

UNA EXPERIENCIA SOBRE HABILIDADES PARA EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

Analía Mena, [Marta Golbach](mailto:mgolbach@tucbbs.com.ar), Adriana Pérez y [María Rosa Rodríguez](mailto:mrestofan@tucbbs.com.ar).
Facultad Regional Tucumán - Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
m-pappalardo@cgcet.org.ar , mgolbach@tucbbs.com.ar , mrestofan@tucbbs.com.ar

Nivel educativo: Superior

Palabras Claves: Habilidades, Matemática, Diagnóstico, Pensamiento Formal.

RESUMEN

Es explícito el propósito de preparar profesionales creativos, críticos y con habilidades para resolver problemas diversos. Las asignaturas del área Matemática se proponen que los contenidos se aprendan significativamente, por ello los alumnos deberían al menos desarrollar previamente algunas habilidades generales y afianzar el pensamiento lógico formal. El presente trabajo intenta detectar el nivel de desarrollo de habilidades matemáticas, alcanzados por los alumnos ingresantes a una carrera de Ingeniería. Para ello se realizó una prueba diagnóstica, que implicó la puesta en práctica de ciertos procesos cognitivos que integran el grupo de habilidades generales imprescindibles para su trabajo. Del análisis de los resultados se destaca que es insuficiente el nivel alcanzado en el desarrollo de las habilidades traductoras, heurísticas y metacognitivas.

1.- Introducción

En las instituciones de educación superior se hace explícito el propósito de preparar profesionales creativos con capacidad de pensamiento crítico y con habilidades para resolver problemas diversos, teniendo como hipótesis tácita que el dominio de las “habilidades cognoscitivas básicas” favorecerán su desarrollo. En educación los términos conocimiento, habilidad y comprensión suelen confundirse, sin embargo, representan realidades bien diferenciadas. El conocimiento es información disponible. Un alumno conoce cuando reproduce, cuando puede decir *el qué es, el cómo es, el cuándo acerca de un objeto*. La habilidad es algo más, es la puesta en marcha de algo que se conoce. Un alumno es hábil cuando puede decir *para qué es y cómo se usa*. La comprensión implica la aplicación apropiada de conceptos y principio a problemas. De las investigaciones realizadas en el proceso enseñanza – aprendizaje surge que los alumnos ingresan a la universidad con una comprensión muy superficial de los conceptos básicos, almacenando información en forma mecánica y reproduciéndola, sin lograr la adquisición de habilidades que les permitan transferirlos a diversos problemas. Consideramos que la Matemática debe *desarrollar habilidades generales* que le sirvan al alumno para comprender la realidad en la que se encuentra inmerso. También, la conceptualización y significación de los procesos matemáticos, le permiten saber dónde son aplicables y bajo qué condiciones, evitando el aprendizaje mecánico. Existen muchas investigaciones que afirman que un alto porcentaje de ingresantes a la universidad tiene deficiencias para razonar, al nivel de operaciones formales, y para pensar en forma crítica y creativa. Dichas deficiencias causan un descenso progresivo en el desempeño académico de los estudiantes. Su análisis ha llevado a suponer que muchas de estas deficiencias, en cuanto a sus habilidades para pensar, se deben a la falta de estructuras cognitivas debidamente consolidadas para realizar procesos mentales de operaciones formales (Gardner, 1985; Pozo y Gómez – Crespo, 1998). Como el objetivo de las asignaturas del área Matemática es que los contenidos se aprendan

significativamente, los alumnos deberían al menos haber desarrollado previamente algunas habilidades generales y afianzado el pensamiento lógico formal.

De investigaciones realizadas en el marco del Proyecto: “Factores que influyen en el Rendimiento Académico de los alumnos de Matemática de la F. R. T. de la U. T. N. – Indicadores y Estrategias Superadoras”, surge que la mayoría de los estudiantes llegan a la universidad con grandes falencias que arrastran desde etapas previas de la educación formal. Entre ellas, la falta de hábitos de estudio, las diferencias de niveles cognoscitivos, el escaso desarrollo de habilidades y destrezas y la falta de permanencia de los conocimientos adquiridos. Estas les crean serias dificultades de aprendizaje que influyen en su rendimiento.

El presente trabajo, sustentado en las concepciones constructivistas del aprendizaje, tiene por objetivo detectar el nivel o grado de desarrollo de habilidades o procedimientos generales matemáticos, alcanzados por los alumnos ingresantes al primer año de la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información de la F. R. T. Para ello se realizó un estudio exploratorio, mediante una prueba diagnóstica que consistió en la resolución de ejercicios y situaciones problemáticas vinculadas con la vida real, que implicaron la puesta en práctica de los procesos cognitivos de recodificar, comparar, identificar, interpretar, resolver y modelar. Todos ellos integran, según la Dra. Herminia Hernández, un Sistema Básico de Habilidades Matemáticas, que se fundamenta en la teoría psicológica de la actividad, la cual expresa que *“no se puede separar el saber, del saber hacer, porque siempre saber es saber hacer algo, no puede haber un conocimiento sin una habilidad, sin un saber hacer”* (Talízina, 1984).

2.- Marco Teórico

En la concepción constructivista, el conocimiento que un estudiante posee es el resultado de un proceso que realiza a partir de sus conocimientos previos, es decir a partir de su estructura cognitiva. Desde este enfoque, la atención se centra en cómo aprende el individuo más que en qué, por ende el aprendizaje no se ve como la acumulación de conocimientos sino como un conjunto de esquemas o estructuras mentales en las que está organizado el conocimiento. Los modelos de caracterización de las habilidades cognoscitivas, entonces, parten de la hipótesis de que las tareas cognitivas se pueden especificar por los procesos que la componen, por las estrategias utilizadas o por las estructuras de conocimiento involucradas en la solución de una tarea. La mayoría de los acercamientos constructivistas comparten los supuestos de que los estudiantes desarrollan modelos mentales internos para resolver problemas, que prosperan gracias a la experiencia personal y se usan para resolver situaciones similares que se encuentran en la vida cotidiana. Estas hipótesis se han tomado como punto de partida en la búsqueda de nuevos modelos para valorar las habilidades en términos de la capacidad para resolver problemas.

2.1.- Procedimientos o Habilidades Generales Matemáticos

Son modos generales de actuación que permiten poner en movimiento los conocimientos y convertir el aprendizaje en desarrollo del individuo. La presencia de estos procedimientos es insustituible en el quehacer matemático.

Son habilidades generales: Interpretar, Identificar, Recodificar, Calcular, Algoritmizar, Graficar, Definir, Demostrar, Modelar, Comparar, Resolver, Optimizar, Aproximar.

Por el tipo de función que realizan, los procedimientos o habilidades se agrupan en:

- ◆ *Habilidades Conceptuales*: Aquellas que operan directamente con los conceptos (definir, demostrar, identificar y comparar).
- ◆ *Habilidades Traductorales*: Aquellas que permiten pasar de un dominio a otro del conocimiento (interpretar, modelar y recodificar).
- ◆ *Habilidades Operativas*: Aquellas que operan generalmente como auxiliares de otras más complejas y que están relacionadas con la ejecución en el plano material o verbal (graficar, algoritmizar, aproximar, optimizar y calcular).
- ◆ *Habilidades Heurísticas y Metacognitivas*: Aquellas que emplean recursos heurísticos y metacognitivos y están presentes en un pensamiento reflexivo, estructurado y creativo (resolver).

En el estudio exploratorio realizado a los alumnos se contempló la realización de tareas que implicaban la ejecución de los procesos cognitivos de *recodificar*, *comparar*, *identificar*, *interpretar*, *modelar*, y *resolver* que, según la clasificación de H. Hernández [1989, 1990, 1993] y R. Delgado Rubí [1995] constituyen el grupo de las habilidades generales imprescindibles para el trabajo en Matemática. Entre ellas:

✓ *Recodificar*: Es transferir la denominación de un mismo objeto de un lenguaje matemático a otro. Permite la flexibilidad del pensamiento en la resolución de problemas, pues posibilita asumir la resolución del problema desde otra perspectiva, en otro dominio del conocimiento matemático o haciendo reacomodos convenientes del objeto en cuestión. Esta habilidad distingue indefectiblemente al experto del novicio, pues está vinculada al trabajo con lo esencial y no con lo aparente.

✓ *Comparar*: Es establecer una relación entre dos entes matemáticos de un mismo conjunto o clase, asociándolos según determinadas características comunes a ambos.

✓ *Identificar*: Distinguir el objeto de estudio matemático sobre la base de sus rasgos esenciales; determinar si el objeto pertenece a una determinada clase que presenta ciertas características distintivas. H. Hernández y J.R. Delgado Rubí (ob. cit.) sostienen que su ejercitación en el proceso enseñanza-aprendizaje posibilita un dominio adecuado de los conceptos y disminuye la omisión de errores en el quehacer matemático. La formación de esta habilidad complementa al sujeto de un recurso teórico insustituible para la toma de decisiones y la resolución de problemas contribuyendo, por lo tanto, a la formación de un pensamiento matemático riguroso, reflexivo y profundo.

✓ *Interpretar*: Atribuir significado a las expresiones matemáticas de modo que éstas adquieran sentido en función del propio objeto matemático o en función del fenómeno o problemática real de que se trate. Esta habilidad permite adaptar a un marco matemático, el lenguaje de las otras disciplinas objeto de estudio, para luego, en un proceso reversible, traducirlo de nuevo al lenguaje del usuario.

✓ *Modelar*: Es asociar a un objeto no matemático un objeto matemático que represente determinados comportamientos, relaciones y características.

Posibilita el estudio del mundo objetivo que rodea al hombre a través de la simulación y procesamiento matemático de los comportamientos y características de los objetos. En la actualidad la formación de esta habilidad es fundamental.

✓ *Resolver*: Es encontrar un método o vía que conduzca a la solución de un problema matemático. La formación de esta habilidad es una necesidad imperiosa puesto que en ella confluyen recursos cognitivos, metacognitivos y heurísticos. La habilidad de “resolver” un problema presenta un carácter relativo y subjetivo porque aunque el problema esté resuelto para la ciencia y para el profesor, puede ser considerado sin resolver para el estudiante si no conoce las vías de solución.

3.- Metodología

Se seleccionó una muestra aleatoria simple de 235 alumnos de un total de 600 al inicio del cursado de las asignaturas “Álgebra y Geometría Analítica” y “Análisis Matemático I” de la carrera de Ing. en Sistemas de Información de la Facultad Regional Tucumán de la Universidad Tecnológica Nacional. Todos los alumnos que participaron de la experiencia aprobaron un Curso de Ingreso a la Universidad de carácter obligatorio.

Para ello se utilizó un muestreo estratificado por comisiones de los tres turnos de dictado de las asignaturas. Para la recolección de la información se utilizó una prueba diagnóstica semiestructurada con la que se pretendía analizar el desempeño de los estudiantes al enfrentarse con tareas que exigen el dominio de habilidades generales básicas para la matemática y que son, para los alumnos que ingresan a la Universidad, un prerrequisito indispensable. La misma contenía cinco ejercicios:

♦ el primero referido a la transferencia del lenguaje coloquial al simbólico, a los fines de detectar el grado o nivel de la habilidad de **recodificar**. Por cuanto el lenguaje simbólico (matemático, o nivel de desarrollo gráfico) es un agente esencial en el proceso de adquisición del conocimiento. Este ejercicio contaba con cuatro (4) apartados, siendo su puntaje total 2. Para medir el grado de desarrollo de dicha habilidad se consideraron cuatro (4) niveles:

Nivel	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto
Escala	[0, 0.5]	(0.5, 1]	(1, 1.5]	(1.5, 2]

♦ el segundo de respuesta objetiva (verdadero o falso), a los fines de detectar el grado o nivel de desarrollo de la habilidad de **comparar**, por cuanto dicha habilidad esta presente en todo quehacer matemático. Este ejercicio contaba con cinco (5) apartados, siendo su puntaje total 1.75. Para medir el grado de desarrollo de dicha habilidad se consideraron, también cuatro (4) niveles:

Nivel	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto
Escala	[0, 0.5]	(0.5, 1]	(1, 1.5]	(1.5, 1.75]

♦ el tercero de reconocimiento de una función a los fines de detectar el grado o nivel de desarrollo de la habilidad de **identificar** ya que posibilita un dominio adecuado de los conceptos, en el proceso enseñanza-aprendizaje. Este ejercicio contaba con tres (3) apartados, siendo su puntaje total 1.5. Para medir el grado de desarrollo de dicha habilidad se consideraron también cuatro (4) niveles:

Nivel	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto
Escala	[0, 0.25]	(0.25, 0.75]	(0.75, 1.25]	(1.25, 1.5]

♦ en el cuarto se les planteó la resolución de una situación problemática de la vida real, mediante un enunciado gráfico, con el fin de detectar el grado o nivel de desarrollo de la habilidad **interpretar** ya que es de vital importancia que el estudiante no sólo interprete un enunciado sino que también analice el significado de la respuesta obtenida. Su puntaje total fue 2.5. Para medir el grado de desarrollo de dicha habilidad se consideraron nuevamente cuatro (4) niveles:

♦

Nivel	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto
Escala	[0, 1]	(1, 1.5]	(1.5, 2]	(2, 2.5]

♦ y en el quinto se les planteó la resolución de una situación problemática, mediante un enunciado formulado en forma coloquial, con el fin de detectar el grado o nivel de desarrollo de las habilidades de **modelar, resolver e interpretar**. Su puntaje total fue 2.25. En este ejercicio se midieron tres (3) habilidades y para cada una de ellas se consideraron dos (2) niveles:

Nivel	Escala
No hizo/ Mal	0
Bien	1

En la realización de las tareas pedidas y particularmente en la resolución de la situación problemática, el alumno tuvo que recurrir a procesos que requieren el uso del lenguaje simbólico, la ubicación de sistemas de referencias y la utilización de esquemas de razonamiento lógico-matemáticos correspondientes al pensamiento lógico formal.

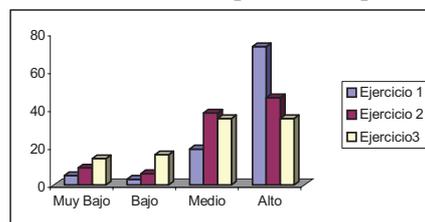
3.1.- Análisis de los Resultados

Los resultados obtenidos de las pruebas diagnósticos son:

Distribuciones Porcentuales de los Niveles de las Habilidades Recodificar, Comparar e Identificar

Niveles Alcanzados	% alumnos-Ejercicio 1	% alumnos-Ejercicio 2	% alumnos-Ejercicio3
Muy Bajo	5	9	14
Bajo	3	6	16
Medio	19	38	35
Alto	73	46	35

Al comparar los resultados obtenidos en los tres ejercicios se destaca el porcentaje de alumnos que alcanzaron el nivel más ‘alto’ en la habilidad recodificar, que casi duplica en el mismo nivel a las otras habilidades. Esto nos lleva a pensar que la habilidad traductora de recodificar está incorporada en la mayoría de los alumnos. Son similares los porcentajes de alumnos que alcanzaron los niveles ‘medio’ y ‘alto’ en las habilidades conceptuales de identificar y comparar, concentrándose en estos dos niveles la mayoría de los alumnos.



Distribución Porcentual de los Niveles de la Habilidad Interpretar

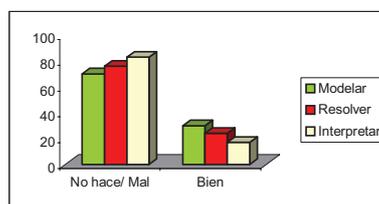
Niveles Alcanzados	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
% alumnos-Ejercicio 4	76	76	76	76

Como se observa en el cuadro, un alto porcentaje de alumnos no logran interpretar correctamente el enunciado del problema, ya que el porcentaje de alumnos que alcanzaron los niveles ‘medio’ y ‘alto’ es de sólo un 22%. Esto pone en evidencia las dificultades e inconvenientes que tienen los estudiantes en la resolución de un problema planteado en forma gráfica. O sea que no saben atribuir significado matemático a una situación problemática de la vida real, mostrando un escaso nivel de desarrollo en la habilidad traductora de interpretar a diferencia de la de recodificar.

Distribución Porcentual de los Niveles de las Habilidades Modelar, Resolver e Interpretar

Niveles Alcanzados	Modelar % Alumnos Ejercicio 5	Resolver % Alumnos Ejercicio 5	Interpretar % Alumnos Ejercicio 5
No hace/ Mal	70	76	83
Bien	30	24	17

Resolver un problema matemáticamente presupone interpretar un enunciado formulado en forma coloquial para modelar, es decir generar una representación matemática útil de una situación real, para luego resolver e interpretar los resultados obtenidos. Del análisis de los resultados surge que el 70% de los alumnos no logró interpretar bien el enunciado, sin lograr la modelación del problema propuesto, por cuanto ni siquiera intentan esbozar una respuesta. Esto refleja el escaso desarrollo de la habilidad de construir modelos matemáticos a partir de un enunciado. Es preocupante el pobre desempeño de los alumnos, lo cual nos induce a pensar que los mismos no han desarrollado satisfactoriamente, capacidades que de acuerdo a la teoría piagetiana del desarrollo de la inteligencia caracterizan el pensamiento lógico formal.



El análisis descriptivo de la variable “Puntaje Total” obtenida con la prueba diagnóstica aplicada a la muestra seleccionada fueron:

N	Media	Mediana	Mín	Máx	1er Cuartil	3er Cuartil	Dist. Intercuart	Desv Estándar
235	5,34	5,00	0,00	10,00	4,25	6,75	2,50	2,06

De la tabla se observa que el promedio obtenido de 5,34 fue alcanzado especialmente con el desarrollo de los ejercicios 1 a 3, donde se midieron los niveles de las habilidades que operan directamente con los conceptos. Si se considera que un buen rendimiento académico debiera ser de siete (7) o más, el que se obtuvo con esta prueba no es el esperado. También, se ve que aproximadamente el 25% de los alumnos obtuvo 4,25 o menos, mientras que aproximadamente el 25% de los alumnos obtuvo 6,75 o más. Debido a los resultados obtenidos se quiso indagar si existían algunas otras razones que justifiquen el comportamiento de esta variable. Para ello se agruparon los datos según fueran alumnos inscriptos o reinscriptos.

El análisis descriptivo de la variable “Puntaje Total” obtenida con la prueba diagnóstica aplicada a los alumnos inscriptos fue:

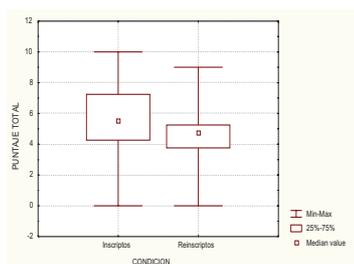
N	Media	Mediana	Mín	Máx	1er Cuartil	3er Cuartil	Dist. Intercuart	Desv.Estándar
145	5,78	5,50	0,00	10,00	4,25	7,25	3,00	2,14

Para los alumnos reinscriptos fue:

N	Media	Mediana	Mín	Máx	1er Cuartil	3er Cuartil	Dist. Intercuart	Desv.Estándar
90	4,66	4,75	0,00	9,00	3,75	5,25	1,50	1,75

De ambas tablas se observa que los valores de la media, mediana y máximo son menores en el grupo de los reinscriptos. También, la desviación estándar y la distancia intercuartil son menores, lo que significa que los puntajes en este grupo presentan menor variabilidad. Se observa claramente en el diagrama tipo caja para cada grupo.

Box Plott del Puntaje Total clasificado según su condición de Inscriptos o Reinscriptos



Los Box Plott de la variable puntaje total para los dos grupos muestran que esta puede ser considerada una variable aleatoria normal. Por ello, para comparar las medias se puede realizar un test paramétrico de comparación de medias de los dos grupos, bajo el supuesto de que las varianzas de las poblaciones son

desconocidas y distintas. Se obtiene para el estadístico del test el valor $F = 1,487703$ con $p\text{-value} = 0,043023$ por lo que se rechaza la hipótesis nula al 5%. Es decir las medias de los dos grupos son diferentes.

4.- Conclusiones

Del análisis de los resultados se puede concluir que las habilidades conceptuales están suficientemente desarrolladas en los estudiantes, dado que su desempeño fue en general muy bueno, mientras que surgieron marcadas deficiencias en el grado de desarrollo de las habilidades traductoras, heurísticas y metacognitivas. Por ello, es conveniente proponer otras metodologías de enseñanza y estrategias cognitivas generales que estimulen el desarrollo del pensamiento lógico formal y el logro de habilidades cognitivas y metacognitivas. Respecto al comportamiento cognitivo global de los estudiantes de la muestra, se puede señalar que es muy bajo el porcentaje de alumnos que posee un buen nivel de conocimientos matemáticos previos, que le sirvan de basamento para el aprendizaje de los nuevos contenidos. Esto se acentúa en los alumnos reinscriptos, donde se observa que el 75% de los alumnos han obtenido un puntaje menor que el valor promedio de los inscriptos. Esto nos lleva a sugerir que se profundice en el estudio de las causas de estos resultados.

Bibliografía

Coll, C., Pozo, J., Saravia, B., Valls, E. (1992). *Los contenidos en la Reforma Enseñanza y Aprendizaje de Conceptos, procedimientos y Actitudes*. Madrid, España: Santillana.

Delgado, J. (1995). *Un Sistema de Habilidades para la Enseñanza de la Matemática*. Memorias de la IX Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa. La Habana, Cuba.

De Sánchez, M. (1991). *Desarrollo de habilidades del pensamiento. Razonamiento verbal y solución de problemas*. México: Trillas.