



I CEMACYC

I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

6 al 8 noviembre. 2013

i.cemacyc.org

Santo Domingo, República Dominicana



Resultados de un proyecto investigativo en Matemática para ingeniería

María de Lourdes **Bravo** Estévez.

Departamento de Matemática, Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Cuba

lbravo@ucf.edu.cu

Domingo **Curbeira** Hernández.

Departamento de Matemática, Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Cuba

dcurbeira@ucf.edu.cu

Yohanna de la Caridad **Morales** Díaz.

Departamento de Matemática, Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Cuba

ymorales@ucf.edu.cu

Migdalia de los Milagros **Torres** del Toro.

Departamento de Matemática, Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Cuba

mtorres@ucf.edu.cu

Resumen

Los profesionales relacionados con el perfil ingenieril, en su ciclo de formación básica constan de la Matemática Superior como una de sus disciplinas, sin embargo, es muy discutido las dificultades que afronta el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina. Es por ello, que un conjunto de profesores se motivaron en desarrollar un Proyecto de Investigación para contribuir al “Perfeccionamiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática en carreras de ingeniería”. Es objetivo de este trabajo presentar los resultados del proyecto, con la implementación de una estrategia didáctica centrada en estrategias de aprendizaje para el desarrollo de habilidades matemáticas. Los resultados se manifestaron en las diferencias significativas entre el antes y el después de aplicada la estrategia en cada una de las acciones de las habilidades: calcular límite, demostrar continuidad y representar funciones relacionadas con las habilidades espaciales, lo que condujo a niveles cualitativamente superiores en las mismas.

Palabras clave: investigación, enseñanza – aprendizaje, Matemática, ingeniería.

Introducción

En el ciclo de formación básica de los ingenieros aparece la Matemática Superior como una disciplina básica, ya que esta contribuye a completar, en cierta medida, el sistema de conocimientos matemáticos que necesita el futuro ingeniero para fundamentar los modelos matemáticos que se presentan en la resolución de problemas ingenieriles. Además, desarrolla el pensamiento lógico –deductivo, la formación lingüística, las operaciones mentales generales como el análisis, la síntesis, la generalización y la abstracción, así como el pensamiento heurístico y creativo. (MES, 2007). Sin embargo, por casi todos es sabido, que la Matemática en los diferentes niveles de enseñanza y no queda excepto el nivel superior, es un proceso complejo tanto para enseñarla, tarea de los profesores; como para aprenderla por parte de los alumnos.

La obtención de bajos resultados académicos y/o calidad en el proceso docente – educativo de la disciplina de Matemática Superior o General en las carreras de ingeniería, así como el pobre desarrollo del razonamiento lógico y a la vez creativo ante una determinada situación que requiere del conocimiento matemático o de sus herramientas para su solución, motivó a un conjunto de profesores encargados de la enseñanza de esta disciplina a realizar un proyecto de investigación que contribuyera al “Perfeccionamiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática en carreras de ingeniería”. Para ello, fue necesario en un primer paso analizar los planes de estudio, en lo que respecta a esta disciplina, de las carreras de Ingeniería Informática, Industrial, Mecánica, Química y Agronomía que son objeto de investigación y que a su vez son las que se estudian en la universidad en que laboran dichos profesores.

Al adentrarse en el análisis de los programas de las carreras ingenieriles, se vio la necesidad de buscar diferencias y aspectos comunes, es decir, de realizar un estudio comparado que permitiera posteriormente cumplir el objetivo final de elaborar estrategias para el perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática para estas carreras. Luego se aplicó un diagnóstico de necesidades y el análisis de sus resultados permitió identificar los elementos lógicos, principales o de base, del conocimiento con dificultades en la enseñanza de la Matemática en las carreras de ingeniería que son de interés en la investigación. En base a lo obtenido, se propone el estudio y diseño de una estrategia didáctica que les permita a los alumnos que se forman como ingenieros ser entes activos en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática, reconociendo su aplicabilidad en su futura profesión.

Los propósitos de la investigación, en resumen, estuvieron dirigidos en primer lugar a presentar el proceso y resultados de la aplicación del método comparativo en el estudio de los planes de estudio de las carreras de ingeniería que se estudian en la universidad, en lo que respecta a la disciplina Matemática Superior y/o General. En segundo lugar a exponer los resultados del estudio diagnóstico realizado, para detectar los elementos lógicos del conocimiento que intervienen directamente en la enseñanza de la Disciplina Matemática Superior, como formas invariantes del conocimiento y que aún presentan dificultades los alumnos de las carreras de ingeniería. En tercer lugar a elaborar la estrategia didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Disciplina Matemática en carreras de ingeniería, centrada en estrategias de aprendizaje para el desarrollo de habilidades matemáticas. Y por último, implementar la estrategia y valorar la efectividad de las mismas.

Por lo que el objetivo del presente trabajo es presentar los resultados del proyecto de investigación que contribuye al “Perfeccionamiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática en carreras de ingeniería”.

Desarrollo

La investigación tuvo cuatro etapas fundamentales que son:

Estudio de los planes de estudio de las carreras de ingeniería seleccionadas, en lo que respecta a la disciplina matemática superior y/o general.

La educación ha hecho uso de la comparación, vista como un comportamiento, un conocimiento o enfoque de la realidad educativa. Para que una investigación en el campo de la educación comparada pueda ser considerada comparativa debe contener cuatro pasos fundamentales: descripción, interpretación o aplicación, yuxtaposición y comparación. (García, 1991)

Para el trabajo que ocupa, en los pasos de la descripción e interpretación o explicación el grupo de trabajo se situó en la realidad que va a comparar analizando los planes de estudio de las carreras de ingeniería que serán objeto de comparación (Mason, 2004). Se toma en cuenta la trayectoria histórica por la que han transcurrido los programas de la Disciplina Matemática Superior y/o General según los diferentes planes de estudio de forma general. Luego, son observados los elementos que contienen tales programas y se determina qué aspectos de los mismos se quieren comparar para ordenarlos.

Seguidamente, se realizó la yuxtaposición, situando los elementos o aspectos a comparar dos a dos en paralelos, ordenados en una tabla de forma apaisada y afrontando los datos que fueron elaborados en los pasos anteriores. De la confrontación se desprende una información sobre sus semejanzas y diferencias, que en realidad es la primera parte de una comparación completa.

Por último, el paso cuatro el de “la comparación”, donde se establecen relaciones entre dos o más fenómenos de un mismo género. De este paso se emiten las conclusiones del estudio por cada elemento determinado en los primeros pasos, las que son:

1) Fundamentación de la disciplina.

En las Carreras de Ingeniería Industrial e Informática está reflejada la necesidad de la disciplina, de cómo esta desarrolla los fundamentos de la formación de un especialista dado que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos con los cuales reflejan los rasgos cuantitativos de los fenómenos que estudia. En Ingeniería Mecánica y Química de forma concisa se describen los aportes de esta disciplina en la formación del ingeniero desde todas las aristas de su contribución. En Ingeniería Agrónoma determinan que el problema de la disciplina está dado por uso racional de las herramientas matemáticas y de cómputo para evaluar la información, procesarla y establecer criterios de valor.

2) Objetivos educativos e instructivos.

En las Carreras de Informática e Industrial se declaran los mismos objetivos educativos e instructivos y tienen una estrecha relación con los establecidos por la Carrera de Ingeniería Mecánica. Mantienen cierta correspondencia los que asume la Carrera Ingeniería Agrónoma pero siendo más concisos. En la Ingeniería Química se resumen los objetivos educativos e instructivos declarados por el resto de las carreras en uno solo, respectivamente.

3) Sistema de conocimientos.

En la Carrera de Ingeniería Informática, no aparece declarado lo relacionado con la solución de ecuaciones en derivadas parciales. Los sólidos solo se reciben en Matemática II en la Carrera de Ingeniería Mecánica, el resto de las ingenierías no lo tienen declarado.

4) Sistema de habilidades.

El sistema de habilidades declarado por las Carreras de Ingeniería Informática e Industrial es el mismo, teniendo correspondencia con las Carreras de Mecánica, Agronomía y Química en función del sistema de conocimientos para cada una de estas.

5) Sistema de valores.

Los valores universales comunes en las carreras ingenieriles son la responsabilidad, la honestidad, la laboriosidad y la honestidad.

6) Sistema de evaluación.

En todas las carreras el sistema de evaluación se sustenta sobre la base de trabajos de control, seminarios y exámenes finales escritos; en el caso de Agronomía se propone además la realización de trabajos extraclases.

7) Bibliografía.

En las Carreras de Ingeniería Industrial, Informática, Química y Mecánica se observa gran semejanza entre los textos básicos. En Agronomía, se explicitan pocos libros y no se precisa si son básicos o complementarios.

Diagnóstico de necesidades a estudiantes participantes en el proceso docente educativo de las carreras seleccionadas.

En este trabajo se hace referencia al Diagnóstico de Matemática, en sus tres funciones: de búsqueda, exploración e identificación, reguladora-orientadora, interventiva-preventiva y potenciadora (González, 2011). Se asume por los autores de este trabajo para el diagnóstico, una prueba de conocimientos y destrezas con el objetivo de conocer el grado, con que los estudiantes dominan determinada materia. La información obtenida resulta de gran importancia para planificar las alternativas o estrategias en función de las dificultades de los estudiantes.

El diagnóstico se centró en el trabajo con funciones desde su definición, propiedades y representaciones gráficas hasta incluir elementos de la Geometría Analítica. Las mayores dificultades en los elementos lógicos del conocimiento se concretaron en: relacionar los conceptos de inyectividad y función inversa e identificar si una función dada es o no inyectiva, identificar si un objeto dado es un representante del concepto de función, la modelación matemática de una situación dada de la práctica haciendo uso del concepto de función, identificar la región limitada por las gráficas de las funciones y las propiedades al tipo de función, identificar el concepto de límite de una función real e identificar el lugar geométrico en el espacio dado por su ecuación.

Con el diagnóstico quedó ilustrado que existen deficiencias significativas entre lo que debe ser aprendido e interiorizado por los estudiantes desde el punto de vista conceptual en el tema de funciones, de ahí la necesidad de buscar las vías metodológicas que pueden ser empleadas para lograr la plena participación activa y consciente de los estudiantes.

Diseño de la estrategia didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática.

Mientras que la pedagogía estudia todo tipo de proceso educativo en sus distintas manifestaciones, la didáctica atiende sólo el proceso más sistemático, organizado y eficiente que se ejecuta sobre fundamentos teóricos realizado por el profesorado, esto es, estudia los procesos de transmisión y comunicación de conocimientos específicos. Álvarez (1999:3) define la didáctica de cualquier materia como la: “Ciencia que estudia el proceso docente-educativo”. La didáctica para una determinada materia, como las Matemáticas, es definida por Rico, Sierra & Castro (2000:352) como: “La disciplina que estudia e investiga los problemas que surgen en educación matemática y propone actuaciones fundadas para su transformación.”

Uno de los aspectos más discutidos por la didáctica de una disciplina en particular, es el estudio de las dificultades del alumnado y el desarrollo de potencialidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una determinada materia, para lo que es útil entre otros aspectos la implementación de estrategias didácticas que les permita a los alumnos ser entes activos de su propio aprendizaje, en función de diseñar actividades que generen un conocimiento para su posterior aplicación en el perfil de su profesión.

Las estrategias de enseñanza son los métodos, técnicas, procedimientos y recursos que se planifican de acuerdo con las necesidades de la población a la cual van dirigidas y que tiene por objeto hacer más efectivo el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Pacheco, 2008). El diseño, selección y empleo de estas estrategias deberá ser producto de la planificación de las condiciones que favorezcan el aprendizaje. (Bravo, 2002)

El diseño del plan de acciones de la estrategia didáctica propuesta es el siguiente:

- 1) Caracterizar en una etapa previa a la aplicación de la estrategia didáctica los elementos básicos que intervendrán en ésta directamente, los que son: los estudiantes, el profesorado de la disciplina y la disciplina (Matemática Superior). Realizar actividades de carácter metodológico entre los profesores de la disciplina Matemática Superior, relacionados con la estrategia didáctica y de aprendizaje que lleva como núcleo central.
- 2) Utilizar métodos productivos, fundamentalmente la conversación heurística, para la elaboración de conceptos y búsqueda de vías de solución de un problema.
- 3) Realizar ejercicios portadores de información.
- 4) Analizar y discutir varias vías de solución de un problema. La búsqueda de otras vías de solución del problema permite el desarrollo del pensamiento lateral, además de promover una participación activa del estudiante que es determinante en el discurso. Aunque realmente esta acción consume tiempo, si se sabe aprovechar el debate representa un enriquecimiento de la aplicación del saber matemático y del desarrollo de la comunicación.
- 5) Elaborar y utilizar guías de estudio cuya estructura contenga: asignatura, año, tema, objetivos generales y específicos, sumario, pre-requisitos, bibliografía, tareas, sistema de ejercicios y auto-examen; como de apoyo para un aprendizaje colaborativo.
- 6) Elaborar “estrategias de aprendizajes como núcleo central” de la estrategia didáctica que contengan un conjunto de acciones o algoritmos, a modo de una base orientadora para la acción, de modo que contribuya al desarrollo de habilidades en los estudiantes.

- 7) Resolver problemas modelados y/o modelar vinculados con el perfil de la carrera. Una forma de motivar el estudio de las matemáticas es mostrando su utilidad en problemas relacionados con el campo de la ingeniería.
- 8) Utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como medio de enseñanza y herramienta de trabajo.
- 9) Evaluar el desarrollo formativo e instructivo adquirido en la disciplina.

Las estrategias de aprendizaje, se consideran el núcleo central de la estrategia didáctica. Claxton (1994:122) expone que: “Las estrategias de aprendizaje ofrecen una sucesión de opciones de “recursos” que se pueden utilizar para que el aprendizaje continúe o para volverlo a la vida cuando muere; y cada vez que este tipo de estrategia produce algo prometedor, este producto se puede devolver al ámbito específico del problema para trabajar con él con mayor precisión”.

En muchos casos las estrategias están relacionadas con técnicas algorítmicas. En la enseñanza de las Matemáticas es común su uso por varias razones que expone con claridad Calvo (2001), aunque reflexiona muy particularmente sobre el uso abusivo de parte del profesorado de las mismas, proponiendo enfrentar la dimensión técnica a la conceptual de la actividad con una coordinación constante entre ambas.

El autor Pérez (2012) aborda la obra de Vigostky (1977) como plataforma para estimular estrategias de aprendizaje desarrolladoras considerando aportes de indudable valor los siguientes: el carácter mediatizado de las funciones psíquicas superiores, la importancia del contexto como elemento mediatizador del aprendizaje y el desarrollo, la idea de que el aprendizaje precede al desarrollo, ley de la doble formación de los procesos psicológicos, el concepto de Zona de Desarrollo Próximo y su planteamiento de los niveles de ayuda como basamento para la formación de estrategias de aprendizaje para el desarrollo, concepción de la personalidad de manera integral, desde un enfoque de proceso, resaltando la unidad cognitivo-afectivo en la personalidad y el carácter activo del sujeto.

Un factor importante en las estrategias de aprendizaje es la utilización del trabajo cooperativo (Dibut, 2012), pues favorece la autorregulación del aprendizaje, la asunción de responsabilidades, la participación de todos y todas, las habilidades comunicativas orales, la ayuda mutua, el respeto, la empatía entre otras. No es un trabajo fácil, pues no se produce solo colocando físicamente al alumnado en grupos, hay que estructurar la actividad de manera que promueva a contar con los demás para realizar la tarea, asignar responsabilidades al alumnado y combinar de manera equilibrada el trabajo individual con el trabajo en grupo. (Punset, 2011)

Las estrategias de aprendizaje que se proponen en este trabajo están en función de desarrollar determinadas habilidades que son: calcular límite de una función real de una variable real, demostrar continuidad (clasificar discontinuidades) y graficar funciones relacionadas con el desarrollo de las habilidades espaciales. Las que aparecen seguidamente:

Tabla 1

Estrategias de aprendizaje para desarrollar la habilidad calcular límite de una función real de una variable real:

ACCIONES	OPERACIONES
Clasificar el tipo de límite con respecto hacia donde tiende la variable independiente y/o el	Identificar si el límite es en un punto $x \rightarrow a$ o es en el infinito $x \rightarrow \pm\infty$.
	Identificar la función en: polinomiales, racionales, irracionales, trigonométricas y sus inversas, exponenciales, logarítmicas, potenciales; las combinaciones de

tipo de función.	estas y en particular las funciones definidas por partes o por tramos.	
Analizar si la función es definida por partes o tramos.	Determinar los límites laterales. Comparar los resultados, si son iguales existe el límite de la función en ese punto o en el infinito.	
Analizar si se obtienen: Casos especiales: $\frac{L}{\infty}, \frac{L}{0}$ Formas indeterminadas: $\left(\frac{0}{0}, \frac{\infty}{\infty}, 0 \cdot \infty, \infty - \infty, 1^{\infty}, 0^0, \infty^0\right)$	Evaluar la función en el punto (si $x \rightarrow a$) o analizar según el tipo de función, lo que sucede con los valores de la función cuando la variable independiente se hace infinitamente grande o infinitamente pequeña ($x \rightarrow \pm\infty$). Aplicar las propiedades de las operaciones aritméticas. Identificar la forma indeterminada, si es que se llega a alguna.	
Eliminar la indeterminación, en caso de que exista.	Si es $\frac{0}{0}$ realizar:	Transformaciones algebraicas-Límite fundamental trigonométrico-Infinitesimales equivalentes-Regla L'Hospital.
	Si es $\frac{\infty}{\infty}$ realizar:	Transformaciones algebraicas-Regla de Leibnitz-Infinitos equivalentes-Regla L'Hospital.
	Si es $0 \cdot \infty$ realizar:	Transformar en $\frac{0}{0} \frac{0}{\infty} = \left(\frac{f}{1/g} \quad 0 \quad \frac{g}{1/f}\right)$
	Si es $\infty - \infty$ realizar:	Transformar en $\frac{0}{0} \frac{0}{\infty}$
	Si es 1^{∞} realizar:	Transformar en $0 \cdot \infty$ y luego en $\frac{0}{0} \frac{0}{\infty}$ Límite Fundamental Algebraico (LFA)
	Si es 0^0 realizar:	Transformar en $0 \cdot \infty$ y luego en $\frac{0}{0} \frac{0}{\infty}$
	Si es ∞^0 realizar:	Transformar en $0 \cdot \infty$ y luego en $\frac{0}{0} \frac{0}{\infty}$
Calcular el límite.	Calcular y llegar a un resultado que puede ser: un número real "L" (según definición de límite este existe) o tender a $\pm\infty$ o simplemente no existe.	
Dar una respuesta de acuerdo a la convergencia.	Clasificar la función en: Convergente o divergente.	

Tabla 2

Estrategias de aprendizaje para desarrollar la habilidad demostrar continuidad (clasificar las discontinuidades).

ACCIONES	OPERACIONES
Determinar el valor de la función en el punto.	Sustituir el valor del punto en la función. Analizar si la función está definida en el punto.
Calcular el límite de la función en el punto.	Determinar los límites laterales, si es necesario. Comparar los resultados, en cuanto a su existencia e igualdad.
Comparar el valor de la función en el punto y el límite de la función en el punto.	Determinar la igualdad o desigualdad. Obtener un resultado: continua o discontinua.
Clasificar la discontinuidad, si existe.	Identificar: Si al menos uno de los límites laterales es ∞ - Si los límites laterales son desiguales -Si el valor de la función en el punto no existe o no coincide con el límite de la función en el punto.

Tabla 3

Estrategias de aprendizaje para el desarrollo de la habilidad graficar funciones relacionadas con el desarrollo de las habilidades espaciales.

ACCIONES	OPERACIONES
Identificar el lugar geométrico, dada su expresión analítica.	Determinar el lugar de identificación 2D o 3D. Determinar si la ecuación es cuadrática o lineal.
Discutir y trazar una superficie plana y cuádrica.	Determinar interceptos con los ejes coordenados. Determinarlas trazas sobre los planos coordenados. Simetría respecto a los planos coordenados, ejes de coordenadas y origen. Secciones planas paralelas a los planos coordenados. Extensión. Representación gráfica, en el primer octante.
Representar un sólido en el primer octante.	Determinar e identificar las superficies limitantes. Representar todas las superficies limitantes en un mismo sistema de coordenadas. Determinar las rectas y curvas de intersección de las superficies limitantes tomadas dos a dos. Delimitar el sólido y reforzar el contorno.
Representar las proyecciones en los planos coordenados.	Trazar rectas proyectantes paralelas entre si y perpendiculares al plano de proyección (planos coordenados) por los vértices o varios de los puntos de las curvas que limitan las superficies que forman el sólido. Unir los puntos obtenidos.

Es necesario conocer, comprender e interiorizar la estructura de las habilidades en acciones y operaciones y que para formarlas se deben realizar cara al desarrollo de una determinada actividad. En la formación de habilidades, desde el punto de vista psicológico se cuenta con una de las teorías de las más difundidas, la Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (Galperin, 1986). Para Galperin la acción, de acuerdo a sus funciones, se puede dividir en: orientadora, ejecutora y de control. La primera se caracteriza por la utilización de un conjunto de condiciones que entran en el contenido de la Base Orientadora para la Acción (BOA). (Talízina, 1992)

Implementación de las estrategias de aprendizaje y valoración de la efectividad de las mismas.

Las estrategias de aprendizaje fueron aplicadas en el transcurso del año 2012, es decir, segundo semestre del Curso Escolar 2011-2012 y primer semestre del Curso Escolar 2012 – 2013. Para ello se explica a continuación la aplicación en cada uno de los casos y el análisis de los resultados obtenidos por habilidades.

Estrategia de aprendizaje para calcular límite de una función real de una variable real y estrategia de aprendizaje para demostrar continuidad de una función real de una variable real. Primeramente se tuvo en cuenta si los estudiantes, en este caso de la Carrera Ingeniería Mecánica, dominan o no las acciones previstas para cada una de las habilidades (cálculo de límite y demostración de la continuidad) en dos momentos, antes de aplicar la estrategia y después de aplicada la misma, es decir, el diseño del experimento es del tipo antes - después. Como los datos son binarios, se selecciona para el análisis estadístico la Prueba de McNemar.

La prueba McNemar se utiliza normalmente en una situación de medidas repetidas, en la que la respuesta de cada sujeto se obtiene dos veces, una antes y otra después de que ocurra un

evento especificado. La Prueba de McNemar determina si la tasa de respuesta inicial (antes del evento) es igual a la tasa de respuesta final (después del evento), por lo que esta prueba es útil para detectar cambios en las respuestas causadas por la intervención experimental en los diseños del tipo antes-después. Al aplicar la Prueba de McNemar se obtiene los resultados que se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 4

Resultados de la aplicación de la estrategia de aprendizaje para calcular límite.

Estadísticos de contraste^b						
	A1_A y	A2_A y	A3_A y	A4_A y	A5_A y	A6_A y
	A1_D	A2_D	A3_D	A4_D	A5_D	A6_D
N	25	25	25	25	25	25
Sig. exacta (bilateral)	,002 ^a	,500 ^a	,008 ^a	,002 ^a	,031 ^a	,008 ^a

a. Se ha usado la distribución binomial.

b. Prueba de McNemar

Como puede observarse que solo la segunda acción no tiene un nivel de significación (nivel de significación $\alpha < 0,05$), pues las diferencias en el antes y después son mínimas, la mayoría de los estudiantes logran tanto en el antes como en el después identificar cuando una función está definida por partes, es un aspecto que se trabajó con fuerza en el Curso Introductorio. Sin embargo, el cálculo del límite para una función con esta característica sí tiene dificultades, que aún con la aplicación de la estrategia se mantiene los problemas lo que se refleja en la acción 2 de la estrategia de continuidad que no se obtiene significación pero a diferencia de la anterior, no logran el dominio de la acción en el antes ni en el después. El resto de las acciones observar que sus niveles están por debajo de 0,05. Al aplicar la Prueba de McNemar para demostrar continuidad se obtienen los resultados que se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 5

Resultados de la aplicación de la estrategia de aprendizaje para demostrar continuidad y discontinuidad (clasificar discontinuidades).

Estadísticos de contraste^b				
	C_A1_A y	C_A2_A y	C_A3_A y	C_A4_A y
	C_A1_D	C_A2_D	C_A3_D	C_A4_D
N	25	25	25	25
Sig. exacta (bilateral)	,063 ^a	,125 ^a	,000 ^a	,004 ^a

a. Se ha usado la distribución binomial.

b. Prueba de McNemar

Las dos primeras acciones no alcanzan el nivel de significación, la acción 1 casi lo alcanza a pesar que es un contenido de la enseñanza media los alumnos tienden a obviarlo y la acción 2 ya fue comentada en el estrategia anterior.

Estrategia de aprendizaje para graficar funciones relacionadas con el desarrollo de las habilidades espaciales. Se aplica dicha estrategia en el Curso 11-12, a los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Mecánica. En este caso se toma como muestra a un total de 23 estudiantes. Se miden cada una de las operaciones que componen las acciones, en tres momentos diferentes antes, durante y después, obteniéndose los siguientes resultados.

En el caso de la acción, Identificar el Lugar Geométrico dada su expresión analítica, se mide en una evaluación escrita, correspondiente a una clase práctica, antes de conocer las operaciones de dicha acción, lo que arroja lo siguiente:

Tabla 6

Identificar en un 1er momento

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2	14	60,9	60,9	60,9
	3	2	8,7	8,7	69,6
	4	4	17,4	17,4	87,0
	5	3	13,0	13,0	100,0
	Total	23	100,0	100,0	

Puede observarse que sólo 13% logra identificar correctamente los lugares geométricos dados, y que un 60,9%, tiene graves problemas en este sentido. Ya en la prueba parcial ocurre lo siguiente:

Tabla 7

Identificar en un 2do momento

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2	7	30,4	30,4	30,4
	3	1	4,3	4,3	34,8
	4	7	30,4	30,4	65,2
	5	8	34,8	34,8	100,0
	Total	23	100,0	100,0	

En este segundo momento donde los estudiantes ya conocen los detalles de la estrategia, los porcentos de identificación correcta se elevan, siendo significativa la disminución de los que desapruaban, un 30,4%.

En la prueba final (3er momento), último instrumento aplicado, los resultados son relevantes en esta acción. Pues solo el 4,3%, un solo estudiante, no logra este indicador como se refleja en la figura:

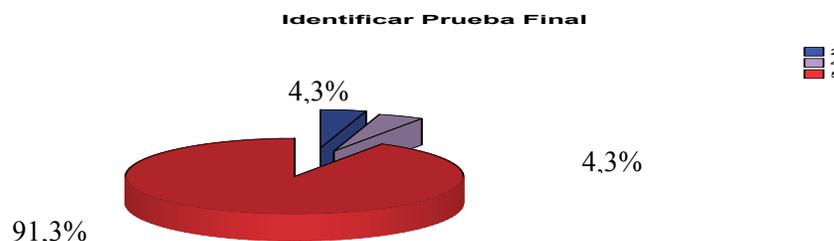


Figura 1: Resultados (tercer momento) de la acción Identificar el Lugar Geométrico.

También se aplica la Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, en el caso de la acción: *Representación de un sólido en el primer octante*, para analizar cómo se comportan algunas de las operaciones que en ella se incluyen. Esta prueba constituye una prueba no paramétrica pues no plantea hipótesis sobre parámetros, o de distribución libre porque no establecen supuestos

demasiado exigentes sobre las poblaciones originales de donde se muestrea.

Tabla 8

Resultados de la Prueba Wilcoxon

	Representan todas las superficies SC pf - pe	Representar todas las intersecciones pf - pe	Logran obtener el sólido pf - pe
Z	-3,289(a)	-3,573(a)	-3,089(a)
Sig. asintót. (bilateral)	,001	,000	,002

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Según los resultados de la tabla anterior, y observando que la significación asintótica bilateral está basada en los rangos negativos, lo cual permite contrastar las hipótesis de homogeneidad de los momentos analizados contra la superioridad del tercer momento con respecto al primero, y como todos los valores mostrados son menores que 0,05 podemos rechazar el criterio de homogeneidad, por lo tanto los resultados en estos tres indicadores analizados son evidentemente significativos en el tercer momento que fue la prueba final.

Luego de arribar a las conclusiones parciales anteriores en cada uno de los acápites señalados, el grupo de trabajo llegó a las siguientes conclusiones generales, que constituyen a su vez las de este trabajo.

Conclusiones

1. Al aplicar el método comparativo para analizar los aspectos comunes y diferentes en los programas de la Disciplina Matemática Superior y/o General para las carreras de ingeniería se concluyó que: las carreras de mayor similitud en todos los aspectos comparados son las de Industrial e Informática. La disciplina en las distintas carreras difieren en el número de asignaturas y en la distribución de los contenidos, siendo más comunes los sistemas de conocimientos de Álgebra Lineal y Geometría Analítica y Matemática I y II.
2. El diagnóstico aplicado a los alumnos de las Carreras de Ingeniería Industrial, Informática, Mecánica, Química y Agrónoma, permitió: conocer, analizar, evaluar, la realidad de los elementos lógicos del conocimiento en los estudiantes de ingeniería, relacionados con trabajo con funciones desde su definición, propiedades y representaciones gráficas, hasta incluir elementos de la Geometría Analítica.
3. El estudio del papel de las estrategias didácticas en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática contribuyó a: diseñar de forma general una estrategia didáctica cuyo núcleo central sea un conjunto de estrategias de aprendizaje para el desarrollo de habilidades matemáticas de forma que los alumnos participen de forma activa en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática Superior y/o General.
4. Con la implementación de la estrategia didáctica, centrada en estrategias de aprendizaje para un conjunto de habilidades que deben desarrollar los alumnos en el primer año de las carreras de ingeniería, se obtuvieron los siguientes resultados: que existen diferencias significativas entre los resultados del antes y el después en cada una de las acciones de las habilidades “calcular”, “demostrar” y “representar gráficamente estrechamente

relacionada con las habilidades espaciales y que se logra un desarrollo cualitativamente superior en el desarrollo de las habilidades estudiadas.

El trabajo hasta aquí realizado permitirá particularizar en estrategias de aprendizaje en cada núcleo básico del sistema de conocimientos de esta disciplina para las carreras de ingeniería.

Referencias y bibliografía principales

- Álvarez de Zayas, C. (1999). *La escuela en la vida*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Bravo Estévez, M. (2002). Una estrategia didáctica para la enseñanza de las demostraciones geométricas. Tesis doctoral, Universidad de Oviedo. (España).
- Dibut Toledo, L., Bravo Estévez, M. & De León Rodríguez R. (2012). The study guide as a tool for the cooperative learning in the teaching-learning process of the Mathematics: a Cuban experience for the engineering degree. Comunicación aceptada en ICME-12. Korea.
- Calvo Pesce, C. (2001). *Un estudio sobre el papel de las definiciones y las demostraciones en cursos preuniversitarios de Cálculo Diferencial e Integral*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona. (España).
- Claxton, G. (1994). *Educación mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. [Londres]: Visor Distribuciones, S. A.
- Galperin, P. (1986). Sobre el método de formación por etapas de las acciones mentales intelectuales. En Galperin, P. *Antología de la psicología pedagógica y de las edades*. La Habana: Pueblo y Educación, 114-117.
- García Garrido, J. L. (1991). *Fundamentos de educación comparada* (3era edición). Madrid: Dykinson.
- González Tirado, R. & González Maura, V. Diagnósticos de necesidades y estrategias de formación docente en las universidades. Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad de La Habana. Disponible en: www.rioei.org/deloslectores/1889Maura.pdf [Consulta: 17/8/2011]
- Massón Cruz, R. M. (2004). *Un punto de partida para la reflexión sobre la periodización en la Educación Comparada*. Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- MES, Ministerio de Educación Superior (2007). Programa de la disciplina: Matemática General. Carrera: Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática, Ingeniería Agrónoma, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química. Plan de estudios D. La Habana.
- Pacheco, M. (2008). Estrategias de enseñanza. Disponible en: <http://portal.educar.org/foros/estrategias-de-ensenanza>. [Consulta: 16/2/2012]
- Pérez González, J. (2012). El enfoque histórico-cultural: plataforma para estimular estrategias de aprendizaje desarrolladoras. Disponible en: <http://www.ilustrados.com/tema/12309/enfoque-historico-cultural-plataforma-para-estimular.html>. [Consulta: 16/2/2012]
- Punset, E. (2011). El trabajo cooperativo: una estrategia metodológica para desarrollar competencias. Disponible en: <http://irmadel.wordpress.com/2011/01/18/el-trabajo-cooperativo-una-estrategia-metodologica-para-desarrollar-competencias/> [Consulta: 16/8/2011]
- Rico Romero, L., Sierra, M. & Castro, E. (2000). Didáctica de la Matemática. En Rico Romero, L. y Madrid Fernández, D. (Eds.). *Fundamentos didácticos de las áreas curriculares*. Madrid: Síntesis, S. A., 351-406.
- Talízina, N. (1992). *La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares*. México: Ángeles.
- Vigotsky, L. (1977b). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.