo, gorra roja...etc. y también se dan las pre-relaciones: unir una noción de un objeto con otra noción para predicar algo. Ejemplo, quiero llorar, quiero triciclo...etc.

| LOS CONCEPTOS

Entre los 6 y los 11 años, los instrumentos cognitivos cambian, y naturalmente el modo de conocimiento, para llegar a una segunda etapa donde las herramientas superan grandemente a las herramientas nocionales. Este cambio es posible que se deba a varios factores entre estos encontramos: maduración rápida de los lóbulos prefrontales y parietotemporoccipitales, cambios en las relaciones sociales, inicio de la escolaridad primaria etc. Lo cierto es que se da un cambio brusco en los instrumentos del conocimiento: las nociones se transforman en conceptos. Sabiendo que la materia prima de los conceptos la constituyen las nociones.

Es así como los conceptos, nacen cuando aparecen los primeros cuantificadores prepo-

sicionales: todos, ninguno, algunos, no todos, la mayoría, etc. y las primeras proposiciones.

Por ejemplo: (Todos) los carros rojos son grandes; (Algunos) carros son rojos y tienen cuatro puertas.

El conjunto de proposiciones que afirman o niegan algo del carro es lo que forman el cuerpo del concepto *carro*.

Los conceptos, a diferencia de las nociones, permiten predicar ya no de una manera singular, sino de forma general, y por lo tanto, generar conclusiones que no están dadas en hechos particulares.

En esta etapa, se alcanza el pensamiento formal; es cuando se está en capacidad para relacionar diferentes elementos. Si con las nociones el pensamiento se caracterizaba por ser binario, egocéntrico, irreversible, ahora en la fase conceptual, se presenta una transformación fundamental: en este punto, el concepto se caracterizará por ser:

1. Reversible, es decir cuando se entiende que la causa es efecto y viceversa. Igualmente, las operaciones simples se van agrupando en sistemas operacionales;
2. Relativo, por ejemplo: a la derecha de, a la izquierda de;
3. Poliarrio, es decir que selecciona entre los múltiples predicados aquellos que se pueden hacer de cada noción.

Ejemplo: *Los carros son rojos, los carros son blancos, los carros tienen cuatro puertas, los carros tienen dos puertas.*

En la fase conceptual, el pensamiento se vuelve cualitativo, y su esencia son las proposiciones, como características más generales que definen una clase de objetos, de relaciones o de operaciones.

Los conceptos entonces son muy simples, pues su función última es simplificar las propiedades que se pueden afirmar de un grupo de acciones, relaciones, operaciones. En esta etapa, se empiezan a crear subsistemas de conceptos, que consisten en

agrupar operaciones y relaciones, siendo este el paso indispensable para pasar al pensamiento categorial.

| LAS CATEGORÍAS

La fase categorial de pensamiento, va desde los 12 años hasta la edad adulta. De los doce a los catorce años, período que se denomina pubertad, el individuo sufre un gran cambio: no es niño, pero tampoco es adulto; es una etapa llena de oscilaciones, en la que está sometido a intensas fuerzas internas y externas encontradas. Buena parte de dichas fuerzas internas proceden de los cambios que acontecen en el sistema cognitivo. Estos cambios fundamentales se caracterizan por:

1. Predominio de lo posible sobre lo real, donde el joven adquiere una postura intelectual del mundo, donde se da un desarraigo de las circunstancias regulares y un interés por cuestiones abstractas, utópicas y fantásticas. El púber aspira desde el escritorio, sin pasar por la investigación, ni tener una descripción completa y coherente de la realidad. Aquí se da entonces, el predominio de lo posible sobre lo real.
2. Aparecen operaciones intelectuales deductivas. En donde se observa un elemento gramatical importante como es la expresión, **SI**, (si, entonces) como un elemento condicional hipotético, que permite unir dos proposiciones, dando origen a una proposición compleja, que se llamará macroproposición. Por ejemplo: "Si Pedro es hermano de Pablo y Pablo es hermano de Rosa, entonces Pedro es hermano de Rosa".
3. Cambio de conceptos en categorías: Se da a partir de los 15 años, donde cada vez se toma más en consideración lo real, se limitan las utopías, y se inician, los fundamentos del pensamiento científico. En esta etapa, ya no se trata de especular sino de sustentar y fundamentar. Y para esto se requiere del arte de la demostración, que no es otra cosa, que una serie de razonamientos encadenados deductivamente, y la argumentación toma forma a través de la discusión con los congéneres.

El preadolescente maneja ya, las operaciones deductivas y se proyecta a la esfera de lo posible, para dominar el pensamiento formal. Aquí, las categorías se originan cuando se está en capacidad de agrupar sistemas de conceptos, con una estructura, un orden, unas interrelaciones. Es decir, es un concepto de conceptos: un sistema conceptual. Por ejemplo, una cosa es la familia y otra es la familia relacionada con un sistema de producción, la clase social etc.

En síntesis, las categorías son instrumentos gnoseológicos complejos, que permiten apropiarse de leyes complejas de sistemas en sus interdependencias, capturando las leyes en su dimensión abstracta. Además, ligan la vida de los sistemas (económicos, políticos, etc.). Así se pierdan de alguna manera las leyes concretas de cada sistema.

| PENSAMIENTO DIALÉCTICO

Una siguiente fase, propia de la adultez, la constituye el pensamiento dialéctico, en la que se logra pasar de las leyes generales que regulan la vida, también general de los sistemas, a la singularidad. La coherencia no estriba sólo en las explicaciones, sino también en su validez. Es cuando se pasa del conocimiento categorial, *abstracto*, al pensamiento dialéctico *concreto*.

OPERACIONES CONCEPTUALES

En el pensamiento conceptual, se reconocen cuatro operaciones intelectuales: la supraordinación, la infraordinación, la isoordinación y la exclusión, las cuales se utilizan para delimitar los conceptos.

Supraordinación e infraordinación

La supraordinación es una relación similar a la infraordinación aunque inversa. Estas se pueden definir como relaciones de inclusión de conceptos dentro de otros. Realizar una supraordinación de un concepto equivale a encontrar otro que lo incluya. Una infraordinación es, al contrario, encontrar un subconjunto de dicho concepto.

Con los conceptos pueden elaborarse jerarquías según el nivel de generalidad de los conceptos.

Por ejemplo, afirmar que un concepto X es más general que un concepto Y, equivale en este caso a decir que todos los elementos del conjunto Y están incluidos en X, o que Y está infraordinado con respecto a X (y X supraordinado a Y). Es así como la supraordinación o infraordinación se asocian a las relaciones de pertenencia.

Vale la pena notar que si se dan todas las infraordinaciones de un concepto clasal, se le está definiendo, desde el punto de vista de los conjuntos, por extensión.

Isoordinación y exclusión

La isoordinación, operación Intelectual del pensamiento conceptual, es una relación particular de dos conceptos clasales, diferente de la inclusión (supraordinación o isoordinación). La isoordinación busca definir características peculiares de los conceptos, relacionándolos con otros.

Las isoordinaciones sirven para definir concretamente los conceptos, expresando sus cualidades y propiedades. En ellas intervienen dos conceptos, el isoordinado y el isoordinante, siendo el primero aquella característica que define al segundo; el último es el que se busca definir.

Una operación similar, aunque inversa a la isoordinación es la exclusión. En ella, también se busca definir al concepto pero ahora mediante diferenciaciones entre conceptos. Esta es una lista de dos o más conceptos clasales que, aunque a priori sean idénticos, son diferentes.

La exclusión podría entenderse como una isoordinación con la relación «ser diferente de» o «no ser igual a». Sin embargo, la exclusión funciona en ambos sentidos. Con esto nos referimos a que si una exclusión es verdadera, igualmente lo será su proposición recíproca (Sí X es diferente de Y, entonces Y es diferente de X). De acuerdo con esto, en las exclusiones solamente existe un tipo de conceptos, los excluidos, de los cuales tiene que haber un mínimo de dos por exclusión.

Como el lector atento habrá notado, para definir un concepto del mismo modo que se

definiría un conjunto por comprensión, bastará con anotar todas las isoordinaciones y exclusiones posibles.

Mentefactos conceptuales

Los mentefactos conceptuales son formas gráficas muy esquematizadas, elaboradas a fin de representar la estructura interna de los conceptos, es decir, son herramientas de representación propias del pensamiento conceptual. De acuerdo con el modelo de la Pedagogía Conceptual, éstos son esquemas alternativos, aunque superiores, a los mapas conceptuales.

El término «mentefacto» proviene de la idea de que si los hombres tienen artefactos, también han de tener mentefactos. Es decir, representaciones mentales de lo que después serán artefactos. De acuerdo con esto, una pelota es tan artefacto como mentefacto es la idea de la pelota; más aún, la pelota sólo existe inicialmente en la mente de los hombres, como mentefacto. Pero como los mentefactos que aquí trabajamos sirven para representar conceptos, la idea de conceptos, se les llama mentefactos conceptuales (existen tantos tipos de mentefactos como tipos de objetos a representar: mentefactos categoriales, arquitectónicos... sin embargo, en el momento en que escribimos este programa, el modelo de la pedagogía conceptual sólo ha creado el modelo de los mentefactos conceptuales.

En los mentefactos conceptuales se representa de manera gráfica la estructura de un concepto.

Se representan los conceptos supraordinados, infraordinados, isoordinados y excluidos a un concepto central. Entre más, mejor. Las supraordinaciones e infraordinaciones serán representadas por medio de uniones entre los conceptos, formando jerarquías de generalidad. En cambio, cuando se realizan isoordinaciones y exclusiones, además de unirse los conceptos, se deben especificar luego, en forma de proposiciones, las relaciones exactas entre ellos (o, en el caso de las exclusiones, explicar en que se diferencian ambos).

En los mentefactos conceptuales se busca representar la estructura de los conceptos. En ellos se representan, de forma gráfica, los resultados obtenidos al realizar las cuatro operaciones básicas del pensamiento conceptual, a saber, la isoordinación, la infraordinación, la supraordinación y la exclusión, con un concepto central.

EL SISTEMA PSICOMOTRIZ

Constituye la conformación de movimientos organizados corticalmente, de carácter voluntario, y excluye movimientos reflejos, automáticos, rutinarios, así como se diferencia de los saberes motrices y singulares, es decir, las técnicas que domina el niño que han sido aprendidas o modeladas.

En la adolescencia se logra el potencial psicomotriz más elevado; sin embargo, en nuestro contexto falta más estudio, experiencia y entrenamiento para lograr que la maquinaria corporal del joven rinda toda su disponibilidad motriz.

Se hace necesario estimular ampliamente actividades como el deporte y el arte, siendo éstas, formas que involucran la totalidad del individuo, en su personalidad total.

El término psicomotriz se respalda en la connotación de psiquismo y movimiento, donde se toma el "psiquismo" como la condición endógena a nivel neurofisiológico, connotada como movimiento interno del cerebro mediante intercambios eléctricos. Este fenómeno se hace partícipe de alguna manera del desarrollo y maduración del sistema cognitivo.

De acuerdo con Dennison (1989), se observa "la función del cerebro humano como un holograma, (es tridimensional), con partes relacionadas como un todo"». De esta manera, el aprendizaje se lleva a cabo si los estímulos para éste se presentan con una orientación multidimensional y multisensorial.

El movimiento, como componente del sistema psicomotriz es la condición exógena a nivel de movimiento físico - corporal, representado por ejercicios que al mismo tiempo que activan el

movimiento interno del cerebro, estimulan las posibilidades de Enfoque, Lateralidad y Concentración.⁶

| ENFOQUE

Por enfoque se entiende la habilidad para cruzar la línea central de la parte que separa el lóbulo posterior (Occipital), donde se encuentra el bulbo raquídeo, y el lóbulo anterior. En ocasiones, los reflejos primitivos conducen a la incapacidad de asumir los riesgos necesarios para expresarse y participar activamente en el proceso de aprendizaje. Se tacha al estudiante de “falta de atención”, “incapacitados para la comprensión”, “retrasados en el lenguaje”, “hiperactivos”. Ocurre que algunos estudiantes están “sobre-enfocados” y se esfuerzan demasiado para comprender o manejar información.

Por este motivo, bajo el ángulo de la gimnasia cerebral propuesta por Dennison, se han experimentado y comprobado movimientos específicos para desbloquear el sobre-enfoque del estudiante, es decir activar el cerebro para la integración posterior – anterior.

| LATERALIDAD

Como lateralidad, se entiende la habilidad para cruzar la línea central entre los dos hemisferios, trabajar en el campo medio y desarrollar un código escrito, lineal y simbólico de izquierda a derecha o derecha a izquierda.⁷

La incapacidad para cruzar la línea central conduce a situaciones de discapacidad para el aprendizaje, se observa que la lateralidad es fundamental para el éxito académico, ya que si cada hemisferio cerebral cumple unas funciones específicas, el lograr utilizar simultáneamente estas posibilidades aumenta la capacidad en el pensamiento.

Existen movimientos que activan el cerebro para ayudar a estimular la integración lateral. “Es

sorprendente ver cómo con sencillos ejercicios ... integrados con técnicas de recientes investigaciones sobre el desarrollo del cerebro, la optometría y el desarrollo motor nos ayudan a descubrir un potencial desconocido e ilimitado que nos abre nuevos horizontes”.⁸

Los dos hemisferios se complementan entre sí y se encuentran relacionados en forma cruzada con cada lado del cuerpo: El hemisferio derecho controla la parte izquierda del cuerpo y el hemisferio izquierdo la parte derecha.

Cada hemisferio cumple una función: El izquierdo se ocupa del lenguaje, los procesos matemáticos, las secuencias y el análisis, mientras el derecho manifiesta los procesos creativos, intuitivos, se encarga de la música, las impresiones visuales, las imágenes, los patrones espaciales, el reconocimiento del color y la habilidad para tratar con ciertas clases de pensamientos intangibles, “ideas” como el amor, la belleza, la lealtad y la fidelidad.

| CONCENTRACIÓN

Es la habilidad para cruzar la línea divisoria entre el componente emocional y el pensamiento abstracto. “Nada puede aprenderse realmente sin sentimiento y sin sentido de la comprensión”.⁹

Se puede considerar el componente emocional como una fase del sistema valorativo, de acuerdo con el enfoque teórico de De Zubiría, y el pensamiento abstracto como elemento propio del sistema cognitivo.

En la presente investigación, se toma el componente emocional y valorativo como variable que interviene en los procesos cognitivos y a su vez, si el sistema psicomotriz influye en la activación cerebral, los movimientos dirigidos a estimular la concentración y el enraizamiento, de acuerdo con la teoría de la Gimnasia Cerebral, cerraría un triángulo de equilibrio, donde la activación de uno

⁶ DENNISON, Paul. Gimnasia Cerebral. Edukinesthetics, Inc, 1989 pag 9.

⁷ DENNISON, Op. Cit. Pag 10.

⁸ GUANEME PINILLA, Inés. Gimnasia cerebral. Guía de ejercicios. International Alliance for Learning. Impreso por Editora Géminis, Bogotá, 2000 p.7.

⁹ DENNISON, Op. Cit, pag 11

de sus componentes (sistema psicomotriz) contribuiría a dinamizar el otro (sistema cognitivo), con la intermediación del componente emocional (sistema valorativo). Se trata aquí de aprender y procesar información sin carga emocional negativa.

De esta manera, el movimiento es la puerta del aprendizaje ya que el estimular, liberar y relajar, por medio del movimiento físico, activa el potencial en los procesos de pensamiento y a su vez, el movimiento, por medio de la gimnasia, contribuye a manejar diferentes bloqueos en el aprendizaje, si se identifican y tratan de manera positiva.

" Todos nosotros estamos aprendiendo a bloquearnos desde el momento en que hemos aprendido a no movernos".

Paul Dennison (1989)

ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA DEL CEREBRO

"Cuando un rayo luminoso penetra en el ojo, cuando un sonido alcanza el oído, cuando un perfume penetra en la nariz, cuando un contacto se establece con nuestra piel, cuando un cuerpo sávido toca la lengua, un mensaje eléctrico nace en las células nerviosas sensoriales, después atraviesa un nervio, y finalmente llega al cerebro, donde es inmediatamente transformado en sensación".¹⁰

En el movimiento de los músculos ocurre algo similar: las ondas eléctricas, producidas por las células cerebrales, son enviadas a los músculos correspondientes. Son ondas que circulan por el cerebro y por todo el sistema nervioso y a este fenómeno los investigadores le llaman influjo nervioso.

Este es diferente de la corriente eléctrica que circula por un conductor metálico, ya que su velocidad de propagación es muy inferior a la de este tipo de corriente. La velocidad de propagación del impulso nervioso en el ser humano, en la mayoría de los nervios, es de 30 a 90 metros por segundo o en el brazo es de 117 y 125 metros

por segundo, mientras que el de la corriente eléctrica es de 300.000 kilómetros por segundo.

Sin embargo, la velocidad del influjo nervioso aumenta con la temperatura, así como con el diámetro de la fibra, mientras que la de la corriente eléctrica no varía.

Estas diferencias se deben a que la onda se vuelve a formar en cada punto de la fibra nerviosa como consecuencia del estímulo de la onda que llega. La fibra y la célula nerviosa se encuentran rodeadas por una capa de electricidad positiva que desempeña la función de envoltura protectora, se puede decir que están polarizadas.

De esta manera, el movimiento representado en ejercicios que desarrollen las funciones de lateralidad enfoque y concentración, pueden producir el movimiento interno del cerebro mediante intercambios eléctricos. **Esta reflexión es altamente significativa, puesto que estos estímulos contribuyen a desarrollar la maduración del sistema neurocerebral y a su vez a preparar el terreno de cultivo para el uso de las herramientas del pensamiento.**

Se llega a la conclusión de que tanto el deporte como el arte no corresponden a simples ejercicios musculares sino que son formas que involucran la totalidad del individuo.

EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO

El pensamiento científico posee procesos fundamentales como son, observar, generar ideas, comprobar e inferir. Procesos todos estos que en su momento interactúan generando conocimientos en diferentes niveles de complejidad.

La generación de ideas se respalda en el pensamiento creativo, siendo sus características, la originalidad, la fluidez, la flexibilidad, la sensibilidad, con procesos como la incubación, la elaboración, la intuición.

Por otro lado, el comprobar rigurosamente, es condición esencial del pensamiento racional, cuyos componentes, la lógica y el análisis desembocan en la generalización.

¹⁰ TOCQUET, Robert. *Biodinámica del Cerebro*. Ed. Tikal, Gerona (España), 1994 pag. 33

De esta manera, los procesos de generalización, producto del pensamiento racional, propios del hemisferio izquierdo, y el momento intuitivo, generado por el pensamiento creativo, propio del hemisferio derecho, se entrecruzan en una especie de “chispazo” que da lugar al descubrimiento, expresado en inferencias científicas.

Si se observa este fenómeno en su conjunto, el estímulo del sistema psicomotriz, facilita el cruce de las líneas medias de enfoque y lateralidad, con un doble resultado, el cruce entre el pensamiento creativo y el pensamiento racional, que finalmente produce las inferencias deductivas respaldadas por la generalización, propias del pensamiento científico, organizado este a partir del sistema cognitivo.

Es interesante analizar los modos de conciencia que cada uno de los hemisferios produce para descubrir como cada uno tiene un papel fundamental en la concepción científica y producción de pensamiento científico, objeto final del presente estudio.

El modo de conciencia del hemisferio izquierdo se relaciona con conceptualización, imaginación teórica, pensamiento, lógica, ritual, roles establecidos, moralidad, dogma, sobrenatural, superstición, repetición, fijación, tecnología, ascetismo (privación sensorial), monarquía, totalitarismo, teología popular.

Modo de conciencia del hemisferio derecho con sensación, percepción, relación física, sentimiento, intuición, creatividad, espontaneidad, compasión, empirismo (observación directa de la naturaleza), natural, ciencia, evolución, ecología, celebración, democracia, misticismo.

Ambas formas de pensamiento pueden funcionar en una misma persona, unas veces en armonía y otras en desequilibrio.

Estas manifestaciones han implicado movimientos culturales en la historia; por ejemplo, las primeras civilizaciones (matriarcales) eran místicas, es decir, se basaban en una orientación hacia el hemisferio derecho. Estos esquemas operativos mentales fueron suprimidos por los

patriarcas, cuya organización social estaba dominada por el hemisferio izquierdo.

Un elemento fundamental de la cultura matriarcal lo constituyó la creatividad artística y científica. La ciencia, tal como se concibe en nuestros días, evolucionó a partir de la cultura báquica: la percepción sensual directa de las cosas, sin prejuicios, es decir, empirismo y objetividad científica.¹¹

“Sabemos, gracias a la misma ciencia, que la separación teórica entre observador y observado, objeto y sujeto, ya no puede ser esperada. Como señaló Werner Heisenberg al formular el principio de incertidumbre, que probó que en el nivel subatómico el acto de observación influencia lo que está observado... la verdadera objetividad de la ciencia pertenece al macrocosmos, la empresa colectiva en que corazonadas, creencias y convicciones intuitivas se confrontan unas con otras en la arena pública y son evaluadas con rigor. A lo que sobrevive lo llamamos conocimiento científico, objetivo. El que conoce siempre será subjetivo y siempre usará su intuición”.¹²

En síntesis, el pensamiento científico es producto de procesos complejos de pensamiento que parten del empleo oportuno de los instrumentos de conocimiento, en este caso una condición esencial es que las herramientas categoriales estén suficientemente consolidadas en la mente del individuo, y que se esté preparando su nivel de maduración neuro-cerebral para ingresar a un nuevo momento del pensamiento: lograr pasar de lo abstracto, nuevamente a lo concreto, en la dinámica de lo dialéctico.

EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y LA INVESTIGACIÓN

La investigación científica y sus conquistas, emergen dentro de la actividad humana con rasgos genéticos, metodológicos y críticos muy definidos.

¹¹ MELDMAN, Louis William. Love, ecstasy, and the mystical experience. Harbinger House, Inc. 1990.

¹² GOLDBERG, Philip. La Dimensión Intuitiva. Ed. Sudamericana, Buenos Aires, 1991 p. 23.

Ni las ciencias formales ni las ciencias experimentales son una prolongación del conocimiento ordinario. Se desarrollan en dominios de objetividad donde aquél es incapaz de resolver -y muchas veces de plantear- los problemas que habitualmente interesan al experto.

El pensamiento científico posee, por otro lado, cánones de validación, pautas de indagación y formas de invención, comunes a sus diversas concreciones disciplinares. En efecto, el proyecto de la sistematización teórica de nuestra imagen de la naturaleza y la sociedad exige en cualquier ámbito de conocimiento científico la formulación de modelos, la ampliación de la experiencia cotidiana, el rechazo del antropomorfismo, así como importantes garantías de intersubjetividad. Se trata de elementos inherentes a un ideal epistemológico que todas las ciencias comparten.

Pero ese ideal posee también una historia, que nace en las antiguas civilizaciones babilónica y egipcia, se concreta en Grecia, es redefinido en el Renacimiento, triunfa en la Ilustración, madura en el siglo XIX, y llega al siglo XXI convertido en la expresión primaria de la racionalidad humana, habiendo servido de soporte a las revoluciones tecnológicas, a la modificación de las relaciones sociales y a los modos de creación de cultura. Por consiguiente, una compenetración profunda y analítica con la naturaleza del pensamiento científico exige atender al menos a tres planos: el de los caracteres genéricos que comparten las ciencias actuales, el de los rasgos singulares que cada una de ellas presenta, y el del trayecto histórico en que se han ido constituyendo las formas de pensamiento científico que hoy consideramos consolidadas.

Es necesario considerar, en la formación del pensamiento científico, el acceso a los modos de reflexión, de inferencia, de control y de invención característicos de la ciencia: en su presente y en su historia. Así como reflexionar acerca de las garantías de certeza, de objetividad, de capacidad explicativa o predictiva, inherentes a esa realidad cultural que en nuestros días goza de un crédito casi ilimitado, la ciencia.

Por tal motivo, el estudiante debe dar los primeros pasos en esta aventura: el desarrollo de sus capacidades intelectuales, la maduración y activación de las estructuras de su pensamiento y así, en la medida en que se cultiva el terreno, encajar su engranaje mental con las condiciones propias del fenómeno científico.

| MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio posee características relacionadas con la Investigación Total, en una mirada analítica donde confluyen elementos de análisis cualitativo y cuantitativo.

Predomina el enfoque cualitativo, donde la validez y confiabilidad se construye en los procesos de interacción con los «investigados» y con la comunidad científica; se busca interpretar y comprender los fenómenos en un ámbito inductivo. La subjetividad es una posibilidad de construcción del conocimiento y a partir de su quehacer, se generan nuevas explicaciones o supuestos.

La muestra es intencional y será igual a la población: La investigación se realiza con estudiantes de primer semestre en la materia Taller de Investigación, en número total de 468 participantes.

En este ámbito, la investigación se desarrolla en las siguientes fases:

- *Evaluación diagnóstica:* Diseño y aplicación de una prueba inicial para identificar la etapa de desarrollo del pensamiento en la que se encuentra el estudiante.
- *Diseño y aplicación de estrategias metodológicas:* ejercicios, juegos, técnicas, materiales de trabajo dirigidos a desarrollar el pensamiento y despertar el interés de los estudiantes por la investigación.
- *Aplicación de pruebas de control:* Aplicación de una prueba de control para observar los posibles cambios en las herramientas de pensamiento de los estudiantes.
- *Seguimiento a los grupos:* Establecer un diario de campo para observar las valoraciones y actitudes que refleja el estudiante en este proceso.

- *Triangulación de la información*: Consistente en el cruce entre los resultados de las pruebas de control, la evaluación de los resultados de la aplicación de las estrategias metodológicas, y el marco teórico.
- Resultados para una propuesta metodológica dirigida a la formación del pensamiento científico en estudiantes.

AVANCE DE RESULTADOS

En esta primera fase se observaron las habilidades de pensamiento que manejan los estudiantes, tomando como referente la teoría de los *Mentefactos Conceptuales*.¹³

ANÁLISIS DE RESULTADOS PRUEBA DIAGNÓSTICA

En la siguiente tabla, se establece el consolidado donde se determinan las relaciones de Isoordinación, Supraordinación, Infraordinación y Exclusión, de acuerdo con la teoría de los mentefactos conceptuales.

La prueba se aplicó a 468 estudiantes de primer semestre de todos los programas de Ingeniería en los años 2002 y 2003. Ver gráficos anexos.

El rango de edad de estos estudiantes está entre los 16 y 21 años, que según la evolución de las

estructuras de pensamiento, corresponden a la etapa categorial, clasificada de esta manera, por los Doctores De Zubiría.

Las respuestas en la relación 1 y 4, con aciertos de 46.3% y 45.3%, respectivamente, relaciones que «incluyen ...» y que «excluyen...», no sobrepasan el 50%, indican que las herramientas intelectuales que maneja el estudiante no están suficientemente consolidadas en los niveles de generalización.

A estos items pertenecen las relaciones de supraordinación y de infraordinación. La Supraordinación, (relación 1), constituye relaciones de inclusión de conceptos dentro de otros. Bajo el ángulo de esta investigación, la mente del estudiante debe realizar operaciones de generalización y análisis. Aquí está en capacidad de extrapolar ejemplos, situaciones, hechos, fenómenos.

La Infraordinación, (relación 4), busca encontrar un subconjunto del concepto en estudio. Este nivel se asocia a relaciones de pertenencia, así como el anterior y se le puede ubicar bajo el ángulo de los conjuntos.

Para los aciertos 2 y 3, con porcentajes de 28.7% y 29.9, respectivamente, relaciones de «contenida en...» y «directamente con...», se denota una clara deficiencia al realizar este proceso mental. La relación entre conceptos y la formación de clases entre clases es deficiente. Falta un 70% para completar las condiciones correspondientes al pensamiento categorial.

¹³ De Zubiría, Miguel. *Pedagogía del siglo XXI: Mentefactos I*, Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera Merino, Fundación Alberto Merani. Bogotá, 2000.

RELACIÓN	No. DE ACIERTOS	PORCENTAJE	CONCLUSIONES
1. Incluye término principal	4547	46.3%	Al estudiante le falta afianzar la relación de supraordinación
2. Está contenida en el término principal	2822	28.7%	La relación de Infraordinación es demasiado baja
3. Se relaciona directamente con el término principal	2744	27.9%	La relación de Isoordinación es muy bajo
4. Se relaciona indirectamente o no posee relación	4453	45.3%	La relación de Exclusión se maneja relativamente

En la fase categorial, el estudiante además de estar listo para manejar elementos condicionales hipotéticos, maneja proposiciones deductivas y forma sistemas conceptuales. La estructura de la prueba, busca observar interrelaciones donde se establecen niveles de conexión entre conceptos. Para establecer estas relaciones se requiere de operaciones intelectuales de abstracción, así como aprehender las leyes en su dimensión abstracta.

Según el diagnóstico arrojado después de la aplicación de la prueba, los resultados muestran deficiencia entre los cuatro niveles de categorización. Así, se puede inferir, que los estudiantes que ingresan a la Facultad de Ingeniería no manejan el pensamiento categorial, por lo tanto pueden presentar problemas para la conceptualización, el análisis y la inferencia deductiva. Esta situación hace más difícil el acercamiento al pensamiento científico.

Este primer diagnóstico consolidado, nos orienta para elaborar el tipo de estrategias a implementar, con el fin de afianzar las herramientas mentales del estudiante.

Una vez tabulada esta prueba diagnóstica, se confirma la apreciación inicial que motivó el presente estudio y reafirma la necesidad de formular estrategias que ayuden al estudiante a desarrollar las funciones mentales y a realizar operaciones intelectuales que le permitan acceder al pensamiento científico.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBARRACÍN BALAGUERA, Carlos. Actividades que contribuyen a aumentar algunas operaciones lógicas necesarias para iniciarse en el campo de la investigación. Ibagué. Universidad del Tolima. 1992.
- DE BONO, Edward. Pautas y Herramientas para Pensar. Bogotá. Editorial Norma. 1999.
- DE ZUBIRÍA, Miguel y Julián. Biografía del pensamiento. Bogotá. Colección Mesa redonda. Editorial Magisterio. 1989.
- Fundamentos de Pedagogía Conceptual. Bogotá. 1999.
- DE ZUBIRÍA, Miguel. Pedagogías del siglo XXI: Mentefactos I. Bogotá. Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera Merino. Fundación Alberto Merani. 2000.
- DENNISON, Paul. Gimnasia Cerebral. Edukinesthetics, Inc. 1989.
- GARDNER, Howard. Estructura de la mente, La teoría de las inteligencias múltiples. México. Fondo de Cultura Económica. 1999.
- GOLBERG, Philip. La Dimensión intuitiva. Buenos Aires. Editorial Sudamericana. 1991.
- GUANEME PINILLA, Inés. Gimnasia Cerebral. Guía de ejercicios. Bogotá. International Alliance for Learning. Editora Géminis. 2000.
- MELDMAN, Louis William. Love, estasy, and the mystical experience. Harbunger. Inc. 1990.
- MORIN, Edgar. Introducción al pensamiento Complejo, Hedisa Editorial, Barcelona, 1990.
- ORTIZ, Elena María. Inteligencias múltiples en la educación de la persona. Argentina. Editorial Bonum. 2000.
- PARRA RODRÍGUEZ, Jaime. Artificios de la Mente. Perspectivas en cognición y Educación. Bogotá. Círculo de Lectura Alternativa. 2003.
- PIAGET, Jean. Seis Estudios de Psicología. Editorial Labor. 1991.
- RODRÍGUEZ ESTRADA, Mauro. El pensamiento creativo integral. Serie Creatividad 2000. McGrawHill. 1997.
- TOCQUET, Robert. Biodinámica del Cerebro. España. Editorial Tikal. Gerona. 1994.