



***FORMACIÓN DE LA HABILIDAD PROFESIONAL: “DISEÑAR
SOLUCIONES Y VISIONAR ESTRATEGIAS CON RIGOR CIENTÍFICO”,
DESDE EL TRATAMIENTO DE LOS CONCEPTOS DEL CÁLCULO
INTEGRAL***

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Autor: MSc. Domingo Curbeira Hernández

Tutor (a): Dra. C. María de Lourdes Bravo Estévez

Profesora Titular

Tutor (a): Dra. C. Gisela Bravo López

Profesora Titular

Consultante: MSc. Ing. Damayse R. Pérez Fernández

Profesora Auxiliar

Cienfuegos

2013

Agradecimientos

A mis padres y a mis hermanos por apoyarme desde su modesta posición.

A la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, por haberme dado la oportunidad de continuar preparándome como profesional.

A la Dra. C. María de Lourdes Bravo Estévez y a la Dra. C. Gisela Bravo López por ser mis tutoras.

A la Dra. C. Nereyda Moya Padilla, por su valiosa contribución y apoyo.

A todos mis compañeros del departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería, por el apoyo constante.

Al MSc. Pedro Roberto Suárez Surí, por su valiosa ayuda y contribución

A la Filóloga, Lic. Rosa María Hernández por su apoyo en la revisión ortográfica del documento de tesis.

A mi tía Ana Curbeira Cancela, por su ejemplo, por su constancia y por todo lo que ha representado para mí a lo largo de mi carrera.

Al CEDDES de la Universidad de Cienfuegos por contribuir con mi formación profesional.

A Marcos, por brindarme su ayuda incondicional.

Dedicatoria

A mi madre y a mi padre por entender lo importante que es para mí la realización de esta obra.

A mis hermanos Marlene y Alfonso por darme su apoyo.

A mis amigas Teté y Yohanna que están siempre presentes.

A Lourdes y a Gisela que me aceptaron como su aspirante y me han guiado en esta gran obra.

A Nereyda por su valiosa contribución.

A Roberto Suárez por sus enseñanzas.

A Manolito por orientarme en todo lo que he necesitado.

Al CEDDES de la Universidad de Cienfuegos por permitirme ser un mejor profesional.

A ti Marcos, que permites que continúe luchando por la vida.

Síntesis

La formación de profesionales capaces de enfrentar los cambios y las exigencias cada vez más elevadas de la sociedad del siglo XXI, tanto en lo social como en lo laboral son uno de los retos más apremiantes que enfrentan las instituciones universitarias cubanas. Esto significa que no basta con egresar profesionales bien preparados en el orden cognitivo e investigativo, se hace necesario egresar profesionales competentes, comprometidos, creativos y versátiles, capaces de dar respuesta a los principales problemas de su profesión, preparándose para enfrentar y resolver las nuevas situaciones que se presenten. Estudios realizados por diferentes investigadores han constatado la existencia de un alto grado de espontaneidad en la estructuración del sistema de habilidades, en particular las habilidades profesionales y de un carácter fragmentado de las acciones y las operaciones que se realizan a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje para su implementación. En esta investigación se presenta una estrategia didáctica dirigida al proceso de formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial en la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos. En el informe escrito se aportan los fundamentos teóricos para el proceso de formación de habilidades profesionales a través de la disciplina Matemática General desde el primer año. La investigación se desarrolló con un enfoque dialéctico materialista, asumiéndose una metodología, con enfoques epistemológicos y un paradigma cuantitativo con complementariedad y combinación en las técnicas empleadas. La aplicación de instrumentos permitió la validación tanto de los fundamentos teóricos expuestos como la viabilidad de la aplicación de la estrategia didáctica, dicha propuesta, facilita a profesores y estudiantes en formación la comprensión y organización del proceso docente educativo, en aras de la formación del profesional competente, comprometido con su país, que necesita la empresa cubana del presente siglo.

Introducción.....	1
CAPÍTULO I “LA FORMACIÓN DE HABILIDADES PROFESIONALES EN EL INGENIERO INDUSTRIAL DESDE EL TRATAMIENTO DE LOS CONCEPTOS DE LA DISCIPLINA MATEMÁTICA GENERAL”	14
1.1-La enseñanza de la Matemática en la formación profesional inicial del Ingeniero Industrial.....	14
1.2-La formación y el desarrollo de habilidades	17
1.2.1- La teoría de la actividad de A. N. Leontiev.....	21
1.2.2- La teoría de la formación por etapas de las acciones mentales de P. Y. Galperin.....	22
1.3 - Las habilidades profesionales.....	25
1.3.1- La habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”	30
1.4- El tratamiento metodológico de conceptos y definiciones matemáticas	34
1.4.1- Ideas de Vigotsky sobre el tratamiento de conceptos	41
1.5- Las estrategias didácticas, su implicación en el proceso de formación de habilidades profesionales	46
Conclusiones del Capítulo.....	49
CAPÍTULO II “ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA CONTRIBUIR A LA FORMACIÓN DE LA HABILIDAD PROFESIONAL: DISEÑAR SOLUCIONES Y VISIONAR ESTRATEGIAS CON RIGOR CIENTÍFICO, DESDE EL TRATAMIENTO DE LOS CONCEPTOS DEL CÁLCULO INTEGRAL EN EL PRIMER AÑO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL”.....	50
2.1- Estructura metodológica del proceso de elaboración e implementación de la estrategia didáctica	50
2.1.1- Diagnóstico y resultados del estado de preparación de los estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial para el proceso de formación de habilidades profesionales	51
2.2- Fundamentos filosóficos, psicológicos, pedagógicos y epistemológicos que sustentan la propuesta de la estrategia didáctica	53
2.2.1- Reflexiones didácticas para la concepción de las acciones de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial.....	57
2.3- Proceso de investigación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico “.....	59

2.3.1- Momento I: Concepción general de la estrategia didáctica.....	61
2.3.2- Momento II: Acciones y operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General y las de la habilidad profesional	65
2.3.3- Momento III: Evaluación de la estrategia didáctica.....	75
2.3.4- Momento IV: Implementación de la Estrategia Didáctica	76
2.4- Consideraciones didácticas para el tratamiento de los conceptos del Cálculo integral y para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”	79
Conclusiones del Capítulo.....	82
CAPÍTULO III “ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA”	84
3.1- Caracterización de la muestra y de los expertos	85
3.2- Análisis y discusión de los resultados de la aplicación del Método Delphi en el proceso de validación de la estrategia didáctica	88
3.3- Diseño del cuasiexperimento con prepruebas y postpruebas y grupos intactos.	96
3.4- Análisis y discusión de los resultados de la aplicación de los instrumentos a los estudiantes para la validación de la implementación de la estrategia didáctica.	97
3.4.1- Las pruebas pedagógicas aplicadas a los estudiantes.	98
3.4.2- Las encuestas aplicadas a los estudiantes.	101
Conclusiones del capítulo.....	108
Conclusiones.....	110
Recomendaciones	111

*Los conceptos y principios fundamentales de
la ciencia son invenciones libres del
espíritu humano.
(Albert Einstein 1879-1955)*

Introducción

Entre las profesiones que en las últimas décadas ha experimentado cambios en sus prácticas, contenidos y presencia en la sociedad está la ingeniería, profesión que se encuentra ligada con el desarrollo histórico de la sociedad. La importancia social que tiene la ingeniería está relacionada con el logro del bienestar social y ha pasando a convertirse en un ingrediente estratégico del desarrollo económico e industrial de la nación.

La ingeniería es la aplicación sistemática del conocimiento científico en el desarrollo y la operatividad de la tecnología y es una ciencia en sí misma. Sin embargo, expresa Jaramillo (1999) que es importante establecer la diferencia entre el científico y el ingeniero: el científico descubre patrones en los fenómenos para tratar de entender el mundo que nos rodea y busca demostrar que la teoría explica los datos; el ingeniero busca esos mismos patrones para manipular el mundo y elaborar diseños de ingeniería que funcionen. El científico apunta hacia el descubrimiento de nuevos conocimientos, útiles o no, mientras que el ingeniero lucha por aterrizar el conocimiento antiguo o nuevo y lo usa para resolver las necesidades de la humanidad.

En el campo de las ingenierías se tiene la Ingeniería Industrial, cuyo propósito es, según Hudson (1996), diseñar, establecer y mantener los sistemas administrativos para una eficiente operación. Así, el Instituto de Ingenieros Industriales (IIE) (2009) considera que el Ingeniero Industrial puede ser visto como el agente gestor del mejoramiento de la productividad. Sus esfuerzos se dirigen a implementar el mejor proceso de producción, a través del diseño de sistemas integrados que involucran los aspectos más importantes de una empresa tales como: los empleados; los materiales utilizados; la información, los equipos, incluyendo las nuevas tecnologías y por supuesto, la energía disponible.

Podría decirse que la Ingeniería Industrial, con el conjunto de sus especialidades, es una de las más generales de las ingenierías y el ingeniero debe estar capacitado para adaptarse a cualquier sector empresarial, debe saber dónde encontrar la solución y cómo aplicarla al problema que se le presente, por lo que dicha ingeniería es un campo interdisciplinar con aplicaciones industriales, de servicios,

comerciales y de gestión. El Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) (2005), la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) (2005) y los autores del Modelo del Profesional del ingeniero industrial cubano (2007), plantean que la Ingeniería Industrial abarca el diseño, la mejora e instalación de sistemas integrados de hombre, materiales y equipos. Con sus conocimientos especializados y el dominio de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de diseño y análisis de ingeniería, permite predecir, especificar y evaluar los resultados a obtener de tales sistemas.

A partir de la misión de la Ingeniería Industrial se pueden determinar cuáles son las macrohabilidades (anexo XX) del Ingeniero Industrial que, de acuerdo con el ICFES (2005), la ACOFI (2005) y, con lo señalado en el Modelo del Profesional del ingeniero industrial cubano (2007), son las siguientes:

- Modelación de fenómenos y procesos,
- Resolución de problemas mediante la aplicación de las ciencias naturales y matemáticas,
- Comunicación efectiva y eficaz,
- Análisis, diseño y evaluación de componentes o procesos organizacionales y
- Planeación, diseño y evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental).

A modo de conclusión, el Ingeniero Industrial está capacitado para diseñar modelos de fenómenos y procesos, apoyándose en las ciencias naturales y las matemáticas, haciendo uso de un lenguaje lógico, simbólico y gráfico para desarrollar análisis, diseño y evaluación de esos fenómenos, proponer soluciones viables a problemáticas estudiadas y gestionar proyectos de Ingeniería Industrial como respuesta a esas problemáticas, mediante herramientas propias de la profesión, valiéndose de los conocimientos, destrezas y metodologías adquiridos de naturaleza científica, técnica, tecnológica y profesional, e incorporando las mejores prácticas de Ingeniería.

Para lograr un adecuado proceso de formación de las macrohabilidades que se señalaron, las matemáticas tienen una importante incidencia. En opinión de Zaldívar (1998), razonar con rigor y precisión, traducir un problema del mundo real a un problema matemático, discriminar datos para la solución de un problema, diseñar estudios experimentales, expresar gráficamente datos, controlar el error cometido al solucionar un problema, interpretar físicamente la solución de un problema, analizar y predecir el comportamiento de un sistema a partir de un modelo, utilizar herramientas computacionales, entre otros, permiten al ingeniero el análisis y la previsión del comportamiento de distintos sistemas, donde le corresponda desempeñarse, según sea su especialidad.

Hernández y Soriano (1999) señalan que las matemáticas son el soporte insustituible de los avances tecnológicos y comunicacionales de una sociedad altamente tecnificada, que exige un especial esfuerzo de formación y preparación de sus miembros, tanto para vivir en ella, como para incorporarse a las tareas productivas y adecuarse a las continuas mejoras y cambios. Su conocimiento resulta determinante para que los individuos puedan entender, interpretar y analizar las distintas y complejas situaciones que tienen lugar en el mundo físico, social y cultural en el que vivirán los mismos.

Además, refieren Guzmán (1991), Chamoso (1995) y Calderón (1996), que el universo se rige por leyes naturales, de las cuales es imposible prescindir, donde las matemáticas son hasta el momento una de las mejores ciencias para poder entender esas leyes y sus interrelaciones. El diseño de una estructura, operar máquinas, el comportamiento poblacional, la optimización de un proceso, son caracterizados mediante modelos matemáticos.

Precisamente la disciplina Matemática General tiene una alta presencia en el ciclo básico de formación del currículo de la carrera Ingeniería Industrial en Cuba. Como fue declarado, esta ciencia tiene relación con los elementos antes mencionados del Modelo del Profesional cubano del Ingeniero Industrial, el ICFES y la ACOFI. Esto evidencia los retos que asume la enseñanza superior del presente siglo, es decir, lograr que los futuros profesionales que se preparan encuentren en el proceso de formación profesional los mecanismos mediante los cuales se eleven los motivos por la profesión que han elegido, lo que supone un alto compromiso, implicación e interés por las diferentes actividades propias de la formación profesional inicial.

El autor de esta investigación señala que, entre los aspectos más importantes que deben ser considerados en el proceso de formación profesional inicial, está lo relacionado con la formación y desarrollo de habilidades profesionales y se destaca que dicha formación debe realizarse desde la impartición de las diferentes asignaturas del currículo, de forma implícita o explícita, que son tratadas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En particular, el autor considera que pueden hacerse interesantes contribuciones a la formación de habilidades profesionales, si se toma como referente el tratamiento de los conceptos que son analizados en las diferentes asignaturas de la disciplina Matemática General, desde el primer año de Ingeniería Industrial. Por ello, se tiene en cuenta lo planteado por Mina (2003) quien considera que los conceptos son el elemento lógico central en la construcción del conocimiento, son uno de los

componentes determinantes del saber básico de toda disciplina científica, tecnológica o humanística, y es por medio de estos que el hombre conoce el mundo y lo interpreta.

Se señala, además, que para comprender los conceptos matemáticos que son introducidos en las asignaturas de la disciplina Matemática General del primer año, es necesario construir los representantes de estos conceptos para luego definirlos; en este proceso se entrena a los estudiantes para determinar qué elementos del conocimiento deben ser seleccionados para la solución de una problemática; para diseñar soluciones a problemas planteados; para ejecutar acciones y operaciones, cada una de las cuales significa un paso de avance en la solución de estos problemas.

Entre la gama de conceptos que son tratados en la disciplina Matemática General, en el primer año de la carrera Ingeniería Industrial, se señalan los conceptos del cálculo integral y se destaca, en particular, que la metodología empleada para realizar el tratamiento del concepto de integral definida o propia, como invariante, proporciona un procedimiento que puede ser aplicado posteriormente para realizar el tratamiento de los conceptos: integral doble, integral triple, integral curvilínea e integral de superficie, como variantes del mismo.

Además, la integración es uno de los dos problemas fundamentales del cálculo, donde se interrelacionan la derivación como el otro problema del cálculo y el de límite y continuidad, es decir, en el cálculo integral se integran los otros conceptos invariantes de la disciplina Matemática General en primer año.

El autor de esta investigación constató que al realizar el tratamiento de los conceptos del cálculo integral muchas investigaciones han sido convergentes al considerar que existen diferencias significativas entre lo que debe ser aprendido por los estudiantes desde el punto de vista conceptual en este cálculo y los diferentes algoritmos que se necesitan para la realización del mismo. Se coincide con Muñoz (2000), quien cita a Dreyfus y a Artigue, respectivamente en:

- *Los estudiantes aprenden los procedimientos del cálculo en un nivel puramente algorítmico, que es construido sobre imágenes conceptuales escasas.*
- *Los estudiantes llegan a obtener un razonable nivel de éxito en un cierto número de tareas algorítmicas; sin embargo las concepciones desarrolladas por los estudiantes son pobres.*

Todo lo anterior ha motivado el hecho de que se dedique especial atención al proceso de formación de habilidades profesionales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. Entre las habilidades profesionales que pueden ser formadas, tomando como referente el tratamiento de conceptos matemáticos, se señala, en particular para el Ingeniero Industrial, la habilidad: “diseñar

soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, entendiéndose por *visionar* dar una opinión profesional sobre una problemática cualquiera.

Se distingue esta habilidad profesional del resto de las declaradas en el Modelo del Profesional cubano del Ingeniero Industrial porque, como ya se explicó antes, en casi la totalidad de las macrohabilidades declaradas se pone de manifiesto la importancia del saber diseñar: la solución a problemas diversos, a procesos organizacionales, el impacto (social, económico, tecnológico y ambiental).

Al realizar el tratamiento de los conceptos del cálculo integral desde la disciplina Matemática General se adiestra a los estudiantes para diseñar soluciones y modelar problemas, ya sean puramente matemáticos o relacionados con el perfil de este futuro ingeniero, se potencia el desarrollo del pensamiento algorítmico, lógico, divergente o lateral y creativo; se les entrena para la toma de decisiones, para seleccionar aquellos elementos del conocimiento científico que están relacionados directa o indirectamente con la problemática planteada, para modificar el problema planteado y diseñar una solución a un problema parecido o cambiar el paradigma de solución, aspectos que están implicados con el proceso de formación de la habilidad profesional citada.

La UNESCO (2002) ha declarado un grupo de tendencias mundiales que definen el devenir del siglo XXI, las que fundamentan indirectamente la importancia de la adecuada formación de la habilidad profesional citada. Se señalan, entre otras, el auge de la tercera revolución industrial, el medio ambiente del planeta en peligro, avances de la sociedad de la información y los desafíos éticos de la tecnociencia, lo que evidencia la necesidad de diseñar soluciones y visionar estrategias a los más diversos problemas que en este sentido pueden realizar las organizaciones y esto fundamenta un adecuado proceso de formación de la habilidad profesional que se ha citado.

En la comunidad internacional numerosas son las investigaciones que han tratado el proceso de formación y desarrollo de habilidades en general, centrando su atención en la teoría de la actividad o en la teoría de la formación de las acciones mentales por etapas o en la teoría de las habilidades y los hábitos. Se citan entre otros: Krutetskii (1976, 1969), Talízina (1992, 1988), Leontiev (1981), Müller (1984), Galperin (1986), Junk (1982, 1981, 1979) y Butkin (citado por Talízina, 1992).

Además de los investigadores mencionados, en Cuba cabe señalar a: Brito (1987), Fariña (1995), Álvarez (1999), González (2001), Silvestre y Zilberstein (2002) y Mulet (2006), quienes han estudiado aspectos relacionados con el proceso de formación y desarrollo de habilidades generales. Montes de Oca (2002), Bravo (2002), A. Martínez (2003), J. Martínez (2006) y León (2011), los

que han centrado su atención en el proceso de formación y desarrollo de habilidades matemáticas. Miari (1982), Márquez (1993), Mestres (1995), Álvarez (1996), Fuentes y Álvarez (1998), Cañedo (2004) y Rodríguez (2012) han estudiado cuestiones relacionadas con el proceso de formación y desarrollo de habilidades profesionales. Sus trabajos han sido consultados como referentes obligados de esta investigación.

Este trabajo, a diferencia de los enfoques de las investigaciones que han sido consultadas, prevé que se valore como referente el análisis con los conceptos para, a partir de su tratamiento, potenciar el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en el Ingeniero Industrial.

Para determinar el estado actual del proceso de formación de habilidades profesionales que poseen intuitivamente los estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial, en la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez”, de Cienfuegos, así como para conocer si son capaces de diseñar adecuadamente la solución a problemas matemáticos o relacionados con el perfil de su carrera, el autor de la investigación aplicó pruebas pedagógicas de las cuales se derivaron las siguientes conclusiones:

- De los veintiocho (28) estudiantes del primer año del curso académico 2008-2009 que fueron evaluados, solo el 35% de ellos logró identificar que los objetos mostrados eran representantes del concepto de que se trata y el 24% logró contestar correctamente la pregunta. El propósito fundamental del instrumento consistió en determinar si los estudiantes podían seleccionar adecuadamente los elementos del conocimiento que estaban relacionados directa o indirectamente con la problemática que se presentaba, para poder determinar un diseño de solución adecuado para la misma.
- De los treinta (30) estudiantes del primer año del curso académico 2009-2010 que fueron evaluados, solo el 28% de ellos logró reconocer el concepto de derivada, identificar al representante de la clase del concepto de que se trata y comprender el concepto de función primitiva; uno de cada diez estudiantes pudo contestar correctamente la pregunta. En este caso el instrumento aplicado permitió determinar que los estudiantes no pueden diseñar una solución adecuada al problema propuesto, pues no pueden encontrar los elementos del conocimiento que están relacionados con la problemática o no ejecutan las acciones y las operaciones que necesitan para la solución adecuada del problema.

A partir del análisis de los resultados obtenidos se infieren las siguientes necesidades:

- Adiestrar a los estudiantes para que puedan seleccionar los elementos del conocimiento que tiene relación con una problemática dada, transformen la problemática mediante determinados procedimientos en otra que han resuelto con anterioridad, si es posible y puedan finalmente obtener un diseño para la solución de la problemática seleccionando las acciones y las operaciones necesarias para la solución del mismo.

Al profundizar en el estudio de las dificultades que presentan los estudiantes en lo que respecta al proceso de formación de habilidades profesionales, a través del intercambio con docentes y de la experiencia que como profesor posee el autor de este trabajo en la impartición de las asignaturas de la disciplina Matemática General en la Carrera de Ingeniería Industrial, se pudo constatar que existe la situación problemática siguiente:

Ante el planteamiento de un problema matemático o relacionado con el perfil ocupacional del Ingeniero Industrial en formación se constató que los estudiantes no seleccionan adecuadamente los elementos del conocimiento que tienen relación directa o indirecta con la problemática propuesta, no reconocen que el problema puede ser reducido o transformado a otro que han resuelto con anterioridad, determinan de forma aislada algunas de las acciones y las operaciones necesarias para el diseño de solución del problema. Todo esto permite plantear que de manera general se presentan insuficiencias para diseñar soluciones y visionar estrategias a problemas matemáticos o relacionados con el perfil del Ingeniero Industrial que incidan en la formación de habilidades profesionales.

Esta situación permitió que se formulara el siguiente problema científico: ¿Cómo contribuir, desde la disciplina Matemática General, a la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”?

El objeto de investigación es el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Matemática General en primer año.

El campo de acción, la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en el primer año de Ingeniería Industrial desde la disciplina Matemática General.

Para dar solución al problema científico y transformar el objeto de estudio se plantea como objetivo: elaborar una estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General.

Lo planteado permite formular la siguiente hipótesis:

Si se aplica la estrategia didáctica donde se establece una analogía entre las acciones y las operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General con las de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, entonces se contribuye a la formación de la misma.

Las variables se definen en forma operativa, según Arnal y otros (1992), Hernández y otros (2006), de la siguiente forma:

- Variables independientes:
 - X_1 : Acciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral.
 - X_2 : Operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral.
 - X_3 : Acciones de la habilidad profesional.
 - X_4 : Operaciones de la habilidad profesional.
- Variable dependiente:
 - Formación de la habilidad profesional.

Operatividad de las variables.

En el caso de las variables independientes se precisa que:

Las variables de subíndice impar dan la efectividad a la hora de su aplicación y las variables de subíndice par se obtienen, mediante un proceso de complementación, descomposición, desglose de las variables de subíndice impar.

Para la variable dependiente, en los resultados docentes seleccionados ante las evaluaciones realizadas, se adoptan los siguientes niveles o categorías: 2-Mal, 3-Regular, 4-Bien y 5-Excelente.

El propósito de esta investigación es la contribución que se hace desde la disciplina Matemática General al proceso de formación de una de las habilidades profesionales declaradas en el modelo del profesional cubano de Ingeniería Industrial, lo que permite a largo plazo que estos estudiantes puedan diseñar soluciones y visionar estrategias a los más diversos problemas profesionales que resolverán en las organizaciones donde laboren, y todo esto se realiza atendiendo al siguiente indicador:

- Las acciones y las operaciones de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”.

Con la intención de organizar el proceso de investigación se formularon las siguientes tareas científicas:

- 1- Valoración crítica de las concepciones teórico-metodológicas que sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos de la disciplina Matemática General y el proceso de formación de habilidades profesionales en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial.
- 2- Diagnóstico del estado inicial del proceso de formación de habilidades profesionales que poseen los estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial, desde la disciplina Matemática General.
- 3- Determinación de los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en el primer año de Ingeniería Industrial.
- 4- Elaboración de una estrategia didáctica para contribuir al proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” donde se establece una analogía entre cada una de las acciones y las operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General con las de la habilidad profesional, en el primer año de Ingeniería Industrial.
- 5- Implementación de la estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en el primer año de Ingeniería Industrial.

En la investigación se asume una metodología con un enfoque epistemológico, señalando en este sentido que Tapiero y otros (2007) consideran que el componente epistemológico dentro de la filosofía de la educación aborda problemáticas en relación con la naturaleza del conocimiento, la forma como conoce y aprende el ser humano y la relación entre el profesor investigador y el objeto de conocimiento pedagógico. Todo lo anterior se apoya en el empleo de métodos teóricos, empíricos, así como en las técnicas y procedimientos de la estadística matemática, asumiéndose de esta forma un paradigma cuantitativo con complementariedad y combinación en las técnicas empleadas, según lo abordado por Arnal y otros (1992), Hernández y otros (2006) y Cruz y otros (2008).

Entre los métodos del nivel teórico se utilizaron el histórico-lógico, el hipotético-deductivo, la modelación y el sistémico estructural-funcional y como procedimientos el inductivo-deductivo y el analítico-sintético. De los métodos del nivel empírico se emplearon la experimentación, el análisis de documentos, las pruebas pedagógicas, la encuesta, la observación y el método Delphi. Entre las

técnicas y procedimientos de la estadística matemática se utilizaron los procedimientos de la estadística descriptiva, las pruebas no paramétricas Kruskal Wallis, W de Kendall y Wilcoxon, así como las pruebas Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y Bartlett.

El método histórico-lógico permitió analizar las diferentes vías para realizar el tratamiento de conceptos matemáticos en general y su didáctica, y estudiar los aspectos que están relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje de las habilidades profesionales, en particular, los procedimientos de carácter lógico que permiten su formación, lo que contribuyó a precisar las concepciones teórico-metodológicas del objeto y el campo de acción.

El hipotético-deductivo se utilizó para, a partir de la observación del fenómeno objeto de estudio, construir la hipótesis de investigación y obtener los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica. El inductivo-deductivo y el analítico-sintético, como procedimientos, permitieron resumir y sintetizar la información recopilada en la literatura cubana y extranjera relacionada con el tratamiento de conceptos y con el proceso de formación de habilidades profesionales.

La modelación permitió representar la estructura de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de Ingeniería Industrial de primer año, como un reflejo de lo que debe hacerse desde la impartición de las asignaturas del ciclo básico de formación en las carreras de ingeniería. Además, para obtener el procedimiento (acciones y operaciones de carácter lógico) que sirve de base a la formación de la habilidad profesional.

El sistémico estructural-funcional permitió determinar las etapas de la estrategia didáctica, las acciones y operaciones de la habilidad profesional y los fundamentos en que se sustenta.

La experimentación permitió comprobar la efectividad de la aplicación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial, para lo cual se consideró necesario aplicar un diseño cuasiexperimental con prepruebas y postpruebas y grupos intactos.

Fueron analizados el modelo del profesional del Ingeniero Industrial, el programa analítico de la disciplina Matemática General, los programas de las asignaturas Matemática I y Matemática II, documentos y normativas del Ministerio de Educación Superior, así como tesis de grado y artículos que abordan el problema a investigar, tanto nacionales como internacionales.

Las pruebas pedagógicas aplicadas fueron objetivas (de respuesta breve) para determinar, ante el planteamiento de una situación problemática, si determinan correctamente los elementos del conocimiento y si diseñan adecuadamente su solución.

La encuesta se usó para determinar el estado de satisfacción de los estudiantes una vez aplicada la estrategia didáctica. La observación (participativa, no estructurada, real), para comprobar cómo se presenta en la práctica el problema.

El método Delphi permitió validar la estrategia didáctica, en particular las acciones y las operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, así como las acciones y las operaciones de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”.

Los métodos, técnicas y procedimientos de la Estadística Matemática se emplearon para el procesamiento de la información recogida tras la aplicación de los instrumentos concebidos; los procedimientos de la estadística descriptiva, la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, para probar la procedencia homogénea de los estudiantes involucrados en la investigación; la prueba para la determinación del coeficiente de concordancia W de Kendall y Wilcoxon, para la comparación de los resultados de las evaluaciones antes de la aplicación de la estrategia didáctica y después de la aplicación de la misma. Además, las pruebas Alpha de Cronbach para evaluar la confiabilidad o fiabilidad de la encuesta de satisfacción, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), y la prueba de esfericidad de Bartlett para la validación de la encuesta de satisfacción de los estudiantes.

Toda la información se procesó con el paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (en inglés *Statistical Package for the Social Sciences* SPSS), versión 18.0. En la aplicación del método Delphi se utilizó la hoja de cálculo del tabulador electrónico Microsoft Office Excel 2003, Crespo (2006). Dicho método se utilizó para obtener toda la información posible acerca de la pertinencia de los fundamentos teóricos que sustentan la estrategia didáctica elaborada.

En correspondencia con los resultados alcanzados, el autor defiende los siguientes aportes:

- Las contribuciones teóricas que son propuestas en la investigación radican en:
 - Identificación de las acciones y operaciones de carácter lógico para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General.
 - Identificación, a partir del principio heurístico de analogía, de las acciones y las operaciones de carácter lógico de la habilidad profesional diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, en el primer año de Ingeniería Industrial.

- Redimensión de los niveles del definir y de las fases del proceso de elaboración de los conceptos matemáticos.
- El aporte práctico se concreta en:
 - Estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial, que contiene las acciones y las operaciones de la habilidad profesional, las etapas y consideraciones didácticas para su formación.

La novedad científica de la investigación está dada por la contribución que se realiza desde la utilización de los contenidos de la disciplina Matemática General para favorecer el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” al tomar como referente el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina, estableciéndose una analogía entre cada una de las acciones y las operaciones que se ejecutan en el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina y la habilidad profesional, con el propósito de determinar las acciones y operaciones de carácter lógico de dicha habilidad.

El cuerpo de la tesis está estructurado en la presente introducción general, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. El contenido de los capítulos se describe de forma general a continuación.

En el capítulo I se destaca la importancia de la Matemática en la formación profesional inicial, se desarrolla el tema de la formación y desarrollo de habilidades, se hace un análisis de las habilidades profesionales como un caso particular de habilidad, se realizan consideraciones relacionadas con el proceso de formación de conceptos matemáticos y se dedica un apartado a las estrategias didácticas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En el capítulo II se presenta la estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral de la disciplina Matemática General en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial; se describen las acciones y las operaciones de ambos procesos, así como el aporte práctico de la misma y se ofrecen recomendaciones para su implementación en el contexto escolar.

El capítulo III se destina a la validación de los fundamentos teóricos propuestos para la estrategia didáctica, a partir del análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del método Delphi. Se presenta el diseño del cuasiexperimento con prepruebas y postpruebas y grupos intactos y se

concluye con el análisis y discusión de los resultados de la aplicación de los diferentes instrumentos, es decir, las observaciones a clase, las pruebas pedagógicas y la encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes.

CAPÍTULO I “LA FORMACIÓN DE HABILIDADES PROFESIONALES EN EL INGENIERO INDUSTRIAL DESDE EL TRATAMIENTO DE LOS CONCEPTOS DE LA DISCIPLINA MATEMÁTICA GENERAL”

*Todos los efectos de la naturaleza son tan solo las consecuencias matemáticas de un pequeño número de leyes inmutables.
(Pierre-Simon Laplace 1749-1827)*

El problema de la formación de cualquier profesional, en especial lo que concierne al proceso de formación de habilidades, en particular, las profesionales, es uno de los más actuales en las ciencias pedagógicas y en la práctica educativa, en los últimos tiempos, numerosos pedagogos, psicólogos, sociólogos, filósofos, entre otros, han dedicado especial atención a este aspecto. Importantes contribuciones pueden hacerse desde la impartición de las asignaturas del ciclo de formación básica (considérese la disciplina Matemática General) al proceso de formación de habilidades profesionales.

En la enseñanza de las ingenierías se ha trabajado por lograr un profesional cuya preparación esté acorde con el desarrollo de la época en que se desenvuelve y vive el futuro ingeniero, así como también la manera como se debe enfrentar la formación profesional inicial de dichos estudiantes.

En el presente capítulo se abordan las cuestiones fundamentales que están relacionadas con los retos que se deben asumir en la enseñanza de las ingenierías, en particular la formación de habilidades profesionales desde la disciplina Matemática General.

1.1-La enseñanza de la Matemática en la formación profesional inicial del Ingeniero Industrial

En opinión de Dujet (2007), los ingenieros están destinados a evolucionar en un mundo de complejidad creciente y cada vez más incierto, donde las nuevas habilidades que se requieren descansan necesariamente en el aprendizaje de las herramientas y en el conocimiento de las heurísticas (arte de inventar o descubrir) de las teorías matemáticas que les dieron vida, adquiridos de tal modo que el ingeniero pueda elegir, con todo conocimiento de causa, el modelo matemático

que mejor se adapte al nivel de complejidad con el que se va a enfrentar, determinar los parámetros concurrentes y sus ajustes según el problema estudiado, tomar en cuenta, cualquiera que sea su naturaleza, las incertidumbres relacionadas con el contexto y ser capaz de justificar la gestión y el tratamiento de dichas incertidumbres.

En particular, en el currículo de Ingeniería Industrial, la disciplina Matemática General posibilita, junto a otras, que se desarrollen los fundamentos de la formación de este especialista, puesto que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos puramente matemáticos con los cuales representan rasgos cuantitativos de los fenómenos que estudia. El objetivo de esta disciplina es lograr que el Ingeniero Industrial domine el aparato matemático que lo haga capaz de modelar y analizar los procesos técnicos, económicos, productivos y científicos, empleando para ello procedimientos analíticos y/o numéricos, haciendo un uso eficiente de las diferentes técnicas de cómputo y desarrollando así su pensamiento lógico, heurístico y algorítmico (Colectivo de autores, 2007).

El estudio de las matemáticas realiza importantes contribuciones a la formación del Ingeniero Industrial, pues amplía la madurez matemática y la capacidad de trabajo con la abstracción, y desarrolla habilidades para la comunicación de propiedades y características de magnitudes en forma gráfica, numérica, simbólica y verbal. Además, contribuye a conformar una cultura científica general actualizada que tiene en cuenta aspectos tales como: el uso de la informatización en la resolución de problemas, el procesamiento de literatura técnica y el manejo adecuado del lenguaje interdisciplinario.

Se destaca que de las ochocientas treinta y dos (832) horas que reciben los estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial, correspondientes al currículo base en Cuba, el 30,76% se dedica a la enseñanza de la Matemática, es decir, doscientas cincuenta y seis (256) horas, que son distribuidas en tres asignaturas de la disciplina Matemática General: Matemática I, con noventa y seis (96) horas; Álgebra Lineal y Geometría Analítica, con sesenta y cuatro (64) horas y Matemática II, con noventa y seis (96) horas, respectivamente.

La emergencia de teorías no clásicas, matemáticamente hablando, y de las nuevas definiciones de los oficios del ingeniero, vuelven a plantear indudablemente la cuestión del lugar que deben ocupar las matemáticas en la formación del ingeniero contemporáneo, pero bajo el enfoque de los desafíos de la didáctica, todo esto dentro de un contexto de creciente competitividad (Dujet, 2007).

Señala la propia autora que los programas de matemáticas para ingenieros deben tener como objetivos primarios, con los cuales el autor de esta investigación coincide, entre otros, los siguientes:

- Analizar que las matemáticas, «lenguaje de todas las ciencias», son necesarias para que los estudiantes puedan llegar a comprender las otras ciencias, así como para ayudarle a adquirir las técnicas y los métodos que constituyen las herramientas que le son imprescindibles.
- Aprender a reconocer los presupuestos del sistema en estudio, y comprender que toda ciencia no es más que una primera aproximación.
- Saber manejar los programas informáticos cada vez más sofisticados, para lograr un buen conocimiento de las heurísticas subyacentes, con la finalidad de poder adaptarse al contexto, aspecto que también forma parte del arte del ingeniero.
- Desarrollar «el espíritu de geometría y de sutileza», es decir, saber identificar lo que se presenta como evidencia (tangible y contingente), procurando tener al mismo tiempo la apertura de espíritu y la flexibilidad que permiten ir más allá de las apariencias (en el análisis de un problema...). Esta dualidad eminentemente “desarrollable” por las matemáticas tomará su eficiencia en la transferencia a la tecnología del ingeniero.

La importancia esencial de la Matemática en la formación del Ingeniero Industrial radica en ser el lenguaje de la modelación, el soporte simbólico con la ayuda del cual se expresan las leyes que gobiernan el objeto de trabajo de este ingeniero, otorgándose por ello prioridad al desarrollo de la capacidad de modelar utilizando los conceptos y el lenguaje de la Matemática, así como la habilidad de interpretar modelos ya creados sobre la base de los conceptos de la disciplina.

El autor de este trabajo coincide con Escalona (2011), al considerar que la enseñanza de la Matemática tiene que estar contextualizada, asumiéndose en este caso la posición teórica del investigador Ortigoza (2006) cuando expresa: “el aprendizaje contextual tiene lugar cuando el estudiante procesa la información y los conocimientos nuevos de tal manera que le da sentido en su marco de referencia (su propio mundo interno de memoria, experiencia y respuesta)”. Para este autor, la contextualización del aprendizaje se puede lograr aplicando las siguientes estrategias:

- Relación: proceso de aprendizaje realizado en el contexto de la experiencia de la vida.
- Experimentación: aprender a partir de la exploración, descubrimiento e invención.
- Aplicación: emplear el contenido y la información en un contexto útil.
- Cooperación: lograr compartir, interactuar y comunicarse.

- Transferencia: consiste en aprender usando el conocimiento que ya tiene el alumno en un nuevo contexto o una nueva situación; es decir, se construye por encima de lo que el alumno ya sabe.

Es de señalar que las estrategias no pueden cumplirse totalmente en el marco de una clase, por lo que solo se presentan algunos rasgos de ellas, especialmente las de experimentación, aplicación y transferencia. Aquí lo importante es establecer las relaciones del contenido con los diferentes contextos de actuación de los futuros profesionales (por ejemplo, la formación de habilidades profesionales desde el tratamiento de conceptos matemáticos, aspecto que se concretará en el marco de las clases a corto y largo plazos respectivamente), principalmente a través de la creación y resolución de modelos relativos a estas áreas de la ciencia.

Las habilidades profesionales deben ser formadas desde la impartición de los diferentes complejos de materia de las disciplinas y asignaturas respectivamente del currículo del Ingeniero Industrial; por ello debe hacerse un estudio primero de las habilidades en general. El apartado siguiente trata aspectos sobre este particular.

1.2-La formación y el desarrollo de habilidades

En el trabajo con las habilidades se distinguen dos etapas, la de formación y la de desarrollo. La primera comprende la adquisición consciente de los modos de actuar cuando, bajo la dirección del profesor, el estudiante recibe la orientación adecuada sobre la forma de proceder y, una vez adquiridos estos, se inicia el proceso de ejercitación que comprende la segunda etapa, determinándose el nivel de desarrollo a través de la rapidez y corrección con que la acción se ejecute.

El problema relacionado con el proceso de formación y desarrollo de habilidades ha sido ampliamente estudiado e investigado. Mulet (2006) señala a los autores: Ananiev, Bodaliev, Galperin, Leontiev, Petrovsky, Rubinstein, Lomov, Ponomarev, los que centraron su atención en la teoría de la actividad. En la teoría de la formación de las acciones mentales por etapas, se mencionan a: Galperin, Talízina, Elkonin; mientras que en la teoría sobre habilidades y hábitos, lo han hecho los autores: Kabalova-Meller, Menchinskaia, Dmitriv. Por otra parte, en la esencia y estructura de las actividades pedagógicas, se citan los autores: Kuzmina, Slationi y a Sherbakov.

Refiriéndose al caso concreto de Cuba, Mulet (2006) cita a: Brito, Rey, Hurtado, Maura autores que han estudiado los aspectos relacionados con la formación y desarrollo de las habilidades generales. Plantea este autor que un aporte teórico en este campo lo realizó en los últimos tiempos Álvarez, quien ha tenido como seguidores a González, Ramírez, Martínez y Gómez.

Se destaca que Petrovsky (1980) asume la habilidad como el dominio de un complejo sistema de acciones psíquicas y prácticas necesarias para una regulación racional de la habilidad, con ayuda de conocimientos y hábitos que la persona posee. Las habilidades constituyen la relación del individuo con el objeto y su elemento rector es el motivo, o sea, la necesidad de realizar algo. Brito (1987), refiere que la habilidad es el dominio de las técnicas de la actividad, tanto cognoscitivas como prácticas. Talízina (1988), asume que en el proceso de asimilación de la habilidad se debe partir de una imagen de las acciones a realizar, por lo que plantea como componente de la habilidad a su imagen generalizada y considera que esto forma parte del proceso de aprendizaje y no de la estructura de la habilidad en sí.

Valera (1989), expresa que la psicología de tendencia marxista considera que las habilidades constituyen elementos psicológicos estructurales de la personalidad, vinculados a su función reguladora-ejecutora, que se forman, desarrollan y manifiestan en la actividad, asumiendo así, la casi totalidad de los autores, que la teoría de la actividad es el fundamento ineludible para un adecuado enfoque del problema.

La habilidad es asumida por Bermúdez y Rodríguez (1996) como formación psicológica, que tiene su fundamento en la estructura de la personalidad y particularmente en la esfera de autorregulación ejecutora (cognitivo instrumental), en la que coexisten las unidades psíquicas: estado cognitivo, estado metacognitivo e instrumentación ejecutora, de la que es tributaria junto a otras manifestaciones de las ejecuciones: acciones, operaciones, hábitos y capacidades.

Montes de Oca (2002), refiriéndose al concepto de habilidad, plantea que se emplea con frecuencia en la literatura psicológica y pedagógica actual, pero su estudio constituye aún un problema abierto y amplio para la ciencia pues se aprecian lógicas divergencias e incluso discrepancias científicas en los puntos de vistas de los autores, debido a que no todos definen el concepto en términos similares, no coinciden plenamente sobre cuáles deben ser sus componentes, ni acerca de los requisitos y condiciones fundamentales a tener en cuenta para su formación y desarrollo. Además, señala que el significado de términos tales como: aptitud, capacidad, habilidad, destreza y competencia, suele originar ocasionalmente un problema que podría llamarse "*de circularidad*", pues algunos de los términos mencionados son definidos recurriendo a los otros y es difícil lograr establecer una clara diferenciación entre ellos, o explicar la forma en que se vinculan y/o complementan.

El autor de este trabajo coincide con Mulet (2006), quien considera que el problema sobre la naturaleza psicológica y pedagógica de las habilidades aún no ha tenido una solución única, lo

que se evidencia en los diferentes criterios que existen en la actualidad.

Al analizar el concepto de habilidad, Izquierdo y Corona (2012) consideran que su estudio no solamente constituye un problema científico, tanto en su estructura como en su función en la actividad del hombre, sino también es necesario que se establezca la diferenciación de los hábitos, por un lado, y de las capacidades, por otro. En otros términos, aún no se ha logrado una distinción precisa entre los tres elementos antes mencionados.

La actividad, según Izquierdo y Corona (2012), no es solamente la vía por la que se puede determinar la existencia de una habilidad, sino también la condición de su perfeccionamiento; de ahí que el profesor, al dirigir el proceso de formación y desarrollo de las habilidades, debe estructurar de manera adecuada la actividad de sus estudiantes, teniendo en cuenta tanto las condiciones psicopedagógicas generales como las específicas de su asignatura. Referencia, con la que el autor de este trabajo coincide.

Al comparar el concepto de habilidad con el de actividad, los autores antes citados aportan elementos con los que se coincide, al observar que se presentan aspectos valorativos que enriquecen la percepción didáctica y que contribuyen a entender, desde el punto de vista epistemológico, lógico y metodológico, la necesidad de investigar en el tema que ocupa la atención de este investigador también. El autor de este trabajo ilustra dicha relación mediante la siguiente tabla:

Tabla 1. Relación entre estructura de la actividad y estructura de la habilidad.

Estructura de la actividad		Estructura de la habilidad	
Componentes ejecutores	Componentes inductores	Componentes ejecutores	Componentes inductores
Acciones	Objetivos subordinados	Acciones	Objetivos - Motivos
Operaciones	Dependen de las condiciones y de los sujetos o de ambos	Operaciones (conocimientos)	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observa un elemento común que determina el nexo entre actividad y habilidad, es que ambas se ejecutan mediante acciones y operaciones, las que a su vez se relacionan con el objetivo de la actividad según se muestra en los mismos. Izquierdo y Corona (2012) destacan la importancia de estas relaciones en la planificación de la dirección del aprendizaje de los estudiantes y sugieren que cada habilidad tiene una estructura propia dada por determinadas acciones que deben ser ejecutadas para lograr esa habilidad y no otra, estas acciones (invariantes funcionales) son esenciales, imprescindibles, para que se logre la habilidad.

Refiriéndose a las acciones y las operaciones, Cañedo (2004) señala que toda acción se descompone en varias operaciones, con determinada lógica. Las operaciones son pequeñas acciones, son procedimientos, son las formas de realización de la acción atendiendo a las condiciones, es decir, a las circunstancias reales en las cuales se realiza la habilidad; en fin, le dan a la acción esa forma de proceso continuo. Más adelante el propio autor refiere que tanto el concepto de acción como de operación son relativos, pues en la etapa de formación de una habilidad lo que interviene como acción, puede en un momento dado convertirse en operación y viceversa.

La idea general que transmiten las definiciones anteriores, además de centrarse en el campo psicológico, es que las habilidades por sí solas no determinan el éxito en la resolución de una tarea, sino que es necesario tener presente los conocimientos y hábitos que el sujeto posee.

Se asume en este trabajo la definición aportada por Álvarez (1999) que, coincidiendo con otros autores, considera desde el punto de vista psicológico la habilidad como un sistema de acciones y operaciones para elaborar la información contenida en los conocimientos y que lleva al logro de un propósito determinado. Además, la describe desde el ámbito pedagógico y valora al individuo como un ente social, activo y desarrollador de la cultura, describiéndola como la dimensión del contenido que muestra el comportamiento de la persona en una rama del saber propio de la cultura de la humanidad.

La autora Bravo (2002), refiriéndose a la formación de las habilidades, justifica que las mismas constituyen uno de los objetivos fundamentales del proceso docente-educativo, siendo estas las que permiten a la persona poder realizar una determinada tarea, dependiendo su éxito de las destrezas que se tengan al respecto. Estas forman parte del contenido de una asignatura, caracterizan las acciones que el estudiante realiza al interactuar con el objeto de estudio y su desarrollo permite la asimilación del conocimiento. Igualmente, con el aprendizaje y la aplicación de lo aprendido se desarrollan habilidades, y gracias a ellas se pone en contacto con el objeto que estudia.

El trabajo que se presenta, aborda el proceso de formación de una habilidad profesional en estudiantes de Ingeniería Industrial. En el capítulo dos se presentan las acciones y las operaciones que responden a dicha formación. Tal y como ha quedado explicitado en la definición aportada por Álvarez (1999), el sujeto una vez que domina las acciones y las operaciones puede interactuar con el objeto para transformarlo, conocerlo, humanizarlo. Por la importancia que se le concede a la actividad en el proceso de formación de habilidades, en el siguiente apartado se señalan algunos elementos de la teoría de la actividad de Leontiev.

1.2.1 - La teoría de la actividad de A. N. Leontiev

Los principales seguidores de Vigotsky continuaron desarrollando su teoría. Entre ellos se cita a Leontiev, su más cercano seguidor, quien sobresale por dos cuestiones fundamentales: la teoría de la actividad y su concepción del aprendizaje. Leontiev retoma de la teoría de Vigotsky lo relacionado con el papel fundamental que tiene la actividad en el desarrollo psíquico y elabora una teoría general de la actividad, la que constituye un aporte teórico y metodológico. Expresa, en esencia, lo siguiente:

- La actividad constituye un proceso que mediatiza la relación entre el hombre y la realidad objetiva, siendo su característica fundamental la objetividad. Por consiguiente, el desarrollo de la psiquis y de la conciencia humana tiene lugar a través del plano objetal de la actividad.
- Entre la actividad externa y la interna existe un estrecho vínculo, en el cual radica el principio de la unidad de la psiquis y la actividad. Para Leontiev, la actividad externa (a la cual le concede la primacía genética) se interioriza, se convierte en interna; sin embargo, esta actividad psíquica no es opuesta a la externa, sino que constituyen dos formas de un todo único: la actividad.
- A cada período evolutivo de la vida del sujeto corresponde una actividad rectora, la cual dirige el desarrollo en esa etapa y sobre cuya base se forman las nuevas estructuras y formaciones psicológicas de la edad. La actividad rectora tiene las siguientes características:
 - De ella dependen directamente las nuevas formaciones psicológicas más importantes de la infancia en el período evolutivo dado.
 - Dentro de ella, surgen y se diferencian nuevos tipos de actividad. Es fuente de otras actividades.
 - Se forman y reestructuran los procesos psíquicos particulares.

Partiendo de la teoría de la actividad, Leontiev (1981) elabora su concepción del aprendizaje, considerándolo como el proceso de adquisición, por un ser viviente, de una experiencia individual de comportamiento. Aunque esta definición es válida para todos los organismos animales, enfatiza la especificidad del aprendizaje en el individuo planteando que, a diferencia del animal, el ser humano no se limita a modificar, desenvolver y perfeccionar el comportamiento, sino que crea comportamientos específicamente humanos.

A través del proceso de transmisión de la experiencia que se da entre las personas, estas se apropian de los productos del desarrollo histórico-social, que se encuentran plasmados en los objetos y

fenómenos de la cultura. Esta apropiación es un proceso activo, ya que para dominar los objetos se hace necesaria la realización de actividades adecuadas a aquello que esté encarnado en él.

Con respecto a lo anterior, se enfatiza que para la propuesta de este trabajo, mediante la enseñanza, se organiza y dirige el procedimiento que contiene las acciones y las operaciones para el tratamiento de un concepto matemático en la disciplina Matemática General en primer año, estableciéndose a partir de estas una analogía con las acciones y las operaciones para la formación de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, donde se destacan las similitudes y diferencias entre las mismas, mediante un proceso de reflexión y análisis.

La formación de las acciones y las operaciones para la habilidad profesional siguen la idea central de la teoría descrita por P. Y. Galperin, que se tratará sobre ello en el siguiente apartado.

1.2.2- La teoría de la formación por etapas de las acciones mentales de P. Y. Galperin

Otro de los seguidores de Vigotsky fue el eminente psicólogo P. Y. Galperin. Él desarrolló el principio planteado por Leontiev acerca del papel primario que tienen las acciones externas en el surgimiento y formación de las acciones internas, mentales. Partiendo de este principio, elaboró una teoría del desarrollo psíquico que, además, se convirtió en una teoría de la enseñanza, en la cual explica la vía a través de la cual se forman las nuevas acciones internas, y cuáles son sus principales características y condiciones para su formación. La idea central de su teoría de la formación planificada y por etapas de las acciones mentales y los conceptos, se basa en considerar que el proceso de formación de una acción mental comienza con las acciones que el individuo realiza mediante el apoyo de objetos externos o su representación material, para pasar luego por una serie de etapas, hasta convertirse en acción que se realiza en el plano mental.

En su teoría, el concepto de acción ocupa un lugar central, la unidad de análisis de la actividad psíquica, definiéndola como la habilidad de realizar una transformación determinada del objeto. En resumen para Galperin (1987) la acción es la piedra angular de toda actividad humana. Toda acción comprende tres componentes: orientación, ejecución y control.

- Orientación: Es el componente fundamental, considerado como el mecanismo psicológico de formación de la acción, es decir, la instancia directora de la cual depende la calidad de la ejecución. Comprende la formación por el sujeto de la imagen de la situación (modelo del objeto), el establecimiento del plano de las acciones (modelo de la acción) y la regulación de la acción en el proceso de su ejecución.

- Ejecución: Es la realización real de la acción por el sujeto. La calidad de las acciones formadas (atención y pensamiento, entre otras) dependerá de cómo se estructure la enseñanza, del tipo de orientación que se ofrezca al sujeto, de en qué medida se tome en cuenta el sistema de condiciones que garantiza la formación de la acción. Este sistema comprende la representación del producto final de la acción y de sus productos particulares, el carácter y el orden de las operaciones que forman parte de la acción, así como de los instrumentos de su realización.
- Control: Permite la regulación del proceso de enseñanza por el docente y la autorregulación por el propio sujeto que aprende y, por tanto, la realización de las correcciones necesarias. El control está presente en los componentes de orientación y ejecución; es decir, en todo el proceso de formación de la acción.

Galperin (1987) destaca la importancia de dirigir el proceso de aprendizaje, para lo cual es necesario seleccionar las acciones y organizar su ejecución de forma que se garantice la formación de conocimientos y habilidades con la calidad requerida. Establece un conjunto de características que constituyen indicadores de la calidad de la acción formada:

- La forma en que se realiza la acción (externa, verbal o interna).
- El grado de generalización: las posibilidades de su aplicación a diferentes tipos de situaciones.
- La concienciación o capacidad del sujeto de poder explicar lo que ha hecho y por qué lo ha hecho.
- La solidez o grado de permanencia de la acción en el tiempo.

El proceso de aprendizaje comienza con el descubrimiento de las condiciones necesarias para el desarrollo exitoso de la acción mental; tales condiciones son: el objeto de acción (para este trabajo los conceptos del cálculo integral) y sus propiedades; el objetivo de la acción; los medios necesarios para la realización del objetivo; el desarrollo concreto de la acción. Con la comprensión de todas estas condiciones, el hombre se construye una base de orientación. Para Galperin (1987) esta base está constituida por todas las condiciones con las cuales el hombre se orienta realmente, consciente o inconscientemente, en la realización de la acción, en el proceso de formación de la acción mental, esta base constituye la fase de orientación de la acción. Se destacan tres tipos de base de orientación que son:

Tipo I: Orientación natural.

La acción llega mediante un modelo de la acción y del resultado de esta. Aquí los estudiantes llegan a conocer solo parcialmente las condiciones necesarias para la adecuada realización de la

acción, lo que lo induce solo a proceder mediante el método de *ensayo-error*. Los estudiantes realizan pruebas hasta que su resultado coincide con el del profesor. Esto implica que con este procedimiento se haga una larga repetición para llegar a la apropiación del contenido. Lo que lleva a considerar que el proceso de aprendizaje sea insuficiente.

Tipo II: Orientación empírica.

Esta llega mediante un modelo de la acción y del resultado de acción, pero asegura además que desde el inicio se conozcan todas las condiciones esenciales para la realización de la acción. El estudiante tiene plena conciencia de las características esenciales del objeto de la acción, así como del contenido de los distintos pasos y su orden. Con esto se asegura que el proceso de aprendizaje de la acción se desarrolle a un nivel más alto y se obtengan mejores resultados. La dificultad de este tipo de orientación radica en que su capacidad de generalización es limitada, pues la base de orientación es transmitida al estudiante como algo ya acabado, él solo tiene que tomarla.

Tipo III: Orientación racional.

La orientación de la acción tiene lugar a partir de las leyes teóricas que sirven como base para la acción. El estudiante puede crearse por sí mismo la base de orientación para la acción concreta y para otras acciones con la misma base teórica. La orientación contiene todas las indicaciones para la realización de la solución de una amplia clase de ejercicios. Se necesita mucho tiempo para elaborarla.

En esta fase se debe producir la creación de una base de orientación para la acción (BOA en lo adelante) lo más valiosa y completa posible. Para que dicha base de orientación tenga calidad es decisivo determinar la forma de elaboración (se puede dar la base de orientación o elaborarla en conjunto con los estudiantes, haciendo que estos puedan determinarla de forma independiente), el grado de integridad y el grado de generalidad (que pueda transferirse a nuevas situaciones).

El control no tiene, necesariamente, que llevarse a cabo en el resultado de la acción, sino que este es posible durante todo el desarrollo de la acción misma.

Las diferencias en el carácter generalizador, la plenitud y el modo de obtención de la base de orientación para la acción sirven de fundamento para obtener distintos tipos de base orientadora, demostrando que la generalizada, completa y elaborada independientemente o con pleno dominio (del tipo III citada por Talízina, 1988) es la más productiva, pues responde a las exigencias modernas que se le presentan a la actividad humana.

La concepción de las acciones y las operaciones para el tratamiento de conceptos del cálculo integral y las de la habilidad profesional, obtenidas por el principio de analogía que se presentará en el Capítulo dos, corresponde a una base orientadora para ambos procesos. Su clasificación obedece al tipo III por las siguientes razones:

- Generalizada.

Puede ser aplicada para la formación del concepto Integral Definida o Propia y para todas las variantes de este concepto, es decir, los conceptos: integral doble, integral triple, integral curvilínea e integral de superficie.

En el caso de la BOA para la formación de la habilidad profesional, esta puede ser empleada para diseñar la solución de cualquier problema profesional del Ingeniero Industrial, por el carácter abierto de cada una de las acciones a emprender.

- Completa.

Están presentes las acciones y las operaciones necesarias para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral y para la formación de la habilidad profesional.

- Independiente.

Es elaborada en una primera instancia con la guía del profesor, junto con la participación directa de los estudiantes hasta lograr su independencia. Cada una de las acciones propuestas para ambos procesos se ejecuta de forma independiente, tiene un objetivo concreto y a cada una le corresponde un número determinado de operaciones.

Numerosas investigaciones han demostrado la efectividad de la teoría de la enseñanza creada por él, y han evidenciado la posibilidad de lograr un aprendizaje más efectivo que conduce a un mejor desarrollo de los procesos y formaciones psíquicas del sujeto.

A través del desarrollo de las habilidades específicas de una asignatura se logra el desarrollo de las habilidades generales, pero el autor de esta investigación considera que también se realizan importantes contribuciones al proceso de formación de las habilidades profesionales. Sobre este particular trata el siguiente apartado.

1.3 - Las habilidades profesionales

En esta investigación se asume el criterio aportado por Fuentes (2002, 1999, 1998), al clasificar las habilidades, teniendo en cuenta las acciones que realiza el estudiante al interactuar con el objeto de estudio en: habilidades específicas, lógicas y del procesamiento de la información y la comunicación.

En correspondencia con esta clasificación, las habilidades profesionales se insertan dentro de las habilidades específicas las cuales, vinculadas a una rama de la cultura o profesión, constituyen el tipo de habilidad que el sujeto desarrolla en su interacción con un objeto de estudio o trabajo concreto y que en el proceso de enseñanza-aprendizaje, una vez que son suficientemente sistematizadas y generalizadas, se concretan en métodos propios de los diferentes objetos de la cultura que se configuran como contenido. En función de esto, se hace necesario precisar las habilidades que el profesional debe dominar para estar en condiciones de resolver los problemas del contexto en su esfera de actuación y en correspondencia con los modos de actuación de su esfera laboral.

El proceso de formación de habilidades profesionales constituye un caso particular a tener en cuenta entre el conjunto de habilidades que, como ya se dijo, son tratadas en el proceso docente-educativo. Estas son las propias del ejercicio de la profesión y se definen en función de la asimilación por el estudiante de los modos de actuación de aquella actividad que está relacionada con el campo de acción de su futura labor y que tiene como base los conocimientos de la carrera, los hábitos inherentes a su profesión y los valores que se deben formar.

Una definición de este tipo particular de habilidad es ofrecida por Miari (1982) el que plantea que habilidad profesional es: “...la disposición a efectuar la acción o el conjunto de acciones productivas de una manera consciente, utilizando correctamente, en situaciones dadas, los métodos oportunos de su realización, logrando adecuados resultados cualitativos y cuantitativos en el trabajo”.

Se destaca en este caso no solo la disposición hacia la acción física que se debe realizar en el proceso productivo, sino también hacia lo intelectual, a partir de la disposición a realizar tareas de un determinado puesto de trabajo, encontrar la forma más efectiva para resolverlas, teniendo en cuenta el ahorro de recursos y el cuidado del entorno laboral, planificarlas anticipadamente y ejecutarlas con exactitud.

En opinión de Márquez (1993, 1990), las habilidades profesionales “... son aquellas que garantizan el éxito en la ejecución de la actividad de la profesión y la solución de los más diversos problemas de esa especialidad.” En esta definición se destaca la importancia de las habilidades profesionales para lograr un buen desarrollo de las tareas de los puestos de trabajo, así como la solución de los problemas que se presenten, por lo que se deduce que son aquellas que tienen como base los problemas profesionales de una especialidad determinada, son reflejadas en el perfil ocupacional o

en el modelo del profesional. Además se prevé que estas habilidades necesariamente tienen que continuar perfeccionándose durante el ejercicio de la profesión y en la superación de postgrado.

Mestre (1995) las define como: “Habilidades previstas en el contenido del proceso docente educativo que se corresponden con los modos de actuación del profesional dado y han de tener un nivel de sistematización tal que, una vez apropiado de ellas, le será posible al estudiante enfrentar y dar solución a múltiples problemas profesionales”. A diferencia de los autores anteriores, se observa que Mestre las concibe formando parte del contenido del proceso docente-educativo, proceso a partir del cual debe potenciarse su formación, para luego ser aplicadas en actividades puramente profesionales.

Para Álvarez (1996), “habilidad profesional es aquella que permite al egresado integrar los conocimientos y elevarlos al nivel de aplicación profesional, dominar la técnica para mantener la información actualizada, investigar, saber establecer vínculos con el contexto social y gerenciar recursos humanos y materiales”.

Se destaca en esta definición una etapa primaria de formación junto con la adquisición de conocimiento para luego poder aplicarlas a la solución de diversos problemas en el contexto de la práctica. Además, Álvarez considera que las habilidades profesionales deben tener tratamiento común y que son de obligatoria formación, interrelacionándolas con las restantes habilidades del pensamiento lógico, intelectuales y prácticas, lo que corrobora el criterio expresado anteriormente.

Para Fuentes (1999), las habilidades profesionales constituyen “... el contenido lógico de las acciones que realiza el profesional al interactuar con los objetos de la profesión”. Se señala en este caso que se conciben las acciones que el profesional debe aplicar para solucionar problemas propios de su profesión.

En opinión de Rodríguez (2012) las habilidades profesionales constituyen una dimensión del contenido como componente del proceso de enseñanza aprendizaje y se manifiestan en el sistema de acciones intelectuales y prácticas que al sistematizarse y ejercitarse permiten el desempeño integral en la realización de labores productivas y en la solución de problemas de carácter general inherentes a las tareas y ocupaciones expresadas en su calificador de cargo. El autor las enmarca como dimensión del contenido y refiere como esencial las acciones que debe ejecutar el profesional para la solución de los problemas propios de la profesión.

Los autores que se mencionan son concurrentes al considerar que en el caso de las habilidades profesionales, estas se corresponden con los modos de actuación del profesional reflejados en el

modelo del profesional, no enmarcan a las habilidades profesionales desde las diferentes asignaturas del currículo, aunque algunos destacan la importancia de su formación a través del proceso docente-educativo.

Del estudio realizado sobre las definiciones descritas, se aprecia que se hace reconocimiento a la significación de la experiencia histórica asimilada por el hombre para la ejecución de las acciones psíquicas y prácticas con un carácter consciente, se declara que las operaciones despliegan a las acciones con arreglo a las condiciones de realización de la tarea y se expresa que estas acciones generan el aprendizaje de modos de actuación en la personalidad.

Las habilidades profesionales son importantes componentes de las cualidades que debe poseer un profesional para ser idóneo, ya que su dominio lo pone en condiciones de enfrentar con éxito las tareas inherentes a su profesión para dar solución de los problemas de la realidad de la organización donde se desempeñe. Estas habilidades continuarán perfeccionándose durante el ejercicio de la profesión.

A partir de las definiciones anteriores el autor de este trabajo define a las habilidades profesionales como:

“acciones y operaciones ordenadas, que pueden integrarse, subordinadas a una profesión concreta, pueden formar parte de una asignatura o de varias asignaturas ya sea de forma implícita o explícita, que son sistematizadas en el proceso de la actividad, responden a un objetivo concreto y permiten la solución de los más diversos problemas de una determinada profesión”.

Para la elaboración de la definición anterior, el autor de esta investigación tuvo en cuenta que:

- Una acción constituye un sistema complejo de operaciones, de forma sistemática y consciente necesarias para la regulación de la actividad.
- Las acciones se relacionan con los objetivos y las operaciones con las condiciones.
- Toda acción incluye un determinado conjunto de operaciones, que son ejecutadas según un orden determinado, que pueden integrarse.
- El papel de las asignaturas del currículo en el proceso de formación de habilidades profesionales es determinante, es decir, a partir del tratamiento de los contenidos curriculares pueden hacerse interesantes contribuciones al proceso de formación de dichas habilidades.

Es importante, como bien señala Llanes (2010), que el estudiante conozca las acciones y operaciones de la habilidad que realizará, para que asuma la tarea con responsabilidad y esté

consciente del resultado que tiene que alcanzar, así como del procedimiento que seguirá hasta lograrlo, de modo que se sienta implicado, seguro y motivado con el trabajo y sea capaz de realizar un autocontrol sobre cada paso que ejecuta y de autovalorarse en el desempeño de su rol profesional. Coincidiendo con lo abordado por López (2010) en su tesis doctoral, las investigaciones en el campo de la Pedagogía en Cuba están sustentadas sobre tres aspectos fundamentales: las corrientes y postulados teóricos de pedagogos, la filosofía marxista leninista y los postulados psicológicos de la escuela Histórico Cultural, es decir, zona de desarrollo próximo, la actividad y los mediadores (las herramientas que actúan directamente sobre los estímulos, modificándolos y los signos, que modifican al propio sujeto y a través de éste a los estímulos), los que se asumen en este trabajo.

En lo relacionado con los fundamentos filosóficos que sustentan las habilidades profesionales se señala que desde esta perspectiva, una actividad transformadora sustentada sobre sólidos cimientos científicos, debe estar relacionada con la situación económica y social, y tener un enfoque histórico. Es de señalar, la necesidad de reconocer el valor del método como lo señalaba Descartes, cómo en toda actividad humana (transformadora) se reconoce la tríada sujeto-método-objeto, donde el método no es otro que las acciones y operaciones de la habilidad, que a su vez es un elemento mediador en la relación sujeto-objeto.

Para Konstantinov y otros (1980), constituyen un pilar filosófico los principios, leyes y categorías de la filosofía marxista-leninista, particularmente, la teoría del conocimiento científico. Partiendo de la concepción marxista sobre la formación de la personalidad como forma individual de existencia de las relaciones sociales, en el orden sociológico, se considera que todo individuo expresa rasgos socialmente importantes y diferentes en la transformación del mundo que le rodea. Se valora la importancia de la atención al factor humano en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El proceso de formación de habilidades profesionales es concebido en esta investigación desde la formación básica (procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral que contiene acciones y operaciones de carácter lógico, que sirven de base para la formación de la habilidad profesional) de este futuro profesional, es decir, a través del trabajo socializador que se desarrolla desde la clase, se forma a un individuo que actúa de forma consciente, adoptando así una posición activa ante la vida y una actitud enfocada hacia el deber social, tal como plantean las concepciones del marxismo leninismo.

Por tanto, es meritorio señalar la importancia que se le atribuye al trabajo con la situación típica tratamiento de conceptos y sus definiciones en la enseñanza de la Matemática para potenciar el

proceso de formación de habilidades profesionales. El autor de este trabajo pudo constatar que es posible aplicar el principio heurístico de analogía para obtener las acciones y las operaciones de la habilidad profesional que ha sido citada en el marco de la investigación a partir de las que se proponen para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en el primer año de Ingeniería Industrial. Para ello, se tiene como precepto lo estipulado en la resolución 210/2007 del Reglamento de Trabajo Metodológico, donde el colectivo de asignatura, así como el colectivo de año, deben lograr el cumplimiento con calidad de los objetivos generales previstos en el Modelo del Profesional, particularmente la formación de las habilidades profesionales; en el Capítulo II se dedica un apartado que está relacionado con la obtención, por analogía, de las acciones y las operaciones para la habilidad profesional.

Abarcar el proceso de formación de habilidades profesionales desde una disciplina del ciclo básico de formación es una tarea compleja. En este trabajo se centra la atención en una de las habilidades profesionales declaradas en el Modelo del Profesional cubano para el Ingeniero Industrial. En el siguiente apartado se describe de forma general la habilidad profesional y algunos elementos a tener en cuenta para su formación.

1.3.1- La habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”

En el Modelo del Profesional cubano para el Ingeniero Industrial se declaran doce habilidades profesionales que deben ser formadas a lo largo de la carrera. Entre estas se destaca la habilidad: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico que demuestren sus capacidades de razonamiento, sistematicidad, iniciativa, creatividad y capacidad de adaptación con una gran objetividad y sentido práctico que le permitan comunicar, persuadir, convencer de las acciones a emprender.

Para la realización de una adecuada formación de la habilidad profesional diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, resulta de vital importancia tener en cuenta, como ya fue citado anteriormente, lo normado en la resolución 210/2007 donde, desde las diferentes asignaturas del currículo debe darse cumplimiento a los objetivos propuestos en el Modelo del Profesional, en este caso, la formación de habilidades profesionales. Se coincide además, con algunos elementos ofrecidos en el Marco de Fundamentación Conceptual para la carrera de Ingeniería Industrial dados por la ACOFI (2005), donde se precisa que los estudiantes puedan realizar tareas desde la formación curricular que están relacionadas con la habilidad que se pretende formar, las mismas son:

- Modelar fenómenos y procesos.

Aquí lo importante es que los estudiantes tengan la concepción de esquemas teóricos, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja (por ejemplo, un problema matemático o relacionado con el perfil de la profesión), que se elabora para facilitar su comprensión, análisis, aplicación y el estudio de su comportamiento.

- Resolver problemas de ingeniería.

Proponer problemas en los cuales se presenten situaciones significativas, es decir, que contengan desde elementos dados hasta elementos desconocidos, sean estos reales o hipotéticos; requiriendo para ello pensamiento reflexivo y un razonamiento de acuerdo con un conjunto de definiciones, axiomas y reglas. Esto se logra a través de las asignaturas de la disciplina Matemática General, las que permiten adquirir una fundamentación conceptual sólida; esto le genera estructura de pensamiento lógico y simbólico y le da las herramientas básicas para la innovación y el desarrollo tecnológico.

- Comunicarse.

Se refiere a las capacidades que permiten un manejo adecuado del lenguaje tanto en un contexto cotidiano como científico. Implica además el manejo de los aspectos formales de la lengua, la comprensión de la intención comunicativa, donde el lenguaje es el vehículo para entender, interpretar, apropiarse, expresar y organizar la información que proviene de la realidad y la ficción; es intercambiar y compartir ideas, saberes, sentimientos y experiencias, en situaciones auténticas de comunicación. Desde la formación básica se debe lograr lo que reclama el sector empresarial, donde se exige que el ingeniero deba ser competente expresando ideas y que, además, pueda escribirlas y argumentarlas correctamente.

- Realizar el análisis, diseño y evaluación de componentes o procesos organizacionales o de sistemas complejos.

Esto es entendido como la capacidad que deben poseer los estudiantes para proponer alternativas de solución a los problemas de las organizaciones o de los sistemas complejos (este entrenamiento se realiza primero con problemas matemáticos o relacionados con el perfil de la carrera, como es el caso de las problemáticas que se le presentan en el tratamiento de los conceptos del cálculo integral), valiéndose para ello de los conocimientos, destrezas, herramientas y metodologías adquiridos de naturaleza científica, técnica, tecnológica y profesional. En este planteamiento tienen en cuenta la

viabilidad de las soluciones desde diferentes perspectivas, tales como las perspectivas técnica, operacional, financiera, económica, social, ambiental, entre otras.

Al realizar el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General y desde las diferentes formas de organización de la docencia en dicha disciplina, se posibilita que, ante el planteamiento de un problema matemático o relacionado con el perfil profesional del estudiante, este reciba entrenamiento dirigido a:

- Identificar los aspectos y características relevantes del problema, donde establecen y analizan relaciones que representa el problema o situación particular presentada, para finalmente poder plantear una hipótesis y generar alternativas de posibles modelos para representar al problema o situación dada.
- Identificar las variables que definen un problema, seleccionando los elementos del conocimiento que se relacionan directa o indirectamente con el problema, lo que le permite plantear una hipótesis y generar una alternativa de solución para el mismo.
- Determinar las herramientas reguladoras, matemáticas y específicas de la profesión para encontrar alternativas de solución, donde determina si el problema puede ser reducido a otro que ha sido resuelto con anterioridad o si es necesario hacer un cambio en el paradigma de solución, o si hay que repensar la vía de solución del mismo, donde tienen en cuenta la viabilidad de la solución propuesta, lo que en el marco de la organización sería: las perspectivas técnicas, operacional, financiera, económica, social, ambiental, entre otras.

Desde la impartición de los diferentes complejos de materia de la disciplina Matemática General, en primer año, se contribuye a que los estudiantes de Ingeniería Industrial puedan enfrentarse a problemáticas organizacionales o de sistemas complejos y estén en capacidad de formular proyectos como respuesta a dichas problemáticas de manera eficiente, incorporando los conocimientos, destrezas, herramientas y metodologías adquiridas de naturaleza científica, técnica, tecnológica y profesional, al emplearse métodos problemáticos para la adquisición del nuevo conocimiento, por ejemplo, el método de búsqueda parcial o heurística, donde mediante la conversación heurística que se establece los estudiantes dan soluciones a las problemáticas que se presenten.

Müller (1984) destaca que dentro de los procedimientos heurísticos se encuentran los principios heurísticos que son de gran utilidad para la búsqueda de nuevos conocimientos y también sugieren ideas para la solución de diferentes problemas. Dentro de los principios heurísticos generales, se señala, el de analogía que consiste en la utilización de la semejanza de contenido o forma. Polya

(1985, 1982), refiriéndose a la analogía expresa: “dos sistemas son análogos si concuerdan en relaciones claramente definibles de sus partes respectivas”.

La analogía como un factor heurístico positivo puede ayudar en tres direcciones:

- Puede ser aplicada para que los estudiantes descubran una proposición nueva y la puedan formular;
- Puede sugerir el método y el procedimiento para la demostración de una nueva proposición;
- Puede sugerir la vía para la solución de un problema, de un ejercicio.

Se señala que al realizar el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, mediante el empleo del principio heurístico de analogía, se puede establecer una analogía entre cada una de las acciones y operaciones para el tratamiento de los conceptos del citado cálculo y las acciones y las operaciones de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”. En la siguiente tabla aparecen las acciones de carácter lógico de ambos procedimientos.

Tabla 2. Acciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General y sus análogas para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”.

Acciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral	Acciones de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”
• Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.	• Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.
• Modelar geoméricamente el problema planteado, si es posible.	• Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.
• Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad.	• Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma utilizado.
• Realizar la construcción de los objetos correspondientes.	• Presentar ante la organización la estrategia de solución (acciones y operaciones previstas para la solución del problema).
• Explicar y/o formular una definición del	• Explicar a los directivos de la organización

concepto sobre la base de los resultados alcanzados.	cada una de las acciones a aplicar para la solución del problema propuesto.
• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.	• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Fuente: Elaboración propia.

En el Capítulo II se proponen las acciones y operaciones para ambos procedimientos. Se destaca que, desde el punto de vista metodológico, la habilidad debe ser formada por etapas y que las acciones y las operaciones de esta se proponen a los estudiantes estableciendo una analogía con las del tratamiento de los conceptos del cálculo integral una vez realizado el tratamiento del concepto integral definida o propia como invariante, pues en la didáctica integradora se deben sustituir los procedimientos específicos por procedimientos generalizados, es decir, trabajar por el proceso de formación de habilidades generales o grupos de habilidades específicas, de forma que al aprender dichas habilidades se asimilen las específicas que la forman, tal como lo plantean Silvestre y Zilberstein, (2002, 1999). La asimilación y fijación se realiza mediante la solución de problemas matemáticos y relacionados con el perfil de la carrera.

Por la importancia que se le concede al tratamiento de conceptos se dedica un apartado a este aspecto.

1.4- El tratamiento metodológico de conceptos y definiciones matemáticas

En opinión de Zilmer (1981) y de Ballester y otros (2002, 2001, 1992), los conceptos son una categoría especial en la enseñanza de la Matemática y constituyen la forma fundamental con que opera el pensamiento matemático. Con su tratamiento se contribuye a un importante objetivo de la matemática, representar la relación entre la matemática y la realidad objetiva. Esto implica que se debe lograr que los estudiantes reconozcan que los conceptos, al igual que las formas de trabajo matemático, tienen su origen en las necesidades de la práctica.

Para Guetmanova (1989) y Campistrous (1994) un concepto no es un objeto y se define como el reflejo en la conciencia del hombre de las propiedades esenciales de objetos y clases de objetos, de los nexos sometidos a la ley de la realidad.

Gamboa (1996), refiere que un concepto es una entidad mental que se forma a través de un proceso de abstracción sobre experiencias con objetos (reales o ideales) y que se designa a través de términos del lenguaje. En Matemática estos *objetos* pueden ser: cosas reales o mentales, acciones sobre cosas, relaciones entre cosas y sistemas de cosas organizadas (estructuras).

Para Mina (2003), un concepto es un elemento lógico central en la construcción del conocimiento, está regulado por leyes, entre los objetos del mundo material y su interpretación ideal; es uno de los componentes determinantes del saber básico de toda disciplina científica, tecnológica o humanística. El concepto es resultado de la captación intelectual de las características esenciales de un objeto. Los conceptos no afirman ni niegan; solo designan objetos del mundo ideal o real. Es por medio de los conceptos que los sujetos conocen el mundo y lo interpretan.

Para el autor citado, es muy importante que se tenga en cuenta que:

El concepto es el producto reflejo de las cualidades generales y esenciales de un objeto o fenómeno. Las proposiciones están formadas por conceptos. Los conceptos pueden ser de la realidad o de la imaginación. Los conceptos indican, no aseveran ni niegan. La comprensión del concepto está determinada por el conjunto de notas esenciales que el objeto posee. Los conceptos son espacio temporal, por tanto no son perennes. Los conceptos son entes lógicos que facilitan el entendimiento. Los conceptos son de distinta naturaleza: relacionales, operacionales, numéricos, espaciales, de clasificación, de seriación, etc. Un concepto es un conjunto de propiedades o predicados posibles de una clase o de una relación.

Aunque más adelante se harán algunas reflexiones en torno a la definición de conceptos, se destaca que López (2002) explica que la definición de conceptos es compleja. La autora se refiere a los filósofos empiristas (cita a Mill), quienes suponían que las personas adquieren conceptos mediante un proceso de abstracción que suprime los detalles idiosincráticos que difieren de un ejemplo a otro. En consecuencia, refiere López (2002), la mayoría de los experimentos han utilizado una técnica en la cual los sujetos tienen que descubrir el elemento común que subyace a un concepto. Sin embargo, los conceptos cotidianos no consisten en la conjunción o disyunción de características, sino más bien en relaciones entre ellas.

En opinión de la autora citada, otro aspecto de los conceptos de la vida diaria es que sus ejemplos puede que no tengan un elemento en común y cita a Wittgestein, quien en sus “Investigaciones Filosóficas”, presenta el ejemplo de lo que denominamos “juegos”. Según su postura, no hay nada que sea común a todos los juegos, excepto similitudes y relaciones. Además, sostuvo que los conceptos dependen no de elementos comunes, sino de redes de similitudes que son como las semejanzas entre los miembros de una familia.

Refiriéndose a la formación propiamente dicha de un concepto, Betancourt (1993) cita a Bruner, quien considera que la formación de conceptos es un acto en virtud del cual se construyen clases o

categorías, mientras que la obtención de conceptos supone la búsqueda de los atributos que distinguen a los seres que son ejemplares de la clase que se quiere diferenciar. Al describir los pasos que sigue cada persona para obtener un concepto, se parte de la lógica formal que presuponen una serie de atributos externos e indicios, así como valores de dichos atributos en cada objeto o fenómeno. Partiendo de lo anterior, se introducen dos ideas muy valiosas acerca de la temática que se trata:

- Ante cada atributo, la persona realiza una predicción tentativa o decisión acerca de si este posee o no una propiedad dada.
- Esto le permite formular, como paso posterior a la obtención del concepto, la estrategia que para este proceso (la obtención del concepto) se sigue.

El autor comparte las reflexiones realizadas por Betancourt (1993) en cuanto a las diferencias entre formación y obtención de conceptos referidas por Bruner y en lo adelante solo se empleará el término tratamiento de un concepto.

El autor de este trabajo considera necesario que los profesores reflexionen siempre que realicen el tratamiento de un concepto en aspectos tales como:

- ¿Cómo se puede conducir a los estudiantes en el tratamiento de nuevos conceptos?
- ¿Debe estar la definición del concepto al inicio o al final de su tratamiento?
- ¿Por tener el concepto que debe tratarse un nivel mayor de abstracción solo puedo emplear la vía deductiva?
- ¿Conocen los estudiantes los representantes del concepto del cual se realizará su tratamiento?
- ¿El empleo de la vía constructiva, contribuye a que los conceptos no sean “débilmente interiorizados” por los estudiantes?
- ¿En la vía constructiva resulta útil realizar la descomposición de las partes de un todo para luego sintetizar?

El tratamiento de un concepto puede llevarse a cabo mediante dos vías principales, que según Zilmer (1981) son:

Vía deductiva: En esta se parte de la definición del concepto y mediante el análisis de ejemplos se descubre la extensión y el contenido del concepto. Esta vía conduce de lo general a lo particular. El empleo de esta vía ofrece algunas ventajas siempre que estén dadas determinadas condiciones, las cuales son:

- 1- Los estudiantes conocen los conceptos anteriores que están incluidos en el nuevo concepto a

definir.

2- El concepto a definir contiene elementos que son comprendidos por los estudiantes.

3- Los estudiantes están facultados para realizar un trabajo relativamente alto de abstracción.

Vía inductiva: En esta se parte de ejemplos, el concepto se desarrolla por medio de descripciones, explicaciones, hasta llegar a la definición, esta última es elaborada paso a paso. Esta vía conduce de lo particular a lo general.

La vía inductiva es recomendable si en el tratamiento de un concepto paso a paso se favorece la comprensión de la definición por parte de los estudiantes. En el caso que ocupa, se aprecia que en muchos conceptos matemáticos, en particular, los conceptos que son estudiados en el cálculo integral, no es posible poner a disposición de los estudiantes como objeto de análisis representantes y no representantes del concepto en cuestión, pues al inicio de su tratamiento estos no son conocidos; lo que obliga a que los representantes del concepto primero tengan que ser contruidos. En tal caso se dice que el tratamiento del concepto se realiza por vía constructiva. Esta es una modificación de la vía inductiva y su empleo en el tratamiento de los conceptos que deben ser definidos o explicados posibilita, junto a la utilización de métodos productivos (la búsqueda parcial o heurística) que el nuevo objeto matemático obtenido sea correctamente asimilado y comprendido por los sujetos.

Como secuencia de pasos para el tratamiento de un concepto por la vía constructiva se sugiere:

- Crear condiciones necesarias que permitan reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir.
- Motivar y orientar correctamente hacia el objetivo que nos ocupa.
- Seleccionar un principio adecuado para la construcción de los objetos correspondientes.
- Construir los objetos.
- Analizar los objetos respecto a características comunes y no comunes.
- Establecer un sistema de características necesarias y suficientes.
- Formular la definición o explicación del concepto.

Se asume en este trabajo lo planteado por Ballester y otros (2002, 2001, 1992) quienes refieren que por definición se entiende:

- Propositiones que establecen qué es un objeto, cómo surge, para qué sirve, o cómo se reconoce.
- Reglas que establecen cómo debe ser utilizado un signo verbal.
- Propositiones o reglas que establecen qué debe significar un signo verbal.

Estos autores retoman de Zilmer (1981) que una definición puede ser representada en general mediante la ecuación: $X =_{\text{Def}} Y$, donde en X está contenida la expresión que debe ser definida y por Y entendemos lo que define a X.

Ballester y otros (2002, 2001, 1992) plantean que se pueden diferenciar dos tipos esenciales de definiciones matemáticas, las definiciones existenciales y las definiciones genéticas. En el caso de las primeras el objeto a definir existe ya y se le describe a través de sus características, en el caso de las segundas se describe cómo surge el objeto a definir o se expresa cómo se puede obtener el objeto a definir.

El autor de este trabajo señala que las definiciones o explicaciones de los conceptos del cálculo integral son definiciones existenciales, pues para cada uno de los conceptos de este cálculo se realiza una descripción de cómo es que surge cada objeto a definir, una vez que se construye dicho objeto (representante del concepto).

Es necesario realizar en este momento dos precisiones importantes:

- Definir un concepto requiere la elaboración de una definición exacta o rigurosa (formal).
- Introducir conceptos significa que los estudiantes conozcan todas las características que definen el concepto, pero no una definición explícita del mismo (informal).

En el desarrollo del definir, en opinión de Zilmer (1981) se diferencian tres niveles, los cuales son:

1^{er} Nivel: Se prepara a los estudiantes para la formación del concepto. En este nivel se utilizan procedimientos semejantes a definiciones (esto ocurre en los primeros grados de la enseñanza primaria, entre primero y quinto grados).

2^{do} Nivel: Se trata directamente de definir, se introduce el concepto definición, se comparan los conceptos definición y teorema, se definen algunos conceptos utilizando definiciones existenciales (concepto superior y características esenciales) (sexto grado).

3^{er} Nivel: Se capacita a los estudiantes para definir, estos conocen mejor la relación entre definición y teorema, aplican las definiciones en demostraciones sencillas, las definiciones son formuladas en forma precisa, se definen independientemente conceptos utilizando el concepto superior y las características esenciales (a partir de sexto grado).

El autor de esta investigación propone que el tercer nivel abarque desde el sexto hasta el duodécimo grados ya que, en general, los estudiantes no logran definir un concepto de forma independiente, solo se capacitan para este acto y se proponga un cuarto nivel para la Enseñanza Superior. Con el estudio de la disciplina Matemática General y/o Superior para las carreras de ingeniería, se produce

una transición, como plantea Fernández y otros (2012), entre el pensamiento matemático elemental y el pensamiento matemático avanzado; este autor considera que existe un amplio acuerdo en la dificultad de delimitar la transición entre estos tipos de pensamientos matemáticos y cita a: Tall (1992), Azcárate, Camacho y Sierra (1999), Edwards, Dubinsky y Mc Donald (2005) y a Zaskis y Applebaum (2007).

Con el estudio de la disciplina se comienza el análisis de procesos o fenómenos que tiene un carácter infinito y esto implica que se introduzcan términos tales como “definición rigurosa (formal) de un concepto” o “definición informal de un concepto” al realizar el tratamiento de conceptos que tienen un nivel mayor de abstracción, de los que los estudiantes no conocen sus representantes. Estos elementos le permitieron al autor de la presente investigación proponer un cuarto nivel en el desarrollo del definir.

4^{to} Nivel: Se comienza la preparación de los estudiantes para definir conceptos que tienen una naturaleza diferente, es decir, tienen un nivel mayor de abstracción, resultado del estudio de procesos o fenómenos de carácter infinito (este proceso puede realizarse de forma cooperada). Los estudiantes comprenden perfectamente las diferencias que se establecen entre: una definición rigurosa (formal) de un concepto, una explicación de este y una definición informal de un concepto. Se modifican características esenciales de un concepto ya definido (invariante) y se obtienen nuevos conceptos (enseñanza superior).

Según Jungk (1982, 1981, 1979) y Ballester y otros (2002, 2001, 1992) la estructura total del proceso para el tratamiento de un concepto consta de las siguientes fases:

- Primera Fase: consideraciones y ejercicios preparatorios. Estos comienzan mucho antes del tratamiento del concepto, mediante ellos los estudiantes se familiarizan con fenómenos y formas de trabajo correspondientes.

Antes del tratamiento del concepto integral indefinida ya los estudiantes conocen los conceptos: derivada y diferencial, han identificado estos conceptos y han realizado ejercicios de cálculo empleando tales conceptos. Este trabajo se realiza antes de que el tratamiento del concepto integral indefinida se convierta explícitamente en el objeto de enseñanza.

- Segunda fase: tratamiento del concepto. Es la parte del proceso que conduce desde la creación del nivel de partida, la motivación y la orientación hacia el objetivo, y que pasa por la separación de las características comunes (necesarias y suficientes) y no comunes, hasta llegar a la definición o explicación del concepto (esta fase está estrechamente relacionada con el objetivo de capacitar a

los estudiantes para definir).

Se aclara que el término explicación del concepto es utilizado a menudo en la literatura que declara el modelo del profesional para las carreras de ingeniería, es decir, en lugar de aparecer una definición formal del concepto, aparece una explicación del mismo.

- Tercera fase: Asimilación del concepto o fijación del concepto. En esta fase se realizan las ejercitaciones, profundizaciones, sistematizaciones, aplicaciones y repastos del concepto que siguen al tratamiento del mismo (en esta fase los estudiantes asimilan el contenido del concepto, ante todo a través de acciones mentales y prácticas dirigidas hacia ese objetivo).

El autor de esta investigación pudo observar que en la tercera fase del proceso total propuesta para el tratamiento de un concepto no está de forma explícita la generalización de conceptos (aquí se debe producir el nivel de creación). Además, ya fue referido en el epígrafe 1.3.2 que Müller (1984) destaca que dentro de los procedimientos heurísticos se encuentran los principios heurísticos que son de gran utilidad para la búsqueda de nuevos conocimientos y también sugieren ideas para la solución de diferentes problemas. La generalización es un principio heurístico general mediante el cual se direcciona y desarrolla la actividad mental de los estudiantes y además, se favorece el uso de las formas de trabajo y de pensamiento matemático, necesarios para cualquier estudiante de ingeniería. Se propone incorporar de este modo una nueva fase.

- Cuarta fase: Generalización de conceptos. En esta fase se capacita a los estudiantes para que puedan definir nuevos conceptos, de forma cooperada, a partir de la modificación de determinadas características esenciales de un concepto ya definido, se realiza el tratamiento de un nuevo concepto, más general que el que lo precedió.

Por solo citar un ejemplo se destaca que los conceptos: integral impropia, integral triple e integral curvilínea son generalizaciones del concepto integral definida o propia. Las integrales impropias aparecen como resultado de reemplazar a un intervalo cerrado por otro que puede ser abierto o semiabierto o al considerar una función discontinua infinita sobre un intervalo cerrado. Algo similar ocurre con las integrales dobles, la función de una variable real se reemplaza por una función de dos variables reales y el intervalo unidimensional $[a, b]$ se sustituye por una región cerrada y acotada sobre un plano.

En este proceso intervienen no solo el profesor y los estudiantes. Pueden establecerse importantes relaciones entre los propios estudiantes y entre ellos y el profesor para el logro del objetivo propuesto. Es en el medio social de la clase, donde se produce un proceso constante de interacciones

que permiten los avances tanto colectivos como individuales en el campo del saber que se analiza.

En el apartado siguiente son abordados elementos sobre las ideas de Vigotsky en relación con el tratamiento de conceptos.

1.4.1 - Ideas de Vigotsky sobre el tratamiento de conceptos

En opinión de Del Río (1999), fue Bruner quien atinadamente definió a Freud, Piaget y a Vigotsky como las tres figuras que revolucionaron la teoría del desarrollo humano y, por consiguiente, los modelos educativos derivados de ella, cada uno marcado por su propia visión histórica; Freud vuelto hacia el pasado; Piaget vuelto hacia el presente y Vigotsky vuelto hacia el futuro. García (2007) refiere que junto con Piaget y Bruner, Vigotsky, forma parte de la escuela más avanzada del pensamiento psicológico constructivista. Refiere este autor que algunas de las aportaciones más importantes que hizo Vigotsky a la psicología y a la educación tienen que ver con el proceso de construcción del conocimiento en los niños, la influencia del aprendizaje en el desarrollo, la importancia del contexto social y el lenguaje en el mismo.

Una de las grandes aportaciones que hizo Vigotsky al área de la educación fue su concepto denominado zona de desarrollo próximo, que es el área que existe entre la ejecución espontánea que realiza el sujeto utilizando sus propios recursos y el nivel que puede alcanzar cuando recibe apoyo externo. Es en esta zona de desarrollo próximo donde la educación debe intervenir. La interacción social no debe darse exclusivamente con los profesores sino con quienes pertenecen a su contexto sociocultural. En esta zona los estudiantes interactúan con quienes pueden ejercer una influencia formadora en ellos, es decir, además de los profesores, los padres, los medios masivos de comunicación, su entorno comunitario y el resto de las instituciones que influyen sobre los estudiantes.

Se coincide con Bravo (2002), quien señala que la importancia de este concepto está en la diferencia que se establece entre lo que el estudiante es capaz de hacer por sí solo, el autoaprendizaje y lo que es capaz de hacer o aprender con la ayuda de una persona experta, relación que se visualiza en la figura siguiente:



Figura 1. Relación entre lo que el sujeto realiza por sí solo y lo que realiza con ayuda de otros.

Fuente: Elaboración propia.

Si los estudiantes pueden realizar acciones por sí solos, no es necesario ayudarlos, pero con la ayuda del profesor pueden realizar otras acciones más complejas, es decir, se está en la zona de desarrollo próximo. Esta idea se retoma para realizar la construcción de cada uno de los representantes de los diferentes conceptos del cálculo integral. El profesor conduce el proceso asumiendo la función de orientador, de facilitador del aprendizaje, creando condiciones óptimas para que se produzca una interacción constructiva entre los estudiantes y el objeto del conocimiento, logrando que los mismos por sí solos o entre ellos den pasos de avance en la solución de las tareas que le son encomendadas. El autor de esta investigación comparte de igual forma lo planteado por Bravo (2002) al considerar que cuando Vigotsky describe el concepto de zona de desarrollo próximo le preocupa tanto la evaluación (psicológica) de las capacidades cognoscitivas del individuo, como la evaluación (pedagógica) de las prácticas educativas. Su preocupación, en el último caso, estaba dirigida hacia las prácticas escolares habituales en las que era frecuente, tanto la despreocupación por el nivel de desarrollo alcanzado por la persona, de modo que la instrucción operaba fuera del alcance de este o más allá de la zona de desarrollo próximo, como la minusvaloración de su potencial de aprendizaje, de modo que la instrucción se limitaba a actuar dentro de la zona de desarrollo real y no tiraba del desarrollo.

Lo esencial a tener en cuenta en una aproximación metodológica de la zona de desarrollo próximo es que permita explicar el presente del sujeto y evaluarlo correctamente, uniéndolo a un pronóstico realmente constructivo y educativo, cuyos apoyos en la zona de desarrollo próximo pueden ser diseñados con el máximo de precisión.

Así, Del Río (1999) explica que, de acuerdo con la definición de zona de desarrollo próximo, las experiencias de aprendizaje no se diseñarían ya exclusivamente sobre el nivel de desarrollo alcanzado por el sujeto (evaluado por cualquier instrumento psicológico diseñado exprofeso); sería deseable que se incluyeran también aquellas experiencias de enseñanza-aprendizaje *más difíciles* pero resolubles con un poco de ayuda de otros más capaces. De ser una experiencia individual, el aprendizaje se convertía en un proceso social, donde los otros podían ser agentes de desarrollo.

El razonar juntos, el monitoreo en la ejecución de una tarea como estrategia de avance, implicaba que aquellas funciones que se pensaban como internas (pensamiento, lenguaje) tuvieran un origen social, donde no solo los contenidos, sino las estructuras mismas seguirían una ley de formación que rezaba así: En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces, primero a nivel social, y más tarde a nivel individual; primero entre personas y después en el interior del propio niño. Todas las funciones superiores se originan como relaciones entre seres humanos (Vigotsky, 1988).

Refiriéndose al aprendizaje significativo, por otra parte, Vigotsky (1988) considera muy importante el binomio actividad-mediadores, y en tal sentido expresa que en el ciclo de la actividad se distinguen dos tipos de mediadores:

- a) Las herramientas que actúan directamente sobre los estímulos, modificándolos.
- b) Los signos, que modifican al propio sujeto, y a través de este, a los estímulos.

Según Vigotsky, los instrumentos de mediación, incluidos los signos, son proporcionados por la cultura y por el medio social.

Si bien para Vigotsky los significados provienen del medio social externo, estos deben ser asimilados e interiorizados por cada niño concreto. Él considera que los signos se elaboran en interacción con el ambiente, el que está integrado por objetos y personas que median en la interacción del niño con los objetos.

El desarrollo de Vigotsky incorpora de modo claro y explícito la influencia del medio social, para él: aprendizaje y desarrollo son procesos independientes pero, de acuerdo con la ley de doble formación, el proceso de aprendizaje consiste en una internalización progresiva de los objetos

mediadores, en consecuencia, el aprendizaje precede temporalmente al desarrollo, es decir, sus ideas se basan en que el aprendizaje debe ser considerado como un factor del desarrollo.

El aprendizaje es una actividad social y no solo un proceso de realización individual (como hasta el momento se pensaba), una actividad de producción y reproducción del conocimiento mediante el cual la persona asimila los modos sociales de actividad y de interacción, el individuo aprende modos de actuación humana mediante la actividad y la comunicación.

Señala Severo (2011) en “La teoría del aprendizaje de Vigotsky” que él tiene ideas muy claras y profundas sobre el tratamiento de conceptos; en sus estudios sobre este particular, parte de la idea de que el tratamiento de estos no puede reducirse a meras conexiones asociativas, y establece así una pirámide en la cual jerarquiza diferentes formas de conocimiento, que el autor de esta investigación representa como se ilustra en la figura.

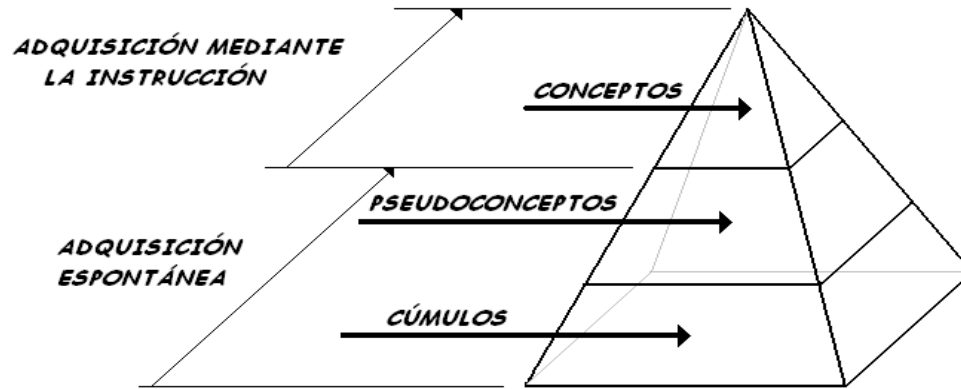


Figura 2. Formas de adquisición de los conceptos.
Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, refiere Severo (2011), Vigotsky distingue entre conceptos espontáneos y conceptos científicos (los adquiridos mediante un proceso de instrucción).

- Conceptos espontáneos

- 1- Cúmulos no organizados (conglomeraciones sincréticas): agrupación de objetos dispares sin ninguna base común. La etapa se caracteriza por el uso de palabras como "nombres propios".
- 2- Pseudoconceptos: Agrupan objetos adecuadamente pero a partir de rasgos sensoriales inmediatos, sin que el sujeto tenga una idea precisa de los rasgos comunes de los objetos. Los pseudoconceptos no solo aparecen en el pensamiento infantil porque, aunque a partir de la adolescencia los sujetos ya son capaces de formar auténticos conceptos, los adultos conviven simultáneamente con ambas formas de pensamiento. En la medida en que los pseudoconceptos se

basan en una generalización de rasgos generales, estos son una vía en el camino de la formación de los conceptos genuinos, además de generar conceptos potenciales o la abstracción de un rasgo constante en una serie de objetos.

- Conceptos científicos

3- Estos son los conceptos adquiridos a través de la instrucción. Se caracterizan por:

- a) Formar parte de un sistema.
- b) Adquirirse a través de una toma de conciencia de la propia actividad.
- c) Implicar una relación espacial con el objeto basada en la internalización de la esencia del concepto.

Los conceptos del cálculo integral pertenecen a los denominados conceptos científicos señalados por Vigotsky, que son adquiridos a través de la instrucción y son los que ocupan el centro de esta investigación.

Dado que los conceptos científicos son adquiridos mediante la instrucción, siguen el camino inverso de los espontáneos, es decir, los primeros van de lo abstracto a lo concreto y los segundos van de lo concreto a lo abstracto.

El autor de esta investigación comparte las ideas expresadas por Severo (2011), quien refiere que la gran virtud del trabajo de Vigotsky no solo es diferenciar esos dos sistemas conceptuales y los mecanismos mediante los cuales se adquieren, sino volver a unirlos una vez diferenciados.

Los datos disponibles respecto al aprendizaje de conceptos científicos en estudiantes universitarios, demuestran que la asimilación de estos conceptos resulta más difícil e infrecuente que lo que el optimismo de las ideas de Vigotsky parece suponer. En efecto, no solamente los estudiantes universitarios, muchos adultos sostienen concepciones erróneas respecto a temas científicos ya sean físicos, biológicos, sociales o históricos. Severo (2011) apunta que, aunque Vigotsky defiende una estrecha relación entre aprendizaje e instrucción, incurre en una cierta imprecisión o bien en una ingenuidad didáctica, al no especificar qué tipos de aprendizajes son los que favorecen efectivamente la adquisición de conceptos y cuáles no.

El perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje en el ámbito universitario se logra a través de un proceso donde los profesionales en formación aprendan a pensar y a participar de forma activa, reflexiva y creadora en él. La educación superior, para responder a las necesidades y exigencias sociales, debe concebir estrategias potencialmente sólidas, orientadas a los diferentes tipos de contenido, los cuales se derivan de los cuatro componentes de la cultura, es decir,

conocimientos, habilidades, experiencias de la actividad creadora y normas de relación con el mundo y con las otras personas, que organizados didáctica y metodológicamente y teniendo en cuenta las particularidades de la personalidad, se integran a la formación profesional del estudiante universitario. En el siguiente apartado se presentan aspectos relacionados con las estrategias didácticas, como un caso a tener en cuenta para lograr los fines de la educación superior.

1.5- Las estrategias didácticas, su implicación en el proceso de formación de habilidades profesionales

Un análisis etimológico permite ubicar el término estrategia en el vocablo griego *Stratégos* (general) y que, aunque en su surgimiento sirvió para designar el arte de dirigir las operaciones militares, luego, por extensión, se ha utilizado para nombrar la habilidad, destreza o pericia para dirigir un asunto. Independientemente de las diferentes acepciones que posee, en todas ellas está presente la referencia a que la estrategia sólo puede ser establecida una vez que se hayan determinado los objetivos a alcanzar.

En los últimos tiempos es común el desarrollo de estrategias en el plano educativo donde el diseño de estas se ha constituido en uno de los resultados de las investigaciones pedagógicas que trata de resolver la contradicción esencial que se manifiesta entre el estado actual y el estado deseado.

El proceso de enseñanza aprendizaje puede ser mejorado si se cuenta con una adecuada proyección del mismo desde la determinación de las problemáticas que lo afectan, tanto internas como externas; los recursos para enfrentar estos problemas y la disposición para el cambio de sus actores principales: profesores y estudiantes. En opinión de Rodríguez y Alemañy (1998), en este proceso de mejora ocupan un papel determinante las estrategias, las que se conciben como una forma de dirección participativa que involucra a todos en la planificación, ejecución y control de las transformaciones necesarias en el proceso de enseñanza aprendizaje o en sus actores para adaptarse a las exigencias del medio, mientras que el enfoque estratégico es concebido como una actitud extrovertida, voluntarista, anticipada, crítica y abierta al cambio.

Lo apuntado permite señalar que las estrategias en el proceso de enseñanza aprendizaje constituyen procesos de toma de decisiones que comienzan cuando existe una necesidad (planificación), continúa cuando se aplica el plan elaborado, se regula a partir de los imprevistos que aparecen y finaliza cuando se ha cumplido el objetivo o cuando se determina la imposibilidad de resolverlo en los términos esperados con la consiguiente valoración de lo realizado (evaluación).

Para Rodríguez del Castillo y Rodríguez Palacio (2004) esto resulta complejo en una doble dimensión; es necesaria la selección y activación de conocimientos de distinta naturaleza y su recursividad conlleva a la permanente autorregulación en función de inferencias, predicciones, anticipaciones, cambios, reformulaciones, todo ello en estrecha correspondencia con la búsqueda del logro de los objetivos trazados de la forma más eficiente.

Muchos autores han definido el concepto de estrategia desde sus posiciones. Para Bruner (1990) las estrategias se definen como la secuencia de decisiones que una persona realiza en su camino hacia la obtención del concepto que será la solución del problema. Beltrán (1993) define una estrategia como la secuencia de actividades previamente organizadas, que elabora el profesorado para desarrollar con sus estudiantes el objetivo que se proponga.

Se concluye que las estrategias se consideran como un conjunto de decisiones que toman los profesores, basado en leyes y regularidades de un proceso de enseñanza que se materializa en un conjunto de acciones, con sus correspondientes sugerencias metodológicas para dirigir el proceso de aprendizaje de los estudiantes con un propósito determinado.

Se coincide con los autores citados antes y con Izquierdo y Corona (2012), quienes refieren que existen diferentes tipos de estrategias en el contexto educativo: las estrategias pedagógicas, didácticas, educativas, metodológicas, de aprendizaje y escolares. Independientemente de las diferencias en la nomenclatura tienen un objetivo común que es perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje, que en el ámbito universitario se traduce en desarrollar las potencialidades de los futuros profesionales, a través de un proceso donde aprendan a pensar, a participar activa, reflexiva y creadoramente.

En este trabajo se señala solo la estrategia didáctica que, en opinión de Rodríguez del Castillo y Rodríguez Palacio (2004) “...es la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza aprendizaje en una asignatura, nivel o institución tomando como base los componentes del mismo y que permite el logro de los objetivos propuestos en un tiempo concreto”. Para Bravo (2002) una estrategia didáctica es el conjunto de actividades previamente organizadas que ejecutará el profesorado junto a sus estudiantes en un momento determinado, para la enseñanza de las demostraciones geométricas.

Los didactas son convergentes al considerar la posibilidad de emplear estrategias didácticas para realizar el estudio de las dificultades y del desarrollo de las potencialidades de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje en general.

Ortiz y Aguilera (2005) asumen que el término estrategias didácticas, que presupone enfocar el cómo se enseña y cómo aprende el estudiante, es el más adecuado porque integra los dos componentes esenciales del proceso: enseñanza y aprendizaje. En tal sentido las estrategias didácticas no se limitan a los métodos y formas con los que se enseña sino al repertorio de procedimientos, técnicas y habilidades que tienen los estudiantes para aprender; es una concepción más consecuente con las tendencias actuales de concebir este fenómeno desde una concepción integradora.

Constituyen la concreción en el aula del conjunto de pasos y acciones de enseñanza-aprendizaje que el profesor diseña y ejecuta junto con los estudiantes para lograr los objetivos de la educación en este nivel de enseñanza, sobre lo cual se investiga y se publica con frecuencia pero desde posiciones teóricas disímiles y no siempre consistentes. El autor de esta investigación asume la definición de estrategia didáctica abordada por los autores Ortiz y Aguilera (2005).

Se coincide con Ortiz y Aguilera (2005) quienes refieren que la esencia de las estrategias didácticas son las acciones de enseñanza del profesor y las acciones de aprendizaje de los estudiantes, pero contextualizadas dentro de la dinámica de los componentes, es decir, de los objetivos, contenidos, métodos, medios y evaluación. Por tanto, son estrategias de enseñanza y de aprendizaje a la vez y resultan un concepto más amplio que los utilizados para designar una parte de esta dinámica (estrategias de enseñanza, estrategias de aprendizaje o estrategias metodológicas).

Autores como Marqués (2001), Ortiz y Mariño (2003) y Ortiz y Aguilera (2005) se han referido a las funciones que cumplen las estrategias didácticas en la educación superior, se mencionan en este caso las siguientes:

- Organizar el trabajo de los estudiantes en grupos o equipos para facilitar el intercambio, la colaboración y donde el papel del docente sea fundamentalmente de orientador del aprendizaje.
- Plantear objetivos de aprendizaje, concientizados por los estudiantes, en correspondencia con sus necesidades, intereses y motivaciones, vinculados con los problemas propios de sus futuras esferas de actuación profesional.
- Crear las condiciones para favorecer el aprendizaje de los estudiantes, definiendo las condiciones, interacciones entre los alumnos y el profesor, contenidos del currículo, materiales didácticos, etc.
- Enseñar y entrenar a los estudiantes en procedimientos mediadores que favorezcan su aprendizaje, tales como: mapas conceptuales, toma de apuntes relacionados, esquemas, gráficos y otros.

“La formación de habilidades profesionales en el Ingeniero Industrial desde el tratamiento de los conceptos de la disciplina Matemática General”

- Enfrentar a los estudiantes con tareas de carácter profesional, a la solución de problemas, montaje de carpetas de trabajo, pequeñas investigaciones que propicien un enfoque interdisciplinario e impliquen el desarrollo de habilidades
- Tener en cuenta en la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje el nivel de desarrollo de los estudiantes, lo que presupone estrategias diferenciadas y flexibles.
- Incluir mecanismos de control y evaluación a través de una diversidad de técnicas con carácter procesal.

Las estrategias didácticas siempre estarán dirigidas a desarrollar determinadas habilidades o competencias profesionales en los estudiantes, las cuales son fundamentales para el futuro profesional y deben estar explícitamente abordadas en el diseño curricular de cada carrera y formar parte de los objetivos generales del plan de estudios, de cada disciplina, asignatura y de cada tema.

Conclusiones del Capítulo

La formación de habilidades es asumida con rasgos psicológicos, pedagógicos y filosóficos, y se destacan las habilidades generales primero y luego, como un caso particular, las habilidades profesionales.

El análisis de las concepciones teórico-metodológicas que sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Matemática General en el primer año de Ingeniería Industrial permite declarar que este debe ser concebido con una visión sociocultural que posibilite la formación, desde lo curricular de las habilidades profesionales que deben ir potenciándose desde este año.

La definición de habilidades profesionales ofrecida tiene como rasgo distintivo que estas se enmarcan desde las diferentes asignaturas del currículo, ya sea de forma implícita o explícita y que son sistematizadas en el proceso de la actividad.

Las acciones de carácter lógico de la habilidad profesional son identificadas, a partir de las acciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral por el principio heurístico de analogía.

La redimensión de los niveles del definir permite distinguir el tránsito del pensamiento matemático elemental al pensamiento matemático avanzado a partir del estudio de la disciplina Matemática General para el Ingeniero Industrial.

La incorporación de una nueva fase en la estructura total del proceso para el tratamiento de un concepto matemático permite realizar con éxito el proceso de generalización del mismo.

CAPÍTULO II “ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA CONTRIBUIR A LA FORMACIÓN DE LA HABILIDAD PROFESIONAL: DISEÑAR SOLUCIONES Y VISIONAR ESTRATEGIAS CON RIGOR CIENTÍFICO, DESDE EL TRATAMIENTO DE LOS CONCEPTOS DEL CÁLCULO INTEGRAL EN EL PRIMER AÑO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL”

La estrategia es la herramienta que permite intervenir en el futuro para amoldarlo a nuestras necesidades y aspiraciones (Jorge González Moore 1974-).

Los didactas de cualquier disciplina se ocupan y preocupan, entre otras muchas cuestiones, por determinar cuáles son las principales dificultades que puedan presentar los estudiantes y qué desarrollo de potencialidades tienen estos para enfrentar el proceso de enseñanza aprendizaje de una materia en particular. La implementación de estrategias didácticas para estos fines ha sido en los últimos tiempos una práctica habitual.

En el presente capítulo se presenta una estrategia didáctica con acciones y operaciones para la formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”; en estudiantes de Ingeniería Industrial desde la disciplina Matemática General en el primer año, obtenidas por analogía con las acciones y operaciones propuestas para el tratamiento de conceptos del cálculo integral, se explica el diagnóstico realizado a la muestra objeto de estudio, así como los fundamentos teóricos que la sustentan, los elementos que conforman a la misma y se ofrecen sugerencias para su aplicación en el contexto universitario.

2.1- Estructura metodológica del proceso de elaboración e implementación de la estrategia didáctica

La investigación se realizó en cuatro momentos que se explican a continuación de manera general. En el Momento I se realiza el diagnóstico (situación de partida) del estado actual del problema para identificar las dificultades que presentan los estudiantes para el proceso de formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” y a partir del mismo se

pudo determinar el objetivo general de la estrategia didáctica, así como los requerimientos para la dirección del proceso de formación de la habilidad.

En el Momento II se determinaron los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica, es decir, las acciones y las operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, las que fueron elaboradas teniendo en cuenta el programa heurístico general de trabajo en el problema, propuesto por Polya en su obra “How to solve it” (Cómo resolverlo), en 1945 (Polya, 1985, 1982), y las acciones y las operaciones de la habilidad profesional, obtenidas por analogía con las del tratamiento de conceptos. Se determinan las etapas para la formación de la habilidad. Al concluir este momento se diseña la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional. En el Momento III se procede a la evaluación de los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica por el método de criterio de expertos (los resultados son expuestos en el Capítulo III).

En el Momento IV se implementa la estrategia didáctica propuesta para la formación de la habilidad profesional y se ilustra mediante una situación particular su implementación en el contexto escolar.

En el apartado siguiente se señalan los elementos principales, relacionados con el diagnóstico y los resultados del estado de preparación de los estudiantes para el proceso de formación de la habilidad profesional.

2.1.1- Diagnóstico y resultados del estado de preparación de los estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial para el proceso de formación de habilidades profesionales

En este apartado se presenta el diagnóstico del estado actual del proceso de formación intuitiva de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” que poseen los estudiantes del primer año de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos. Mediante el mismo se determinaron las principales deficiencias que presentan los estudiantes, en particular, establecer con claridad si ante el planteamiento de determinados problemas, son capaces de diseñar una solución para estos, si pueden utilizar el conocimiento científico adecuadamente y si pueden reducir el problema planteado a otros similares. Como parte de la culminación de la asignatura Matemática I en el curso escolar (2009-2010) se aplica un examen escrito a un total de veintisiete (27) estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial, constatándose que del total de los estudiantes evaluados, solo el 37% de ellos pudo identificar que los objetos mostrados eran representantes del concepto que se valoraba y el 22% pudo contestar correctamente la pregunta.

En este caso se tiene en cuenta solo una pregunta del examen final de Matemática I aplicado a estos estudiantes. La problemática presentada consistió en ofrecer proposiciones matemáticas verdaderas o falsas para que los estudiantes, una vez identificado el valor de verdad de estas, fundamentaran su decisión. Para la solución de la tarea se necesita reactivar qué conocimientos (medios) precedentes están relacionados con cada una de las problemáticas, qué acciones y operaciones deben ejecutarse para realizar la fundamentación de las proposiciones; valorar si es posible reducir el problema propuesto a otro resuelto con anterioridad (ver anexo I).

Como parte de la culminación de la asignatura Matemática I en el curso escolar (2010-2011), se aplica un examen escrito a un total de treinta y un (31) estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial, constatándose que, del total de los estudiantes evaluados, solo el 29% de ellos logra reconocer al representante del concepto de que se trata y comprender el concepto de función primitiva; uno de cada diez estudiantes pudo contestar correctamente la pregunta.

Esta evaluación consistió en una pregunta del examen final, dirigida a determinar si los estudiantes, ante el planteamiento de una problemática, eran capaces de identificar, a partir de los medios necesarios, si los objetos dados eran representantes o no de un concepto estudiado con anterioridad, si pueden determinar las acciones y operaciones necesarias para calcular las primitivas de una función de una variable real, si pueden diseñar una solución adecuada para decidir si una integral impropia es convergente o divergente, determinar si el problema planteado puede ser resuelto mediante un paradigma establecido con anterioridad (ver anexo II).

Como parte de la culminación de la asignatura Matemática I en el curso escolar (2011-2012) se aplica un examen escrito a un total de treinta y seis (36) estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial, constatándose que del total de los estudiantes evaluados, el 20% pudo diseñar una estrategia de solución para decidir si la función era continua, mientras que el 10% pudo tener éxitos al calcular el límite de la función en el punto indicado. El 25% pudo reconocer que debía aplicar las reglas de derivación para mostrar la veracidad del planteamiento, el 40% reconoce al representante del concepto objeto de análisis y el 70% puede diseñar un modelo para la solución del problema.

En una pregunta del examen se le plantea a los estudiantes situaciones problemáticas para comprobar si estos seleccionan los medios que están relacionados con cada una de las problemáticas, si pueden diseñar una solución adecuada, aplicando un paradigma establecido con anterioridad o si transforman la problemática para proceder como en un caso anterior, si determinan

qué acciones y operaciones deben ejecutarse para la solución de la problemática, una vez establecido un diseño de solución para la misma (ver anexo III).

Después de aplicar cada una de las pruebas pedagógicas, en momentos distintos y con estudiantes diferentes, el autor de este trabajo pudo constatar que, en sentido general, se manifestaron insuficiencias para:

- Reconocer los representantes de un concepto tratado con anterioridad.
- Identificar, de manera total o parcial, los elementos del conocimiento que están relacionados directa o indirectamente con la problemática planteada.
- Determinar qué acciones y operaciones deben realizarse para la solución de la problemática planteada.
- Diseñar una solución adecuada, una vez determinados los elementos del conocimiento necesarios para la solución de la problemática.
- Transformar la problemática planteada y reducir el problema a otro resuelto con anterioridad.
- Establecer un diseño de solución que permita resolver de forma adecuada el problema planteado.

Estas dificultades le permitieron al autor del presente trabajo plantear el objetivo general de la estrategia didáctica que será ilustrado posteriormente, así como los fundamentos que sustentan la misma. En el siguiente apartado se ofrecen los fundamentos de la estrategia didáctica.

2.2- Fundamentos filosóficos, psicológicos, pedagógicos y epistemológicos que sustentan la propuesta de la estrategia didáctica

En opinión de De Armas (2003) una estrategia debe poseer una fundamentación, a partir de un diagnóstico, plantear un objetivo general del que se deriva el proceso de planeación, su instrumentación y evaluación. En este sentido, Izquierdo y Corona (2012) manifiestan que existen diferentes fuentes bibliográficas que referencian lo relacionado con los modelos de estrategias. Los autores anteriormente citados y De Armas (2003) refieren que la planeación, desarrollo y evaluación de la estrategia constituye un proceso investigativo en el cual deben tenerse en cuenta los aspectos que se mencionan seguidamente, que son asumidos en esta investigación, se aclara que en lugar de emplear el término: planeación estratégica, el autor de este trabajo utilizará el término proceso de planeación:

(I) Introducción. Fundamentación. Se establece el contexto y ubicación de la problemática a resolver. Ideas y puntos de partida que fundamentan la estrategia.

(II) Diagnóstico. Se indica el estado real del objeto y evidencia el problema en torno al cual gira y se desarrolla la estrategia.

(III) Planteamiento del objetivo general.

(IV) Proceso de planeación. Se definen metas u objetivos a corto y mediano plazo que permiten la transformación del objeto desde su estado real hasta el estado deseado. Planificación por etapas de las acciones, recursos, medios y métodos que corresponden a estos objetivos.

(V) Instrumentación. Se explica cómo se aplicará, bajo qué condiciones, durante qué tiempo, responsables, participantes.

(VI) Evaluación. Se definen los logros que se han ido venciendo, valoración de la aproximación lograda del estado deseado.

Los fundamentos que sustentan la estrategia didáctica lo constituyen los principios didácticos, las acciones, las operaciones y las etapas para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes del primer año de la carrera Ingeniería Industrial, tomándose como base los aportes de las ciencias filosóficas, psicológicas, pedagógicas y epistemológicas.

Se asume como fundamento filosófico de la estrategia didáctica, el método dialéctico materialista, como lo plantea Pupo (1990), en su vínculo con el pensamiento filosófico y sociólogo cubano donde se concibe la educación y preparación del sujeto como un fenómeno histórico, social y clasista, sustentado en el hecho de que el sujeto es educado bajo condiciones concretas, según el contexto donde se desenvuelve dicho sujeto. En opinión de García (2010), las diferentes formas de organización de la docencia, constituyen el espacio donde se manifiestan las relaciones dialécticas entre los sujetos que aprenden, los profesores, los componentes didácticos y el propio proceso de formación curricular, donde se tiene en cuenta la relación de la teoría con la práctica, el mejoramiento del sujeto en su actividad cognoscitiva, lo que se concreta en el propio proceso de formación de la habilidad profesional desde la formación curricular en la disciplina Matemática General en el primer año de Ingeniería Industrial.

Desde el punto de vista psicológico la estrategia didáctica está fundamentada en la selección y determinación de las acciones y las operaciones obtenidas por analogía, con sus correspondientes consideraciones didácticas, para contribuir al proceso de formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en el primer año de Ingeniería Industrial.

Este tratamiento está sustentado también sobre acciones y operaciones, las que son análogas con las de la habilidad profesional y que permiten su ejecución en la solución de los más diversos problemas que les son planteados a los estudiantes posteriormente (problemas matemáticos o relacionados con su perfil profesional).

La estrategia didáctica tiene como base el enfoque socio histórico cultural desarrollado por Vigotsky como fue citado en el Capítulo I, el que permite comprender que la psiquis tiene un carácter activo en la regulación de la actuación y está determinada, histórica y socialmente en su origen y desarrollo. A través del enfoque socio histórico, el profesor puede influir y actuar sobre el estudiante, no solo en el proceso de aprendizaje, sino también en la educación que este requiere como futuro profesional, permitiéndole actuar científicamente, pues puede analizar cuáles son las acciones profesionales que debe realizar para lograr un desarrollo correcto en su puesto de trabajo, y permitir no solo trabajar con los conocimientos básicos y específicos sino también con los de carácter instrumental. De esta forma el aprendizaje adquiere un carácter totalmente social donde el sujeto construye y reconstruye sus propios conocimientos, habilidades y formas de actuar.

Se asumen los presupuestos de la teoría de la actividad de Leontiev (1981), que sostiene que todas las cualidades psíquicas del hombre se desarrollan mediante la relación del sujeto con la realidad histórica-social-cultural. Además, la teoría de formación por etapas de las acciones mentales formulada por Galperin (1987), que transita gradualmente, desde los niveles inferiores del conocimiento hacia los más elevados, desde una acción objetual, basada en objetos naturales o sus representaciones o incluso la construcción de estos objetos como es el caso de los conceptos del cálculo integral, hasta que las mismas se realizan de forma mental y donde se le otorga importancia al desarrollo del lenguaje.

Se tiene en cuenta la clasificación de estilos cognitivos señalada por Krutetskii (1976, 1969), que refieren Wielewski (2005), Benavides (2008) y Giorgion (2010), así como los modos y procedimientos para modelar la actividad cognoscitiva planteados por Talízina (1988).

Desde el punto de vista pedagógico, se tienen en cuenta los principios didácticos señalados por Machado (2005), se destaca que en la bibliografía consultada se aprecian diferencias en las formas de nombrarlos y explicarlos, así como, en los enfoques para ser llevados a la práctica (Savin (1972); Danilov y Skatkin (1981); Labarrere y Valdivia (1988); González (2001); Silvestre y Zilberstein (2002)). También se tienen en cuenta las consideraciones realizadas por Addine (2007) e Izquierdo y Corona (2012) quienes refieren que los principios son postulados generales sobre la estructuración del

contenido, la organización y los métodos del proceso de enseñanza-aprendizaje, que se derivan de las leyes y de los objetivos generales y que se constituyen en puntos de partida y fundamentos para la estructuración de los modos de actuación en el citado proceso.

En opinión de Díaz (2007) los principios didácticos presentan un conjunto de cualidades que tipifican su empleo en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje, independientemente del nivel de que se trate.

La estrategia didáctica también se fundamenta en la estrecha relación entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje para contribuir al proceso de formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en primer año, considerándose como categoría rectora del proceso a los objetivos. En opinión de Álvarez (1999), los objetivos son el componente de estado que posee el proceso docente-educativo como resultado de la configuración que adopta el mismo sobre la base de la relación proceso-contexto social y que se manifiesta en la precisión del estado deseado o aspirado que se debe alcanzar en el desarrollo de dicho proceso para resolver el problema. Los objetivos constituyen el componente que mejor refleja el carácter social del proceso pedagógico.

En el análisis de los objetivos, Labarrere y Valdivia (1988) señalan las funciones que realizan (orientadora, valorativa y determinación del contenido de enseñanza), los principios para su determinación (derivación gradual, proyección futura y unidad del aspecto lógico del contenido y su aplicación), así como la relación con los distintos niveles de asimilación (familiarización, reproducción, aplicación y creación).

El contenido es la categoría que expresa la cultura que adquiere el estudiante y se relaciona directamente con los objetivos de la enseñanza y con determinados métodos, relación que se manifiesta en el siguiente esquema:

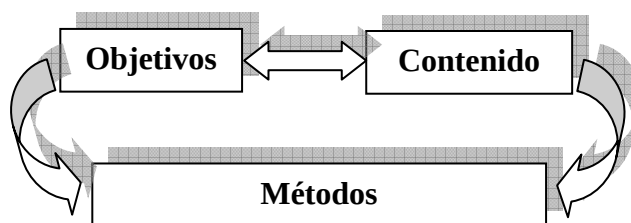


Figura 3. Relación: Objetivo-Contenido-Método.

Fuente: Elaboración propia.

El esquema muestra la dependencia del contenido con los objetivos y determina el carácter rector de ellos en el diseño del proceso, así como del método en el desarrollo de su dinámica. De esta forma, en cada actividad docente se determinan los objetivos que se quieren lograr, a la vez que se fija con qué parte de los contenidos se va a trabajar.

El proceso de enseñanza-aprendizaje se considera como un proceso bilateral que combina dialécticamente la actividad instructiva del profesor y la actividad de aprendizaje de los estudiantes. Por eso, cualquier método de enseñanza debe concretarse en un sistema de procedimientos del profesor dirigidos hacia el logro de un objetivo determinado que organizan la actividad cognoscitiva y el proceso de formación de la habilidad profesional en los estudiantes de Ingeniería Industrial. En el caso que ocupa se emplean métodos que estimulan la actividad productiva de los estudiantes, es decir, el de búsqueda parcial o heurística donde las diferentes tareas y preguntas que se proponen (conversación heurística) se organizan de modo que sea el estudiante quien descubra la ley, regla, etc., como se ilustrará posteriormente.

En el orden epistemológico se toman en consideración los principios relacionados con la Didáctica de la Matemática, desde su concepción de disciplina científica, Mora (2003), el modelo teórico denominado enfoque ontosemiótico de Godino, Font, Contreras, Wilhelmi (2005), donde se trabaja la teoría del significado de los objetos matemáticos y reconoce el papel fundamental de las situaciones-problemas y a las acciones de las personas e instituciones en la construcción del conocimiento matemático, así como las habilidades matemáticas que menciona Krutetskii (1976, 1969) y que posteriormente fueron analizadas por Wielewski (2005) y Giorgion (2010) respectivamente.

2.2.1- Reflexiones didácticas para la concepción de las acciones de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial

Los principios son bases, fundamentos y postulados sobre los que se apoya una ciencia cualquiera o una disciplina, de ahí que estas establecen sus propios principios y teorías para darle solución a problemas propios del campo donde actúan. Por esa razón las reflexiones didácticas para la concepción de las acciones de la habilidad profesional se encuentran estrechamente relacionadas con los principios didácticos expuestos por Labarrere y Valdivia (1988); González (2001); Silvestre y Zilberstein (2002). Para la realización de estas reflexiones didácticas se tienen en cuenta además las consideraciones formuladas por Addine (2007) e Izquierdo y Corona (2012), en relación con los

principios didácticos que son los sustentos de las reflexiones didácticas que serán enunciadas a continuación.

Las reflexiones didácticas para las acciones de la habilidad profesional en proceso de formación son:

- ◆ Realizar las sugerencias necesarias.
- ◆ Considerar el grado de dificultad creciente.
- ◆ Tener en cuenta las ideas intuitivas previas.
- ◆ Realizar el ordenamiento sistemático.

A continuación se realizan algunos comentarios sobre cada una de estas reflexiones para las acciones de la estrategia didáctica.

- ◆ Realizar las sugerencias necesarias.

Esta reflexión supone la necesidad de crear condiciones de partida para la correcta ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje de los diferentes contenidos curriculares de las asignaturas de la disciplina Matemática General desde el primer año, en particular el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, que servirán de basamento para la concepción de las acciones y las operaciones de la habilidad profesional. Se deben ofrecer orientaciones claras, precisas y bien detalladas. A partir del planteamiento de una situación problemática, estableciendo un diálogo en el cual se formulan preguntas de apoyo se van dando soluciones parciales para de esa forma solucionar la tarea planteada a los estudiantes.

- ◆ Considerar el grado de dificultad creciente.

En el contexto de la didáctica se ha establecido como prioridad realizar un ordenamiento adecuado del grado de dificultad de las tareas que le son encomendadas a los estudiantes, de manera que siempre dichas tareas aumenten en grado creciente sus niveles de complejidad, es decir, tener en cuenta los diferentes niveles de asimilación del conocimiento. Esta visión didáctica no contradice la idea del desarrollo de una enseñanza basada en unidades generadoras de aprendizaje, como lo han señalado Paulo Freire (1973) y Manning y Long (2000). Esto no presupone que no se pueda ir de lo general a lo particular, depende de los propósitos del profesor y de la intencionalidad con que ha sido planteada la tarea.

- ◆ Tener en cuenta las ideas intuitivas previas.

Esta reflexión parte de la idea de prestar atención a las diferentes ideas que intuitivamente tienen los estudiantes sobre aquellos aspectos que están relacionados con la tarea que se les propone, así como de los elementos del conocimiento que tiene implicación en la misma. Aunque no siempre se

dispone de un conocimiento previo correctamente elaborado, es importante tener presente la experiencia, lo que garantiza la existencia de ideas, criterio, opiniones, es decir, el conocimiento para tener una aproximación a las explicaciones teóricas aceptadas científicamente.

- ♦ Realizar el ordenamiento sistemático.

La realización del ordenamiento sistemático supone que las acciones se ejecutan según un orden lógico. Esto exige que las diferentes actividades que se proponen a los estudiantes se elaboren de forma sistemática y ordenada, lo cual implica un mayor efecto en los aprendizajes de los mismos, de manera que se tengan en cuenta las teorías cognitivas del aprendizaje, las que suponen que los sujetos elaboran conceptos mentales obedeciendo a ciertas estructuras de organización sistemáticas y ordenadas de situaciones externas.

2.3- Proceso de investigación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”

A continuación se ilustra mediante un esquema las relaciones que se establecen entre los aspectos que conforman los diferentes momentos del proceso de investigación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional. Se destaca que para la concepción general de la misma se considera una situación de partida que permite plantear el objetivo general y los requerimientos para la dirección del proceso de formación de la habilidad profesional.

Se destaca el momento donde se determinan las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, las acciones y las operaciones de la habilidad profesional y las diferentes etapas para la formación de la habilidad profesional. Posteriormente se evalúan los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica y se implementa la misma, donde se señala que, desde el proceso de la clase, primero se determinan las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, tomando como referente el programa heurístico general para la solución de un problema abordado por Polya (1985, 1982) y luego, por el principio heurístico de analogía, son propuestas las acciones y las operaciones de la habilidad profesional.

Se ofrecen consideraciones didácticas para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral y para el proceso de formación de la habilidad profesional.

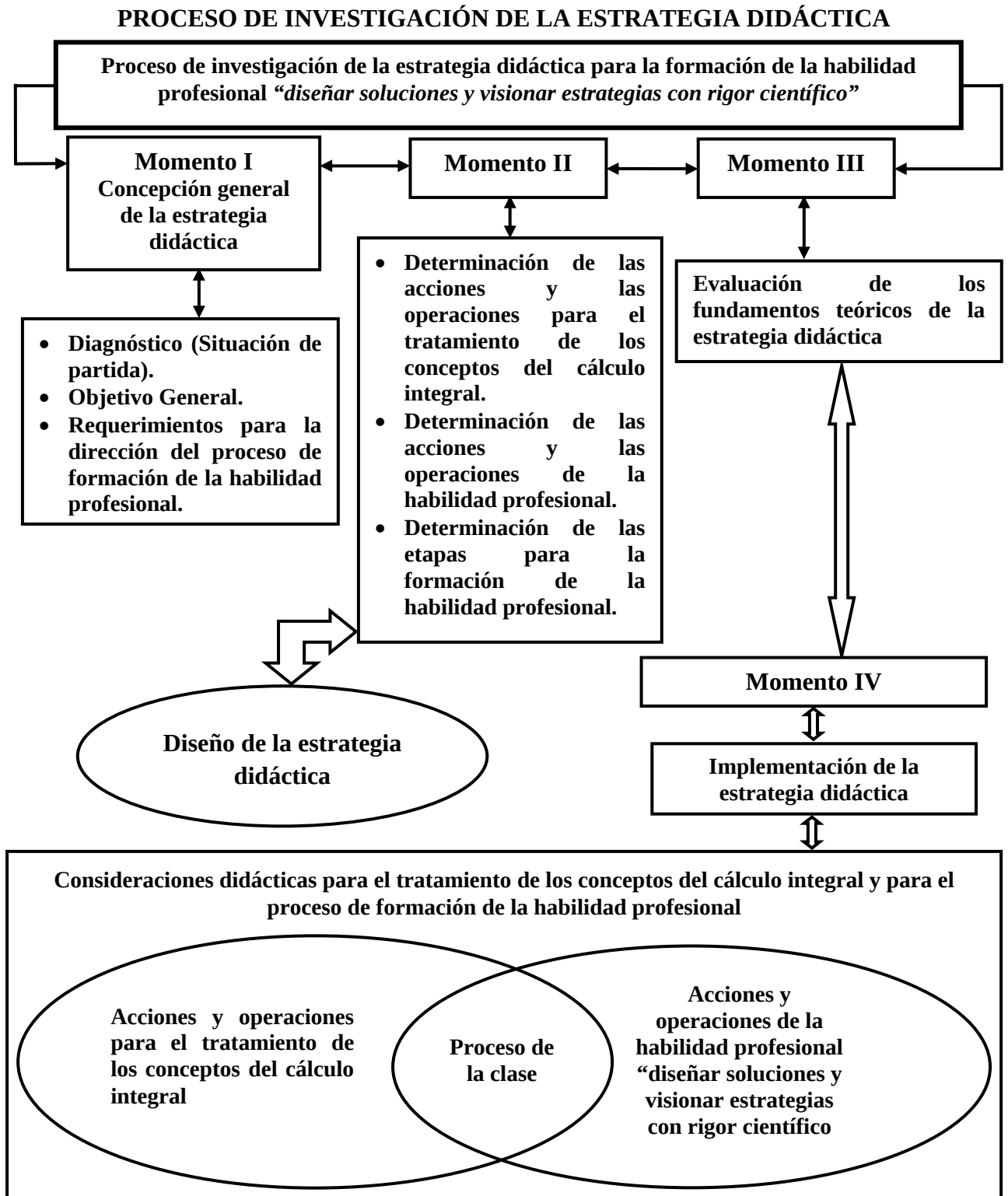


Figura 4. Proceso de investigación de la estrategia didáctica.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se realiza una explicación de cada una de las partes que aparecen en el esquema anterior.

2.3.1 - Momento I: Concepción general de la estrategia didáctica

La concepción general de la estrategia didáctica parte de sus fundamentos teóricos y de la experiencia acumulada por el investigador tanto en el proceso de la investigación como en la enseñanza de las asignaturas que forman parte de la disciplina Matemática General para estudiantes de Ingeniería Industrial.

Se plantea que la idea de concebir el proceso de formación de una habilidad profesional tomando como referente los contenidos curriculares, en particular el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en el primer año, permite adiestrar a los estudiantes para diseñar soluciones y modelar problemas ya sean matemáticos o relacionados con el perfil de este futuro ingeniero. También se potencia el desarrollo del pensamiento algorítmico, lógico, lateral y creativo. Se les entrena para la toma de decisiones, para seleccionar aquellos elementos del conocimiento científico que están relacionados directa o indirectamente con la problemática planteada, para modificar el problema planteado y diseñar una solución a un problema parecido o cambiar el paradigma de solución. Los aspectos señalados están implicados con el proceso de formación de la habilidad profesional citada.

Esta concepción general se concreta en una o varias asignaturas, en uno o varios temas y en varias clases de tratamiento de nuevo contenido (conferencias) como referente, que permiten su ejecución en un contexto determinado. En cada una de estas conferencias se vuelve sobre el problema de las acciones y las operaciones de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” una vez que se ha realizado el tratamiento del concepto correspondiente. Los estudiantes pueden reflexionar sobre las acciones y las operaciones de la habilidad profesional, realizando los cambios o transformaciones correspondientes. Aquí se hace ver cómo al resolver problemas de diversa naturaleza, ya sean de la matemática o relacionados con el perfil de este ingeniero, para el diseño de la solución son aplicables las acciones y las operaciones que han ido incorporándose como parte del proceso de formación de la habilidad profesional.

Diagnóstico de la Situación de Partida

En el proceso de enseñanza aprendizaje se ha hecho habitual en los últimos tiempos el empleo de estrategias [Bravo (2002), Cañedo (2004), Machado (2005), Addine (2006) y Rodríguez (2012)], en este caso, una estrategia didáctica como ya se refirió en el Capítulo I.

Dichas estrategias didácticas permiten el logro de un objetivo concreto, en el caso que ocupa, el proceso de formación de una habilidad profesional. La estrategia didáctica tiene su origen en una situación problemática que puede ser, por ejemplo, insuficiencias en el aprendizaje de ciertos contenidos matemáticos a través del planteamiento de un determinado problema para el cual es necesario determinar qué acciones y operaciones son necesarias para la solución del mismo y para enfrentar la situación de una mejor manera. Esto se pudo constatar una vez aplicadas las diferentes pruebas pedagógicas, descritas en el epígrafe 2.1.1 en tres momentos diferentes y puede ser expresado de la forma siguiente:

Situación Problemática: Insuficiencias que presentan los estudiantes de Ingeniería Industrial de primer año para diseñar soluciones y visionar estrategias a problemas matemáticos o relacionados con el perfil del Ingeniero Industrial que incidan en la formación de habilidades profesionales.

En el siguiente esquema se establece una relación entre la situación de partida en el estadio inicial y la situación deseada (final):

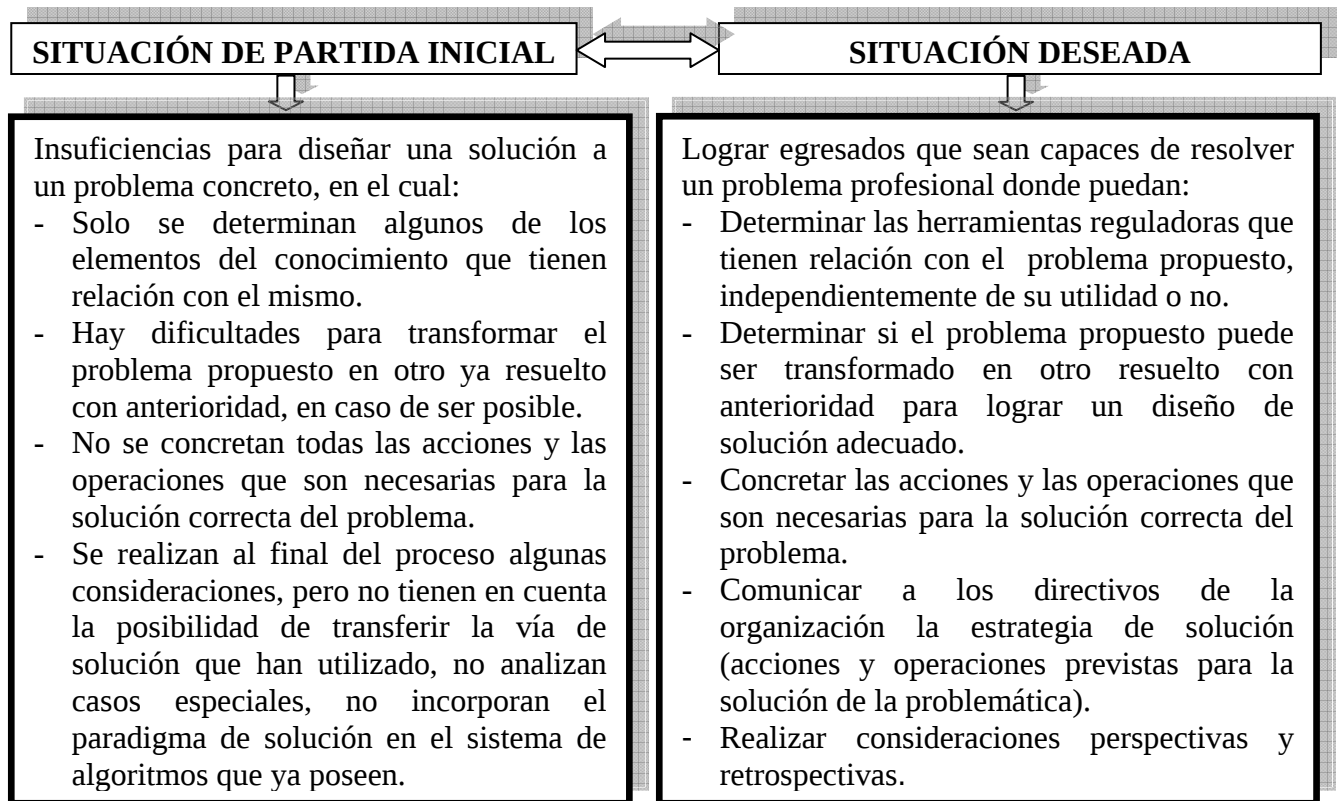


Figura 5. Situación de partida inicial y situación deseada (final).

Fuente: Elaboración propia.

Las insuficiencias que presentan los estudiantes repercuten de manera negativa en su formación integral, pues la meta final será lograr un egresado que pueda diseñar soluciones y visionar

estrategias con rigor científico a diferentes problemas de su profesión, habilidad que deberá ser formada y desarrollada a lo largo de la carrera.

Planteamiento del objetivo general de la estrategia didáctica

A partir de los resultados del diagnóstico, así como de los referentes teóricos que fundamentan la necesidad de la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de Ingeniería Industrial desde la disciplina Matemática General en primer año, proceso que se propicia desde el tratamiento conceptual y por los cambios que se necesitan en la formación de estos profesionales, se formula el siguiente objetivo general:

- ✚ Contribuir, desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, al proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, en estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial, mediante el establecimiento de una analogía entre las acciones y las operaciones de ambos procesos.

Es menester señalar en este apartado que se toma como referente el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, ya que, a partir del concepto de “Integral Definida” como invariante, son posteriormente tratados los conceptos de “Integral Doble”, “Integral Triple”, “Integral Curvilínea” e “Integral de Superficie” como variantes del concepto invariante. Al realizar el tratamiento de estos conceptos se establece una analogía entre las acciones y las operaciones para este proceso con las de la habilidad profesional, destacándose que las acciones y las operaciones que son ejecutadas en el tratamiento de los conceptos y las de la habilidad profesional son análogas.

El objetivo general planteado permite realizar el proceso de planeación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional. En el siguiente apartado se presenta dicha propuesta de planeación.

Requerimientos para la dirección del proceso de formación de la habilidad profesional

El proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” comprende los requerimientos para la orientación, ejecución y control (Galperin, 1987) de dicho proceso de formación. La propuesta que realiza el autor de este trabajo parte de considerar los aportes teóricos de autores cubanos fundamentalmente, con respecto al tratamiento de estas tres etapas en la solución de tareas y problemas (Campistrous, 1994, Silvestre y Zilberstein, 2002) y la experiencia acumulada durante la propia investigación.

La conferencia es una forma de organización de la docencia en la Educación Superior que se estructura en tres partes: introducción, desarrollo y conclusiones. En la introducción predomina la orientación y el control, en el desarrollo hay orientación, ejecución y control y en las conclusiones predomina el control. Estas actividades deben ser participativas, donde predominen métodos problemáticos, por ejemplo, el método de búsqueda parcial o heurística; mediante el cual se involucra a los estudiantes directamente en la construcción de su propio aprendizaje. Se posibilita un intercambio constante entre los propios estudiantes y el profesor en el proceso de la clase, quien funciona como guía, da impulsos, crea condiciones para que se produzca una interacción constructiva entre los estudiantes y el objeto del conocimiento; los estudiantes se sienten confiados y comprenden el origen y desarrollo de los conocimientos científicos y valoran la analogía entre las acciones y las operaciones que se proponen para el tratamiento de un concepto con las de la habilidad profesional que se está formando.

La orientación, ejecución y el control se integran de forma flexible, el predominio de cada una depende de la etapa de formación del concepto de que se trate, así como del proceso de formación de la habilidad, que se realiza junto con el de formación de conceptos en el cual los estudiantes comienzan un adiestramiento para posteriormente poder resolver problemas profesionales teniendo en cuenta las acciones y operaciones que serán propuestas posteriormente.

Las acciones y las operaciones de carácter lógico propuestas para la habilidad son analizadas al terminar con el tratamiento de los conceptos variantes del concepto invariante tratado, en el que por primera vez se presentan las acciones y las operaciones para comenzar el proceso de formación de la habilidad en sí. Este proceso se repetirá posteriormente cuando se realicen las sucesivas extensiones del concepto invariante, se produce una mejora constante del proceso y ya los estudiantes pueden ir aplicando cada una de las acciones con sus correspondientes operaciones en la soluciones de los más diversos problemas que le son propuestos, problemas que pueden ser matemáticos o, incluso, vinculados con su perfil profesional.

La orientación juega un papel importante en todo este proceso, mediante la conversación heurística que se establece en el tratamiento del concepto invariante y en el de las variantes de este, y las preguntas y orientaciones que se realizan representan un paso de avance en la solución de las tareas que se van proponiendo. La ejecución predomina en la medida en que se van dando soluciones parciales a los cuestionamientos que se formulan y el control permite valorar los avances y retrocesos que se van dando durante el proceso.

2.3.2- *Momento II: Acciones y operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General y las de la habilidad profesional*

Para la formación y desarrollo de una habilidad resulta necesario conocer sus acciones y operaciones y actuar en función de estas. Las acciones y las operaciones que se presentan para el caso del tratamiento de conceptos, deben ejecutarse siempre que se trate del tratamiento de un concepto del cálculo integral; estas no son una camisa de fuerza, su aplicación no tiene por qué ser rígida, los estudiantes tienen la posibilidad de ser creativos y para ello pueden formularse preguntas, las que ayudarán a razonar la efectividad de su aplicación.

Las acciones y las operaciones deben ser aprendidas e interiorizadas, reflexionando sobre ellas y pasando por una serie de éxitos y fracasos. Es conveniente revelar las causas que llevaron a las dificultades y comprenderlas como tales, para que tenga sentido porqué un razonamiento es correcto para un problema y no para otro. Estas deben ser elaboradas cooperativamente con los estudiantes, donde el profesor mediante una conversación heurística elabora cada una de las acciones y las operaciones necesarias, reflexionando con los estudiantes cuál es el paso necesario a dar. Al concluir el proceso de formación del concepto, el profesor debe hacer un análisis para determinar todas las acciones y las operaciones que forman parte de dicho proceso.

Las acciones y las operaciones relacionadas con la base de orientación para la acción (BOA) del tipo III valorada en el Capítulo I, que se deben ejecutar para el tratamiento de un concepto del cálculo integral propuestas por el autor de este trabajo, se muestran en lo adelante (Curbeira 2013, 20012, 2011). Las mismas se elaboraron siguiendo los pasos del programa heurístico general para el trabajo con un problema que fueron planteados por Polya (1985, 1982):

- Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.

Esta acción está precedida por el planteamiento de un problema (aseguramiento del nivel de partida) para motivar a los estudiantes y orientarlos hacia el objetivo que se persigue. Los estudiantes, guiados por el profesor, deben buscar las herramientas reguladoras (teoremas, definiciones, conceptos y otras propiedades que guardan relación con el concepto a tratar), independientemente de que resulten de utilidad o no. El profesor apoya con preguntas para que los estudiantes puedan determinar qué elementos del conocimiento tienen relación directa o indirecta con la problemática que se ha propuesto a los estudiantes.

- Modelar geoméricamente el problema planteado, si es posible.

En este caso el profesor reflexiona con los estudiantes en relación con el problema geométrico presentado, se determina si se trata de un problema geométrico del plano o del espacio. Si se trata de un problema del plano, entonces habrá que determinar las curvas planas que limitan o conforman a la región, se deberá esbozar dicha región. En el caso de un problema del espacio se procede de forma similar, es decir, se determinará cuáles son las superficies que conforman el sólido y a continuación deberá esbozarse el mismo.

- Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad.

Si el problema presentado es del plano, entonces habrá que realizar una partición de dicha región, a continuación dividirla en regiones equivalentes para poder realizar los cálculos pertinentes. Si se trata de una región del espacio, habrá que realizar una proyección de dicha región en uno de los planos proyectantes, luego realizar una partición de la región para dividirla en sólidos equivalentes para realizar los cálculos pertinentes.

- Realizar la construcción de los objetos correspondientes.

Es el momento de construir los representantes del concepto de que se trate (integral definida, doble, triple, curvilínea o de superficie) a partir de las consideraciones realizadas; es importante observar que el objeto abstracto construido se obtiene a partir de un concepto anteriormente tratado (el concepto de límite). El objetivo esencial de esta acción es lograr que los estudiantes comprendan el proceso que se ha seguido para construir el representante del concepto que se quiere tratar y valorar a partir de aquí que dicho objeto puede ser expresado de otra manera, lo que implica poder ejecutar la operación que aparece de forma más simple.

- Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados.

Aquí, a partir de los elementos obtenidos, se da una explicación del proceso seguido para explicar o formular una definición del concepto tratado.

- Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Es una de las acciones más importantes, pues es el momento de incorporar el concepto tratado en el sistema de conceptos y, por tanto, en el sistema de conocimientos de los estudiantes. Se analiza si es necesario realizar el tratamiento de algún caso especial o límite (aplicaciones del objeto construido al cálculo), si la vía que se ha seguido puede ser utilizada en casos similares o posteriores.

A continuación se muestran en una tabla las acciones y las operaciones de carácter lógico, las que son identificadas siguiendo los pasos del programa heurístico general para el trabajo con un

problema que fueron planteados por Polya (1985, 1982), que el autor de este trabajo propone para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General para el primer año de Ingeniería Industrial (Curbeira 2013, 20012, 2011).

Tabla 3. Acciones y operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General.

Acciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral	Operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral
• Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.	• Seleccionar las herramientas reguladoras (definiciones, los teoremas y otras propiedades) que tengan relación directa o indirecta con el problema propuesto.
• Modelar geoméricamente el problema planteado, si es posible.	• Analizar si el problema geométrico es del plano o del espacio. - Determinar, en caso de un problema geométrico del plano, las curvas planas que conforma la región. - Esbozar la región plana de que se trate. - Determinar, en caso de un problema geométrico del espacio, las superficies que limitan al sólido. - Esbozar la región del espacio de que se trate.
• Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad.	• Si se trata de un problema geométrico del plano, entonces: - Realizar una partición de la región plana. - Dividir dicha región en regiones equivalentes. - Determinar la posibilidad de hacer los cálculos necesarios. • Si se trata de un problema geométrico del espacio, entonces: - Realizar una proyección del sólido en uno de los planos proyectantes. - Realizar una partición de la región plana obtenida. - Dividir el sólido en sólidos equivalentes. - Determinar la posibilidad de hacer los cálculos necesarios.
• Realizar la construcción de los objetos correspondientes.	• Comprender la esencia del objeto que se ha construido, es decir, que se ha obtenido el límite de una sumatoria, objeto no visto hasta ahora, que puede expresarse como una integral definida, lo que facilitará el cálculo del mismo.

“Estrategia didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en el primer año de Ingeniería Industrial”

• Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados.	• Expresar, usando el lenguaje común, el resultado del problema propuesto. - Realiza una explicación del resultado obtenido o, - Dar una definición o explicación del concepto de que se trata de manera colectiva.
• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.	• Incorporar el resultado del problema propuesto al sistema de conocimientos. - Valorar si es necesario realizar el análisis de algún caso especial o límite. - Valorar si la vía que se ha seguido puede ser transferida a nuevas situaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Estas acciones y operaciones los estudiantes no tienen por qué memorizarlas; una vez que son interiorizadas, estos pueden actuar en correspondencia con ello, es decir, tienen que entenderlas y comprenderlas. Como ya se ha reiterado, estas acciones y operaciones deben ser elaboradas junto con los estudiantes para que estos sean copartícipes de su propia elaboración.

Una vez concluido este tratamiento se proponen a los estudiantes las acciones y las operaciones de la habilidad profesional que comienza a formarse. Para ello se establece una analogía entre las acciones y las operaciones descritas para el tratamiento de los conceptos y las correspondientes de la habilidad profesional. En el apartado siguiente se presentan las acciones y las operaciones de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, las que son identificadas siguiendo los pasos del programa heurístico general para el trabajo con un problema que fueron planteados por Polya (1985, 1982).

Acciones y operaciones para la formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de Ingeniería Industrial

Para el caso de la habilidad profesional que comienza a formarse, se debe lograr que los estudiantes identifiquen las analogías y diferencias que hay entre las acciones y las operaciones propuestas para el tratamiento de los conceptos y las correspondientes para la formación de la habilidad profesional diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico. Se reflexiona sobre cada una de las acciones y las operaciones, se establecen las semejanzas y diferencias y se les explica que constantemente se estará recurriendo a ellas siempre que se proponga una tarea o problemática, logrando de esta forma alcanzar el diseño y solución de la misma.

El autor de este trabajo identificó cada una de las acciones de la habilidad profesional con sus correspondientes operaciones, siguiendo los pasos del programa heurístico general para el trabajo con un problema que fueron planteados por Polya (1985, 1982). Las acciones y las operaciones para la habilidad profesional diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico son las siguientes (Curbeira 2013, 20012, 2011):

- Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.

En este caso se realizará una clasificación adecuada del problema presentado, para posteriormente determinar qué herramientas reguladoras tienen relación con la problemática. Se analiza la similitud con la acción para el tratamiento de un concepto.

- Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.

En esta acción se compara la problemática presentada con otras ya resueltas anteriormente y se determina si se puede realizar un diseño parecido. En caso contrario habrá que elaborar un nuevo diseño por tratarse de un problema que no ha sido resuelto con anterioridad.

- Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma (se refiere a cambiar la manera de proceder) utilizado.

Esta acción está relacionada con la solución propiamente dicha del problema una vez que se ha diseñado dicha solución. Se aplicará un procedimiento o una metodología conocida por tratarse de un problema parecido a uno resuelto con anterioridad; en caso contrario, entonces habrá que realizar un cambio de paradigma (proceder de forma novedosa), repensando así la vía de solución adecuada.

- Presentar ante la organización (directivos de la empresa) la estrategia de solución (acciones y operaciones previstas para la solución del problema).

Aquí se presenta ante la organización la estrategia de solución adecuada para el problema, se comentan cuáles son las acciones y las operaciones que debe aplicarse para la solución de la problemática presentada.

- Explicar a los directivos de la organización cada una de las acciones a aplicar para la solución del problema propuesto.

Se da una explicación detallada de las acciones y las operaciones, se hacen los comentarios pertinentes para que los directivos tengan claridad del por qué de cada una. El objetivo consiste en persuadir y convencer a los directivos de lo acertado de la estrategia de solución que se propone.

- Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Se incorporará en el paradigma de solución el diseño de solución propuesto, se analizarán posibles casos límite o extremos según el diseño presentado, se determinará la posibilidad de transferir el diseño presentado a casos similares.

A continuación se muestran en una tabla las acciones y las operaciones que el autor de esta investigación propone para el proceso de formación de la habilidad profesional.

Tabla 4. Acciones y operaciones de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico.

Acciones de la habilidad profesional	Operaciones de la habilidad profesional
• Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.	• Realizar una clasificación adecuada del problema planteado. • Determinar las herramientas reguladoras que tienen relación con la problemática que se plantea.
• Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.	• Comparar la problemática planteada con otra similar y elaborar un diseño parecido. • Elaborar un nuevo diseño, en caso de no tratarse de un problema resuelto con anterioridad.
• Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma utilizado.	• Aplicar un procedimiento o una metodología anterior para la solución de la problemática. • Realizar un cambio de paradigma, repensando la vía de solución.
• Presentar ante la organización la estrategia de solución (acciones y operaciones previstas para la solución del problema).	• Exponer cada una de las acciones de la estrategia de solución que se propone.
• Explicar a los directivos de la organización cada una de las acciones a aplicar para la solución del problema propuesto.	• Comunicar, persuadir y convencer a los directivos de lo acertado de la estrategia de solución que se propone.
• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.	• Incorporar en el paradigma de solución el diseño de solución propuesto.

“Estrategia didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en el primer año de Ingeniería Industrial”

	- Analizar posibles casos límites y casos extremos en el diseño presentado. - Analizar la posibilidad de transferir el diseño propuesto a casos similares.
--	---

Fuente: Elaboración propia.

Este autor entiende que en el proceso de formación de la habilidad profesional se necesita involucrar a los estudiantes como participantes activos del proceso en sí y elaborar con ellos cada una de estas acciones y sus correspondientes operaciones o por lo menos proponérselas y debatir sobre cada una de ellas. La motivación es un factor determinante y de igual forma el empleo de métodos problemáticos y el tratamiento de situaciones propias de su especialidad conllevan al éxito de la tarea.

Determinación de las etapas para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”

La formación y desarrollo de habilidades debe transitar por una serie de etapas interrelacionadas, pero con cierta flexibilidad en su aplicación, las que permiten su iniciación, formación y desarrollo posterior. En el contexto de esta investigación se trabaja solo en la iniciación y formación de la habilidad profesional. En general se citan las siguientes etapas (Curbeira 2013, 20012, 2011):

- Etapa 1: Exploración, diagnóstico y motivación para el desarrollo de la acción.

Esta etapa comienza mucho antes del proceso de formación de la habilidad, se presentan problemas y ejercicios preparatorios, cada uno de los cuales exige de los estudiantes reflexionar en torno a cuestiones relacionadas con la necesidad de buscar qué aspectos del conocimiento científico tienen relación con las problemáticas planteadas, se les enseña a valorar y tomar decisiones con relación a los elementos del conocimiento (primeramente se realiza un trabajo previo con ejercicios y problemas puramente matemáticos y luego con problemas relacionados con el perfil del profesional) que son necesarios o no, se motiva la necesidad de determinar estrategias, es decir, acciones y operaciones para enfrentar la solución del ejercicio o problema propuesto, se reflexiona sobre lo acertado o desacertado de cada una de las acciones con sus correspondientes operaciones. Ya pueden hacerse valoraciones respecto a la transferibilidad de la vía de solución del problema.

- Etapa 2: Información y demostración por el profesor de los componentes funcionales de la acción (operaciones).

La etapa se inicia cuando les proponen a los estudiantes las diferentes acciones y operaciones de la habilidad a formar, se establece una analogía con las propuestas para el tratamiento de un concepto, y se realizan intercambios entre los estudiantes y el profesor, incluso entre los propios estudiantes. Es importante que se destaque que a cada una de las acciones se le asocian diferentes operaciones que es necesario ejecutar para los diseños y soluciones de las problemáticas que serán planteadas en la práctica profesional. Se realizan las adecuaciones pertinentes a las acciones y sus correspondientes operaciones, siempre que sea necesario.

- Etapa 3: Ejercitación por los alumnos de las acciones y operaciones bajo el control del profesor. Este es el momento en que los estudiantes comienzan a memorizar cada una de las acciones y sus operaciones y ven su importancia práctica. Ante el planteamiento de tareas concretas, el profesor actúa de guía y orientador dando impulsos nemotécnicos. El trabajo grupal favorece el resultado de las tareas en esta etapa.

Aún las acciones no han sido memorizadas en esta etapa; por ello los estudiantes las repiten en voz alta o las leen directamente de un material adecuado. El diseño de la solución de los problemas profesionales todavía no puede ejecutarse de forma independiente, pues se presentan dificultades para determinar qué operaciones deben materializarse para la acción concreta que se ejecuta.

- Etapa 4: Ejercitación por los alumnos de las acciones y operaciones en forma de acción verbal externa e interiorización del procedimiento de manera interna.

Aquí comienza el proceso de interiorización de las acciones, los estudiantes repiten en voz alta cuáles son los pasos a seguir e incluso los más aventajados ya pueden emplear lenguaje interno para sí ante el planteamiento de las tareas. En esta etapa comienza el dominio de las acciones. Es posible que ya se obtenga un diseño adecuado de solución y se visiona una estrategia coherente para la solución de la tarea profesional, aunque aún los estudiantes dependen de un patrón de comparación.

- Etapa 5: Aplicación del sistema de operaciones para la acción en nuevas situaciones de aprendizaje.

En esta etapa los estudiantes tienen pleno dominio de las acciones y las operaciones (mecanización de la acción) y pueden prescindir de apoyo. Son capaces de realizar extrapolaciones ante el planteamiento de nuevas situaciones de aprendizaje o, en casos prácticos, diseñar soluciones a problemas cada vez más complejos. Esta etapa permite el paso al desarrollo de la habilidad.

Al concluir el Momento II se está en condiciones de diseñar la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico. En el siguiente apartado se muestra el diseño y se concluye con la representación gráfica de la misma.

Diseño de la estrategia didáctica

El diseño de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional que ha sido citada parte del objetivo general y de cada una de sus etapas con sus acciones correspondientes hasta concluir con el estado deseado. Se destaca como aspecto interesante que, el núcleo esencial de la estrategia didáctica está conformado por las acciones y las operaciones de carácter lógico que fueron identificadas para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral y a partir de estas, por el principio heurístico de analogía, se procedió a identificar las de la habilidad profesional diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico.

A continuación se concluye con la representación gráfica de la estrategia didáctica mediante la cual se contribuye a la formación de la habilidad profesional.

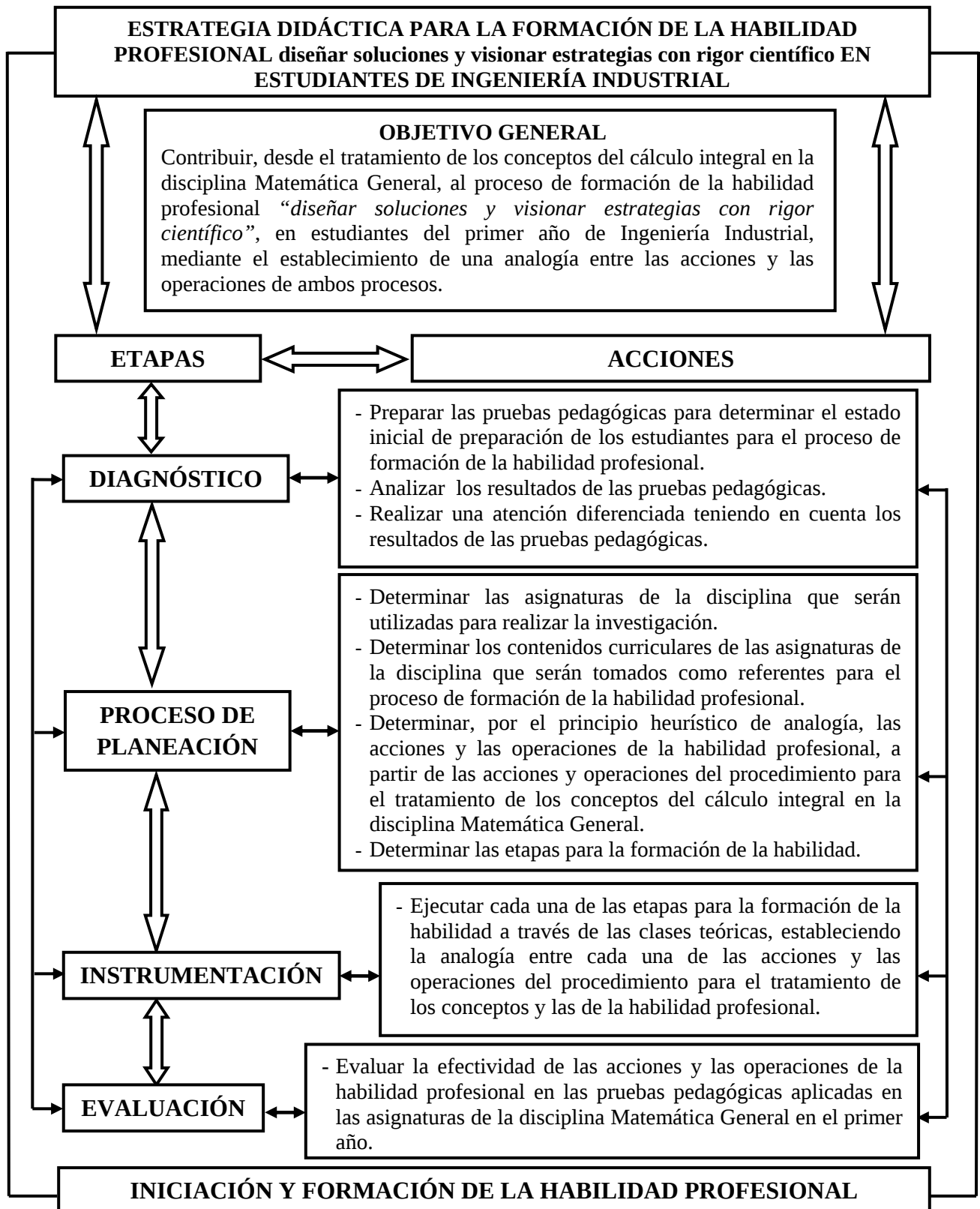


Figura 6. Esquema de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional.
Fuente: Elaboración propia.

2.3.3- Momento III: Evaluación de la estrategia didáctica

El momento de evaluación de la estrategia didáctica está relacionado con su instrumentación en un contexto determinado, lo que permite una valoración constante para poder realizar las modificaciones pertinentes. Este proceso se realiza a partir de considerar los diferentes momentos de aplicación de la estrategia desde el momento inicial, la instrumentación y la evaluación de los resultados finales que se obtienen.

Para evaluar los resultados de la estrategia se tendrán en cuenta aspectos tales como:

- Criterios de los expertos en relación con las características de la estrategia para contribuir a la formación de la habilidad profesional citada.
- Análisis de los resultados que van alcanzando los estudiantes en las sucesivas extensiones del concepto invariante y la intervención de estos en la solución de los diferentes problemas que se le van presentando.

En el esquema que se ofrece a continuación se presentan los momentos para la evaluación del perfeccionamiento de la estrategia.

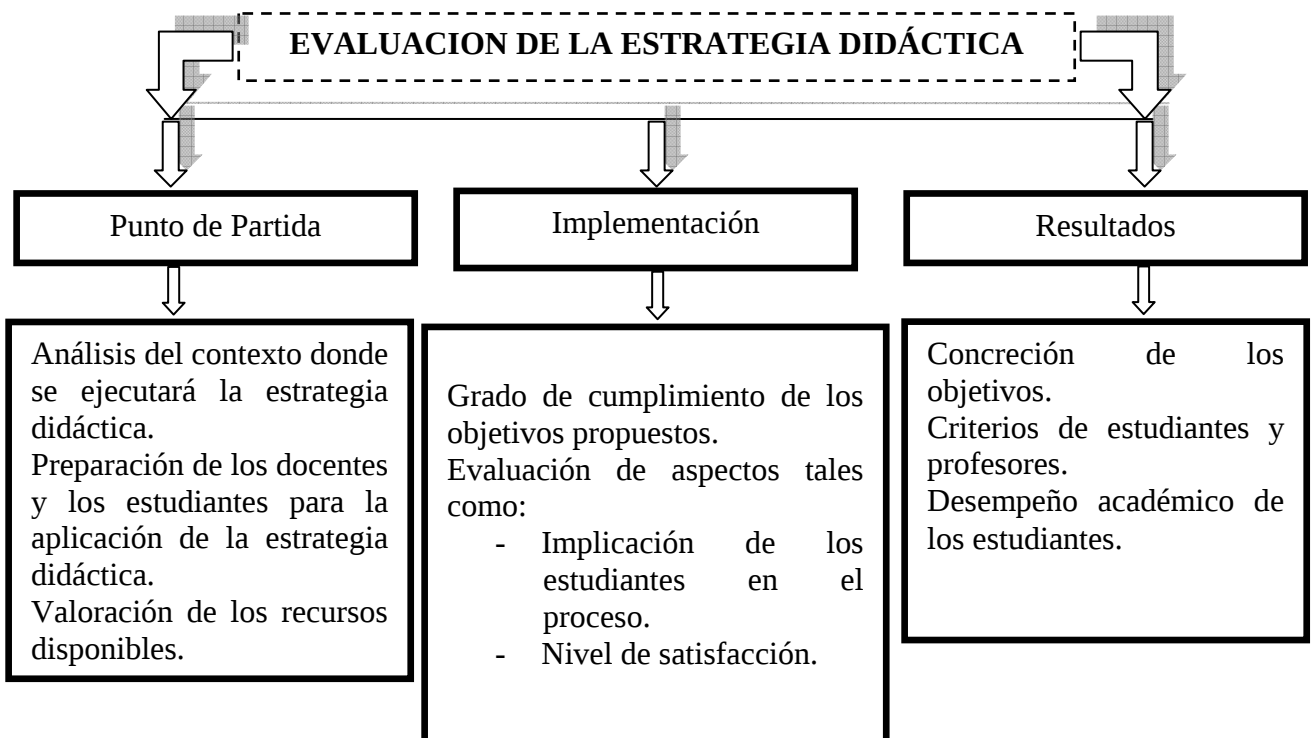


Figura 7. Evaluación de la estrategia didáctica.

Fuente: Elaboración propia.

“Estrategia didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en el primer año de Ingeniería Industrial”

2.3.4- Momento IV: Implementación de la Estrategia Didáctica

Las acciones para la implementación de la estrategia didáctica en un programa de asignatura, tema o clase posibilitan realizar una planificación adecuada que responda a la concepción general de la misma y facilite su implementación en un contexto determinado. En el caso que ocupa, se enfoca el trabajo con los conceptos matemáticos, es decir, los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, en primer año de la Carrera Ingeniería Industrial para, a partir de dicho tratamiento, una vez identificadas las acciones y las operaciones de este, establecer un proceso de analogía que permita identificar las acciones y las operaciones de carácter lógico que sirven de base para la formación de la habilidad profesional.

Se analizan las relaciones entre el método, las formas de organización de la docencia, los medios y la evaluación, así como las acciones de dirección; la orientación, la ejecución y el control, respectivamente. Se tienen en cuenta las características y necesidades de los sujetos involucrados en este proceso.

En el siguiente esquema se ilustra en esencia la característica fundamental de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, donde, a partir de la clase son identificadas las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, estableciéndose de esta forma un proceso de analogía entre cada una de las acciones y las operaciones de la habilidad profesional. Son ofrecidas posteriormente consideraciones didácticas para llevar a la práctica ambos procesos.

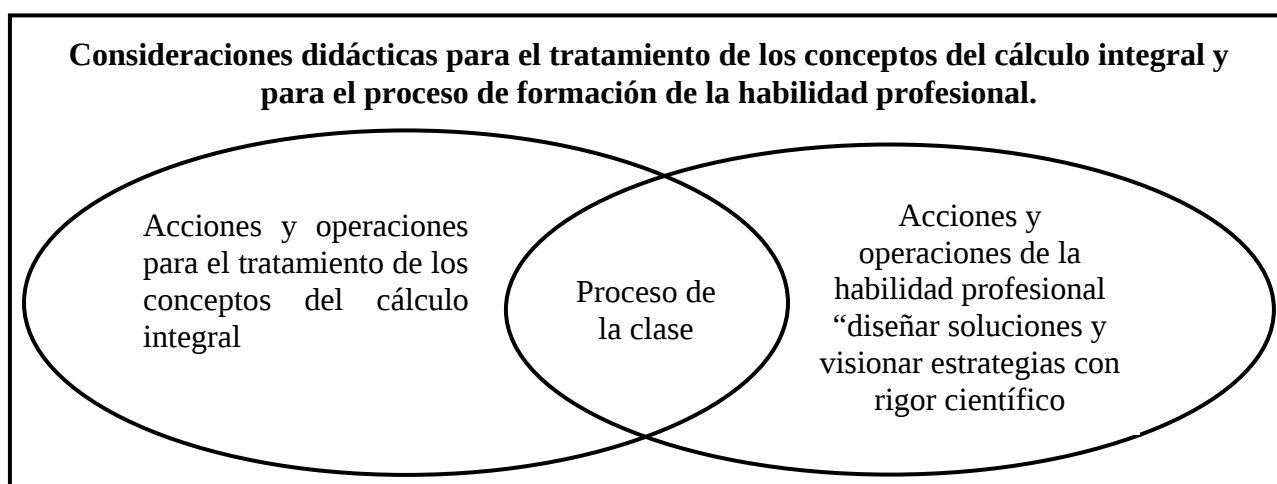


Figura 8. Característica fundamental de la estrategia didáctica.

Fuente: Elaboración propia.

Se explica a manera de ilustración cómo implementar la estrategia didáctica desde el proceso de la clase (conferencia) como forma fundamental de organización de la docencia en la Educación Superior (anexo IV).

Se tomará como referente el tratamiento del concepto invariante: Integral definida y se da una explicación abreviada de cómo instrumentar la estrategia didáctica.

La actividad debe comenzar con la presentación de la siguiente problemática:

En la figura se muestra una región plana que está limitada por el eje “x”, las rectas $x = a$, $x = b$ y por la función de ecuación $y = f(x)$, que representa la oferta de un producto cualquiera del mercado. La función oferta es continua y creciente, lo que implica que los productores proveerán más si consiguen precios más altos ($f(x) \geq 0$).

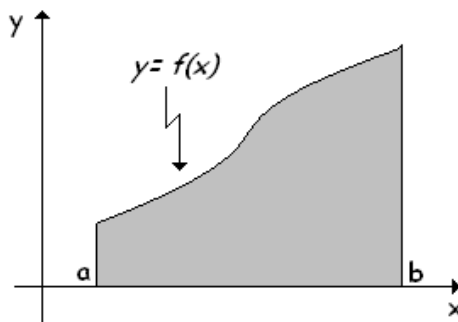


Figura 9. Área bajo la curva.

Fuente: Elaboración propia

A la región acá representada, la llamaremos en lo adelante **TRAPECIO CURVILÍNEO**.

A partir de este momento mediante una conversación heurística en la que se plantean cuestionamientos de lo que ellos hacían en la enseñanza media, se llega al problema siguiente:

Problema: ¿Cómo calcular el área de una región plana que está limitada por una curva arbitraria el eje de las “x” y por segmentos de recta verticales?

Se reflexiona con los estudiantes mediante una conversación heurística (Anexo IV) que se han determinado elementos del conocimiento que pueden tener relación o no con la problemática planteada, se comenta con los estudiantes que se han reactivado los medios que tienen implicación con la problemática y se informa de la acción:

- ✚ Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.

A partir de aquí son introducidos elementos necesarios para poder encontrar una vía mediante la cual puede ser resuelta la tarea. Reflexionando con los estudiantes, se valora que en problemas similares se consideró la posibilidad de realizar una modelación geométrica de la situación planteada al inicio, por lo que todo este trabajo sirve de base para introducir la segunda importante acción:

✚ Modelar geométricamente el problema planteado, si es posible.

Para poder calcular el área del trapecio curvilíneo, se hace necesario dividir la región en superficies equivalentes. ¿Será posible particionar rectangularmente el trapecio curvilíneo dado?

Este cuestionamiento brinda la posibilidad de indicar el hecho de tratar de transformar o reducir el problema planteado a otro que quizás ya fue resuelto con anterioridad, para lo cual deben hacerse determinadas reflexiones y concluir con la siguiente acción:

✚ Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad.

Ya están las condiciones creadas para que, con ayuda de la conversación heurística, se obtengan resultados parciales que permiten dar solución a la problemática planteada. Es en este momento cuando se informa a los estudiantes que ya se está en condiciones de construir el representante de un objeto matemático nuevo y se pasa por tanto a la siguiente acción:

✚ Realizar la construcción de los objetos correspondientes.

Una vez construido el representante del objeto matemático nuevo, se formula una explicación y/o definición del concepto que se está tratando, se señala que se da una explicación y/o definición, pues depende del texto que se emplee. Algunos autores solo refieren dar una explicación del concepto, otros ofrecen una definición rigurosa del concepto de que se trate. Se concluye con la siguiente acción:

✚ Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados. Aquí se remite a los estudiantes al texto para que vean la explicación y/o definición del concepto y se realizan reflexiones con ellos, es decir, se muestran representantes y no representantes del concepto objeto de análisis, se valora la posibilidad de transferir la vía que se ha seguido para definir nuevos conceptos, se incluye en el sistema de conceptos el nuevo concepto, mediante el empleo de mapas conceptuales, se valoran casos especiales o casos límite y se hace ver que con este análisis se está trabajando con una nueva acción,

- ✚ Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas (incluir el concepto en el sistema de conceptos, analizar casos límite y casos extremos, valorar la posibilidad de transferir la vía seguida para definir otros conceptos).

Se hace ver que en todo este proceso para cada una de las acciones hay operaciones que están relacionadas con cada acción y estas acciones y operaciones se complementan.

Se valoran las aplicaciones que posee el objeto construido, por ejemplo el cálculo del área de cualquier región plana, la longitud de un arco de curva, el volumen de un sólido de revolución.

Todo este trabajo tiene como propósito final, la formación de una de las habilidades profesionales que están declaradas en el Modelo del Profesional y es el momento para informar a los estudiantes que las acciones y las operaciones que se han declarado para el tratamiento del concepto del cálculo integral son análogas a las de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”. Se presentan después de un análisis con ellos las acciones y las operaciones de la habilidad, reflexionando sobre cuáles son los puntos de contacto o relaciones entre estas acciones y operaciones y las propuestas para el tratamiento de un concepto.

2.4- Consideraciones didácticas para el tratamiento de los conceptos del Cálculo integral y para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”

Se entiende que formar una habilidad cualquiera es una tarea compleja, pues en este proceso se involucran otras habilidades que no pueden ser obviadas, a pesar de centrar la atención en la que realmente se debe trabajar. Los profesores o pedagogos en general son del criterio de que los estudiantes no tienen por qué aprender el proceso que se sigue en el caso del tratamiento de un concepto, pues estos ya aparecen en los textos. El autor de esta investigación es del criterio de que si se logra que los sujetos sean partícipes de la formación conceptual de una determinada rama del saber, los estaríamos estimulando a compenetrarse con el mundo de dicha rama, sus imágenes conceptuales no resultarían pobres o escasas como han planteado algunos autores.

En el trabajo con los conceptos, en particular los conceptos del cálculo integral, proceso a través del cual se potencia el proceso de formación de la habilidad citada, se exige de los estudiantes implicación en él, para lo cual los profesores deben agotar todos los recursos didácticos que estén a su alcance, es decir; enseñarlos a comprender la esencia de los conceptos, y hacerlos partícipes del proceso de su propio aprendizaje.

Para el proceso de formación de una habilidad se procede por etapas, las que deben indicar hasta dónde debe ir progresando el estudiante, para de esta forma ir alcanzando avances hasta que adquieran el desarrollo requerido de la habilidad. Se deben entonces planificar y realizar acciones dirigidas a este objetivo.

Teniendo en cuenta las acciones y las operaciones propuestas anteriormente (para el caso del tratamiento de los conceptos del cálculo integral), se sugiere hacer algunas consideraciones didácticas para que los estudiantes progresivamente comprendan el proceso de formación conceptual, que son las siguientes:

- Determinar el nivel de preparación que tienen los estudiantes en lo que respecta al dominio de los conocimientos matemáticos generales, indispensables para poder participar activamente en la formación de los conceptos fundamentales de la asignatura de que se trate.
- Establecer el nivel de preparación que poseen los estudiantes en cada una de las acciones que han sido propuestas para el tratamiento de un concepto del cálculo integral, ya que para poder comprender la esencia de estos conceptos, es necesario tener dominio de las acciones a emprender.
- Valorar cualitativamente cómo proceden los estudiantes en cada una de las acciones previstas, pues hasta que no se comprenda la necesidad de ejecutar cada una de estas acciones, estos no comprenderán la esencia misma del concepto estudiado.
- Ilustrar a los estudiantes, a partir de un ejemplo concreto, cada una de las acciones que se van utilizando, para que se valore la efectividad de la aplicación de las mismas.
- Plantear, al finalizar el tratamiento de un concepto, preguntas problemáticas con el objetivo de valorar la posible aplicación de las acciones para formar otros conceptos (posibilidad de transferir la vía que se ha seguido).
- Propiciar el debate y la reflexión individual o colectiva del proceso de resolución que se ha seguido para la formación del concepto objeto de análisis.
- Estimular el éxito del estudiante en cada una de las partes del proceso de formación del concepto como medio de motivación para continuar en el empeño de la actividad.
- Atender a los aspectos personológicos, de forma que cada estudiante se sienta plenamente realizado y atendido en la tarea, acorde a sus particularidades.
- Destacar los avances que se van obteniendo en la tarea que se realiza, pues significan avances en su formación matemática general, no solo para el presente sino para otras asignaturas del

currículo y para su posterior trabajo profesional.

- Incorporar técnicas de trabajo grupal en el tratamiento de los problemas que son propuestos a los estudiantes como un medio para incentivar la reflexión colectiva y el diálogo abierto entre ellos, y apoyar con preguntas que tiendan al aumento del grado de dificultad, cada una de las cuales signifique un paso de avance en la solución de la tarea.
- Evaluar el nivel que van alcanzando los estudiantes, teniendo en cuenta la complejidad de las preguntas que se proponen a estos durante el tratamiento de un concepto al utilizar la vía constructiva, su grado de independencia en el proceso de solución de la misma, la utilización de las acciones y las operaciones de forma adecuada y que puedan además emplear alternativas de trabajo.

Estas consideraciones didácticas son una primera aproximación de lo que pudiera hacerse en este proceso con el objetivo de lograr avances significativos en los estudiantes, si se tiene en cuenta que al comenzar el estudio de un nuevo concepto se debe diagnosticar el nivel de partida de los estudiantes para lograr el objetivo que se propone. El autor sugiere que para diagnosticar el nivel de partida de los estudiantes, los profesores pueden indicar actividades que permitan:

- 1) Representar superficies planas, cuádricas, utilizar modelos matemáticos que permitan calcular el área o el volumen de un cuerpo geométrico, estudiado en la enseñanza precedente.
- 2) Reactivar los conocimientos precedentes que tienen relación con el objeto a definir.
- 3) Reactivar el sistema de acciones que se ha propuesto u otro similar que pueda ser utilizado para la formación del concepto objeto de estudio.
- 4) Determinar la situación real de cada estudiante con respecto al conocimiento de cada una de las acciones que se han propuesto para la formación de un concepto precedente del cálculo integral u otro.

El profesor no debe perder de vista la tendencia que puede darse en los estudiantes al querer mecanizar las acciones y las operaciones, pues pudiera pensarse en la vía inductiva para la formación de algún concepto, en virtud del cual entonces no es necesario construir los objetos.

En cuanto al proceso de formación de la habilidad profesional se sugieren a los profesores los siguientes aspectos:

- Hacer notar a los estudiantes que el proceso que se sigue para el caso del tratamiento de un concepto no un caso aislado. Se educa al pensamiento en los modos de actuar, para enfrentar tareas complejas relacionadas con la profesión.

- Establecer el nivel de preparación que poseen los estudiantes en cada una de las acciones que han sido propuestas para la formación de la habilidad profesional, pues para poder diseñar la solución a un problema profesional, es necesario tener dominio de las acciones a emprender.
- Propiciar el debate y la reflexión individual o colectiva del proceso de resolución seguido por cada estudiante en la solución de un problema planteado, lo que se revertirá en el desarrollo de sus conocimientos y de su pensamiento.
- Destacar los avances que se van obteniendo en los problemas que se proponen, pues significan avances en su formación general. Esto repercute no solo para el presente, sino para su posterior trabajo profesional.
- Incorporar técnicas de trabajo grupal en el tratamiento de los problemas que son propuestos a los estudiantes como un medio para incentivar la reflexión colectiva y el diálogo entre ellos, cuestiones importantes para trazar estrategias con carácter científico adecuadas.
- Evaluar el proceso de formación de la habilidad que van alcanzando los estudiantes teniendo en cuenta la complejidad de las preguntas que se proponen a estos en el proceso de solución de los problemas que se le van presentando, su grado de independencia en el proceso de resolución de la misma, la utilización adecuada de las acciones y las operaciones y lograr que puedan, además, emplear alternativas de trabajo.

Debe aprovecharse el momento para estimular tanto los avances individuales como colectivos que tienen los estudiantes, considerando los posibles errores que puedan cometer estos, los que deben ser corregidos en el acto, para que se aprenda de esta manera sobre la base de los mismos, aunque no debe ser una tendencia.

Conclusiones del Capítulo

A partir del resultado teórico que hemos obtenido del tema objeto de investigación y teniendo en cuenta las potencialidades que en general tienen las asignaturas del ciclo básico de formación, considérese la disciplina Matemática General, para lograr el proceso de formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” fue elaborada una estrategia didáctica para contribuir al proceso de formación de dicha habilidad profesional.

Del trabajo realizado se derivan las siguientes conclusiones:

- La estrategia didáctica para contribuir al proceso de formación de la habilidad profesional se concibió haciendo un proceso de analogía desde la enseñanza de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en primer año de Ingeniería Industrial y está

sustentada desde lo filosófico, psicológico, pedagógico y epistemológico.

- El establecimiento de un proceso análogo entre las acciones y las operaciones del tratamiento de los conceptos del cálculo integral de la disciplina Matemática General y las correspondientes de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” permite una adecuada contextualización de la enseñanza de la Matemática para el objeto social del Ingeniero Industrial.
- Para la formación de los principales conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, en primer año se determinaron las acciones y las operaciones de carácter lógico necesarias para formar dichos conceptos tomando como referencia el programa heurístico general para el trabajo con el problema.
- Para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” se determinaron las acciones y las operaciones de carácter lógico de la misma a partir del principio heurístico de analogía.
- El proceso de formación de la habilidad profesional requiere de la comprensión de cada una de las acciones y las operaciones de dicha habilidad y está integrado por las siguientes acciones:
 - ✚ Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.
 - ✚ Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.
 - ✚ Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma utilizado.
 - ✚ Presentar ante la organización la estrategia de solución (acciones previstas para la solución del problema).
 - ✚ Explicar a los directivos de la organización cada una de las acciones a aplicar para la solución del problema propuesto.
 - ✚ Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.
- La comprensión y asimilación consciente de las acciones y las operaciones por los estudiantes, tiene que estar en correspondencia con la aplicación por el profesor de un conjunto de consideraciones didácticas, que permitan el desarrollo gradual y diferenciado de la aplicación por parte de los estudiantes de cada una de las acciones y las operaciones previstas, sustentado en la estimulación de un trabajo colaborativo e independiente.

CAPÍTULO III “ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA”

La matemática es la ciencia del orden y la medida, de bellas cadenas de razonamientos, todos sencillos y fáciles.
(René Descartes 1596-1650)

En este capítulo se planifican, desarrollan y discuten los resultados del estudio realizado al utilizar la estrategia didáctica propuesta como una herramienta de apoyo para el proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Matemática General del currículo del Ingeniero Industrial en el primer año, en lo que respecta al tratamiento de los principales conceptos del cálculo integral, tratamiento a partir del cual se potencia el proceso de formación de la habilidad profesional: “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”, declarada en el Modelo del Profesional cubano de Ingeniería Industrial.

Los resultados del estudio realizado son fundamentados a partir del empleo del método Delphi, Cerezal y otros (2004, 2005); Crespo (2006); y Cruz y otros (2008, 2009), por la posibilidad que ofrece de obtener información de forma independiente, de intercambio de información y de evitar evaluaciones superficiales. Son aplicadas entrevistas cerradas a expertos para obtener información precisa sobre la problemática planteada y para verificar la objetividad y aplicabilidad de estrategia de aprendizaje que contiene las acciones y operaciones propuestas para el tratamiento de los principales conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, en el primer año de Ingeniería Industrial, así como las acciones y operaciones de la habilidad profesional en formación; este proceso es ejecutado desde el tratamiento de los conceptos del cálculo integral como fue citado.

El presente capítulo tiene los siguientes objetivos:

- Conocer la opinión de un grupo de expertos sobre las características de la estrategia didáctica propuesta, en particular, el procedimiento que contiene las acciones y las operaciones para el tratamiento de los principales conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, así como las acciones y las operaciones para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”.

- Comprobar la eficiencia de la estrategia didáctica propuesta que contiene las acciones y las operaciones de la habilidad profesional, obtenidas por analogía, a partir de las propuestas para el tratamiento de los principales conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, en cuanto al nivel de entendimiento que demuestran poseer los estudiantes en cada una de las acciones y las operaciones que conforman ambos procedimientos, en dependencia del nivel de abstracción del concepto a formar o de los problemas que se le proponen, teniendo en cuenta las características de los estudiantes del primer año de la carrera Ingeniería Industrial en la Universidad de Cienfuegos.
- Conocer el estado de opinión de los estudiantes de Ingeniería Industrial sobre las acciones y las operaciones propuestas para la formación de la habilidad profesional, así como el grado de aceptación de dichas acciones y operaciones a la hora de enfrentar problemáticas de diferente naturaleza.

El capítulo se estructura de la siguiente manera:

Primera Parte:

- Caracterización de la muestra y de los expertos.
- Regularidades de las observaciones a clases en las carreras de ingeniería.
- Descripción, análisis y discusión del criterio de expertos.
 - ✚ Resultados de la aplicación del Método Delphi en el proceso de validación de los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” del Ingeniero Industrial.

Segunda Parte:

- Descripción, análisis y discusión de los instrumentos aplicados a los estudiantes.
 - ✚ Resultados de las pruebas pedagógicas aplicadas a los estudiantes para la validación de la implementación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional.
 - ✚ Las pruebas pedagógicas aplicadas a los estudiantes.
 - ✚ Las encuestas de satisfacción a los estudiantes.

A continuación se describe la metodología empleada en la investigación.

3.1 - Caracterización de la muestra y de los expertos

En la investigación se tomó como población a los estudiantes del primer año de la carrera de Ingeniería Industrial pertenecientes al plan de estudio D en la modalidad presencial. Se aplicó un muestreo por conglomerados, por estar la población dividida por grupos, de manera natural, los que contienen toda la variabilidad de la población.

Para determinar la homogeneidad entre los conglomerados se aplicó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis. Para la aplicación de dicha prueba se prefijó un nivel de significación $\alpha = 0,05$ y se obtienen los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 5. Resultados de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis.

Estadísticos de contraste (a,b)

	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6
Chi-cuadrado	4,048	5,431	5,075	3,503	3,503	5,525
gl	2	2	2	2	2	2
Sig. asintótica	0,132	0,066	0,079	0,174	0,174	0,063

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: código

La prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de significación $\alpha = 0,05$, no permite rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los conglomerados son generalmente homogéneos y se justifica de esta forma este tipo de muestreo. Las variables analizadas aparecen declaras en el anexo XVI.

La muestra queda constituida por noventa y cuatro (94) estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial de la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez”, de Cienfuegos, distribuidos en tres grupos de la siguiente forma: veintisiete (27) estudiantes del curso escolar (2009-2010), treinta y un (31) estudiantes del curso escolar (2010-2011) y treinta y seis (36) estudiantes del curso escolar (2011-2012). La edad promedio de estos estudiantes está entre los dieciocho (18) y veinte (20) años. Es significativo destacar que el 85,1% de estos proviene de la enseñanza preuniversitaria y el resto de la enseñanza técnica y profesional, por lo que son egresados de una especialidad técnica catorce de estos estudiantes, todos técnicos medios en Informática; en el caso de los egresados del Preuniversitario, veintiuno son del IPVCE “Carlos Roloff”; dos son de la Escuela Militar Camilo Cienfuegos (EMCC), y el resto provienen de los diferentes Preuniversitarios de la provincia.

La Universidad “Carlos Rafael Rodríguez Rodríguez” de Cienfuegos es el escenario de formación académica de estos estudiantes de primer año de la carrera Ingeniería Industrial, carrera que pertenece a la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de dicha institución.

Un elemento a tener en cuenta en el diagnóstico, diseño y aplicación de la estrategia didáctica lo constituyen las diversas fuentes de ingreso de donde provienen los estudiantes. Además se señala que en los tres años tomados en la muestra el número de varones y hembras está balanceado.

Se seleccionaron para participar como expertos en esta investigación once profesores de Matemática Superior y/o General y un profesor de Formación Pedagógica General para las carreras de ingeniería, de ellos, dos son Doctores en Ciencias Pedagógicas y uno es Doctor en Ciencias Económicas y ostentan la categoría de Profesor Titular; seis son profesores auxiliares y Máster en Matemática Aplicada o en Educación, el resto son profesores asistentes y Máster en Matemática Aplicada. Se tomaron trece profesores de la carrera Ingeniería Industrial, de los cuales nueve ostentan la categoría de profesor auxiliar, dos son profesores asistentes y uno es instructor; doce de ellos son Máster en Ingeniería Industrial en la mención Calidad y solamente uno de ellos es estudiante en formación como Máster en Ingeniería Industrial en la citada mención. Todos los profesores están dedicados fundamentalmente a la docencia, tienen como promedio veintiún (21) años de experiencia como docentes y tuvieron disposición para participar en la evaluación.

Regularidades de las observaciones a clases en las carreras de ingeniería

Se observaron diez (10) actividades correspondientes a las diferentes formas de organización de la docencia en la Educación Superior en las asignaturas de la disciplina Matemática General o Superior en las carreras de ingeniería y se centró la atención en las conferencias principalmente. La observación a clases se realizó teniendo presente los elementos de la guía de observación (anexo XIX).

En la observación a las diferentes clases (conferencias) se distingue que generalmente los profesores de Matemática para las carreras de ingeniería aseguran adecuadamente el nivel de partida, mediante la creación de las condiciones necesarias para la introducción de los nuevos conocimientos (tratamiento de un concepto del cálculo integral). En las diez actividades visitadas, los profesores proponen a los estudiantes una situación problemática que condiciona la presencia de una contradicción entre los saberes anteriores y el nuevo saber. Solo en dos de las diez actividades observadas los profesores proponen un problema relacionado con el perfil profesional de la carrera que estudian los alumnos.

En general no se establece una relación entre este nuevo saber y la carrera que estudian, no se explica por qué es necesario el estudio de este contenido más allá de la Matemática propiamente dicha. En la búsqueda de los representantes del concepto primero y hasta llegar a la explicación o definición del concepto de que se trate, no se destaca cuáles son las acciones y las operaciones que se realizan para el tratamiento del mismo. En las diez actividades observadas los docentes valoran casos especiales o extremos, pero no hacen un análisis de la vía seguida en el tratamiento del concepto en general; solo uno de los docentes lo hace, es decir, valora con los estudiantes que esta

vía será utilizada para el tratamiento de otros conceptos del cálculo integral. No se observa en ninguna de las actividades que se establezca alguna conexión entre el trabajo que se realiza y la formación de alguna de las habilidades profesionales declaradas en el modelo del profesional de que se trate.

Se aprecia una correcta preparación científica y metodológica de los profesores para cumplir con los objetivos del programa analítico de la disciplina, pero falta tanto en las clases teóricas como en el resto de las formas de organización de la docencia aprovechar los espacios para establecer una relación entre el contenido a tratar y los objetivos generales declarados en el modelo del profesional, por ejemplo, cómo desde las diferentes asignaturas de la disciplina se puede trabajar en la formación de las habilidades profesionales u otros propósitos.

3.2- Análisis y discusión de los resultados de la aplicación del Método Delphi en el proceso de validación de la estrategia didáctica

Los análisis cualitativos son cada vez más importantes y comienzan a formar parte de las investigaciones en múltiples esferas. Cuando solo se poseen bases subjetivas se hace necesaria la aplicación de métodos que estén estructurados a partir de la aceptación de la intuición como una comprensión sinóptica de la realidad, basada en la experiencia y conocimientos de un grupo de personas consideradas autoridades o competentes en la materia a tratar. Estos métodos son conocidos como métodos subjetivos o métodos de consultas a expertos.

Un método de pronóstico cuantitativo es el método Delphi, cuyo nombre proviene del oráculo Delfos de la antigua Grecia. Fue desarrollado por Olaf Helmer y otros en la Rand Corporation a mediados de la década de 1960, con el objetivo de elaborar pronósticos a largo plazo, teniendo en cuenta la utilización sistemática de las valoraciones intuitivas de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas.

Con el objetivo de determinar la viabilidad de los fundamentos que sustentan la estrategia didáctica elaborada se realizó su evaluación, a partir del citado método, según lo planteado por los autores: Cerezal y Fiallo (2002, 2004, 2005), Crespo (2006), Cruz (2009) y Cortés (2011).

Para estos autores se distinguen fases o etapas fundamentales en la aplicación del método, que son:

- I- Fase preliminar: Se delimita el contexto, los objetivos, el diseño, los elementos básicos del trabajo, la selección de los expertos y se realiza la primera ronda.
- II- Fase exploratoria: Se realizan las rondas restantes hasta que se considere necesario y los expertos consultados comiencen a mantener sus criterios.

Para la aplicación del método se tuvieron en cuenta, desde el punto de vista metodológico, los siguientes aspectos:

- a) Planificación del criterio de expertos.
- b) Elaboración y aplicación de las encuestas.
- c) Procesamiento y análisis de la información.

Los expertos seleccionados fueron caracterizados en el epígrafe 3.1. Para la selección de los mismos se aplicó una encuesta (anexo V), en la que se les solicitó una autovaloración del nivel de conocimiento o información que poseen sobre el tema. A partir de aquí se determinó su coeficiente de conocimiento (K_c) a través de la fórmula $K_c = \frac{n}{10}$, donde n es el rango señalado por el experto.

Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar permiten calcular el coeficiente de argumentación (K_a) de cada experto, donde, $K_a = \sum_{i=1}^6 n_i$, n_i es

el valor correspondiente a la fuente de argumentación. Una vez obtenidos los valores del coeficiente de conocimiento (K_c) y del coeficiente de argumentación (K_a) se procede a obtener el valor del coeficiente de competencia (K) que finalmente es el coeficiente que determina en realidad qué experto se toma en consideración para trabajar en esta investigación. Este coeficiente (K) se calcula de la siguiente forma: $K = \frac{K_c + K_a}{2}$.

Posteriormente, obtenido los resultados, estos se analizarán de la siguiente manera:

- $0,8 \leq K \leq 1,0$ Coeficiente de competencia alto.
- $0,5 \leq K < 0,8$ Coeficiente de competencia medio.
- $K < 0,5$ Coeficiente de competencia bajo.

Se toman a partir de aquí como criterio las fuentes de argumentación o fundamentación que aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Fuentes de argumentación o fundamentación del conocimiento.

Fuentes de argumentación o fundamentación del conocimiento	Alto	Medio	Bajo
Su experiencia teórica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera de la carrera.	30%	25%	20%
Su experiencia práctica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera de la carrera.	30%	25%	20%

Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación de habilidades profesionales desde la impartición de una asignatura nacionalmente (Bibliografía nacional consultada).	10%	9%	8%
Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación de habilidades profesionales desde la impartición de una asignatura internacionalmente (Bibliografía internacional consultada).	10%	9%	8%
Su conocimiento sobre el estado del problema (formación de habilidades profesionales).	10%	6%	2%
Su intuición.	10%	6%	2%
TOTAL	100%	80%	60%

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en las fuentes de argumentación o fundamentación del conocimiento, se ha utilizado una escala de 0 a 100 que en opinión de Crespo y Aguila-socho (2005) y de León (2011) resulta más comprensible que la de 0 a 1 por la naturaleza de estos números y por la familiaridad en el trabajo con estos. También se aprecia que la distribución de los valores de las fuentes de argumentación o fundamentación se debe a los intereses de la investigación propiamente dicha.

Se observa que el mayor peso lo tienen la experiencia teórica y práctica de los docentes en la impartición de las asignaturas, y se le ha dado el mismo significado al resto de los aspectos restantes, por resultar estos también trascendentes en el interés de la investigación.

En total se han seleccionado veinticinco (25) expertos (anexo VIII) cuyo coeficiente de competencia promedio es alto, es decir, $80\% \leq K \leq 100\%$.

Se consideró incluir entre los expertos, a profesores de Matemática General o Superior de la carrera Ingeniería Industrial, jefes de disciplina, jefes de departamento y el jefe de la carrera citada por la influencia que ejercen estos últimos en la preparación metodológica y científica del resto de los profesores.

Es oportuno señalar que dos de los expertos dirigen grupos científicos de investigación en Matemática Educativa y en Matemática Aplicada respectivamente y un tercer experto es miembro del Centro de Estudios de la Didáctica de la Educación Superior (CEDDES) de la Universidad de Cienfuegos.

En la aplicación del método Delphi fueron evaluados (anexo VI y anexo VII) los siguientes fundamentos teóricos que sustentan la estrategia didáctica: acciones y operaciones para el tratamiento de los principales conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en

el primer año de Ingeniería Industrial, así como las acciones y operaciones de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” también para los estudiantes de Ingeniería Industrial en formación, para lo cual se realizó solamente una ronda de preguntas, pues los aspectos a evaluar le fueron ofrecidos a los expertos.

Ronda de expertos

En la ronda de expertos, estos debieron evaluar cada una de las acciones y las operaciones que se propusieron tanto para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral como para el proceso de formación de la habilidad profesional, teniendo en cuenta las categorías de evaluación del tipo de escala de Licker: inadecuado, poco adecuado, adecuado, bastante adecuado y muy adecuado.

El análisis de los datos agrupados evidenció una tendencia hacia la categoría de muy adecuado para el caso de las acciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral (anexo VIII-1), así como también para las acciones de la habilidad profesional (anexo VIII-2) en todos los elementos de la propuesta sometidos a la consulta de expertos, según el procedimiento descrito por Cerezal y Fiallo (2002, 2004, 2005), Crespo (2006), Cruz (2009) y Cortés (2011).

Con los resultados obtenidos para ambos casos (las acciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral y las acciones de la habilidad profesional) se pudieron obtener los puntos de corte, los que sirvieron para determinar el grado de adecuación de cada una de las etapas del procedimiento.

Estos puntos de corte fueron: PC₁: Inadecuado, PC₂: Poco Adecuado, PC₃: Adecuado, PC₄: Bastante adecuado y PC₅: Muy adecuado.

La figura 10 y la figura 11 ilustran los resultados obtenidos:

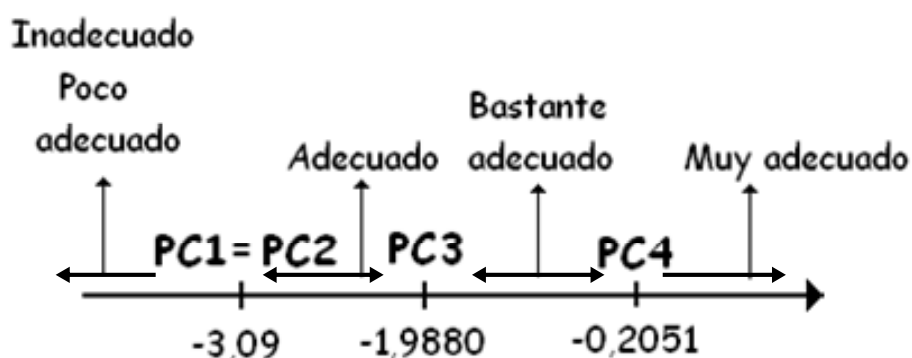


Figura 10. Resultados de los puntos de corte para las acciones del procedimiento del tratamiento de los conceptos del cálculo integral.

Fuente: Elaboración propia.

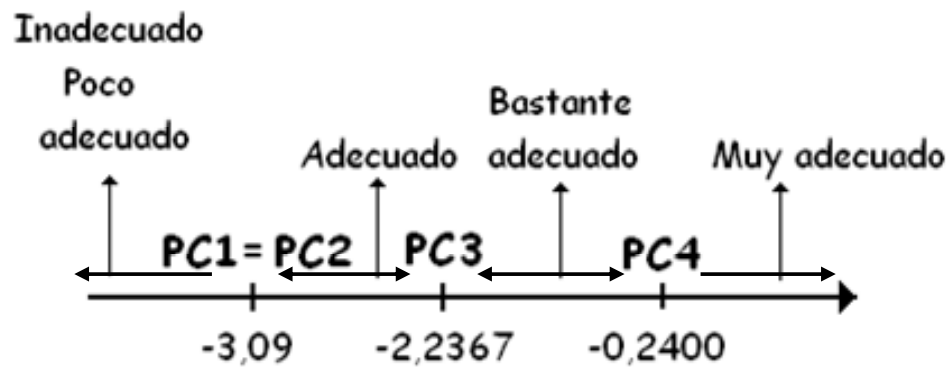


Figura 11. Resultados de los puntos de corte para las acciones de la habilidad profesional.

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la ronda aplicada a los expertos se pudo determinar la factibilidad de los fundamentos que sustentan la estrategia didáctica, y se obtuvieron criterios que constituyeron metas para el perfeccionamiento de la misma. En la ronda se alcanzó el consenso de los expertos, quienes realizaron recomendaciones, tales como:

- En el caso de las acciones y operaciones propuestas para el tratamiento de los principales conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General:
 - 1- En la acción relacionada con la reactivación de los medios que tiene implicación con el concepto a definir, agregar la expresión “independientemente de su utilidad o no”.
 - 2- En el caso de la operación que deben realizar los estudiantes cuando se hace la construcción de los objetos correspondientes, fundamentar el significado que tiene para estos comprender la esencia del representante del objeto que se ha construido, es decir, comprender que el objeto construido es el límite de una sumatoria y la necesidad de expresarlo en otros términos para prescindir del cálculo del límite.
 - 3- En la operación relacionada con la realización de consideraciones retrospectivas y perspectivas, incluir como operación analizar algún caso especial o límite, siempre que sea posible.
- En el caso de las acciones y operaciones de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”:
 - 1- Especificar sobre qué términos clasificar el problema propuesto.
 - 2- Incluir otras fuentes, tales como las legislaciones.
 - 3- Incorporar, en el caso de las consideraciones retrospectivas y perspectivas, la posibilidad de analizar algún caso especial o límite en el diseño de solución propuesto.

El autor de este trabajo consideró necesario analizar todas estas recomendaciones e incorporar lo sugerido, debido a que los expertos consideraron cada una de las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral y para las de la habilidad profesional en la categoría muy adecuado como ya se citó anteriormente.

Los expertos opinaron y realizaron un grupo de sugerencias, como ya fue explicitado, para mejorar la estrategia didáctica, en particular, lo relacionado con las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, así como también con cada una de las acciones y las operaciones de la habilidad profesional, obtenidas por analogía con las del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del citado cálculo.

De manera general, después de consultar con los expertos, se obtuvieron los siguientes resultados:

La estrategia didáctica propuesta para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” posee características novedosas que contribuyen a la formación de la habilidad profesional desde el el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial pues:

- Fomenta un aprendizaje orientado al cambio y al mejoramiento de los estudiantes al involucrarlos en la búsqueda del conocimiento.
- Da prioridad al lugar de los estudiantes en la búsqueda de un diseño adecuado de solución para los problemas propuestos.
- Vincula la teoría y la práctica mediante el enfoque de reflexión, autovaloración y actitud cognoscitiva ante el planteamiento de los más diversos problemas, ya sean matemáticos o vinculados con el perfil de su profesión y que posibilitan el proceso de formación de la habilidad profesional.
- Establece una analogía entre las acciones y las operaciones para el tratamiento de conceptos del cálculo integral con las correspondientes a las de la habilidad profesional, aprovechando los vínculos curriculares.

También en esta ronda se le propuso a los expertos que evaluaran las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en el primer año y las acciones y las operaciones de la habilidad profesional que fueron obtenidas por analogía con las propuestas para el el tratamiento de los conceptos, para lo cual se debió realizar una valoración de ambas cuestiones, teniendo en cuenta que debían ordenarse cada una de las acciones con sus correspondientes operaciones otorgando las categorías: 1, 2, 3, 4, 5, 6 pero en orden

descendente; es decir, 6 a la acción que debe ejecutarse primero y así sucesivamente, hasta concluir con la última acción, cuya categoría debe ser 1 (anexo IX y anexo X).

El procesamiento de los resultados se efectúa mediante el paquete de programa SPSS versión 18.0, lo que permite plantear que el procedimiento es confiable.

Para la aplicación de la prueba no paramétrica W de Kendall se ha seleccionado un nivel de significación $\alpha = 0,05$. A continuación se relacionan las variables que debieron analizar los expertos:

V₁: Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática planteada, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.

V₂: Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.

V₃: Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma.

V₄: Presentar ante la organización la estrategia de solución (acciones y operaciones previstas para la solución del problema).

V₅: Explicar a los directivos de la organización cada una de las acciones y las operaciones que serán aplicadas para la solución del problema propuesto.

V₆: Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Para el caso que ocupa se aplicó la prueba de hipótesis chi-cuadrado (χ^2), la cual establece que:

Hipótesis:

H_0 : No hay comunidad de concordancia entre los expertos en lo que respecta al orden de ejecución de las acciones y las operaciones de la habilidad profesional.

H_1 : Existe comunidad de concordancia entre los expertos en lo que respecta al orden de ejecución de acciones y las operaciones de la habilidad profesional.

Donde H_0 es la hipótesis nula y H_1 es la hipótesis alternativa.

Al aplicar la prueba W de Kendall se arrojaron los resultados que se muestran la siguiente tabla:

Tabla 7. Resultados de la prueba no paramétrica W de Kendall.

Estadístico de contraste

N	25
W de Kendall ^(a)	0,977
Chi-cuadrado	122,166
gl	5
Significación asintótica.	0,000

(a) Coeficiente de concordancia de Kendall

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado ofrecido en la tabla se infiere que se rechaza la hipótesis de nulidad con un nivel de significación de 0,000 (es menor que el que ha sido prefijado, con lo cual se verifica que hay una adecuada concordancia entre los expertos). El coeficiente de concordancia tiene un valor de 0,977, lo que evidencia que hay una tendencia casi perfecta al acuerdo entre los expertos (anexo XI).

Para la valoración del ordenamiento de las acciones y las operaciones para la formación de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General, se aplicó también la prueba no paramétrica W de Kendall y se selecciona un nivel de significación $\alpha = 0,05$. A continuación se relacionan las variables que debieron analizar los expertos:

V₁: Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.

V₂: Modelar geométricamente el problema planteado, si es posible.

V₃: Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad.

V₄: Realizar la construcción de los objetos correspondientes.

V₅: Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados.

V₆: Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Para el caso que ocupa se aplicó la prueba de hipótesis chi-cuadrado (χ^2), la cual establece que:

Hipótesis:

H_0 : No hay comunidad de concordancia entre los expertos en lo que respecta al orden de ejecución de las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral.

H_1 : Existe comunidad de concordancia entre los expertos en lo que respecta al orden de ejecución de las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral.

Al aplicar la prueba W de Kendall se arrojaron los resultados que se muestran la siguiente tabla:

Tabla 8. Resultados de la prueba no paramétrica W de Kendall.

Estadísticos de contraste

N	25
W de Kendall ^(a)	0,985
Chi-cuadrado	123,080
gl	5
Significación asintótica.	0,000

(a) Coeficiente de concordancia de Kendall

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado ofrecido en la tabla se infiere que se rechaza la hipótesis de nulidad con un nivel de significación de 0,000 (es menor que el que ha sido prefijado, con lo cual se verifica que hay una adecuada concordancia entre los expertos). El coeficiente de concordancia tiene un valor de 0,985, lo que evidencia que hay una tendencia casi perfecta al acuerdo entre los expertos (anexo XII).

3.3- Diseño del cuasiexperimento con prepruebas y postpruebas y grupos intactos.

Los cuasiexperimentos son muy parecidos a los experimentos verdaderos, en el caso de los primeros se suprime la R (asignación al azar o aleatoria, cuando aparece quiere decir que los sujetos han sido asignados a un grupo de manera aleatoria. R proviene del inglés randomization, Hernández y otros, 2006), de ahí que hay casi tantos diseños cuasi experimentales como experimentales verdaderos, solo que no hay asignación al azar o emparejamiento. Pero por lo demás son iguales, la interpretación es similar, las comparaciones son las mismas y los análisis estadísticos iguales (salvo que a veces se consideran las pruebas para datos no correlacionados).

Se consideró necesario aplicar un diseño cuasiexperimental con prepruebas y postpruebas y grupos intactos con el objetivo de comprobar la efectividad de la aplicación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial de la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos.

Según los criterios de Hernández y otros (2006) este tipo de diseño responde al siguiente esquema:

G ₁	O ₁	X	O ₂
G ₂	O ₃	X	O ₄
G ₃	O ₅	X	O ₆

De acuerdo con dicha representación, en el diseño cuasiexperimental con prepruebas y postpruebas y grupos intactos se aplicaron tres prepruebas para medir el estado inicial de la variable dependiente (formación de la habilidad profesional), luego se aplicó el tratamiento experimental (X) o variable

independiente (estrategia didáctica) y finalmente se aplicaron tres postpruebas para poder medir el comportamiento de la variable dependiente.

La hipótesis de investigación plantea que:

Si se aplica la estrategia didáctica donde se establece una analogía entre las acciones y las operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General con las de la habilidad profesional: diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico, entonces se contribuye a la formación de la misma.

Para controlar el efecto que ejerce la variable independiente sobre la variable dependiente, se tienen en cuenta algunas variables ajenas, en este caso solo las relacionadas con los estudiantes. El control se realizará a partir de los instrumentos que se apliquen en las etapas en que se desarrolla el cuasiexperimento. Las variables ajenas en el caso de los estudiantes son: intereses, motivación por la carrera, conocimientos precedentes.

Para la realización del cuasiexperimento, con el objetivo de analizar los resultados cualitativos y cuantitativos del mismo, se tuvieron en cuenta tareas tales como:

- Validar la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” durante los cursos escolares 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012 respectivamente.
- Realizar las prepruebas al término de la asignatura Matemática I, donde solo se tendrá en cuenta una pregunta de este examen de formato diverso.
- Realizar las postpruebas al término de la asignatura Matemática II, donde solo se tendrá en cuenta una pregunta de este examen de formato diverso.
- Realizar la intervención en las conferencias donde se realice el tratamiento de los conceptos del cálculo integral (integral definida o propia [como concepto invariante], integral doble, integral triple, integral curvilínea e integral de superficie [como conceptos variantes]).

Para corroborar la hipótesis planteada se procedió al análisis de los instrumentos aplicados. En el siguiente apartado aparecen dichos análisis.

3.4- Análisis y discusión de los resultados de la aplicación de los instrumentos a los estudiantes para la validación de la implementación de la estrategia didáctica.

La validación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” se realizó a la muestra de los noventa y cuatro (94) estudiantes distribuidos de la siguiente manera: veintisiete (27) estudiantes del curso escolar

(2009-2010); treinta y un (31) estudiantes del curso escolar (2010-2011) y treinta y seis (36) estudiantes del curso escolar (2011-2012), todos, estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial de la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez”, de Cienfuegos.

Durante la realización de la investigación a los estudiantes se les consultó en tres momentos diferentes, por tratarse de estudiantes de tres cursos distintos. Se les aplicaron tres evaluaciones al término del primer año de la carrera para tener una idea de cómo se comportaba el proceso de formación de la habilidad y además, se les aplicaron encuestas para conocer el grado de satisfacción de los mismos en lo relacionado con los procedimientos descritos, tanto para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral, como para el proceso de formación de la habilidad profesional.

Se tomó la decisión de aplicar estos instrumentos por las razones siguientes:

- El proceso docente educativo toma como centro a los estudiantes.
- En el acto de enseñar participan diversos interlocutores y el más importante de estos es el estudiante.
- Los estudiantes son los mejores evaluadores del proceso docente educativo.
- Hacia los estudiantes está dirigida gran parte de esta investigación.
- Por la importancia que tiene el hecho de saber cuál es la opinión de los estudiantes como participantes implicados directamente en esta investigación.

A continuación se reflejan los resultados de la aplicación de los instrumentos aplicados en el transcurso de la investigación.

3.4.1 - Las pruebas pedagógicas aplicadas a los estudiantes.

Las evaluaciones aplicadas a los estudiantes se dividen en dos partes, un primer examen (antes de aplicar la estrategia didáctica) propuesto a los estudiantes al término del primer semestre del primer año de Ingeniería Industrial correspondiente a la asignatura Matemática I que, como ya se explicó, se aplicó a estudiantes del primer año en tres momentos diferentes: los cursos 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012. El objetivo del primer examen (ya explicitado en la introducción y en el capítulo I) consistió en una pregunta de este para determinar el nivel de partida de los estudiantes, es decir, determinar si ante el planteamiento de una pregunta de formato diverso, los estudiantes son capaces de seleccionar los medios (sistema de conocimientos) que tienen relación directa o indirecta con la problemática propuesta, si pueden usar adecuadamente estos conocimientos para determinar un diseño adecuado de solución, si pueden reducir el problema a uno resuelto con anterioridad, o si pueden resolver adecuadamente la problemática.

El segundo examen se realizó al terminar el segundo semestre del primer año, con la asignatura Matemática II, después que se ha aplicado la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional; la evaluación se aplicó con el objetivo de determinar cómo avanza el proceso de formación de la habilidad profesional, es decir, corroborar si se aplican de forma adecuada las acciones y las operaciones propuestas para la formación de la habilidad, mediante el planteamiento de una pregunta de formato diverso en la que se le plantean a los estudiantes diferentes problemáticas con el objetivo de determinar si pueden diseñar una solución a las mismas, para lo cual se traza una estrategia adecuada.

Con estos dos instrumentos (aplicados antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica) se valora el cumplimiento de cada una de las acciones del procedimiento propuesto para el proceso de formación de la habilidad profesional, para lo que se aplica una prueba no paramétrica que permite comparar dos muestras relacionadas, en este caso Wilcoxon.

La prueba de Wilcoxon es un procedimiento no paramétrico que se utiliza cuando se comparan dos muestras pareadas (son realizadas a los mismos individuos) y una variable medida al menos en escala ordinal para valorar la magnitud de la diferencia de los valores entre los miembros del par y los pesos de las diferencias, siendo mayor para las diferencias mayores. En las investigaciones pedagógicas esta prueba es de mucha utilidad, ya que el investigador puede saber cuál de los dos miembros de un par es mayor. Analiza los resultados, o puntajes obtenidos en un tratamiento y en el otro, y como las muestras son pareadas, se hallan las diferencias entre uno y el otro, las ordena sin tener en cuenta los signos y se clasifican desde uno (1), para la menor, dos (2) para la siguiente y así sucesivamente y se le añade a cada rango el signo de la diferencia correspondiente. Se parte de que las sumas de rangos positivos y negativos deben ser iguales para considerar que no hay diferencia entre los tratamientos planteados en H_0 . Pero si la suma de los rangos positivos es muy diferente a la de los rangos negativos, se deduce que el tratamiento A difiere del tratamiento B, y de este modo se rechaza H_0 .

A continuación se procedió a aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon con un nivel de significación $\alpha = 0,05$ a la totalidad de la muestra, planteándose las hipótesis:

H_0 : Los estudiantes muestran niveles de formación de las acciones de la habilidad profesional iguales o menores al final de la aplicación de la estrategia didáctica que antes de la aplicación.

H_1 : Los estudiantes muestran niveles de formación de las acciones de la habilidad profesional mayores al final de la aplicación de la estrategia didáctica que antes de la aplicación.

Los instrumentos aplicados a los estudiantes del curso escolar 2009-2010 aparecen en el anexo I (primer examen) y en el anexo XV (segundo examen); los del curso escolar 2010-2011 aparecen en el anexo II y en el anexo XV y los del curso escolar 2011-2012 aparecen en el anexo III y en el anexo XV, respectivamente. En todos los casos como resultado de la aplicación de la prueba no paramétrica para dichos cursos se refiere que se estableció una comparación entre las seis (6) variables del procedimiento (acciones para la formación de la habilidad profesional) que se relacionan en los anexos XVI y XVII, respectivamente. La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 9. Rangos de la prueba no paramétrica Wilcoxon.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
V21 - V11	Rangos negativos	6(a)	22,00	132,00
	Rangos positivos	33(b)	19,64	648,00
	Empates	55(c)		
	Total	94		
V22 - V12	Rangos negativos	6(d)	21,67	130,00
	Rangos positivos	38(e)	22,63	860,00
	Empates	50(f)		
	Total	94		
V23 - V13	Rangos negativos	7(g)	21,00	147,00
	Rangos positivos	35(h)	21,60	756,00
	Empates	52(i)		
	Total	94		
V24 - V14	Rangos negativos	6(j)	21,92	131,50
	Rangos positivos	35(k)	20,84	729,50
	Empates	53(l)		
	Total	94		
V25 - V15	Rangos negativos	6(m)	23,58	141,50
	Rangos positivos	37(n)	21,74	804,50
	Empates	51(o)		
	Total	94		
V26 - V16	Rangos negativos	6(p)	21,83	131,00
	Rangos positivos	40(q)	23,75	950,00
	Empates	48(r)		
	Total	94		

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado ofrecido en la tabla 9 se infiere que los estudiantes muestran niveles de formación de las acciones de la habilidad profesional mayores al final de la aplicación de la estrategia didáctica que antes de la aplicación, pues el nivel de significación obtenido es 0,000 (es menor que el que ha

sido prefijado), aceptándose de esta forma la hipótesis alternativa, lo que se refleja a continuación estadísticamente mediante la tabla 10:

Tabla 10. Resultados de la prueba no paramétrica Wilcoxon.

Estadísticos de contraste (b)

	V21-V11	V22-V12	V23-V13	V24-V14	V25 - V15	V26 - V16
Z	-3,821(a)	-4,550(a)	-4,107(a)	-4,236(a)	-4,421(a)	-4,742(a)
Significación asintótica (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

(a) Basado en los rangos negativos.

(b) Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicada la estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional se procedió a determinar los niveles de satisfacción de los estudiantes. En el siguiente apartado se ilustran los resultados.

3.4.2- Las encuestas aplicadas a los estudiantes.

El objetivo de las encuestas a los estudiantes fue para determinar el grado de satisfacción de los mismos sobre las acciones y operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en primer año, lo que aporta para su formación como ingenieros y su analogía con el proceso de formación de la habilidad profesional. La importancia de esta encuesta consiste en la recogida de información a través de una escala valorativa del uno (1) al diez (10); otorgándosele la mayor puntuación, según corresponda al aspecto que se señala (anexo XIII).

En las ciencias sociales y humanísticas tales como la Sociología, la Psicología o la Educación se utilizan como instrumentos de medida, tests, escalas, encuestas, cuestionarios y/o autoinformes, con la finalidad de obtener información acerca de opiniones, intereses, actitudes, habilidades, otros; resultado de interés, el hecho de que los cuestionarios y tests sean fiables y válidos, según lo abordado por: Cronbach y Meehl (1955), Guion (1980), Cronbach (1988) y García, Gil y Rodríguez (2000). La validez resulta una temática de máxima importancia en el proceso de construcción de un test o un cuestionario y, genéricamente hablando, requiere comprobar la utilidad de la medida realizada, es decir, el significado de las puntuaciones obtenidas.

Es precisamente la validez la que permitirá realizar las inferencias e interpretaciones correctas de las puntuaciones que se obtengan al aplicar un test y establecer la relación con el constructo/variable que se trata de medir.

Se puede decir que la validez tiene tres grandes componentes:

- Validez de contenido.
- Validez de criterio o criterial.
- Validez de constructo.

Las tres se refieren a aspectos diferentes y la utilización de uno u otro concepto de validez dependen del tipo de test.

La validez de contenido descansa generalmente en el juicio de expertos (métodos de juicio). Se define como el grado en que los ítems que componen el test representan el contenido que el test trata de evaluar. Por tanto, la validez de contenido se basa en la definición precisa del dominio y en el juicio sobre el grado de suficiencia con que ese dominio se evalúa.

La validez de criterio o criterial se refiere al grado en que el test correlaciona con variables ajenas al test (criterios) con lo que se espera por hipótesis que debe correlacionar de determinado modo. En este trabajo no se realiza validez de criterio, pues con la realización de dos de estos componentes es suficiente.

La validez de constructo es un concepto más complejo. Se refiere al grado en que el instrumento de medida cumple con las hipótesis que cabría esperar de un instrumento para medir precisamente aquello que se desea. Se puede considerar un concepto general que abarcaría los otros tipos de validez. El término constructo hace referencia a un concepto teórico psicológico inobservable, por ejemplo, la inteligencia, cada factor de personalidad, las aptitudes, las actitudes y otros. La definición operativa de estos constructos presenta considerables dificultades en la práctica, ya que no son directamente observables. Se describen a continuación las principales cuestiones relacionadas con la validez de contenido y con la validez de constructo.

En el primer caso se propuso a los expertos que asignaran un rango que expresa el orden de importancia que posee la característica (preguntas de la encuesta de satisfacción) y el rango a evaluar que se propuso fue el siguiente (anexo XVIII):

- 1: sin importancia,
- 2: poco importante,
- 3: medianamente importante,
- 4: importante,
- 5: muy importante.

Para la aplicación de la prueba no paramétrica W de Kendall, se utilizaron solamente veinte de los expertos. Una vez que se obtuvieron las valoraciones de los mismos se procedió a asignar rango a los casos y se seleccionó un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Al aplicar la prueba de hipótesis chi-cuadrado (χ^2), se estableció que:

Hipótesis:

H_0 : El juicio de los expertos no es consistente.

H_1 : El juicio de los expertos es consistente.

En el caso que ocupa el término consistente significa que hay acuerdo o concordancia entre los expertos.

Al aplicar la prueba W de Kendall se arrojaron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Resultados de la prueba W de Kendall.

Estadísticos de contraste

N	20
W de Kendall ^(a)	0,647
Chi-cuadrado	116,461
gl	9
Significación asintótica	0,000

(a) Coeficiente de concordancia de Kendall

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado ofrecido en la tabla se infiere que se rechaza la hipótesis de nulidad con un nivel de significación de 0,000 (es menor que el que ha sido prefijado, con lo cual se verifica que hay una adecuada concordancia entre los expertos). El coeficiente de concordancia tiene un valor de 0,647, lo que evidencia que el juicio de los expertos es adecuadamente consistente.

Para evaluar la confiabilidad o fiabilidad de la encuesta se seleccionaron un total de sesenta estudiantes (muestra piloto) de la muestra total de noventa y cuatro estudiantes, para lo cual se aplicó el estadígrafo Alpha de Cronbach. Se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 12. Estadígrafo Alpha de Cronbach.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
0,700	0,715	10

Fuente: Elaboración propia.

Se aclara que los valores del estadístico Alpha de Cronbach oscilan entre 0 y 1 y se consideran aceptables cuando los valores son mayores que 0,5. Debido a que el coeficiente Alfa de Cronbach obtenido es 0,700 se determina que la confiabilidad del cuestionario es aceptable (Anexo XVIII (b)). Para la validación de constructo se tiene en cuenta que las características con las que se está trabajando, al ser cualitativas y representar actitudes o percepciones, no se pueden medir directamente, y estas deben ser valoradas a través de indicadores. Se trata ahora de examinar el grado en que los indicadores definidos miden adecuadamente el concepto (constructo) que se quiere medir.

Se procede a hacer el análisis Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett, para la obtención de los siguientes resultados:

Tabla 13. KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0,416
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	84,403
	gl	45
	Significación	0,000

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos se infiere que:

- La prueba de esfericidad de Bartlett con una significación asintótica de 0,000 implica que se acepta la hipótesis alternativa que plantea que las variables están correlacionadas, o sea, la matriz de correlación de los factores definidos para el test no es una matriz identidad, cada factor se correlaciona con él mismo y se relaciona con otros.
- Como la medida de adecuación de la muestra KMO es 0,416, se establece que las correlaciones entre los pares de factores pueden ser explicados por medio de otras variables.

Como se observa en las comunales de la tabla que sigue, todas las variables tienen un valor que está por encima de 0,5, lo que significa que todas las preguntas forman parte de la encuesta de satisfacción.

Tabla 14. Comunalidades

Variables	Inicial	Extracción
V ₁	1,000	0,850
V ₂	1,000	0,906
V ₃	1,000	0,818
V ₄	1,000	0,787
V ₅	1,000	0,922
V ₆	1,000	0,762
V ₇	1,000	0,794
V ₈	1,000	0,834
V ₉	1,000	0,746
V ₁₀	1,000	0,656

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el método de los componentes principales se obtienen 5 componentes con valores propios mayores que la unidad, que explican el 80,747% de la varianza, lo cual se considera aceptable y está en correspondencia con el criterio que plantea que los factores que se extraen deben representar por lo menos un 60% de la varianza (anexo XVIII (a)).

Las variables consideradas en la encuesta a los estudiantes son las que se citan a continuación. Se aclara que las variables se enunciaron en términos de preguntas, que los estudiantes no deben responder, sino otorgar una puntuación, según la importancia de la reflexión que deben hacer los mismos.

- V₁: ¿Consideras que la forma utilizada para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral ayuda a tu preparación integral como Ingeniero Industrial?
- V₂: ¿La lógica seguida para el tratamiento de los conceptos contribuyó a entrenar tu pensamiento para tomar decisiones a la hora de diseñar la solución de un problema cualquiera?
- V₃: ¿Resultó interesante establecer una analogía entre las acciones y las operaciones propuestas para el tratamiento de un concepto del cálculo integral y las acciones y las operaciones de la habilidad profesional que se comienza a formar?
- V₄: ¿Consideras que son suficientes las acciones y operaciones propuestas para la formación de la habilidad profesional para resolver posteriormente problemas de tu profesión?
- V₅: ¿Consideras adecuado el orden de ejecución de las acciones del proceso de formación de la habilidad para poder diseñar una solución a un problema propuesto?
- V₆: ¿El procedimiento que contiene las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos te aportó ideas significativas para la formación de la habilidad profesional?

V₇: ¿El procedimiento para la formación de la habilidad te aporta un algoritmo para poder diseñar la solución de un problema del perfil de la especialidad que estudias?

V₈: ¿El procedimiento descrito te proporciona una estrategia (acciones y operaciones de la habilidad profesional) que te prepara para resolver cualquier problema de tu futura profesión?

V₉: ¿Las acciones y las operaciones del procedimiento descrito te permiten resolver problemas que no sean solo de tu especialidad?

V₁₀: ¿Los procedimientos descritos por su naturaleza pueden ser utilizados para diseñar y resolver otros problemas matemáticos o de otras áreas del conocimiento?

Para la aplicación de la prueba no paramétrica W de Kendall se ha seleccionado un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Al aplicar dicha prueba no paramétrica los estadísticos descriptivos para la valoración de los estudiantes en relación con los aspectos a considerar se reflejan en la siguiente tabla, una vez que se asignó rango a los casos:

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la valoración de los estudiantes

Variables a evaluar	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
¿Consideras que la forma utilizada para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral ayuda a tu formación integral como Ingeniero Industrial?	94	7,9574	1,73772	1,00	10,00
¿La lógica seguida para el tratamiento de los conceptos contribuyó a entrenar tu pensamiento para tomar decisiones a la hora de diseñar la solución de un problema cualquiera?	94	4,6064	1,29073	2,00	8,00
¿Resultó interesante establecer una analogía entre las acciones y operaciones propuestas para el tratamiento de un concepto del cálculo integral y las acciones y las operaciones de la habilidad profesional que se comienza a formar?	94	7,9415	1,64914	1,00	9,50
¿Consideras que son suficientes las acciones y las operaciones propuestas para la formación de la habilidad profesional para resolver posteriormente problemas de tu profesión?	94	4,1649	1,36860	1,00	8,00
¿Consideras adecuado el orden de ejecución de las acciones del proceso de formación de la habilidad para poder diseñar una solución a un problema propuesto?	94	2,2766	1,56167	1,00	7,50
¿El procedimiento que contiene las acciones y operaciones para el tratamiento de los conceptos te aportó ideas significativas para la formación de la habilidad profesional?	94	4,5426	1,24577	2,00	8,00

¿El procedimiento para la formación de la habilidad te aporta un algoritmo para poder diseñar la solución de un problema del perfil de la especialidad que estudias?	94	7,7340	1,78208	1,00	10,00
¿El procedimiento descrito te proporciona una estrategia (acciones y operaciones de la habilidad profesional) que te prepara para resolver cualquier problema de tu futura profesión?	94	4,3032	1,14351	1,50	7,50
¿Las acciones y las operaciones del procedimiento descrito te permiten resolver problemas que no sean solo de tu especialidad?	94	4,2713	1,56347	1,50	8,50
¿Los procedimientos descritos por su naturaleza pueden ser utilizados para diseñar y resolver otros problemas matemáticos o de otras áreas del conocimiento?	94	7,2021	1,88845	1,00	10,00

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso que ocupa se aplicó la prueba de hipótesis chi-cuadrado (χ^2), la cual establece que:

Hipótesis:

H_0 : No hay concordancia entre los estudiantes en lo que respecta a los aspectos a considerar en la encuesta.

H_1 : Existe concordancia entre los estudiantes en lo que respecta a los aspectos a considerar en la encuesta.

Al aplicar la prueba W de Kendall se arrojaron los resultados que se muestran en la siguiente tabla, una vez que se asignó rango a los casos:

Tabla 16. Prueba para la determinación de la concordancia entre los estudiantes.

Estadísticos de contraste

N	94
W de Kendall ^(a)	0,610
Chi-cuadrado	515,762
gl	9
Significación asintótica	0,000

(a) Coeficiente de concordancia de Kendall

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado ofrecido en la tabla se infiere que se rechaza la hipótesis de nulidad con un nivel de significación de 0,000 (es menor que el que ha sido prefijado, con lo cual se verifica que hay una

adecuada concordancia entre los estudiantes). El coeficiente de concordancia tiene un valor de 0,610, lo que evidencia que hay una tendencia adecuada al acuerdo entre los estudiantes.

Después de aplicada la encuesta de satisfacción se concluye que si las puntuaciones otorgadas por los estudiantes está entre 1 y 4, entonces estos están insatisfechos, si las puntuaciones están entre 4 y 7, entonces están medianamente satisfechos y si las puntuaciones son mayores que 7, los estudiantes muestran niveles de satisfacción adecuados (anexo XIV).

Conclusiones del capítulo

En este apartado se resumen los resultados obtenidos en el proceso de validación de la estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de primer año de Ingeniería Industrial.

Los resultados obtenidos a partir del criterio de expertos permitieron arribar a las conclusiones siguientes:

- ✚ Existe comunidad de concordancia entre los expertos (profesores de Matemática General) en lo que respecta a las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General.
- ✚ Existe comunidad de concordancia entre los expertos (profesores de Ingeniería Industrial) en lo que respecta a las acciones y las operaciones de la habilidad profesional.
- ✚ En la validación del criterio de expertos se destacan como características particulares de la estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional, las siguientes:
 - La analogía entre las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General con las acciones y las operaciones de la habilidad profesional.
 - La estrategia didáctica fomenta un aprendizaje orientado al cambio y al mejoramiento de los estudiantes al involucrarlos en la búsqueda del conocimiento.
 - La estrategia didáctica da prioridad al lugar de los estudiantes en la búsqueda del diseño adecuado para la solución de los más diversos problemas.

Los instrumentos aplicados a los estudiantes permitieron formular las siguientes consideraciones:

- ✚ Los instrumentos evaluativos aplicados antes y después de la implementación de la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional permitieron incorporar procedimientos de solución general para problemas de diversa naturaleza.

- ✚ Mediante la aplicación de los instrumentos se pudo constatar estadísticamente que se presentan diferencias significativas en el nivel de formación de las acciones de la habilidad al inicio y al final de la aplicación de la estrategia didáctica.
- ✚ La estructura de la encuesta de satisfacción permitió hacer un análisis de la opinión de los estudiantes en relación con los diferentes elementos del procedimiento propuesto tanto para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General y las acciones y las operaciones del procedimiento para el proceso de formación de la habilidad profesional.
- ✚ Existe comunidad de concordancia entre los estudiantes en lo que respecta a los diferentes criterios de satisfacción propuestos a estos.

Conclusiones

La realización de la investigación le permitió a este autor plantear las siguientes conclusiones:

- ✚ El proceso de formación de habilidades profesionales puede ser potenciado a partir de los diferentes contenidos de las asignaturas del currículo y lograr objetivos de un mayor grado de abstracción.
- ✚ Los resultados del diagnóstico inicial aplicado a los estudiantes del primer año de Ingeniería Industrial evidenciaron la necesidad de establecer un nexo entre los contenidos de la disciplina Matemática General y el proceso de formación de una habilidad profesional concreta.
- ✚ La redimensión de los niveles del definir permite distinguir el tránsito del pensamiento matemático elemental al pensamiento matemático avanzado, a partir del estudio de la disciplina Matemática General para el Ingeniero Industrial y la incorporación de una nueva fase en la estructura del proceso para el tratamiento de un concepto matemático.
- ✚ Las etapas y acciones de la estrategia didáctica elaborada; los fundamentos teóricos en que se sustenta y las reflexiones didácticas propuestas para la concepción de las acciones, contribuyen al proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” desde la disciplina Matemática General en el primer año de Ingeniería Industrial.
- ✚ Las acciones y operaciones de carácter lógico de la habilidad profesional son identificadas, a partir de las acciones y operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral por el principio heurístico de analogía.
- ✚ Los estudiantes muestran niveles de satisfacción adecuados respecto a lo que les aporta la disciplina Matemática General en su formación profesional desde el primer año de la carrera que estudian, y para su preparación al resolver problemas afines a su especialidad.

Recomendaciones

El autor de la presente investigación recomienda:

- ✚ Determinar la posibilidad de contextualizar la estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en otras habilidades profesionales declaradas en el modelo del profesional y posibilitar su formación desde otras disciplinas y asignaturas del currículo.
- ✚ Determinar indicadores para medir el nivel de desarrollo de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” a partir del segundo año de Ingeniería Industrial.
- ✚ Continuar el perfeccionamiento de la estrategia didáctica para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” para que sea aplicada por otras disciplinas del ciclo básico de formación con un número alto de horas lectivas desde el primer año de la carrera, y realizar las adecuaciones necesarias.
- ✚ Realizar un adecuado tratamiento metodológico a otros contenidos de la disciplina Matemática General para que desde estos se contribuya al proceso de formación y desarrollo de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”.
- ✚ Continuar profundizando, en los diferentes años de la carrera Ingeniería Industrial en el estudio de las problemáticas siguientes: cómo contribuir al proceso de formación y desarrollo de las habilidades profesionales desde las diferentes disciplinas y asignaturas del currículo de este profesional, cuáles son las formas de evaluación que deben ser utilizadas para el control de este proceso y qué implicaciones tiene el empleo de estrategias para el logro eficiente de este fin.

Bibliografía

- ACOFI. (2005). Marco de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba ECAES Ingeniería Industrial, versión 6.0. Bogotá, Colombia.
- Addine Fernández, F. y otros. (2007). *Didáctica: teoría y práctica*. La Habana: Pueblo y Educación, 2007.
- _____. (2004). *Didáctica. Teoría y práctica (compilación)*. La Habana: Pueblo y Educación.
- _____. (1998). *Didáctica y optimización del proceso de enseñanza aprendizaje*. Habana, Cuba.
- Addine Fernández, R. (2006). *Estrategia didáctica para potenciar la cultura científica desde la enseñanza de la química en el preuniversitario cubano*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”.
- Álvarez de Zayas, C. (1989). *Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente-educativo en la Educación Superior Cubana*. La Habana: ENPES.
- _____. (1999). *La escuela en la vida*. La Habana: Pueblo y Educación.
- _____. (1996). *Hacia una escuela de excelencia*. La Habana: Academia.
- Álvarez de Zayas, R. M. (1996). *El desarrollo de habilidades de la Historia*. Honduras: Ed. Guaimar.
- Álvarez, A. y del Río, P. (1992). *Educación y desarrollo: la teoría de Vigotsky y la zona de desarrollo próximo*. En Coll C., Palacios J. y Marchesi A. (Eds.). *Psicología de la educación II*. Madrid: Alianza, S. A., 93-119.
- Ausubel, D. P. y otros (2000) *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- Arnal, J., del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). *Investigación educativa: Fundamentos y metodología*. Barcelona: Labor, S.A., 1992. 278 págs.
- Arrieta Gallastegui, J. J. (2002). *Reflexiones en torno a las relaciones entre dos disciplinas científicas: las Matemáticas y la Didáctica de las Matemáticas*. En Penalva Martínez, M., Torregosa Gironés, G. y Valls González, J. (Coords.). *Aportaciones de la Didáctica de la Matemática a diferentes perfiles profesionales*. Universidad de Alicante: Compobell, S. L., 281-290.
- Arteaga Valdés, E. (1995). *Un estudio sobre el desarrollo de los procedimientos lógicos del pensamiento “Definir conceptos” y “Demostrar” en séptimo grado*. Trabajo de investigación, Universidad de Cienfuegos. (Cuba).

- Azcárate, C., Camacho M. y Sierra M. (1999). *Perspectivas de investigación en didáctica de las matemáticas: Investigación en didáctica del análisis*. En Ortega del Rincón, T. (Coord.) *Actas del III Simposio de la SEIEM*. Valladolid.
- Ballester Pedroso, S. y otros. (2001). *Metodología de la enseñanza de la Matemática I*. La Habana: Pueblo y Educación.
- _____. (2002). *Metodología de la enseñanza de la Matemática II*. La Habana: Pueblo y Educación.
- _____. (1992). *Metodología de la enseñanza de la Matemática*. Tomos I y II. La Habana: Pueblo y Educación.
- Beltrán, J. (1993). *Procesos, estrategias y técnicas*. Madrid: Síntesis, S.A.
- Benavides Simon, M. J. (2008). *Caracterización de sujetos con talento en resolución de problemas de escritura multiplicativa*. Tesis doctoral, Universidad de Granada. España.
- Bermúdez, R. y Rodríguez, M. (1996). *Teoría y metodología del aprendizaje*. La Habana. Ed. Pueblo y Educación.
- Barriga A., F. y Hernández R., G. (1998). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw-Hill.
- Battoro, A.M. y Ellis, E.J. (1999). La imagen de la ciudad en los niños. [En línea]. Disponible en: <http://www.byd.com.ar/ciudad8.htm>. [Consulta: 31 agosto 2006.]
- Betancourt, J. y Valdez, Ma. D. *Jerome Bruner: uno de los precursores de los estudios sobre estrategias cognitivas*. [En línea]. Disponible en: <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/06/6betan.html> [Consulta: 12 enero 2006]
- Betancourt, J. y otros. (1993) *Sistematización de estudios sobre estrategias, métodos y programas para pensar y crear*. Academia de Ciencias, Cuba.
- Bravo Estévez, M. L. y Arrieta Gallastegui, J. J. (2002). *Propuesta de etapas en la determinación de un sistema de acciones para el desarrollo de la habilidad “demostrar”*. X Congreso Thales sobre enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, España.
- Bravo Estévez, M. L. (2002). *Una propuesta didáctica para el desarrollo de la habilidad “demostrar”*. Tesis de Maestría, Universidad de Cienfuegos. (Cuba).
- _____. (2002). *Una estrategia didáctica para la enseñanza de las demostraciones geométricas*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Oviedo. (España).
- Brito, H. (1987). *Psicología general para los ISP*. La Habana: Pueblo y Educación.

- Brito, H. (1990). *Aspectos metodológicos para la formación, desarrollo y evaluación de las habilidades en una asignatura*. Material mimeografiado, I.S.P. “Enrique José Varona”.
- Bruner, J. (1972). *Hacia una teoría de la instrucción*. Ediciones Revolucionarias, Cuba.
- _____. (1990). *Las estrategias de selección en la obtención de conceptos*. En MITJANS, A., Matanza: Selección de lecturas de psicología general III, Segunda parte, 1990, pp. 328-394.
- _____. (1990) *Las estrategias de recuperación en la obtención de la información*. En MITJANS, A op. cit., 1990, pp. 328-394.
- Calderón, A. (1996). *Investigación y Didácticas de las Matemáticas*. Madrid: Narcea.
- Campistrous Pérez, L (1994). *Lógica y Procedimientos Lógicos del Aprendizaje*. La Habana; ICCP. 26h
- Cañedo Iglesias, C. M. (2004). *Estrategia Didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional esencial “realizar el paso del sistema real al esquema de análisis” en el Ingeniero Mecánico*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.
- Cárdenas, N. (2004): *¿Cómo aprendo?* Material utilizado en el postgrado “Enseñar a aprender” de la Maestría en Ciencias de la Educación. CEDE. UMCC.
- Castellanos, y col. (2002). *Aprender y enseñar en la escuela*. La Habana. Ed. Pueblo y Educación.
- Celorio, R. (2002). *Adquisición de estrategias de estudio para prevenir dificultades de aprendizaje*. Revistas de Ciencias de la Educación, No. 191, p. 255-282, Madrid.
- Cerezal, J. y Fiallo, J. (2002). Anexo 2. El método Delphi. *Los métodos científicos en las investigaciones pedagógicas*. [Documento en Microsoft Word]. La Habana: s.n., 2002.
- Cerezal Mezquita, J. y Fiallo Rodríguez, J. (2004). *¿Cómo investigar en pedagogía?* La Habana: Pueblo y Educación, 2004.
- Cerezal, J., y col. (2005). Material Básico: Metodología de la Investigación y Calidad de la Educación. [recopil.] G. García Batista. *Maestría en Ciencias de la Educación, Módulo II, Primera Parte*. [Tabloide]. s.l.: Pueblo y Educación, 2005. págs. 15-22.
- Cervantes, M., Cordobés, C. y Cruz, E. (2001) *¿Se trabaja de manera consciente para que nuestros alumnos definan conceptos?* [En línea]. Disponible en: <http://www.holguin.cu/categorias/ciencia/sitioscitma/ciget/Revect/2001/Diciembre/homep.htm>. [Consulta: 12 enero 2006]

- Curbeira Hernández, D. (2013). *La formación inicial de habilidades profesionales del Ingeniero Industrial desde el contexto de la Matemática*. Ciencia y Sociedad. Vol. 30 No.2, págs. 377-403.
- _____. (2013). *El tratamiento de conceptos matemáticos, su repercusión en el proceso de formación profesional inicial*. Universidad y Sociedad. Vol. 5 No. 1. [En línea] Disponible en: <http://www.ucf.edu.cu/ojsucf/index.php.uy>
- _____. (2012). *La formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de Ingeniería Industrial en formación desde la óptica del tratamiento de conceptos matemáticos*. 6^{to} Seminario Internaciones Docencia Universitaria, con ISBN 978-959-257-326-0. Ed. Universo Sur. Noviembre 2012.
- _____. (2011). *Contribuciones de la disciplina Matemática General al proceso de formación de la habilidad “profesional diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” en estudiantes de Ingeniería Industrial*. Ponencia presentada en XI Congreso de Matemática y Computación, COMPUMAT. Villa Clara, noviembre.
- _____. (2007). *Los conceptos en el Cálculo Integral, su tratamiento y formación en las carreras de ingeniería, algunas consideraciones*. Ponencia presentada en el IX Congreso de Matemática y Computación, COMPUMAT. Holguín, noviembre.
- _____. (2007). *El tratamiento y la formación de conceptos en el cálculo integral, algunas consideraciones en las carreras de ingeniería*. Ponencia presentada en la IX Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación: “Hacia una Educación para un mundo mejor”. Camagüey, noviembre.
- _____. (2006). *La formación de un concepto en la matemática superior y el empleo del programa heurístico general*. Anuario. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cuba.
- _____. (2005) *Una Estrategia Didáctica para el Desarrollo de la Habilidad Definir*. Ponencia presentada en el VIII Congreso de Matemática y Computación, COMPUMAT. Ciudad de la Habana, diciembre.
- Colectivo de autores. (2007). *Plan de Estudios D carrera Ingeniería Industrial*. Comisión Nacional de Carrera. MES. Cuba.
- Cortés Cortés, M. E. (2011). *Modelación Matemática Aplicada*. Ed. Unidec. págs.143-152.
- Chamoso, J. (1995). *Hacia unas nuevas matemáticas*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

- Crespo Borges, T. (2006). Respuesta a 16 preguntas sobre el empleo del criterio de expertos en la investigación educativa. Documento de Microsoft Word. Santa Clara: s.n., 2006. pág. 120.
- _____. (2006). Respuesta a 16 preguntas sobre el empleo del criterio de expertos en la investigación educativa. Hoja de cálculo del tabulador electrónico Microsoft Office Excel 2003. Santa Clara: s.n.
- Crespo Borges, T. y Aguilasoch Montoya, D. (2005). El empleo del Excel para el procesamiento de criterios de expertos utilizando el método Delphy. [En línea] Disponible en: <http://www.nc.mictlansoft.com/pdfnuevos/Procesamiento%20mediante%20libros%20de%20excel%20de%20Criterio%20de%20Experto.pdf>. [Consulta: 12 de abril de 2008.]
- Cronbach, L.J. & Meehl, P.E. (1955). *Construct validity in psychological tests*. Psychological Bulletin, 52, págs. 281-302.
- Cronbach, L.J. (1988). *Five perspectives on validation argument*. En H. Wainer y H. Braun (Eds.), Test validity. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cruz Ramírez, M. y Campano Peña, A. E. (2008). *El procesamiento de la información en las investigaciones educativas*. La Habana: Educación Cubana.
- Cruz Ramírez, M. (2009). El método Delphi en las investigaciones educativas. La Habana: Academia.
- Danilov, M. A. y Skatkin, M. N. (1981). *Didáctica de la Escuela Media*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Davidov, V. (1986). *Los problemas fundamentales del desarrollo del pensamiento en el proceso de Enseñanza*. En *antología de la psicología pedagogía y de las edades*. La Habana: Pueblo y Educación.
- De Armas Ramírez, N. (2003). *Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa*. Universidad Pedagógica Félix Varela. Curso Pre-reunión número 85. Pedagogía. La Habana.
- De Vega, M. (2005). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. La Habana: Félix Varela, 2005. Vols. I-II, 562 págs.
- Del Rincón, D. y col. (1995). Observación participante. *Técnicas de investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Dykinson, 1995, págs. 272-281.
- Del Río Lugo, N. (1999). Bordando sobre la zona de desarrollo próximo. *Educación*, 9.

- _____. *Bordando sobre la zona de desarrollo próximo*. [En línea]. Disponible en: <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/09/9riolugo.html>. [Consulta: 12 enero 2006]
- Díaz Péndas, H. y col. (2007). *Acerca de los principios didácticos*. Monografía ISPEJV.
- Dujet, C. (2007). *Matemática para Ingenieros*. [En línea] Disponible en: <http://www.m2real.org/spip.php?article2&lang=fr>. [Consulta: 06 de febrero de 2013.]
- Edwards, B.S., Dubinsky, Ed. & McDonald, M.A. (2005). *Advanced mathematical thinking. Mathematical Thinking and Learning*, 7(1), 15-25.
- Escalona Reyes, M. (2011). *El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. Su concreción en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín*. [En línea]. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/4410Escalona.pdf>. [Consulta: 06 febrero 2013]
- Fariñas León, G. (1995). *PROMET Propositiones metodológicas: Maestro una estrategia para la enseñanza*. La Habana: Ed. Academia, pag 46
- Fernández-Plaza, J.A.; Ruiz-Hidalgo, J.F. y Rico, L. (2012). *Significados del concepto de límite finito de una función en un punto puestos de manifiesto por estudiantes de bachillerato. Análisis conceptual de términos clave*. Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los grupos de investigación. XV Simposio de la SEIEM (pp. 29-45). Ciudad Real: SEIEM.
- Figueiredo, A.M. e Luengo, R. (2002). *Análise do domínio de conceitos trigonométricos: Estudo exploratório realizado com alunos do ensino básico ao ensino superior de escolas de Beja*. 6º Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. España.
- Fuentes González, H. y Álvarez Valiente, I. B. (1998). *Dinámica del proceso docente educativo de la educación Superior*. CEES. Manuel F Gran. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. 1998.
- Fuentes González, H. (2002). *Teoría holístico-configuracional y su aplicación a la Didáctica de la Educación Superior*. Santiago de Cuba.
- _____. (1999). *Consideraciones sobre la didáctica de la Educación Superior*. UO-CEDINPRO. Serie Educación para Educadores. Ed. Santa Fe de Bogotá.
- Freire, P. (1973). *Pedagogía del oprimido. Educación como práctica de la libertad*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno.
- Galperin, P. Ya. (1987). *Sobre la investigación del desarrollo intelectual del niño*. En: La psicología evolutiva y pedagógica en la URSS (antología). Moscú. Ed. Progreso, 1987.

- _____. (1986). *Sobre el método de formación por etapas de las acciones mentales intelectuales*. En su Antología de la psicología pedagógica y de las edades. La Habana: Pueblo y Educación.
- Gamboa Lima, J.L.H. (1996). *Condiciones necesarias para la construcción de conceptos matemáticos*. [En línea]. Disponible en: <http://macareo.pucp.edu.pe/~jhenost/articulos/conmat.htm> [Consulta: 12 de enero de 2006]
- García Fernando, M. (2004). *Socioestadística: Introducción a la estadística en sociología*. 4ª reimp. Madrid: Alianza Editorial S.A., 2004. 557 págs.
- García, E.; Gil, J. y Rodríguez, G. (2000). Análisis Factorial. *Cuadernos de Estadística*, 7. Madrid: La Muralla, págs. 103-108.
- García Puerto, A. C. (2010). *La reafirmación profesional pedagógica en estudiantes de primer año en la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Cienfuegos*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.
- García Ramos, R. (2007), *El constructivismo educativo de Vygotsky*. [En línea]. Disponible en: <http://www.lajornadajalisco.com.mx/2007/07/18/index.php?section=opinion&article=002a1pol> [Consulta: 8 de febrero de 2008]
- Giorgion, R. (2010). *Habilidades matemáticas presentes em alunos do ensino medio participantes em feiras de ciências*. Pontifícia Universidade Católica. Mestrado em Educação Matemática. [En línea]. Disponible en: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/122-4.pdf>. [Consulta: 11 de febrero de 2011]
- Godino, Font, Contreras, Wilhelmi (2005): Articulación de marcos teóricos en Didáctica de las matemáticas, presentado en I Congreso Internacional sobre la Teoría Antropológica de lo Didáctico. Sociedad, Escuela y Matemática: Las aportaciones de la TAD, Baeza, España.
- Goetz, J.P. y Le'Compte, M.D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. [ed.] J. Torres Santomé. [trad.] A. Ballesteros. Madrid: Morata, 1988. 279 págs.
- González Maura, V. y col. (2001). *Psicología para educadores*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Gonzalo, C. L. *Estrategias de aprendizaje*. [En línea]. Disponible en: <http://leonismoargentino.com.ar/INST229.htm> [Consulta: 12 de enero de 2006]
- Gorgorió, N., Planas, N. y Vilella, X. (1999). ¿Cómo afrontar las diversidades en la clase de Matemáticas? En Díaz Regueiro, M. (Coord.). *Actas de las Novenas Jornadas para el aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas*. España: Cefocop de Lugo, págs. 492-496.

- Guash, O. (1997). Observación participante. *Cuadernos metodológicos* 20. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas, 1997, págs. 9-46.
- Guetmanova, A. (1989) *Lógica. Biblioteca del estudiante*. Moscú: Editorial Progreso. 356p
- Guion, R.M. (1980). *On trinitarian doctrines of validity*. Professional Psychology, 11.págs. 385-389.
- Guzmán, M. (1991). *Para pensar mejor*. Barcelona: Labor.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L. & Black, W. C. (1999). *Análisis multivariante*. Prentice Hall Iberia, Madrid.
- Hernández, F. y Soriano, E. (1999). *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación*. Madrid: La Muralla.
- Hernández Sampieiri, R., Fernández Collado, C. y Baptista A, P. (2006). *Metodología de la investigación*. 4ª. México: Mc Graw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2006. 850 págs. [Consulta: 01 de marzo de 2012]
- <http://www.idoneos.com/index.php/concepts/vigostky> [En línea]. [Consulta: septiembre 2007]
- Hudson, W.M. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial Tomo I*. México: McGraw Hill Interamericana.
- ICFES. (2005). *Marco de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba ECAES Ingeniería Industrial, versión 6.0*. Bogotá, Colombia.
- Instituto de Ingenieros Industriales, IIE, (2009). *Historia del Instituto de Ingenieros Industriales*. [En línea]. Disponible en: http://arisecenter.eng.fiu.edu/iie_latino/about/historia.htm. [Consulta: 15 de septiembre de 2009]
- Izquierdo Hernández, A. I & Corona Poveda, A. L. (2012). *Didáctica de la educación superior*. [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos91/didactica-de-educacion-superior/didactica-de-educacion-superior5.shtml>. [Consulta: 06 de marzo de 2012]
- Jungk, W. (1979). *Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática I*. La Habana: Pueblo y Educación, 1979.
- _____. (1981). *Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática II*. La Habana: Pueblo y Educación, 1981.
- _____. (1982). *Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática III*. La Habana: Pueblo y Educación, 1982.

- Jara, O. (2005). *La concepción metodológica dialéctica, los métodos y las técnicas participativas en la Educación Popular*. [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com>. [Consulta: 06 de marzo de 2008]
- Jaramillo Sierra, L. J. (1999). *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Desarrollo*. Bogotá: ICFES, SERIE. APRENDER A INVESTIGAR. Módulo 1, Tercera edición, pág. 40.
- J. y Wirszup, I. (Eds.). *Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics II*. Chicago: University of Chicago, 5-57.
- Konstantinov, F., y col. (1980). *Fundamentos de filosofía marxista-leninista*. Parte I. La Habana: Ciencias Sociales.
- Krutetskii, V. A. (1969). *An analysis of the individual structure of mathematical abilities in schoolchildren*. En Kilpatric, J. & I. Wirszup (Eds.), *Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics*, Vol. II. Chicago: University of Chicago, 5-57.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. University of Chicago Press, Chicago.
- La escuela socio histórico-cultural de Lev Semenovich Vigotsky*. [En línea]. Disponible en: <http://www.waece.org/enciclopedia/resultado2.php?id=900080>. (2005) [Consulta: 08 marzo 2008]
- Labarrere Reyes, G. y Valdivia Pairol, G. (1988). *Pedagogía*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Lanuez, M., Martínez Llantada, M. & Pérez Fernández, V. (2008). *La investigación educativa en el aula*. La Habana: Pueblo y Educación. 124 págs.
- León González, J.L. (2011). *Estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades geométricas en el primer ciclo de la escuela primaria*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad Pedagógica de Cienfuegos “Conrado Benítez García”.
- León Roldán, T. (2007). *Una concepción didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría con un enfoque dinámico en la educación primaria*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas.
- Leontiev, A. N. (1981). *Actividad, conciencia y personalidad*. La Habana: Pueblo y Educación.
- López, M. O. (2002) “*Conductismo y cognitivismo: ruptura entre dos teorías. Análisis de los programas conductista y el procesamiento de la información. La adquisición de conceptos de acuerdo a estos dos enfoques*”. [En línea]. Disponible en: <http://www.elprisma.com/apuntes/pedagogia/conductismocognitivismo/default3.asp>. [Consulta:

14 octubre 2007]

- López Fernández, R. (2010). *Componentes para la estructura didáctica de un curso de Educación a Distancia usando como herramienta las plataformas gestoras*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.
- Llanes Montes, A. (2010). *Reflexiones sobre habilidades profesionales de formación específica*. [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos82/reflexiones-habilidades-profesionales/reflexiones-habilidades-profesionales.shtml>. [Consulta: 14 febrero 2012]
- Machado Bravo, E. (2005). *Estrategia Didáctica para integrar las formas del experimento químico docente con un enfoque investigativo*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. ISP “Felix Varela”
- _____. (2005). *Estrategia didáctica para integrar las formas del experimento químico docente*. [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos24/estrategia-didactica/estrategia-didactica.shtml>. [Consulta: 06 marzo 2012]
- Manning, M, Manning, G. y Long, R. (2000). *Inmersión temática*. Barcelona (España): Gedisa
- Marimón, J.A. y Guelmes, E.L. (2009). Aproximación al modelo como resultado científico. *Taller de Centros de Estudios de la Región Central*. [Documento Microsoft Word]. Santa Clara: Universidad de Ciencias Pedagógicas Félix Varela, 20 de julio de 2009. 13 págs.
- Márquez Rodríguez, A. (1993). *Habilidades. Proposiciones para su evaluación*. Santiago de Cuba. Departamento Pedagogía– Psicología. I.S.P "Frank País".
- _____. (1990) *Algunas consideraciones teórico-metodológicas para el tratamiento de las habilidades*. Santiago de Cuba: Instituto Superior Pedagógico “Frank País”, (Informe de la Investigación).
- Marqués Graells, P. (2001). *Didáctica. Los procesos de enseñanza y aprendizaje. La motivación*. [En línea]. Disponible en: <http://dewey.uab.es/pmarques/actodid.htm> [Consulta: 08 marzo 2008]
- Martínez, A. (2003). *Procedimiento metodológico para la generalización de los conceptos de los temas dominios numéricos y series en la educación superior*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad Central “Martha Abreu”
- Martínez Llantada, M. (2002). *Algunas reflexiones sobre la Didáctica de la Educación Superior*. Material ligero, Ciudad Habana.
- Martín, J. F., Murrillo, J. y Fortuny, J. M. (2002). *El aprendizaje colaborativo y la demostración matemática*. [En línea]. Disponible en:

-
- <http://www.uv.es/~didmat/angel/archivos/seiem/MartinMurilloF02.pdf>. [Consulta: 10 enero 2006]
- Martínez, J. E. (2006) *Estrategia Didáctica para llevar a cabo los procesos de formación, desarrollo y generalización de los conceptos matemáticos*. [En línea]. Disponible en: <http://www.fed.uclv.edu.cu/nuevauniversidad/Articulos%201-2006/Estrategia%20didactica.htm> [Consulta: 10 enero 2006]
- _____. (2006). *Estrategia Didáctica para el estudio de conceptos con un proceso de formación inductivo en la carrera Licenciatura en Matemática*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad Central “Martha Abreu”
- Mestres Gómez, U. (1995). *La formación profesional en la dinámica del proceso docente – educativo*. Ulises Mestre, Homero Fuentes, Lizette Pérez. -- En Revista Cubana de Educación Superior. -- no. 2. -- La Habana, Cuba.
- Miari Casa, A. (1982). *Organización y metodología de la enseñanza práctica*. Editorial. Pueblo Educación, 1982. -- 396 p. La Habana
- Mina Paz, Á. (2003). “*Aprender a pensar el texto como instrumento de conocimiento*”. [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/pensartexto/pensartexto2.shtml#TEXCONC> [Consulta: 18 febrero 2007]
- Montes de Oca, N. (2002). *Una propuesta didáctica para el desarrollo de la habilidad argumentar en el lenguaje de la Matemática en la asignatura Geometría I, en la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática-Computación*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Camagüey.
- Mora, C. D. (2003). *Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-97922003000200002&script=sci_arttext. [Consulta: 4 julio 2013]
- Muñoz, O. G. (2000), “*Elementos de enlace entre lo conceptual y lo algorítmico en el cálculo integral*”. [En línea]. Disponible en: <http://w.w.w.clame.org.mx/bdigital/relime/pdf/2000-3-2/2.pdf>. [Consulta: 25 noviembre 2006]
- Mulet González, M. A. (2006). “*Fundamentos psicológicos, pedagógicos y gnoseológicos de las habilidades profesionales pedagógicas*”. [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos37/habilidades-pedagogicas/habilidades->

-
- pedagogicas.shtml. [Consulta: 25 noviembre 2006]
- Müller, H. (1987). *El trabajo heurístico y la ejercitación en la enseñanza de la Matemática en la Enseñanza General Politécnica y Laboral*. Universidad de Oriente: una empresa docente.
- Müller, H. (1984). *Inferencia lógica y demostraciones en la enseñanza de la Matemática*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Omelianosvsky, M.E. y col. (1985). *La dialéctica y los métodos científicos generales de investigación*. Instituto de Filosofía, Academia de Ciencias de la URSS. Departamento de Filosofía Academia de Ciencias de Cuba. [trad.] F. DE LA UZ. La Habana: Ed. de Ciencias Sociales, 1985. Vol. Tomo 1, 396 págs.
- Ortíz Torres, E. y Aguilera Pupo, E. (2006). *Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios y estrategias didácticas*. Memorias del evento internacional Universidad 2006, La Habana.
- Ortiz, E y Mariño, M. (2003): “*La formación pedagógica de los estudiantes universitarios*”. [En línea]. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4228267.pdf>[Consulta: 06 de marzo de 2013]
- _____. (2003): “Problemas Contemporáneos de la Didáctica de la Educación Superior”. Libro Electrónico. Holguín.
- Ortigoza, C. (2006). *Currículum: Diseño, Desarrollo y Evaluación en la Educación Superior*. Material soporte magnético biblioteca Benito Juárez. Universidad de Holguín
- Petrovski, A.V. (1980). *Psicología evolutiva y pedagógica*. Moscú. Editorial Progreso.
- Polya, G. (1985). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- _____. (1982). *Cómo plantear y resolver problemas*. 10^{ma} reimpresión. México: Trillas, S. A.
- Pupo, R. (1990). *La actividad como categoría filosófica*. La Habana: Ed. Ciencias Sociales.
- Rodríguez, E. C. (1983). *Integrales Múltiples*. Departamento de Ediciones del ISPJAE. La Habana.
- Rodríguez del Castillo, M. Antonia & Rodríguez Palacios, A. (2004). *La estrategia como resultado científico de la investigación educativa*. Universidad de Ciencias Pedagógicas “Félix Varela”, Centro de Estudio de Ciencias e Investigaciones Pedagógicas.
- Rodríguez González, F.O. y Alemañy Ramos, S. (1998). *Enfoque, dirección y planificación estratégicos. Conceptos y metodologías*. En Dirección por objetivos y dirección estratégica. La experiencia cubana, compendio de artículos, La Habana, CCED.

- Rodríguez Seijo, I. (2012). *Conceptualización y estructura de las habilidades profesionales básicas del técnico de nivel medio en agronomía*. [En línea]. Disponible en: <http://www.pedagogiaprofesional.rimed.cu>. [Consulta: 18 junio 2012]
- Ruiz Aguilera, A. (2005). *Invest-Educación: Introducción a la investigación en la educación (Cursos, Bases de la investigación educativa y sistematización. Materiales Complementarios)*. [recopil.] G. García Batista. *Módulo I. Materiales para el inicio de la Maestría en Ciencias de la Educación. Fundamentos de la Investigación Educativa*. [Disco compacto]. La Habana: IPLAC, 2005.
- Savin, N. V. (1972). *Pedagogía*. La Habana: Pueblo y Educación, 1972.
- Severo, Ariel. (2011). *La teoría del aprendizaje de Vigotsky*. [En línea]. Disponible en: files.geografiatbo2011.webnode.com.uy/.../Resumen%20Vigotsky.doc. [Consulta: 02 marzo 2013]
- Sieguel, S. (1974). *Diseño experimental no paramétrico aplicado a las ciencias de la conducta*. Tomada de la edición de 1970. La Habana: Edición Revolucionaria, 1974. 343 págs.
- Silva Cruz, M. (2006). *Niveles de formación de las habilidades profesionales. Su significación para la comprensión de un desempeño profesional competente*. [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos30/nivel-habilidad-profesional/nivel-habilidad-profesional.shtml>. [Consulta: 08 febrero 2012]
- Silvestre, M. y Zilberstein, J. (2002) *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana. Ed. Pueblo y Educación.
- Talízina, N. F. (1992). *La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares*. México: Ángeles.
- Talízina, N. F. (1985). *Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior*. La Habana. Ed. Universidad de La Habana.
- Talízina, N. F. (1988). *Psicología de la enseñanza*. Moscú. Ed. Progreso.
- Tall, D.O. (1992). *The Transition to Advanced Mathematical Thinking: Functions, Limits, Infinity and Proof*. In Grouws D.A. (ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, MacMillan, New York, 495-511.
- Tapiero, E., García, B., Rojas, G. y Jiménez, H. (2007). *Referentes para la investigación educativa y pedagógica*. Florencia: Universidad de la Amazonia, maestría en ciencias de la educación.

- Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1987). La entrevista en profundidad. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós, 1987, 4, págs. 100-132.
- UNESCO (2002). “Siglo XXI: tentativa de identificación de algunas grandes tendencias”
- Valera, O. (1989). *La formación de hábitos y habilidades en el proceso docente-educativo*. Ciencias Pedagógicas (La Habana, Cuba) No. 20, enero-junio 1989 pp.20-37.
- Van Hiele, H. P. (1986). *Structure and Insight*. New York: Academic Press.
- Vigotsky, L.S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- _____. (1982). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana: Pueblo y Educación.
- _____. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Grijalbo, Barcelona.
- Wielewski, Gladys D. (2005). *Aspectos do pensamento matemático na resolução de problemas: uma apresentação contextualizada da obra de Krutetskii*. Pontíficia Universidade Católica. Doutorado em Educação Matemática. http://www.pucsp.br/pos/edmat/do/tese/gladys_denise_wielewski.pdf. [En línea]. [Consulta: febrero de 2011.]
- Zaldívar, O. (1998). *Apuntes de Ingeniería de Programación*. México: Facultad de Ingeniería UNAM.
- Zilmer, W. (1981) *Metodología de la enseñanza de la Matemática I*. Tres partes. La Habana. Ed. Pueblo y Educación.
- Zaskis, R. & Applebaum M. (2007). *Advancing mathematical thinking: Looking back at one problem. Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME)*. Working group 14, págs.2389-2397

Anexo (I)

Cuestionario aplicado a estudiantes del primer año del curso (2009-2010) como parte del examen de Matemática I.

La problemática planteada en este caso fue la siguiente:

- Determine el valor de verdad (V) o (F) de las siguientes proposiciones. Fundamente en caso de ser falsa.

a) ____ El objeto $\int \frac{\sin x \, dx}{1 + \cos^2 x}$ es una integral indefinida cuyo valor es el número real 2.

b) ____ La expresión $\frac{(\ln x)^3}{3} - 2$ es una antiderivada o primitiva de la función $f(x) = \frac{(\ln x)^2}{x}$.

c) ____ El objeto $\int_{-1}^{+\infty} \frac{x \, dx}{x^3 + 1}$ representa una integral impropia de segunda especie.

d) ____ Si la ecuación $e^y + xy = e$ define una función implícita tal que $y = f(x)$, entonces

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{y}{e^y + x}.$$

Objetivos del cuestionario

Determinar si los alumnos son capaces de:

- Seleccionar los elementos del conocimiento que tienen relación directa o indirecta con la problemática planteada.
- Transformar el problema propuesto y reducirlo a otro ya resuelto.
- Diseñar una solución adecuada al problema propuesto.
- Determinar la solución del problema propuesto.

Anexo (II)

Cuestionario aplicado a estudiantes del primer año del curso (2010-2011) como parte del examen de Matemática I.

La problemática planteada en este caso fue:

- Dados los siguientes objetos:

$$\text{i) } \int_0^{\pi} \frac{\sin t \, dt}{1 - \cos^2 t} \quad \text{ii) } \int \sec^3 x \tan x \, dx \quad \text{iii) } \int_e^{e^4} \frac{2 \, dy}{y^4 \sqrt{\ln y}} \quad \text{iv) } \int_1^{+\infty} \frac{\sin \sqrt{r} \, dr}{\sqrt{r}}$$

- Clasifique estos objetos según corresponda en cada caso.
- Seleccione entre i) y iv) uno de estos e investigue si es posible indicar un valor para el objeto seleccionado, en caso de ser posible diga cuál es dicho valor.
- Encuentre, en caso de ser posible, una función F tal que esta cumpla que $F'(y) = \frac{2}{y^4 \sqrt{\ln y}}$.

Objetivos del cuestionario

Determinar si los alumnos son capaces de:

- Seleccionar los elementos del conocimiento que tienen relación directa o indirecta con la problemática planteada.
- Transformar el problema propuesto y reducirlo a otro ya resuelto.
- Diseñar una solución adecuada al problema propuesto.
- Determinar la solución del problema propuesto.

Anexo (III)

Cuestionario aplicado a estudiantes del primer año del curso (2011-2012) como parte del examen de Matemática I.

La problemática planteada en este caso fue la siguiente:

- Lea cuidadosamente cada una de las siguientes proposiciones. Señale el valor de verdad (verdadero V o falso F) según corresponda en cada caso, fundamentando el por qué de su afirmación.

_____ La función f definida por la ecuación $f(x) = \begin{cases} \frac{\sin x - x}{x^3}, & x < 0 \\ \frac{1 - e^{-2x}}{\sec x}, & x \geq 0 \end{cases}$ es continua en el punto $x = 0$.

_____ La función real definida por la ecuación $f(x) = x^{\frac{1}{\ln(e^x - 1)}}$ en el punto $x_0 = 0$ no tiene límite finito.

_____ Si la ecuación $e^{x+y} - xy = 0$ define una función implícita donde $y = f(x)$, entonces la derivada implícita de dicha función es la expresión: $\frac{dy}{dx} = \frac{y - e^{x+y}}{e^{x+y} - x}$.

_____ El objeto $\int \frac{m^4 dm}{\sqrt{2m^5 - 12}}$ es un representante del conjunto de las integrales definidas cuyo valor es el número real $\frac{1}{12}$.

_____ Un fabricante de aparatos de televisión vende dichos aparatos a un precio de 450 dólares cada uno por semana. El fabricante sabe que su empresa incurre en un costo semanal que viene dado por la ecuación $C(x) = 68000 + 150x^2$, donde x representa la cantidad de unidades producidas por semana. Entonces el fabricante puede modelar matemáticamente esta situación para determinar una ecuación mediante la cual puede calcular las utilidades máximas.

Objetivos del cuestionario

Determinar si los alumnos son capaces de:

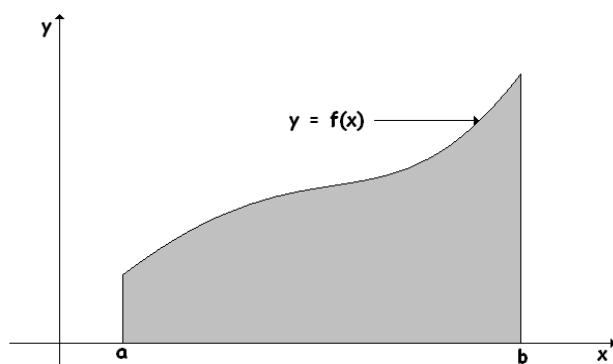
- Seleccionar los elementos del conocimiento que tienen relación directa o indirecta con la problemática planteada.
- Transformar el problema propuesto y reducirlo a otro ya resuelto.
- Diseñar una solución adecuada al problema propuesto.
- Determinar la solución del problema propuesto.

Anexo (IV)

Ilustración de la aplicación de la Estrategia Didáctica para la formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico”.

Se tomará como referente la elaboración o tratamiento del concepto invariante: “Integral definida”
La actividad debe comenzar con la presentación de la siguiente problemática:

En la figura se muestra una región plana que está limitada por el eje “x”, las rectas $x = a$, $x = b$ y por la función de ecuación $y = f(x)$, que representa la oferta de un producto cualquiera del mercado. La función oferta es continua y creciente, lo que implica que los productores proveerán más si consiguen precios más altos ($f(x) \geq 0$).



A la región acá representada, la denominaremos en lo adelante “TRAPECIO CURVILÍNEO”.

Se precisa con los estudiantes que a toda región convexa del plano se la ha podido asociar un número real no negativo que como ellos conocen representa el área de dicha región:

Supóngase que se quiere calcular el área de la región representada en la figura, ¿cómo proceder en este caso? ¿es una región similar a las tratadas en la escuela precedente?

Si la región está limitada por segmentos de recta es posible sin dificultad alguna calcular el área de esta, por tanto debemos realizar algunos cuestionamientos:

¿El método geométrico descrito anteriormente se podrá aplicar al caso que nos ocupa?

¿Cómo procedimos en casos similares? ¿fue posible descomponer la región en regiones equivalentes?

¿Si el trapecio curvilíneo representado en la figura se descompone en rectángulos podremos obtener un valor para su área?

Concluir

Problema: ¿Cómo calcular el área de una región plana que está limitada por una curva arbitraria y por segmentos de recta?

Se reflexiona con ellos y se les hace ver que hasta aquí se han buscado elementos del conocimiento que pueden tener relación o no con la problemática planteada y se concluye con la primera de las acciones de la estrategia de aprendizaje.

 **Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.**

Para responder a nuestro problema debemos introducir un importante concepto matemático. Se trata del concepto de partición de un segmento.

En un intervalo $[a; b]$, $a < b$, una partición P de dicho intervalo es un número finito de puntos $x_0, x_1, \dots, x_n$, tales que $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$

Esta partición divide al intervalo $[a, b]$ en subintervalos: $[a; x_1], [x_1; x_2], \dots, [x_i, x_{i+1}], \dots, [x_n, x_{n+1}]$.

Preguntar: ¿Será posible determinar la longitud de cada uno de estos subintervalos?

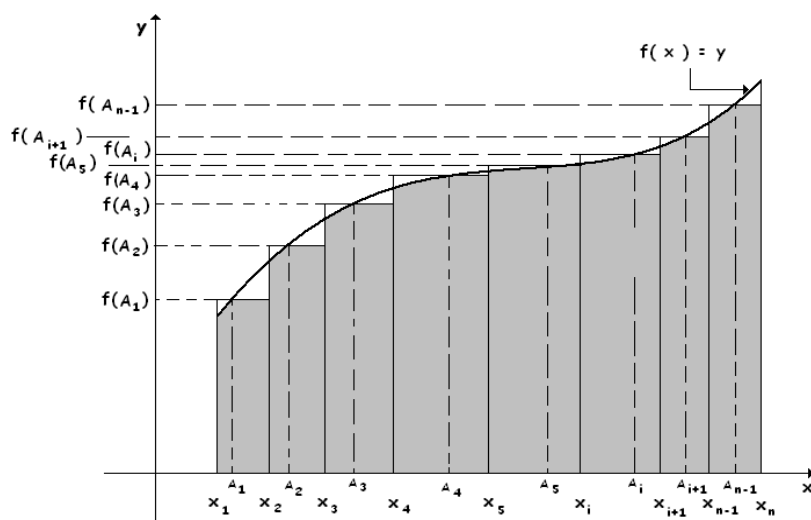
¿Cómo se determina tal longitud?

Concluir: La longitud del intervalo arbitrario $[x_i, x_{i+1}]$ la denotaremos por Δx_i y se define por $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$. A la mayor de todas las longitudes que podemos determinar la denominaremos norma de la partición y la denotaremos con la letra griega λ . Ahora podemos modelar geoméricamente el problema propuesto.

✚ **Modelar geoméricamente el problema planteado, si es posible.**

Para poder calcular el área del trapecio curvilíneo, se hace necesario dividir la región en superficies equivalentes, ¿será posible particionar rectangularmente el trapecio curvilíneo dado?

Particionar rectangularmente al trapecio curvilíneo dado hará que aparezcan R_n rectángulos. En cada subintervalo $[x_i, x_{i+1}]$ se puede escoger arbitrariamente un punto que denotaremos por A_i como se ilustra a continuación.



Preguntar: ¿Podremos calcular el área de cada uno de los rectángulos acá obtenidos?

¿Cómo se calcula el área de un rectángulo?

$$R_1 = f(A_1) \Delta x_1$$

$$R_2 = f(A_2) \Delta x_2$$

$$R_3 = f(A_3) \Delta x_3$$

Concluir: .

.

$$R_n = f(A_{n-1}) \Delta x_{n-1}$$

¿Qué resultará de sumar ambos miembros de estas igualdades simultáneamente?

Concluir: Podemos formar la suma S siguiente:

$$S = f(A_1)\Delta x_1 + f(A_2)\Delta x_2 + \cdots + f(A_{n-1})\Delta x_{n-1} = \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i \approx A_R$$

Concluir: Esta suma S puede ser considerada una aproximación del área del trapecio curvilíneo dado. Podemos notar que el error que estamos cometiendo al calcular dicha área es igual a la suma de las áreas de los triángulos curvilíneos que quedan dentro o fuera del trapecio curvilíneo, tales áreas no pueden ser calculadas por el momento. Podemos entonces preguntar:

¿Podremos lograr que estas áreas sean extremadamente pequeñas? ¿Cómo lograrlo? ¿Podremos refinar la partición del segmento $[a; b]$? ¿Qué sucede si refinamos la partición? ¿Aumentará ilimitadamente el número de rectángulos, es decir, $R_i \rightarrow \infty$? ¿Qué ocurrirá con la norma de la partición? ¿Su valor se aproximará a cero? ¿Qué significado tendrá esto para nosotros? ¿será que podremos reducir el problema propuesto a otro resuelto con anterioridad?

- **Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad.**

Concluir: Refinar la partición implicaría obtener mayor cantidad de rectángulos, lo que conllevaría a que la norma de la partición sea cada vez más pequeña, por tanto la suma S se aproximaría cada vez más al área del trapecio curvilíneo dado.

¿Qué sucederá si la norma de la partición tiende a cero, es decir, $\lambda \rightarrow 0$?

Podemos concluir diciendo que el proceso de aproximación de S al área del trapecio curvilíneo es un proceso de límite, cuyo resultado se exige sea independiente de la partición P y de los puntos A_i escogidos.

Con los elementos hasta acá analizados podemos hacer dos importantes conclusiones:

- La suma $S = f(A_1)\Delta x_1 + f(A_2)\Delta x_2 + \cdots + f(A_{n-1})\Delta x_{n-1} = \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i$ se denomina Suma integral de Riemann.
- Si $\lambda \rightarrow 0$, entonces $S = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i$.

Entonces podemos realizar ahora importantes conclusiones:

- Concluir: S es el área del trapecio curvilíneo, luego podemos escribir

$$S = A_R = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i.$$

- Concluir: Si el límite de la sumatoria existe, entonces podemos definir el concepto de función integrable

Se dice que f es integrable en el intervalo $[a; b]$ si existe el número I tal que

$$I = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i.$$

- Concluir: Se destaca que independientemente de que hemos realizado esta discusión apoyándonos en un hecho puramente geométrico, la definición de función integrable no depende en forma alguna de ningún criterio geométrico.

- Concluir: Como el cálculo de un límite como el señalado: $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i$ es un proceso realmente complejo, desde el punto de vista práctico es necesario escribirlo de otra forma, facilitándose así el cálculo.

✚ **Realizar la construcción de los objetos correspondientes.**

Con los resultados alcanzados podemos expresar al límite anteriormente formado de otra forma y se

concluye:
$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i = \int_a^b f(x) dx.$$

✚ **Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados.**

Ahora se concluye que partir de ahora ese límite se denomina **integral definida de f en el intervalo $[a; b]$** . Se formaliza esta importante conclusión con el concepto de Integral definida.

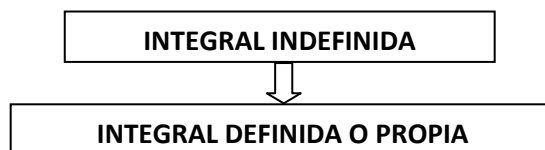
Definición (Integral definida)

*Si f es integrable en el intervalo $[a; b]$, el límite de las sumas integrales de Riemann cuando la norma de la partición tiende hacia cero se denomina **INTEGRAL DEFINIDA** de f en el*

intervalo $[a; b]$ y se denota por
$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n-1} f(A_i) \Delta x_i.$$

✚ **Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas (incluir el concepto en el sistema de conceptos, analizar casos límite y casos extremos, valorar la posibilidad de transferir la vía seguida para definir otros conceptos).**

En este último caso se muestran representantes y no representantes del concepto elaborado, se analizan cada una de las acciones ejecutadas, se incluye el concepto en el sistema de conceptos que ya tienen los estudiantes, es decir se continúa completando el mapa conceptual que se inició al estudiar el concepto integral indefinida, como mostramos a continuación:



Se comenta que aun no está completo el mapa conceptual, pues nos restan conceptos por definir. Además se valora con los estudiantes la efectividad de la transferencia de la vía seguida, pues pudieran definirse los demás conceptos de este cálculo de forma análoga a como hemos procedido en este caso.

Se presentan casos límite y casos especiales como los siguientes:

- La expresión $A_R = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx$ permite calcular el área de una región plana que está limitada por curvas arbitrarias, dado que $f(x) \geq g(x)$, para todo $x \in [a, b]$.

- La expresión $V_R = \pi \int_a^b \left[(f(x))^2 - (g(x))^2 \right] dx$ permite calcular el volumen de un sólido de revolución.
- La expresión $L_a^b = \int_a^b \left[\sqrt{1 + (f'(x))^2} \right] dx$ permite calcular la longitud de un arco de la curva $y = f(x)$ desde el punto A hasta el punto B.

ENCUESTA PARA LA SELECCIÓN DE EXPERTOS

Cargo que desempeña: _____

Usted ha sido seleccionado para ser consultado respecto al tema: “Estrategia didáctica para la formación de la habilidad profesional ***diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico*** en estudiantes de Ingeniería Industrial desde la Matemática General y pueda evaluar la estrategia que se presenta para contribuir al proceso de formación de la habilidad profesional citada. Su cooperación permitirá realizar las mejoras y adecuaciones pertinentes para cumplir con el propósito de dicha investigación.

Para emitir su criterio como experto (a) tenga en cuenta estas cuestiones antes señaladas.

1- Indique con una X (del valor mínimo 1, al valor máximo 10) en una de las diez casillas que se presentan, para valorar su competencia en una escala el conocimiento e información (ya sea teórico o práctico) que posee, para dar un criterio sobre la formación de la habilidad profesional **diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico** en estudiantes de Ingeniería Industrial, desde la óptica de las asignaturas que imparte.

[illegible]

2- Realice una valoración personalizada del conocimiento que usted posee sobre este tema en particular, tenga en cuenta las diferentes fuentes que se relacionan en la siguiente tabla para realizar dicha valoración; marque con una X según corresponda en: **alto, medio, bajo**.

Fuentes para la adquisición del conocimiento	Alto	Medio	Bajo
Su experiencia teórica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera de la carrera.			
Su experiencia práctica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera de la carrera.			
Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación de habilidades profesionales desde la impartición de una asignatura nacionalmente (Bibliografía nacional consultada).			
Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación de habilidades profesionales desde la impartición de una asignatura internacionalmente (Bibliografía internacional consultada).			
Su conocimiento sobre el estado del problema (formación de habilidades profesionales).			
Su intuición.			

Anexo (VI)

Ronda de expertos para evaluar las acciones y las operaciones propuestas para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en las asignaturas Matemática I y Matemática II para estudiantes de Ingeniería Industrial.

Años de experiencia en la Educación Superior: _____

Años de experiencia impartiendo docencia en la carrera “Ingeniería Industrial”: _____

Cargo que desempeña: _____

EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

La estrategia didáctica posee acciones y operaciones para el tratamiento de los principales conceptos del cálculo integral en Matemática I y en Matemática II respectivamente. Realice una valoración de estas acciones y operaciones teniendo en cuenta las categorías que se indican.

1: Inadecuado, 2: Poco adecuado, 3: Adecuado, 4: Bastante adecuado, 5: Muy adecuado.

Aspectos a Evaluar		Categorías				
Acciones	Operaciones	1	2	3	4	5
• Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.	• Seleccionar las definiciones, los teoremas y otras propiedades que tengan relación directa o indirecta con el problema propuesto.					
• Modelar geoméricamente el problema planteado, si es posible.	• Analizar si el problema geométrico es del plano o del espacio. -Determinar, en caso de un problema geométrico del plano las curvas planas que conforma la región. -Esbozar la región plana de que se trate. -Determinar, en caso de un problema geométrico del espacio las superficies que limitan al sólido. -Esbozar la región del espacio de que se trate.					
• Reducir el problema planteado a un problema resuelto con anterioridad.	• Si se trata de un problema geométrico del plano, entonces: -Realizar una partición de la región plana. -Dividir dicha región en					

	regiones equivalentes. -Valora la posibilidad de hacer los cálculos necesarios. • Si se trata de un problema geométrico del espacio, entonces: -Realizar una proyección del sólido en uno de los planos proyectantes. -Realizar una partición de la región plana obtenida. -Dividir el sólido en sólidos equivalentes. -Valora la posibilidad de hacer los cálculos necesarios.					
• Realizar la construcción de los objetos correspondientes.	• Comprender la esencia del representante del concepto que se ha construido.					
• Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados.	• Expresar, usando el lenguaje común, el resultado del problema propuesto. -Realiza una explicación del resultado obtenido o, -Dar una definición o explicación del concepto de que se trata de manera colectiva.					
• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.	• Incorporar el resultado del problema propuesto al sistema de conocimientos. -Valorar si es necesario realizar el análisis de algún caso especial o límite. -Valorar si la vía que se ha seguido puede ser transferida a nuevas situaciones.					

Anexo (VII)

Ronda de expertos para evaluar las acciones y las operaciones propuestas para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” para estudiantes de Ingeniería Industrial.

Años de experiencia en la Educación Superior: _____

Años de experiencia impartiendo docencia en la carrera “Ingeniería Industrial”: _____

Cargo que desempeña: _____

EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

La estrategia didáctica posee una propuesta de acciones y operaciones para el proceso de formación de la habilidad profesional. Realice una valoración de estas acciones y operaciones teniendo en cuenta las categorías que se indican.

1: Inadecuado, 2: Poco adecuado, 3: Adecuado, 4: Bastante adecuado, 5: Muy adecuado.

Aspectos a Evaluar		Categorías				
Acciones	Operaciones	1	2	3	4	5
• Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.	• Realizar una clasificación adecuada del problema planteado. • Determinar las herramientas reguladoras que tienen relación con la problemática que se ha planteado.					
• Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.	• Comparar la problemática planteada con otra similar y elaborar un diseño parecido. • Elaborar un nuevo diseño, en caso de no tratarse de un problema resuelto con anterioridad.					
• Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma utilizado.	• Aplicar un procedimiento o una metodología anterior para la solución de la problemática. • Realizar un cambio de paradigma, repensando la vía de solución.					
• Presentar ante la organización las acciones y operaciones previstas para la solución del problema.	• Exponer cada una de las acciones de la estrategia de solución que se propone.					
• Explicar a los directivos de la	• Comunicar, persuadir y					

organización, cada una de las acciones y las operaciones que serán aplicadas para la solución del problema propuesto.	convencer a los directivos de lo acertado de la estrategia de solución que se propone.					
• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.	• Incorporar en el paradigma de solución el diseño de solución propuesto. - Analizar posibles casos límites y casos extremos en el diseño presentado. - Analizar la posibilidad de transferir el diseño propuesto a casos similares.					

Anexo (VIII)

Autoevaluación por los posibles expertos de sus niveles de conocimiento o información:

Expertos	n									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1								X		
2									X	
3										X
4										X
5										X
6									X	
7									X	
8										X
9										X
10										X
11										X
12										X
13								X		
14								X		
15									X	
16									X	
17									X	
18									X	
19										X
20										X
21										X
22							X			
23								X		
24						X				
25							X			

Cálculo del coeficiente de conocimiento o información

Expertos	$Kc = \frac{n}{10}$
1	0,8
2	0,9
3	1,0
4	1,0
5	1,0
6	0,9
7	0,9
8	1,0
9	1,0
10	1,0

11	1,0
12	1,0
13	0,8
14	0,8
15	0,9
16	0,9
17	0,9
18	0,9
19	1,0
20	1,0
21	1,0
22	0,7
23	0,8
24	0,6
25	0,7

Competencia de los expertos

Experto	K_C	E. T.	E. P.	A.T.N.	A.T.I.	C.	I.	K_a	K	Escala
1	80%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	90%	Alto
2	90%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	95%	Alto
3	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	100%	Alto
4	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	100%	Alto
5	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	100%	Alto
6	90%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	95%	Alto
7	90%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	95%	Alto
8	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	100%	Alto
9	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	100%	Alto
10	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	90%	95%	Alto
11	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	90%	Alto
12	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	90%	Alto
13	80%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	90%	Alto
14	80%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	90%	Alto
15	90%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	95%	Alto
16	90%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	85%	Alto
17	90%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	95%	Alto

18	90%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	85%	Alto
19	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	90%	Alto
20	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	90%	Alto
21	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	90%	Alto
22	70%	25%	25%	9%	9%	6%	6%	80%	75%	Medio
23	80%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	80%	80%	Alto
24	60%	25%	25%	9%	9%	6%	6%	80%	70%	Medio
25	70%	25%	25%	9%	9%	6%	6%	80%	75%	Medio

Anexo VIII-1

Tabla de la frecuencia observada de las acciones y las operaciones del procedimiento para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral.

Aspectos a Evaluar

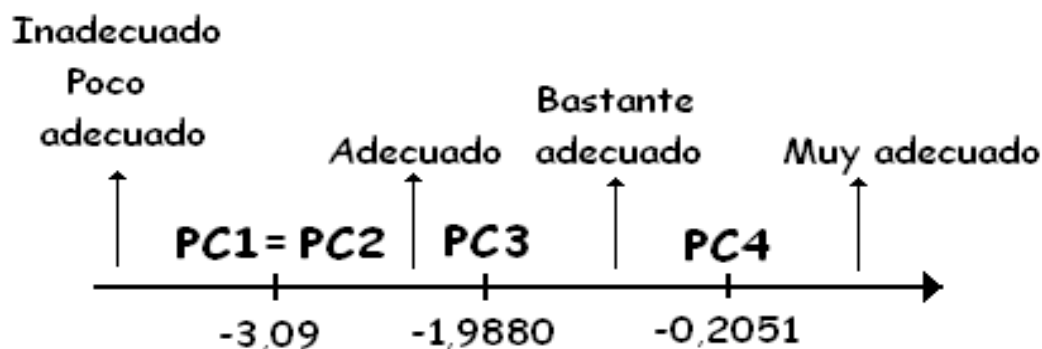
- 1- Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.
- 2- Modelar geoméricamente el problema planteado, si es posible.
- 3- Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad.
- 4- Realizar la construcción de los objetos correspondientes.
- 5- Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados.
- 6- Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Aspectos a Evaluar	Inadecuado	Poco adecuado	Adecuado	Bastante adecuado	Muy adecuado
1	0	0	1	11	13
2	0	0	5	7	13
3	0	0	2	9	14
4	0	0	1	9	15
5	0	0	0	9	16
6	0	0	0	8	17

Aspectos a Evaluar	Resultados
1	MUY ADECUADO
2	MUY ADECUADO
3	MUY ADECUADO
4	MUY ADECUADO
5	MUY ADECUADO
6	MUY ADECUADO

Con estos resultados es posible obtener los puntos de corte, los que sirven para determinar la categoría o grado de adecuación de cada etapa del procedimiento según la opinión de los expertos, para este caso los puntos de corte obtenidos fueron:

PC1: Inadecuado, PC2: Poco Adecuado, PC3: Adecuado PC4: Bastante adecuado PC5: Muy adecuado



Anexo VIII-2

Tabla de la frecuencia observada de las acciones y las operaciones de la habilidad profesional.

Aspectos a Evaluar

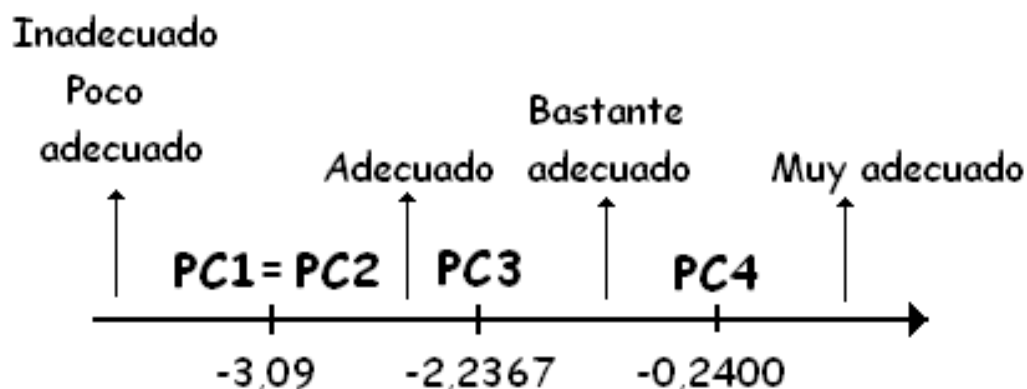
- 1- Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática planteada, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.
- 2- Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.
- 3- Valorar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma.
- 4- Presentar ante la organización las acciones y operaciones previstas para la solución del problema.
- 5- Explicar a los directivos de la organización cada una de las acciones y las operaciones que serán aplicadas para la solución del problema propuesto.
- 6- Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Aspectos a Evaluar	Inadecuado	Poco adecuado	Adecuado	Bastante adecuado	Muy adecuado
1	0	0	2	10	13
2	0	0	4	8	13
3	0	0	1	10	14
4	0	0	0	10	15
5	0	0	0	8	17
6	0	0	0	8	17

Aspectos a Evaluar	Resultados
1	MUY ADECUADO
2	MUY ADECUADO
3	MUY ADECUADO
4	MUY ADECUADO
5	MUY ADECUADO
6	MUY ADECUADO

Con estos resultados es posible obtener los puntos de corte, los que sirven para determinar la categoría o grado de adecuación de cada etapa del procedimiento según la opinión de los expertos, para este caso los puntos de corte obtenidos fueron:

PC1: Inadecuado, PC2: Poco Adecuado, PC3: Adecuado PC4: Bastante adecuado PC5: Muy adecuado



Anexo (IX)

Ronda de expertos para evaluar las acciones y operaciones propuestas para el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” para estudiantes de Ingeniería Industrial.

Años de experiencia en la Educación Superior: _____

Años de experiencia impartiendo docencia en la carrera “Ingeniería Industrial”: _____

Cargo que desempeña: _____

EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA

La estrategia didáctica posee las acciones y operaciones para el proceso de formación de la habilidad profesional. Realice una valoración de estas acciones y operaciones teniendo en cuenta que usted deberá ordenar cada una de las acciones con sus correspondientes operaciones otorgando las categorías indicadas pero en orden descendente, es decir, 6 a la acción que debe ejecutarse primero y así sucesivamente, hasta concluir con la última acción, cuya categoría debe ser 1.

Aspectos a Evaluar		Categorías					
		1	2	3	4	5	6
Acciones	Operaciones						
• Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.	• Realizar una clasificación adecuada del problema planteado. • Determinar las herramientas reguladoras que tienen relación con la problemática que se ha planteado.						
• Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.	• Comparar la problemática planteada con otra similar y elaborar un diseño parecido. • Elaborar un nuevo diseño, en caso de no tratarse de un problema resuelto con anterioridad.						
Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma utilizado.	• Aplicar un procedimiento o una metodología anterior para la solución de la problemática. • Realizar un cambio de paradigma, repensando la vía de solución.						
• Presentar ante la organización las acciones y operaciones previstas para la solución del problema.	• Exponer cada una de las acciones de la estrategia de solución que se propone.						
• Explicar a los directivos de la	• Comunicar, persuadir y						

organización cada una de las acciones a aplicar para la solución del problema propuesto.	convencer a los directivos de lo acertado de la estrategia de solución que se propone.						
• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.	• Incorporar en el paradigma de solución el diseño de solución propuesto. - Analizar posibles casos límites y casos extremos en el diseño presentado. - Analizar la posibilidad de transferir el diseño propuesto a casos similares.						

Anexo (X)

Ronda de expertos para evaluar las acciones y operaciones propuestas para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en las asignaturas Matemática I y Matemática II para estudiantes de Ingeniería Industrial.

Años de experiencia en la Educación Superior: _____

Años de experiencia impartiendo docencia en la carrera “Ingeniería Industrial”: _____

Cargo que desempeña: _____

EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA

La estrategia didáctica posee las acciones y operaciones propuestas para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral en las asignaturas Matemática I y Matemática II para estudiantes de Ingeniería Industrial. Realice una valoración de estas acciones y operaciones teniendo en cuenta que usted deberá ordenar cada una de las acciones con sus correspondientes operaciones otorgando las categorías indicadas pero en orden descendente, es decir, 6 a la acción que debe ejecutarse primero y así sucesivamente, hasta concluir con la última acción, cuya categoría debe ser 1.

Aspectos a Evaluar		Categorías					
		1	2	3	4	5	6
Acciones	Operaciones						
• Reactivar los medios que tienen implicación en el nuevo concepto a definir, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.	• Seleccionar las definiciones, los teoremas y otras propiedades que tengan relación directa o indirectamente con el problema propuesto.						
• Modelar geoméricamente el problema planteado, si es posible.	• Analizar si el problema geométrico es del plano o del espacio. - Determinar, en caso de un problema geométrico del plano las curvas planas que conforma la región. - Esbozar la región plana de que se trate. - Determinar, en caso de un problema geométrico del espacio las superficies que limitan al sólido. - Esbozar la región del espacio de que se trate.						
• Reducir el problema planteado a un problema resuelto con anterioridad.	• Si se trata de un problema geométrico del plano, entonces: - Realizar una partición de la						

	región plana. -Dividir dicha región en regiones equivalentes. -Valora la posibilidad de hacer los cálculos necesarios. • Si se trata de un problema geométrico del espacio, entonces: -Realizar una proyección del sólido en uno de los planos proyectantes. -Realizar una partición de la región plana obtenida. -Dividir el sólido en sólidos equivalentes. -Valora la posibilidad de hacer los cálculos necesarios.						
• Realizar la construcción de los objetos correspondientes.	• Comprender la esencia del objeto que se ha construido.						
• Explicar y/o formular una definición del concepto sobre la base de los resultados alcanzados.	• Expresar, usando el lenguaje común, el resultado del problema propuesto. - Realiza una explicación del resultado obtenido o, -Dar una definición o explicación del concepto de que se trata de manera colectiva.						
• Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.	• Incorporar el resultado del problema propuesto al sistema de conocimientos. -Valorar si es necesario realizar el análisis de algún caso especial o límite. -Valorar si la vía que se ha seguido puede ser transferida a nuevas situaciones.						

Anexo (XI)

Tabla de la frecuencia observada de los expertos para valorar las acciones y las operaciones de la habilidad profesional.

Expertos	Reactivar medios	Determinar diseño	Valorar posibilidad de reducir	Presentar ante organización	Explicar a los directivos	Realizar consideraciones
1	6	5	4	3	2	1
2	5	6	4	3	2	1
3	6	5	4	3	2	1
4	6	5	4	2	3	1
5	6	5	4	2	3	1
6	6	5	4	2	3	1
7	6	5	4	3	2	1
8	6	5	4	3	2	1
9	6	5	4	3	2	1
10	6	5	4	2	3	1
11	6	5	4	3	2	1
12	6	5	4	3	2	1
13	6	5	4	3	2	1
14	6	5	4	3	2	1
15	6	5	4	3	2	1
16	6	5	4	3	2	1
17	6	5	4	3	2	1
18	6	5	4	3	2	1
19	6	5	4	3	2	1
20	6	5	4	3	2	1
21	6	5	4	3	2	1
22	6	5	4	3	2	1
23	6	5	4	3	2	1
24	6	5	4	3	2	1
25	6	5	4	2	3	1

Anexo (XII)

Tabla de la frecuencia observada de los expertos para valorar las acciones y las operaciones propuestas para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral.

Expertos	Reactivar medios	Determinar diseño	Valorar posibilidad de reducir	Presentar ante organización	Explicar a los directivos	Realizar consideraciones
1	6	5	4	3	2	1
2	6	5	4	3	2	1
3	6	5	4	3	2	1
4	6	5	4	3	2	1
5	6	4	5	3	2	1
6	6	4	5	3	2	1
7	6	5	4	3	2	1
8	6	5	4	3	2	1
9	6	5	4	3	2	1
10	6	5	4	3	2	1
11	6	5	4	3	2	1
12	6	5	4	3	2	1
13	6	5	4	3	2	1
14	6	4	5	3	2	1
15	6	5	4	3	2	1
16	6	5	4	3	2	1
17	6	5	4	3	2	1
18	6	5	4	3	2	1
19	6	5	4	3	2	1
20	6	5	4	3	2	1
21	6	5	4	3	2	1
22	6	5	4	3	2	1
23	6	5	4	3	2	1
24	6	5	4	3	2	1
25	6	4	5	3	2	1

Anexo (XIII)

Encuesta a los estudiantes para determinar su opinión sobre los aspectos relacionados con el proceso de formación de la habilidad profesional “diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico” a través de la formación de los conceptos del cálculo integral en la disciplina Matemática General en primer año de Ingeniería Industrial.

Usted debe otorgar una puntuación de uno (1) al diez (10) de manera ascendente a cada uno de los aspectos señalados, para saber su opinión en relación a lo que ha aportado para su formación profesional.

[illegible]

[illegible]

Anexo (XIV)

Base de datos con los resultados de la encuesta de satisfacción.

Expertos 09-10	Aspectos Evaluados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	9	10	9	9	9	10	9	10	10
2	9	9	10	8	9	9	9	8	9	10
3	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
4	10	10	10	9	9	10	10	9	9	10
5	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
6	9	10	10	9	9	9	10	10	9	10
7	10	10	10	9	9	9	10	9	9	10
8	10	10	10	9	9	10	10	9	10	10
9	9	9	8	9	9	9	10	9	9	9
10	9	10	9	10	9	10	10	9	9	10
11	10	10	10	10	9	9	10	9	9	10
12	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10
13	9	9	10	9	8	9	9	9	9	9
14	10	9	10	9	9	9	10	9	9	9
15	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
16	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
17	9	9	10	9	8	9	10	9	9	9
18	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9
19	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
20	9	9	10	9	8	9	10	9	9	10
21	10	10	10	10	8	10	10	10	9	10
22	10	9	10	9	8	9	9	9	9	9
23	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
24	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
25	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
26	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
27	10	9	10	9	8	9	10	9	10	9

Expertos 10-11	Aspectos Evaluados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
2	10	9	10	10	10	9	10	9	9	10
3	9	9	9	9	8	9	10	9	9	10
4	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
5	10	9	10	9	8	9	10	9	8	10
6	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
7	9	10	10	10	9	9	10	10	9	10
8	10	9	9	9	8	9	10	9	9	10

9	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
10	9	9	10	9	8	9	10	9	9	10
11	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
12	10	9	10	10	8	9	10	10	9	10
13	10	9	9	8	8	9	10	9	9	10
14	9	9	10	9	8	9	9	9	9	10
15	10	9	10	9	9	9	9	9	9	10
16	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
17	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
18	10	10	10	9	8	10	10	10	10	10
19	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
20	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
21	10	10	10	9	8	10	10	9	9	10
22	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
23	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
24	10	9	10	9	8	9	10	9	8	9
25	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
26	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9
27	10	9	8	9	8	9	10	9	9	9
28	10	9	10	9	8	10	10	9	9	10
29	10	10	10	9	9	10	10	10	9	10
30	8	9	10	9	9	9	10	9	9	10
31	10	9	10	9	8	10	10	10	9	10

Expertos 11-12	Aspectos Evaluados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	9	10	9	8	9	8	9	9	10
2	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
3	10	10	10	9	8	10	10	9	9	10
4	10	9	10	9	8	9	9	9	9	9
5	9	9	10	9	8	9	10	9	9	9
6	10	9	10	9	8	9	10	9	8	9
7	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
9	10	9	8	9	8	9	10	9	9	9
10	9	9	10	9	8	9	10	9	9	9
11	10	10	10	9	9	10	10	10	9	10
12	9	9	10	9	9	9	10	9	9	10
13	10	9	10	9	10	10	10	10	9	10
14	10	9	10	9	8	9	9	9	9	10
15	10	9	10	10	9	10	10	9	9	10
16	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
17	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
18	9	9	9	9	8	9	10	9	8	10

19	9	9	10	9	8	9	10	9	8	10
20	10	9	9	9	8	9	9	9	9	10
21	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9
22	10	9	10	9	8	9	10	9	8	10
23	10	9	10	10	9	10	10	9	10	10
24	9	8	9	8	9	8	10	8	9	10
25	10	9	10	9	9	9	10	9	10	10
26	10	9	10	9	10	9	10	9	10	10
27	9	9	10	9	8	9	10	9	9	10
28	10	10	10	9	9	9	10	9	9	10
29	10	9	10	9	9	9	8	9	9	10
30	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
31	10	9	10	9	9	9	9	9	9	10
32	10	9	10	9	9	9	9	9	9	10
33	10	9	10	9	9	9	9	9	9	8
34	10	9	9	9	9	9	8	9	9	9
35	10	9	10	9	8	9	9	9	9	10
36	10	9	10	9	8	9	9	9	9	10

Anexo (XV)

Evaluaciones aplicadas a los estudiantes para comprobar cómo se comporta el proceso de formación inicial de la habilidad profesional.

Examen de Matemática II. Curso académico 2009-2010.

Lea cuidadosamente cada una de las siguientes proposiciones. Señale el valor de verdad (verdadero V o falso F) según corresponda en cada caso. Fundamente en caso de resultar falso.

- _____ Si la ecuación $f(x, y) = x^4 + y^4 - 2x^2 - 4xy - 2y^2$ define una función de dos variables, entonces dicha función no tiene valores extremos locales.
- _____ Una empresa utiliza L unidades de mano de obra y M unidades de materiales para producir T unidades de un cierto producto, donde: $T(L, M) = 180L + 150M + 3LM - L^2 - 4M^2$. Si cada unidad de mano de obra tiene un costo de \$40 y \$10 por cada unidad de material y la empresa dispone de \$12660 para mano de obra y materiales, entonces no es posible obtener un modelo matemático para determinar el número de unidades de mano de obra y materiales para que la empresa maximice la cantidad de producto.
- _____ Si la función f de dos variables está definida por la ecuación $f(x, y) = x^3 + axy^2$, entonces no es posible determinar el valor del parámetro a para que dicha función satisfaga la relación $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0$

Examen de Matemática II. Curso académico 2010-2011.

- 1.1- Pruebe que $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = e^{-2r} \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + e^{-2r} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2}$ si $w(x, y) = f(x, y)$, si $x = e^r \cos \varphi$, $y = e^r \sin \varphi$.
- 1.2- Calcule la derivada direccional de f en el punto y la dirección indicada.
 $f(x, y, z) = x^2 + 3yz + 4xy$, $P(1, 0, -5)$ y $\vec{a} = 2\vec{i} - 3\vec{j} + \vec{k}$
- 1.3- Para fabricar $f(x, y)$ unidades de un cierto producto se requieren “x” unidades de capital y “y” unidades de mano de obra. Supóngase que la función de producción de dicho producto se define por la expresión $f(x, y) = x^{1/5} y^{4/5}$ y que cada unidad de capital tiene un costo C y cada unidad de mano de obra tiene un costo L, y la cantidad monetaria total disponible para cubrir los gastos es M, de manera que $xC + yL = M$. ¿Cuántas unidades de capital y de mano de obra deben emplearse para lograr la producción máxima?

Examen de Matemática II. Curso académico 2011-2012.

- 1- Lea cuidadosamente cada una de las siguientes proposiciones. Señale el valor de verdad V (verdadero) o F (falso) según corresponda en cada caso. Usted deberá fundamentar su afirmación.

- _____ La ecuación $z(x, y) = \frac{xy^2}{x^3 + y^4}$ define una función de dos variables reales. Entonces dicha función en el punto $A(0,0)$ no tiene límite.
- _____ Si $f(x, y, z) = x^{y^z}$ es una función de tres variables reales, entonces no se puede calcular el vector gradiente de dicha función en el punto $A(1,1,0)$.
- _____ Si la función f está definida por la ecuación $f(x, y) = x \cos\left(\frac{y}{x}\right) + \tan\left(\frac{y}{x}\right)$, entonces f satisface la relación $x^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0$.
- _____ Si $\vec{F}(x, y, z) = x^2 e^{yz} \vec{i} + y^2 e^{xz} \vec{j} + z^2 e^{xy} \vec{k}$, entonces es posible calcular la integral de superficie sobre S aplicando el teorema de Stokes si S es la semiesfera de ecuación $x^2 + y^2 + z^2 = 4, z \geq 0$, orientada hacia arriba.
- _____ La función de ecuación $f(x, y) = x^4 + y^3 - 2x^2 + 4xy - 2y^2$ define una función de dos variables reales que no tiene extremos locales.

En todos estos casos el objetivo de las evaluaciones aplicadas fue el siguiente:

Determinar si los alumnos son capaces de:

- Seleccionar los elementos del conocimiento que tienen relación directa o indirecta con la problemática planteada.
- Transformar el problema propuesto y reducirlo a otro ya resuelto.
- Diseñar una solución adecuada al problema propuesto.
- Solucionar el problema propuesto.
- Incorporar al sistema de conocimientos los procedimientos aplicados con anterioridad.
- Comunicar de forma escrita el procedimiento de solución aplicado para la solución del problema.

Anexo (XVI)

Resultados del Test inicial aplicado a los estudiantes del curso 2009-2010.

Var1- Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independiente de su utilidad o no.

Var2- Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.

Var3- Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma utilizado.

Var4- Presentar ante la organización las acciones y operaciones previstas para la solución del problema.

Var5-Explicar a los directivos de la organización cada una de las acciones y las operaciones que serán aplicadas para la solución del problema propuesto.

Var6- Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6
1	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4
4	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3
7	4	4	4	4	4	4
8	2	2	2	2	2	2
9	3	3	3	3	3	3
10	3	2	3	3	3	3
11	4	4	4	4	4	4
12	5	5	5	5	5	5
13	5	4	5	5	5	5
14	3	2	3	3	3	3
15	3	2	3	3	3	3
16	2	2	2	2	2	2
17	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3
20	2	2	2	2	2	2
21	4	4	4	4	4	4
22	3	3	3	3	3	3
23	2	2	2	2	2	2
24	3	3	3	3	3	3
25	3	3	3	3	3	3
26	3	3	3	3	3	3
27	4	4	4	4	4	4

Resultados del Test inicial aplicado a los estudiantes del curso 2010-2011.

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6
1	5	4	5	5	5	5
2	3	3	3	2	2	3
3	5	3	5	5	5	5
4	3	4	4	4	4	3
5	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3	3
8	2	2	2	2	2	2
9	4	4	4	4	4	4
10	3	3	3	3	3	3
11	2	2	2	2	2	2
12	5	4	5	5	5	5
13	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3
15	2	2	2	2	2	2
16	4	4	4	4	4	4
17	3	3	3	3	3	3
18	4	4	4	4	4	4
19	4	4	4	4	4	4
20	5	4	5	5	5	5
21	3	3	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3
24	2	2	2	2	2	2
25	2	2	2	2	2	2
26	2	2	2	2	2	2
27	3	3	3	3	3	3
28	2	2	2	2	2	2
29	3	3	3	3	3	3
30	2	2	2	2	2	2
31	3	3	3	3	3	3

Resultados del Test inicial aplicado a los estudiantes del curso 2011-2012.

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6
1	3	3	3	3	3	3
2	3	4	4	4	4	3
3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3
5	3	4	4	4	4	3
6	5	4	3	3	3	3
7	3	2	3	3	3	3
8	3	4	4	4	4	4
9	4	4	3	3	3	4
10	3	3	3	3	3	3
11	3	3	3	3	3	4
12	4	4	3	3	3	3
13	3	2	3	3	3	3
14	3	2	3	3	3	3
15	3	2	3	3	3	3
16	3	2	2	3	3	3
17	3	3	3	4	4	4
18	2	2	3	3	3	2
19	2	2	2	2	2	2
20	2	2	2	2	2	2
21	3	2	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3
23	2	3	3	3	3	3
24	2	2	2	2	2	2
25	3	3	3	3	3	3
26	2	2	2	2	2	2
27	3	3	3	3	3	2
28	2	2	2	2	2	2
29	2	2	2	2	2	2
30	3	2	3	3	3	3
31	2	2	2	2	2	2
32	3	2	3	3	3	3
33	3	2	2	2	2	2
34	3	3	3	3	3	3
35	3	2	2	2	2	2
36	3	2	3	3	3	2

Anexo (XVII)

Resultados del Test final aplicado a los estudiantes del curso 2009-2010.

Var1- Reactivar los medios que tienen implicación con la problemática presentada, recopilando toda la información, independientemente de su utilidad o no.

Var2- Determinar un diseño adecuado para la solución del problema planteado.

Var3- Determinar la posibilidad de reducir el problema planteado a otro ya resuelto con anterioridad o cambiar el paradigma utilizado.

Var4- Presentar ante la organización las acciones y operaciones previstas para la solución del problema.

Var5- Explicar a los directivos de la organización cada una de las acciones y las operaciones que serán aplicadas para la solución del problema propuesto.

Var6- Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6
1	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4
4	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3
7	4	4	4	4	4	4
8	2	2	2	2	2	2
9	3	3	3	3	3	3
10	3	2	3	3	3	3
11	4	4	4	4	4	4
12	5	3	5	5	5	5
13	5	4	5	5	5	5
14	3	2	3	3	3	3
15	3	2	3	3	3	3
16	2	2	2	2	2	2
17	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3
20	2	2	2	2	2	2
21	4	4	4	4	4	4
22	3	3	3	3	3	3
23	2	2	2	2	2	2
24	3	3	3	3	3	3
25	3	3	3	3	3	3
26	3	3	3	3	3	3
27	4	3	4	4	4	4

Resultados del Test final aplicado a los estudiantes del curso 2010-2011.

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6
1	5	5	5	5	5	5
2	3	3	3	2	2	3
3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3
6	4	4	4	4	4	4
7	5	5	5	5	5	5
8	3	3	3	3	3	3
9	5	5	5	5	5	5
10	4	4	4	4	4	4
11	3	3	3	3	3	3
12	4	4	4	4	4	4
13	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3
15	3	3	3	3	3	3
16	3	3	3	3	3	3
17	4	4	4	4	4	4
18	4	4	4	4	4	4
19	4	4	4	4	4	4
20	5	5	5	5	5	5
21	2	2	2	2	2	2
22	3	3	3	3	3	3
23	4	4	4	4	4	4
24	4	4	4	4	4	4
25	3	3	3	3	3	3
26	3	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3
28	2	2	2	2	2	2
29	3	3	3	3	3	3
30	3	3	3	3	3	3
31	3	3	3	3	3	3

Resultados del Test final aplicado a los estudiantes del curso 2011-2012.

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6
1	5	4	4	4	4	5
2	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
4	4	3	3	4	4	4
5	3	4	3	4	4	4
6	3	4	4	4	3	4

7	4	4	4	4	4	3
8	5	5	4	4	4	4
9	3	3	3	3	3	3
10	4	4	4	4	4	4
11	5	5	4	4	4	5
12	4	4	3	3	4	4
13	3	4	4	4	4	4
14	3	3	3	3	3	4
15	3	3	4	4	4	4
16	4	4	4	4	4	5
17	3	3	2	3	3	3
18	3	2	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3
20	3	2	3	3	3	2
21	3	3	3	3	4	4
22	4	4	3	3	4	4
23	3	3	4	3	3	4
24	3	3	3	3	3	4
25	3	3	3	3	3	3
26	3	3	4	4	3	4
27	3	3	3	3	3	3
28	3	3	3	3	3	3
29	3	3	4	3	3	4
30	3	2	3	3	3	3
31	3	2	3	3	3	3
32	3	3	3	3	3	3
33	3	3	3	3	3	3
34	3	4	4	4	4	3
35	3	3	3	3	3	3
36	4	4	4	4	4	4

Anexo (XVIII) (Validez de contenido)

Años de experiencia en la Educación Superior: _____

Años de experiencia impartiendo docencia en la carrera “Ingeniería Industrial”: _____

Cargo que desempeña: _____

Validación de la encuesta a aplicar a los estudiantes (validez de contenido)

La encuesta de satisfacción para los estudiantes contiene diez interrogantes que ellos no deberán responder pero si otorgar una puntuación del uno (1) al diez (10), según sus criterios, determinando lo que aporta para su formación como ingeniero. Para cada uno de los atributos de la encuesta indique su nivel de satisfacción marcando con una X el grado de Importancia del atributo colocando un valor entre 1 y 5 según las escalas siguientes:

1: sin importancia, 2: poco importante, 3: medianamente importante, 4: importante, 5: muy importante.

Atributos	Grado de importancia				
	1	2	3	4	5
¿Consideras que la forma utilizada para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral ayuda a tu formación integral como Ingeniero Industrial?					
¿La lógica seguida para el tratamiento de los conceptos contribuyó a entrenar tu pensamiento para tomar decisiones a la hora de diseñar la solución de un problema cualquiera?					
¿Resultó interesante establecer una analogía entre las acciones y las operaciones propuestas para el tratamiento de un concepto del cálculo integral y las acciones y operaciones de la habilidad profesional que se comienza a formar?					
¿Consideras que son suficientes las acciones y las operaciones propuestas para la formación de la habilidad profesional para resolver posteriormente problemas de tu profesión?					
¿Consideras adecuado el orden de ejecución de las acciones del proceso de formación de la habilidad para poder diseñar una solución a un problema propuesto?					
¿El procedimiento que contiene las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos te aportó ideas significativas para la formación de la habilidad profesional?					
¿El procedimiento para la formación de la habilidad te aporta un algoritmo para poder diseñar la solución de un problema del perfil de la especialidad que estudias?					
¿El procedimiento descrito te proporciona una estrategia (acciones y operaciones de la habilidad profesional) que te prepara para resolver cualquier problema de tu futura profesión?					
¿Las acciones y operaciones del procedimiento descrito te permiten resolver problemas que no sean solo de tu especialidad?					
¿Los procedimientos descritos por su naturaleza pueden ser					

utilizados para diseñar y resolver otros problemas matemáticos o de otras áreas del conocimiento?					
---	--	--	--	--	--

Para determinar si hay acuerdo entre los expertos respecto a las preguntas que debe contener la encuesta de satisfacción solo se trabaja con un total de 20 de los 25 expertos, en la tabla se recogen las valoraciones realizadas por estos. (Los datos están con asignación de caso)

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10
1	7,00	2,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	2,00	7,00	2,00
2	7,50	2,50	7,50	2,50	2,50	7,50	7,50	2,50	7,50	7,50
3	7,50	2,50	7,50	2,50	7,50	7,50	7,50	2,50	7,50	2,50
4	6,50	1,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	1,50
5	7,50	2,50	7,50	7,50	7,50	7,50	2,50	7,50	2,50	2,50
6	7,00	2,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	2,00	7,00	2,00
7	7,50	1,00	7,50	7,50	7,50	3,00	7,50	3,00	7,50	3,00
8	7,00	2,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	2,00	7,00	2,00
9	3,00	3,00	3,00	8,00	8,00	8,00	8,00	3,00	8,00	3,00
10	6,50	1,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	1,50	6,50	6,50
11	2,50	2,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	2,50	7,50	2,50
12	7,00	2,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	2,00	7,00	2,00
13	7,50	2,50	7,50	7,50	7,50	7,50	2,50	2,50	7,50	2,50
14	7,00	2,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	2,00	7,00	2,00
15	2,50	2,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	2,50	7,50	2,50
16	6,50	1,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	1,50	6,50	6,50
17	7,50	2,50	7,50	2,50	7,50	7,50	7,50	2,50	7,50	2,50
18	7,50	2,50	7,50	2,50	7,50	7,50	7,50	2,50	7,50	2,50
19	7,00	2,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	2,00	7,00	2,00
20	3,00	3,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	3,00	3,00	3,00

Anexo (XVIII) (a)

Años de experiencia en la Educación Superior: _____

Años de experiencia impartiendo docencia en la carrera “Ingeniería Industrial”: _____

Cargo que desempeña: _____

Validación de la encuesta a aplicar a los estudiantes (validez de constructo)

La encuesta de satisfacción para los estudiantes contiene diez interrogantes que ellos no deberán responder pero si otorgar una puntuación del uno (1) al diez (10), según sus criterios, determinando lo que aporta para su formación como ingeniero. Para cada uno de los atributos de la encuesta indique su nivel de satisfacción marcando con una X el grado de Importancia del atributo colocando un valor entre 1 y 5 según las escalas siguientes:

1: sin importancia, 2: poco importante, 3: medianamente importante, 4: importante, 5: muy importante.

Atributos	Grado de importancia				
	1	2	3	4	5
¿Consideras que la forma utilizada para el tratamiento de los conceptos del cálculo integral ayuda a tu formación integral como Ingeniero Industrial?					
¿La lógica seguida para el tratamiento de los conceptos contribuyó a entrenar tu pensamiento para tomar decisiones a la hora de diseñar la solución de un problema cualquiera?					
¿Resultó interesante establecer una analogía entre las acciones y las operaciones propuestas para el tratamiento de un concepto del cálculo integral y las acciones y operaciones de la habilidad profesional que se comienza a formar?					
¿Consideras que son suficientes las acciones y las operaciones propuestas para la formación de la habilidad profesional para resolver posteriormente problemas de tu profesión?					
¿Consideras adecuado el orden de ejecución de las acciones del proceso de formación de la habilidad para poder diseñar una solución a un problema propuesto?					
¿El procedimiento que contiene las acciones y las operaciones para el tratamiento de los conceptos te aportó ideas significativas para la formación de la habilidad profesional?					
¿El procedimiento para la formación de la habilidad te aporta un algoritmo para poder diseñar la solución de un problema del perfil de la especialidad que estudias?					
¿El procedimiento descrito te proporciona una estrategia (acciones y operaciones de la habilidad profesional) que te prepara para resolver cualquier problema de tu futura profesión?					
¿Las acciones y operaciones del procedimiento descrito te permiten resolver problemas que no sean solo de tu especialidad?					
¿Los procedimientos descritos por su naturaleza pueden ser utilizados para diseñar y resolver otros problemas matemáticos o de otras áreas del conocimiento?					

Expertos	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10
1	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
2	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5
3	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4
4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4
6	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
7	5	3	5	5	5	4	5	4	5	4
8	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
9	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4
10	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
11	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4
12	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
13	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4
14	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
15	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4
16	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
17	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4
18	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4
19	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
20	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4
21	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
22	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
23	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
24	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4
25	5	4	3	5	5	5	5	3	5	4

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,540	25,397	25,397	2,540	25,397	25,397
2	1,833	18,329	43,725	1,833	18,329	43,725
3	1,572	15,718	59,443	1,572	15,718	59,443
4	1,096	10,962	70,405	1,096	10,962	70,405
5	1,034	10,342	80,747	1,034	10,342	80,747
6	0,752	7,521	88,268			
7	0,618	6,180	94,448			
8	0,290	2,902	97,350			
9	0,202	2,023	99,373			
10	0,063	0,627	100,000			

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Anexo XVIII (b)

Base de datos con los resultados de la encuesta de satisfacción de la muestra piloto.

Muestra piloto	Aspectos Evaluados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	9	10	9	9	9	10	9	10	10
2	9	9	10	8	9	9	9	8	9	10
3	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
4	10	10	10	9	9	10	10	9	9	10
5	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
6	9	10	10	9	9	9	10	10	9	10
7	10	10	10	9	9	9	10	9	9	10
8	10	10	10	9	9	10	10	9	10	10
9	9	9	8	9	9	9	10	9	9	9
10	9	10	9	10	9	10	10	9	9	10
11	10	10	10	10	9	9	10	9	9	10
12	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10
13	9	9	10	9	8	9	9	9	9	9
14	10	9	10	9	9	9	10	9	9	9
15	10	9	10	9	8	9	9	9	9	9
16	10	9	9	9	8	9	10	9	9	9
17	9	9	10	9	8	9	9	9	9	9
18	10	9	9	9	10	9	10	9	9	9
19	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
20	9	9	10	9	8	9	9	9	9	10
21	10	9	9	9	8	9	10	9	9	9
22	10	10	10	10	10	9	10	9	9	10
23	9	9	9	9	8	9	10	9	9	10
24	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
25	10	9	9	9	9	9	10	9	8	10
26	10	9	10	9	8	9	9	9	9	9
27	9	10	10	10	9	9	10	10	9	10
28	10	9	9	9	8	9	10	9	9	10
29	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
30	9	9	10	9	8	9	10	9	9	10
31	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
32	10	9	10	10	8	9	10	10	9	10
33	10	9	9	8	8	9	10	9	9	10
34	9	9	10	9	8	9	9	9	9	10
35	10	9	10	9	9	9	9	9	9	10
36	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10
37	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
38	10	10	10	9	8	10	10	10	10	10
39	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10

40	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
41	10	10	10	9	8	10	10	9	9	10
42	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
43	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
44	10	9	10	9	8	9	10	9	8	9
45	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
46	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9
47	10	9	8	9	8	9	10	9	9	9
48	10	9	10	9	8	10	10	9	9	10
49	10	10	10	9	9	10	10	10	9	10
50	8	9	10	9	9	9	10	9	9	10
51	10	9	10	9	8	9	8	9	9	10
52	9	9	10	9	8	9	10	9	9	10
53	10	10	10	9	8	10	10	9	9	10
54	10	9	10	9	8	9	9	9	9	9
55	9	9	10	9	8	9	10	9	9	9
56	10	9	10	9	8	9	10	9	8	9
57	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
58	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
59	10	9	10	9	8	9	10	9	9	9
60	9	9	10	9	8	9	10	9	9	9
61	10	10	10	9	9	10	10	10	9	10
62	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9
63	10	9	10	9	10	10	10	10	9	10
64	10	9	10	9	8	9	9	9	9	10
65	10	9	10	10	9	10	10	9	9	9
66	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
67	10	9	10	9	8	9	10	9	9	10
68	9	9	9	9	8	9	10	9	8	9
69	9	9	10	9	8	9	10	9	8	10
70	10	9	9	9	8	9	9	9	9	10

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Casos Válidos	70	100,0
Excluidos(a)	0	0,00
Total	70	100,0

(a) Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
0,700	0,715	10

Estadísticos de resumen de los elementos

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo/ mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de los elementos	9,287	8,457	9,786	1,329	1,157	0,186	10
Varianzas de los elementos	0,195	0,115	0,368	0,253	3,194	0,006	10
Covarianzas inter-elementos	0,036	-0,006	0,096	0,102	-15,400	0,001	10
Correlaciones inter-elementos	0,201	-0,041	0,625	0,666	-15,271	0,019	10

Coefficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase ^(a)	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl 1	gl 2	Sig.
Medidas Individuales	0,185 ^(b)	0,119	0,274	3,269	69	621	0,000
Medidas promedio	0,694 ^(c)	0,575	0,791	3,269	69	621	0,000

Modelo de efectos mixtos de dos factores en el que los efectos de las personas son aleatorios y los efectos de las medidas son fijos.

- (a) Coeficientes de correlación intraclase de tipo C utilizando una definición de coherencia, la varianza intermedias se excluye de la varianza del denominador.
- (b) El estimador es el mismo, este presente o no en el efecto de interacción.
- (c) Esta estimación de calcula asumiendo que no está presente el efecto de interacción, de otra manera no es estimable.

Anexo (XIX) (GUÍA DE OBSERVACIÓN A CLASES TEÓRICAS MATEMÁTICA I Y MATEMÁTICA II PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA)

CURSOS ESCOLARES: 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012

Grupo: _____. Fecha: _____

Objetivos:

Observar el proceso de enseñanza-aprendizaje del tratamiento de los conceptos del cálculo integral en las asignaturas Matemática I y Matemática II para las carreras de ingeniería, teniendo en cuenta los principales momentos de la clase (orientación, ejecución y control), a partir de los siguientes aspectos:

No	Elementos a observar	Calificación			
		5	4	3	2
1	Aseguramiento del nivel de partida.				
2	Indicaciones que son ofrecidas a los estudiantes para realizar la construcción de los objetos correspondientes.				
3	Utilización de los medios de enseñanza para el tratamiento de los conceptos que abordan.				
4	Empleo de métodos problemáticos para el tratamiento de la situación de clase (Búsqueda parcial o heurística u otro).				
5	Calidad de las interrogantes planteadas a los estudiantes.				
6	Participación de los estudiantes en la búsqueda de la solución de las problemáticas presentadas.				
7	Establecimiento de relaciones entre el contenido y la formación de habilidades profesionales u otro vínculo curricular.				
8	Análisis de casos especiales o límites.				
9	Empleo de mapas conceptuales.				

La calificación para los indicadores ha de realizarse atendiendo la siguiente escala:

- 5- Existe alta presencia del indicador.
- 4- Se aprecia mediana presencia del indicador.
- 3- Se aprecia poca presencia del indicador.
- 2- No se observa presencia del indicador.

Anexo (XX) MACROHABILIDADES DEL INGENIERO INDUSTRIAL

- Modelación de fenómenos y procesos, mediante la identificación de aspectos y características relevantes; establecimiento y análisis de relaciones entre variables; y planteamiento de hipótesis y generación de alternativas de representación del fenómeno o proceso observado.
- Resolución de problemas mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico; la identificación y comprensión de las variables que definen un problema; la selección de métodos apropiados para la solución del problema; y el planteamiento de hipótesis y generación de alternativas de solución al problema.
- Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica, mediante la lectura, comprensión e interpretación de textos científicos, gráficas, datos e información experimental, planos e imágenes de sistemas mecánicos; la argumentación de ideas técnicas a través de textos, gráficas, reportes de datos experimentales, planos e imágenes; y la propuesta de ideas técnicas a través de textos, gráficas, reportes de datos experimentales, planos e imágenes.
- Análisis, diseño y evaluación de componentes o procesos organizacionales o de sistemas complejos, mediante la identificación de problemas de las organizaciones o los sistemas complejos desde diferentes perspectivas técnicas, organizacionales, financieras, económicas, entre otras, así como las herramientas propias de la profesión, para encontrar alternativas de solución; el análisis y evaluación de soluciones a los problemas identificados de las organizaciones o sistemas complejos y la selección de aquellas que mejor se adecuen a las especificaciones establecidas; y la propuesta de alternativas de solución a los problemas de las organizaciones o sistemas complejos valiéndose de los conocimientos, destrezas, herramientas y metodologías adquiridos de naturaleza científica, técnica, tecnológica y profesional.