

## ESTUDIO DEL DESARROLLO COGNITIVO EN ALUMNOS QUE CURSAN MATEMÁTICA EN INGENIERÍA COMO BASE DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

AZPILICUETA, Jorge Alberto\* y Alicia LEDESMA\*\*

\* Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Univ. Nac. de Córdoba. Argentina.

\*\* Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

[jorgeazpilicueta@arnet.com.ar](mailto:jorgeazpilicueta@arnet.com.ar)

Campo de investigación: Modelos Mentales; Nivel Educativo: Superior

### Resumen

Hasta el presente se cuenta con pocos datos e investigaciones sobre el desarrollo psicológico en función de la edad, para distintas poblaciones de estudiantes de Matemática. La duda más seria está en la certeza de que las etapas de construcción del pensamiento respondan a los límites cronológicos dados por Piaget (Piaget, 1978; Piaget y Beth, 1980).

Este trabajo plantea como primer objetivo, caracterizar el desarrollo cognitivo en una muestra de población de alumnos que ingresan a los cursos iniciales de Análisis Matemático I. El análisis de las características cognitivas de los alumnos es el punto de partida de un segundo objetivo para iniciar un proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura, el cual se relaciona además, con los docentes y con los contenidos curriculares y programáticos en un contexto metodológico constructivista (Azpilicueta y Ledesma, 2003).

### I. INTRODUCCIÓN

El pensamiento matemático de los alumnos que ingresan en la Facultad de Ingeniería y que cursan Matemática en primer año, es la base de esta investigación educativa. Esto se asume en el marco de la heterogeneidad y diversidad de preparación matemática que tienen los alumnos que egresan de la Escuela Media. Como correspondencia de ello se han observado problemáticas específicas, principalmente aquellas relacionadas directamente con el rendimiento académico y la poca retención de conceptos abstractos propios de la asignatura (Azpilicueta, 2003). Surgen de esta manera los dos problemas fundamentales planteados por el desarrollo de las operaciones matemáticas. El primero consiste en el acuerdo permanente de las operaciones deductivas y la realidad física y el segundo, el de la fecundidad del razonamiento matemático incluido en el anterior (Piaget, 1978).

El pensamiento matemático se elabora, mediante operaciones constructivas. Al respecto, la Teoría de Piaget (Carretero et al, 1998) ofrece en la actualidad la visión más completa del desarrollo cognitivo, tanto por la gran cantidad de aspectos que aborda, como por su coherencia interna y la utilización de una metodología que ha originado resultados muy productivos. Resulta imprescindible por lo tanto conocer cómo es y cómo evoluciona el razonamiento lógico de los alumnos al iniciar los cursos de Matemática, teniendo en cuenta los contenidos de la cognición como “elementos” que organizados de acuerdo a ciertas relaciones, encarnan en la práctica estructuras cognitivas de todo tipo (percepciones, recuerdo, conceptos, operaciones e incluso estructuras o un “objeto cualquiera” de matemática o lógica). Los logros de cada estadio del desarrollo cognitivo son secuenciales, pero a nivel del aprendizaje matemático se visualiza que la etapa de operaciones concretas,

ejercicio de la lógica con los objetos de su entorno y la de las Operaciones Formales, donde se opera de manera “hipotética-deductiva”, son las representativas de este estudio.

La hipótesis planteada en relación a lo expuesto se basa en el desconocimiento sobre el desarrollo psicológico en función de la edad, para distintas poblaciones de estudiantes que inician los cursos de Matemática en Ingeniería, surgiendo la necesidad de tener un Programa Cognitivo, que lleve al mejoramiento de la calidad del proceso de Enseñanza-Aprendizaje en esta materia.

Los objetivos de esta investigación son:

- Caracterizar el desarrollo cognitivo en una muestra de población de alumnos que ingresan a los cursos iniciales de Análisis Matemático I.
- Desarrollar una Planificación que contempla el Conocimiento, la Organización, y el Mejoramiento del proceso cognitivo matemático en el marco de la Organización Educativa.

## II. METODOLOGÍA

Se toma una muestra de 62 alumnos de un total de 532 que inician el curso de Análisis Matemático I, año 2002, en la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Córdoba.

El instrumento de medición utilizado es un test escrito con tres ítems: ITEM A, típico test piagetiano llamado “Test de las Islas” ideado para obtener información sobre la habilidad de reflexionar en función de una relación de variables; ITEM B, un problema de densidad con operaciones de complejidad creciente que pone a prueba la habilidad de razonar en términos de proporciones; ITEM C, entrevista estructurada escrita sobre la actitud hacia la Matemática y el empleo de conceptualizaciones.

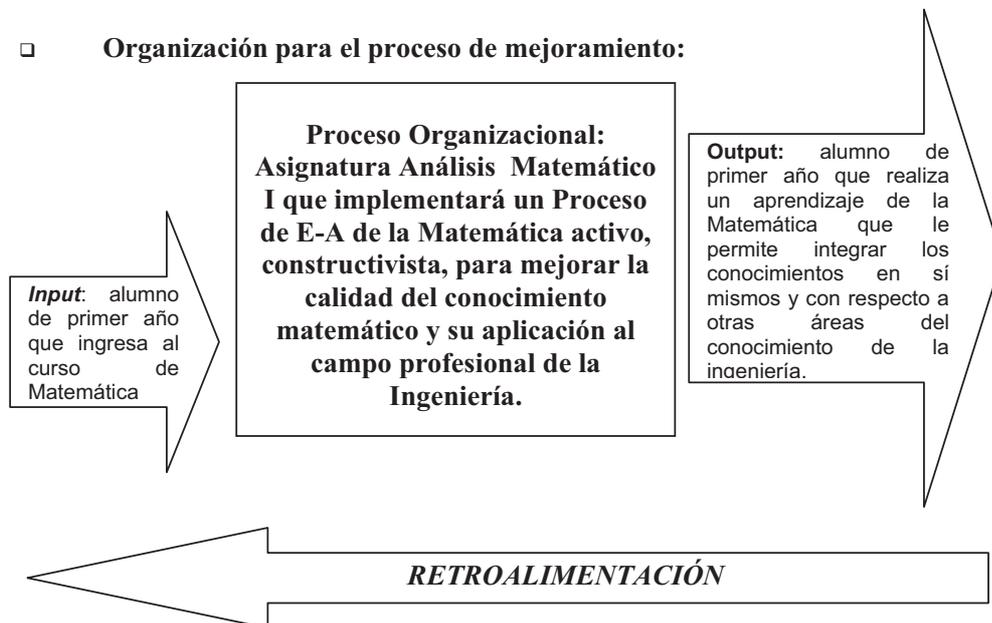
Se realiza un análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico y se propone un estudio integrado que contempla tres fases: Conocimiento, Organización, y Mejoramiento del proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Matemática.

### □ **Conocimientos previos:**

Se han identificado puntos críticos y áreas claves, en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Matemática (Azpilicueta, 2003):

- Metodología de Estudio con predominio de un modelo academicista.
- Docente conductista.
- La materia es el centro del interés.
- Contenidos tratados como compartimientos no integrados.
- Falta de razonamiento y aplicación del conocimiento adquirido.
- Grado alto y medio de dificultad en matemática.
- Bajo rendimiento en la materia.
- Falta de preparación pedagógica de los docentes, para actuar en contextos no tradicionales.
- Falta de gestión y planificación sobre las regularidades funcionales de las situaciones de enseñanza, en la Institución educativa.

□ **Organización para el proceso de mejoramiento:**



### III. RESULTADOS

Para las variables:

- A (ítem) se mide la capacidad de relacionar variables, según las categorías: 1 = no contesta; 2 = contesta mal, pero puede ordenar los datos; 3 = menciona únicamente la relación A-C; 4 = menciona otras relaciones, emplea reversibilidad, ordena datos, relación bipolar; 5 = relación múltiple usando condicional, si A-C... no A-B.
- B1 (ítem) = categoriza el empleo de proporciones con cinco dígitos (uno por cuestión) y de acuerdo a: 1 = no contesta; 2 = contesta mal (no asume la relación m/v (masa/volumen) o manifiesta falta de criterio en los resultados numéricos); 3 = contesta mal pero asume relación m/v; 4 = contesta bien, pero no justifica; 5 = bien y justifica.
- B2 (ítem): califica errores matemáticos cometidos en el ítem B1: 0 = no; 1 = si (error en sumas, restas, multiplicaciones y divisiones).
- C(ítem): mide el nivel de conceptualización alcanzado en Matemática, categorizado con tres dígitos. El primer dígito categoriza el tipo de concepto rescatado, conocimiento teórico: 0 = no contesta; 1 = conceptos puntuales; 2 = conceptos generales; 3 = conceptos incluyentes.

El segundo dígito categoriza la aplicación reconocida para los conceptos seleccionados, conocimiento práctico: 0 = no contesta; 1 = intenta definir; 2 = para saber, aprobar; 3 = menciona aplicaciones prácticas.

El tercer dígito caracteriza la conceptualización en: 0 = no contesta; 1 = interpretación consistente sin contradicciones, con causa-efecto parcialmente estructurada (pensamiento asociativo); 2 = conceptos bipolares, pensamiento comparativo simple y elemental; 3 = pensamiento descriptivo, en función de varios aspectos por separado; 4 = pensamiento explicativo, define por sus características propias o diferencias específicas.

Edad y Sexo; Colegio Secundario del cual egresan caracterizado como: 1 = Comercial; 2 = Bachiller; 3 = Técnico.

Desarrollo Intelectual: 1 = PREO (preoperacional); 2 = CI (concreto inicial); 3 = CA (concreto avanzado); 4 = CA-FI (transicional); 5 = FI-FA (formal transicional).

Los resultados muestran:

- Item A: se manifiesta que el 67% de los alumnos mencionan solo la relación A-C, lo que denota la falta de habilidad para reflexionar en función de una relación de variables.
- Item B1: se observa que ningún alumno contestó el test empleando esquemas de razonamiento pleno formal; un 8% de los alumnos expresa un nivel de razonamiento transicional formal (FI-FA) al operar con proporciones y densidades; un 3% CA-FI (transicional); un 48% CA (concreto avanzado); un 35% CI (concreto inicial) y casi un 5% PREO (pre-operacional). Se rescata en el item B2 que el 76% de los alumnos no tiene errores matemáticos básicos.
- Item C: considerando los tres dígitos como respuesta se observa que los alumnos pueden en un 50% rescatar conocimientos teóricos con conceptos incluyentes o fundamentales. Un porcentaje más elevado 72%, no puede relacionar los conceptos anteriores con el conocimiento práctico, ya que sólo intenta definir y dar algunos ejemplos. En relación a la conceptualización la mayor parte de los alumnos (66%) no contesta, un 10% con predominio de pensamiento asociativo (CI), otro 10% con pensamiento descriptivo (FI) y sólo un 4% pudo manifestar un pensamiento explicativo (FI-FA).
- En relación a la edad el 23% de los alumnos tienen 18 años y se estima que hay un 65% en CA, un 30% en CI y menos del 10% en FI-FA. El mayor porcentaje de alumnos 40,32% responden a 19 años, con predominio de un 50% en CA, un 30% en CI y más del 15% en FI-FA. A más edad el porcentaje mayor está entre CI y CA, no habiendo FI-FA. Casi el 100% de los alumnos en la muestra es masculino.
- Los alumnos procedentes de los colegios Técnicos y Bachiller presentan una distribución muestral semejante con alta proporción de estadio CI (50%), luego le siguen 27% y 35% para CA y un 10 a 7% para FI-FA respectivamente. En el caso del Colegio Comercial el 47% es para CA y un 35% para CI. Los niveles de PREO se encuentran representados en alrededor de un 5% tanto dentro de los Técnicos como en el Comercial.

En base al diagnóstico precedente se observa que el mejoramiento de la calidad de los aprendizajes de los alumnos en Matemática debe referenciarse en un Programa Cognitivo que contemple:

1. Analizar desde un nuevo paradigma de Enseñanza-Aprendizaje el cambio hacia un aprendizaje colaborativo y no sólo individual, centrado en los alumnos y no en el propio rol docente.
2. Mejorar la calidad del proceso de aprendizaje de la Matemática mediante una Planificación que integre el diseño, procesos y resultados a través de: objetivos específicos, contenidos, metodologías, actividades y evaluación.
3. Orientar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje hacia el desarrollo de una plataforma didáctica de la Matemática que enfatice el razonamiento, autoaprendizaje, aprendizaje

colaborativo, uso y análisis de la información y contacto con la realidad a través de resolución de problemas de la vida real.

4. Desarrollar un Programa de Capacitación para los docentes de Matemática en lo pedagógico-didáctico innovando en temas de calidad de los aprendizajes y en metodologías activas como Resolución de Problemas.

#### IV. CONCLUSIONES

Se puede concluir que:

- 1) La mayoría de los estudiantes que inician el curso de Matemática, tiene gran dificultad para emplear esquemas de pensamiento formal, ya que se encuentran mayoritariamente en los estadios CI y CA. Esto implica que operaciones básicas como: operar con proporciones, conceptualizar, adquirir las nociones de conservación de masa y peso, densidad, etc..., se hacen complicadas sin un razonamiento al menos transicional FI-FA.
- 2) La resolución correcta de un problema pone a prueba la capacidad de razonamiento hipotético-deductivo propio del pensamiento matemático, al que llegan el menor número de alumnos. Es preocupante la ausencia de conceptualización matemática observada.
- 3) Las condiciones de aprendizaje de los alumnos no guardan estrecha relación con el tipo de colegio del cual provienen, pero sí con la edad y su desarrollo cognitivo. El mismo está, en un gran porcentaje de alumnos, por debajo de lo que se requiere para la estructura conceptual del curso de Análisis Matemático I en carreras de Ingeniería.
- 4) Es necesario acordar un Programa Cognitivo, basado en el Mejoramiento de la calidad del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Análisis Matemático I en Ingeniería, desarrollando modelos constructivistas que apunten a un rol activo de los alumnos.

#### V. BIBLIOGRAFÍA

Azpilicueta, J. (2003). Enseñanza de la Matemática para No Matemáticos. La Resolución de Problemas como Metodología Activa de Aprendizaje del Análisis Matemático. Tesis de Maestría en Docencia Universitaria. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba.

Azpilicueta, J. A. y A. Ledesma (2003). Administración y Gestión de Procesos para el Mejoramiento Continuo de la Calidad de los Aprendizajes en la Educación Superior. Tesis de Maestría. Universidad Diego Portales. Chile.

Carretero, M. et al (1998). Debates Constructivistas. Ed. AIQUE. Buenos Aires.

Piaget, J. El Preadolescente y las Operaciones Proposicionales. Psicología del Niño. Buenos Aires.

Piaget, J. y E. Beth (1980). Epistemología Matemática y Psicología. España. Grijalbo.