



Universidad de La Habana
Facultad de Matemática - Computación

Estrategia didáctica desarrolladora para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año desde el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias Matemáticas en la mención de Enseñanza de la Matemática

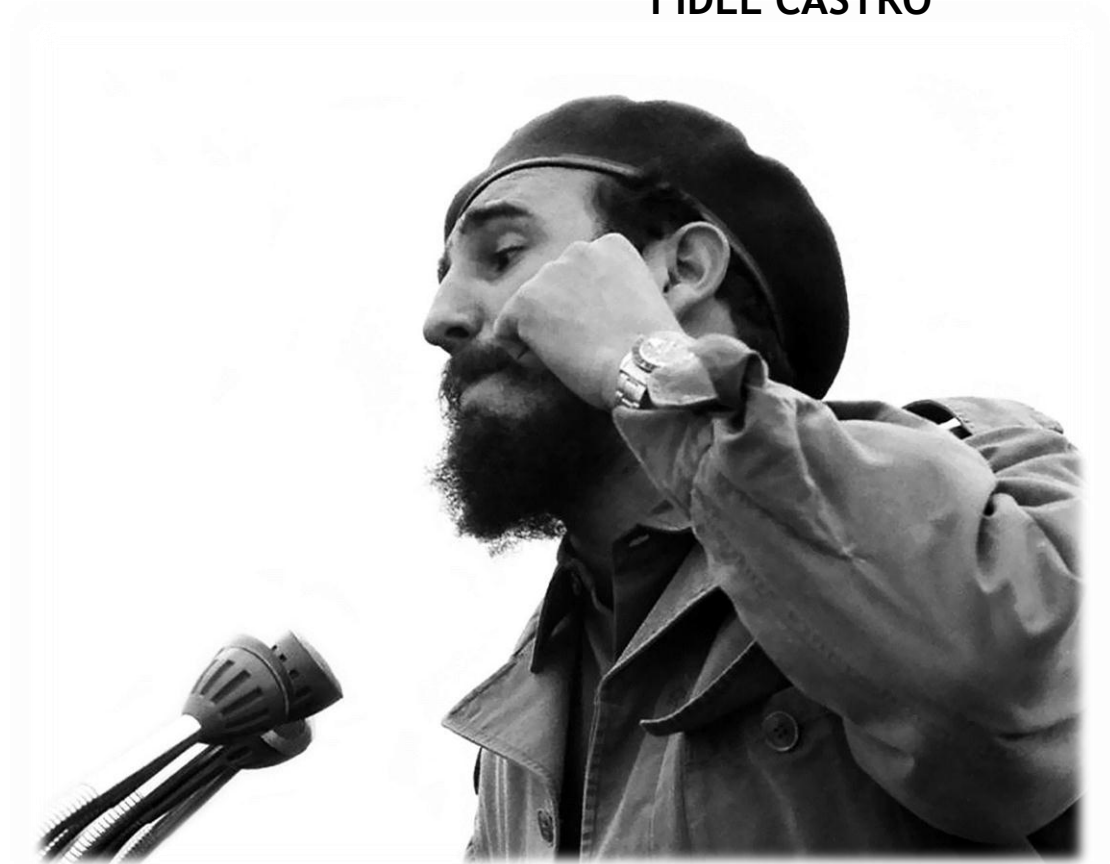
Autor: Ing. Dariel Chirino Esquijarosa

Tutor: MSc. Alién García Hernández

La Habana, Junio de 2015

“Hay que trabajar por enriquecer los conocimientos adquiridos durante los estudios, para saberlos aplicar en la práctica de manera creadora y recordar que la realidad es siempre mucho más rica que la teoría, pero que la teoría es imprescindible para desarrollar el trabajo profesional de un modo científico.”

FIDEL CASTRO



*A mis padres y mi hermano por enseñarme a enfrentar la vida.
Pensando en ellos he luchado por cumplir este sueño.*

*A toda mi familia, por estar pendiente de mí siempre, ser mis
inspiradores y confiar en mí.*

*A mis amigos más íntimos, los esenciales, y todos los que han dejado
una huella importante en mí.*

A mis padres, que han sido todo esfuerzo a lo largo de mi vida; me han dado motivos suficientes para estar orgulloso de ellos; por estar siempre ahí para dar el apoyo incondicional que tanto se necesita. A mi hermano, por ser un ejemplo de perseverancia, lucha y sacrificio, aún sin saberlo.

A mi familia que ha sido el mástil principal de cada obra emprendida por mí; la ayuda que me han dado en todo momento, es hoy la recompensa mayor por la cual puedo decir que he sido capaz de alcanzar todos mis logros.

A los amigos de la vida, que más que amigos son hermanos, que han caminado a mi lado en las buenas y las malas, que tanto me han enseñado. Mi eterno agradecimiento para todos, incluso para el que ya no está físicamente.

A todos los profesores de la universidad y la maestría, a los compañeros de trabajo que he conocido a lo largo de estos años y que me han ayudado a ser mejor cada día; unos desde el aula y otros desde su enseñanza y ejemplo, todos han sido importantes en cada momento.

A mi tutor, que más que eso es un hermano y que jamás ha depuesto las armas, ni en las verdes ni en las maduras; por guiar y por enseñar el camino correcto. Sin el apoyo y el sacrificio suyo hoy no fuera posible este logro. Le agradezco por su sencillez y su gran corazón.

A todos los héroes anónimos que de una forma u otra han aportado su granito de arena para que hoy este sueño se haga realidad.

Al destino por ponerme en el lugar y el momento precisos.

RESUMEN

La Universidad de las Ciencias Informáticas es una institución docente de nivel superior que forma profesionales de la Informática que contribuyen a la informatización de la sociedad cubana. Dentro de las asignaturas que se imparten está la Matemática Discreta (MD). El Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la MD tiene la misión de contribuir al modo de actuación de estos profesionales, que deben caracterizarse por la capacidad de aplicar, con un alto nivel de independencia, los conocimientos teóricos adquiridos.

A partir del análisis de informes semestrales, observación pedagógica y encuestas aplicadas a estudiantes, profesores y directivos docentes, se identificaron varias dificultades que indican un alto grado de dependencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la universidad. Por tal motivo, el objetivo de la investigación es elaborar una estrategia didáctica desarrolladora que, desde el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la MD, contribuya a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

La estrategia diseñada consta de 4 etapas: Análisis, Diseño, Ejecución y Control. Para cada una de las etapas se definen un grupo de acciones a ejecutar por parte de estudiantes y profesores. En la estrategia se definen 13 indicadores para medir la independencia cognoscitiva de los estudiantes, según una escala de 5 niveles. Finalmente se muestran los resultados de la validación de la estrategia a través de un pre-experimento, el método de consulta a expertos y la aplicación del test de satisfacción de ladov.

Palabras Clave: Estrategia didáctica desarrolladora, Independencia cognoscitiva, Matemática Discreta, Proceso de Enseñanza – Aprendizaje, Trabajo independiente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA DISCRETA Y DE LA INDEPENDENCIA COGNOSCITIVA	11
1.1. La Matemática Discreta, en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas	11
1.2. La independencia cognoscitiva desde el enfoque desarrollador de la Matemática	13
1.3. El proceso de enseñanza aprendizaje de la MD en la UCI	25
1.4. Conclusiones del capítulo	35
CAPÍTULO 2: ESTRATEGIA DIDÁCTICA DESARROLLADORA DESDE EL PEA DE LA MATEMÁTICA DISCRETA PARA CONTRIBUIR A LA INDEPENDENCIA COGNOSCITIVA DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE LA UCI	37
2.1. Fundamentación teórica de la propuesta	37
2.2. Propuesta de indicadores para evaluar la independencia cognoscitiva de los estudiantes	43
2.3. Caracterización del grupo docente 3103 de la UCI	44
2.4. Componentes de la estrategia	45
2.5. Ejemplos de tipología de ejercicios y problemas a utilizar en las clases prácticas	57
2.6. Valoración de los resultados obtenidos en la validación de la estrategia didáctica desarrolladora	63
2.7. Triangulación metodológica	76
2.8. Conclusiones del capítulo	77
CONCLUSIONES GENERALES	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	89

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta a los profesores de Matemática Discreta de la UCI	89
ANEXO 2: Encuesta a los estudiantes de primer año de la UCI	92
ANEXO 3: Encuesta a los directivos docentes de la UCI	93
ANEXO 4: Diagnóstico pedagógico para aplicar al grupo docente	94
ANEXO 5: Niveles de cada estudiante por indicador en la prueba pedagógica inicial	96
ANEXO 6: Niveles de cada estudiante por indicador en la prueba pedagógica final.....	97
ANEXO 7: Encuesta a expertos	103
ANEXO 8: Valores de Kc correspondientes a cada experto	106
ANEXO 9: Valores de Ka correspondientes a cada experto.....	107
ANEXO 10: Valores de Kc, Ka y K correspondientes a cada experto	107
ANEXO 11: Evaluación de los indicadores por cada experto.....	108
ANEXO 12: Cálculos realizados para la obtención del coeficiente de concordancia de los expertos.....	109
ANEXO 13: Tablas y niveles de adecuación para cada uno de los indicadores de la estrategia.....	110
ANEXO 14: Encuesta aplicada como parte del Test de satisfacción de ladov	112
ANEXO 15: Cuadro lógico de ladov	114
ANEXO 16: Selección de ejercicios y problemas	114

INTRODUCCIÓN

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), uno de los Centros de Educación Superior (CES) de Cuba, realiza esfuerzos para implementar un modelo de formación centrado en el aprendizaje, cuyo objetivo fundamental es que el estudiante sea capaz de “aprender a aprender”. Por esto, las clases se deben centrar en el estudiante y en su desarrollo intelectual individualizado.

La carrera que se estudia en la UCI, Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI), forma “profesionales integrales, comprometidos con la Patria y con el desarrollo del modelo socialista cubano, cuya función esté asociada al desarrollo de la Informatización de la Sociedad Cubana desde tres aristas importantes: el desarrollo de la industria de software nacional, las transformaciones de procesos en las entidades para asumir su informatización y el soporte necesario para su mantenimiento. Estas necesidades están en concordancia con el nivel alcanzado en la informatización de la sociedad, los objetivos que se propone el país, las tendencias internacionales y los problemas profesionales actuales y futuros”¹.

Estos aspectos posibilitan comprender la magnitud del reto al que se enfrentan los docentes de la UCI, puesto que tienen la responsabilidad de dotar a los alumnos de un sistema de conocimientos y habilidades necesarios para que puedan cumplir exitosamente la función que les corresponde en la sociedad como ingenieros una vez graduados.

Por tanto, se debe trabajar en función de que los estudiantes dominen las ciencias básicas, como fundamento de los conocimientos que alcanzan, los cuales les permitirán saber qué hacer, cómo y por qué hacerlo una vez que se enfrenten al mundo laboral. Dentro de las ciencias básicas se encuentra la Matemática Discreta (MD), la cual está dentro de la disciplina Matemática y es la parte de esta ciencia que se dedica al estudio de los objetos discretos. El objetivo

¹ Objeto de la profesión. Modelo del profesional del Ingeniero en Ciencias Informáticas. Ministerio de Educación Superior. La Habana, 2014.

fundamental de la MD es desarrollar la habilidad para entender y crear argumentos matemáticos de forma individual.

La MD es de vital importancia para la formación de los Ingenieros en Ciencias Informáticas por su capacidad de fomentar el desarrollo lógico necesario en esta rama; proporciona la base matemática para la comprensión de las estructuras computacionales. Además, constituye “la base matemática a muchos cursos de ciencias computacionales, incluyendo estructuras de datos, algoritmos, teoría de base de datos, teoría de autómatas, lenguajes formales, teoría de compiladores, seguridad informática y sistemas operativos”².

La MD se imparte durante el primer año de la carrera e incluye los temas: Teoría de conjuntos y relaciones binarias, Lógica matemática, Teoría de la computabilidad, Combinatoria, Relaciones de recurrencia y Teoría de grafos. Estos contenidos están repartidos en dos asignaturas: Matemática Discreta I (MD1) y Matemática Discreta II (MD2).

En lo expresado anteriormente se puede observar que existe un tema convergente entre uno de los componentes del modelo de formación del profesional del Ingeniero en Ciencias Informáticas y los objetivos de la MD y es el referido a la independencia. En el ámbito del Proceso de Enseñanza – Aprendizaje (PEA), la independencia se conoce como independencia cognoscitiva, la cual es considerada como una cualidad volitiva de la personalidad. Varios autores como (Castellanos Simons, 2001), (De la Tejera Dubrocq, 1980), (Llivina Lavigne, 2014) coinciden en que para lograr un correcto desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes, el PEA debe ejecutarse bajo la concepción de un PEA desarrollador.

La independencia cognoscitiva ha sido caracterizada desde el punto de vista teórico por varios autores, entre ellos pueden citarse a (Vigotsky, 1979), (Klingberg, 1972), (Danilov, 1978), (Majmutov, 1983) y (Pidkasisti, 1986).

² Kenneth H. Rosen. Matemática Discreta y sus aplicaciones. Quinta edición. Pág. xxi.

En Cuba, han tratado el tema de la independencia cognoscitiva algunos autores como: (De la Tejera Dubrocq, 1980), (Álvarez de Zayas C. M., 1999), (Zilberstein Toruncha & Silvestre Oramas, 1999), entre otros.

De las características aportadas por estos autores, pueden resaltarse como rasgos esenciales de la independencia cognoscitiva los siguientes:

- Logro de habilidades para discernir los rasgos esenciales y secundarios de los objetos, fenómenos y procesos de la realidad.
- Descubrimiento de la esencia de los conceptos nuevos, mediante la abstracción y la generalización.
- Procedimiento autónomo del estudiante ante la resolución de problemas.
- Determinación de métodos de solución.
- Realización de ejercicios y/o problemas con escasa o ninguna ayuda.
- Utilización de procedimientos más efectivos que conduzcan a la solución de la exigencia planteada.
- Comprobación de los resultados alcanzados.

Al tomar como base lo anterior, el autor de la presente investigación considera que la independencia cognoscitiva en el modo de actuación del estudiante, durante el PEA de la MD, se manifiesta por la presencia de algunos de los siguientes elementos:

- Determinación de las características fundamentales del contenido asociado a los ejercicios y problemas.
- Discernimiento de los datos útiles aportados de forma explícita y búsqueda de los datos implícitos necesarios para la solución de los ejercicios y problemas.
- Elaboración de esquemas y cuadros sinópticos que contribuyan al esclarecimiento y la búsqueda de solución de los ejercicios y problemas.
- Logro de las soluciones a los ejercicios y problemas con poca o ninguna ayuda por parte de otras personas.
- Creación de ejercicios y problemas con diferentes niveles de complejidad, de forma que dominen en cada caso las respuestas correspondientes.

- Utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales con poca o ninguna ayuda como vía de apropiación y ejercitación de conocimientos.
- Búsqueda de vías de solución alternativas a los ejercicios y problemas.
- Determinación de mecanismos de control de las soluciones aportadas.

Sin embargo, en todos estos aspectos se han observado insuficiencias en los cursos anteriores. El análisis de los informes semestrales de los cursos 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013, permitió identificar que en los últimos años se han presentado algunos problemas en el PEA de la MD en la UCI. La experiencia empírica del autor y los resultados obtenidos en entrevistas realizadas a profesores de MD de la UCI, estudiantes y directivos docentes, permitieron confirmar dichas dificultades.

Los principales problemas detectados respecto al modo de actuar al aprender por parte de los estudiantes son los siguientes:

- El diagnóstico inicial aplicado refleja diferencias en cuanto al nivel educativo y cognoscitivo de los estudiantes que ingresan a la UCI.
- Se caracterizan por la falta de motivación hacia la resolución de forma individual de los trabajos independientes y pobre preparación para enfrentar los conocimientos que deben adquirir.
- Presentan una pobre independencia cognoscitiva pues mantienen una subordinación constante del espacio de la clase debido a que no son capaces de resolver por sí solos ejercicios o problemas con un rigor diferente a los que se definen en clase.
- No utilizan bibliografía, objetos de aprendizaje o asistentes matemáticos para la búsqueda de las soluciones a los problemas, ni profundizan en los contenidos referidos a dichos problemas.
- Al incorporar nuevos conocimientos no realizan comparaciones con otros aprendidos anteriormente.

- Una vez resueltos los ejercicios o problemas no realizan resúmenes que les permitan identificar elementos significativos que contribuyan a resolver otros similares.
- Presentan dificultades al generalizar los resultados obtenidos en algunos ejercicios o problemas y cómo vincularlos con los conocimientos adquiridos en otras asignaturas.
- Poseen deficiencias a la hora de encontrar la modelación matemática que sirva de solución a la problemática planteada.

Respecto a la labor que realizan los profesores, se pueden señalar los siguientes aspectos:

- La implementación de un sistema de acciones para que el trabajo independiente tome la relevancia que necesita, es casi nula.
- Insuficiente diferenciación de los trabajos independientes orientados a partir de los niveles de desarrollo de los estudiantes, así como en el control eficaz de los trabajos orientados.
- Existen dificultades con el conocimiento de las características y funciones que cumple el trabajo independiente en el nivel universitario. La orientación del mismo no es lo suficientemente didáctico en cuanto a la búsqueda de alternativas por lo que predominan las respuestas reproductivas.
- El papel orientador del docente en la solución del trabajo independiente, presenta dificultades, pues no se definen claramente los objetivos que se persiguen con cada trabajo, hasta dónde debe llegar el estudiante, el nivel de profundización y qué resultados debe obtener al concluir el mismo.
- Las formas, métodos y procedimientos de enseñanza que predominan, están encaminados a la transmisión de conocimientos, y no a la activación del proceso de aprendizaje.

- Generalmente no definen metas en cuanto al desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes.
- No se realiza un control correcto del trabajo independiente de los estudiantes y la justa estimulación a los resultados más sobresalientes.

El análisis de esta situación permite identificar la siguiente **contradicción**: la mayoría de los estudiantes que ingresan a la UCI poseen un alto nivel de dependencia cognoscitiva y la labor de los profesores no favorece su disminución; lo que no se corresponde con la necesidad de egresar Ingenieros en Ciencias Informáticas que, con un alto nivel de independencia, contribuyan a la informatización de la sociedad.

Es por ello que se plantea como **problema científico**: ¿Cómo contribuir desde el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la Matemática Discreta a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI?

El **objeto de estudio** de la presente investigación lo constituye: el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI, y el **campo de acción**: el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes desde el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.

Se plantea como **objetivo general** de la investigación: elaborar una estrategia didáctica desarrolladora que, desde el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la Matemática Discreta, contribuya a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI.

Para darle solución al problema científico y cumplimiento al objetivo se responderán las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los referentes teóricos y metodológicos que sustentan el PEA de la MD como vía para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes?
2. ¿Cuál es el estado actual del PEA de la MD en la UCI?

3. ¿Cuáles elementos debe contemplar la elaboración de una estrategia didáctica desarrolladora que contribuya a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI desde el PEA de la MD?
4. ¿Qué resultados tiene la aplicación de la estrategia didáctica desarrolladora en el PEA de la MD en el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI?

Para dar respuestas a estas preguntas, se desarrollan las siguientes **tareas de investigación**:

1. Sistematización de los referentes teóricos y metodológicos que sustentan el PEA de la MD, y en particular el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.
2. Caracterización del estado actual del PEA de la MD en la UCI y el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.
3. Diseño de una estrategia didáctica desarrolladora desde el PEA de la MD en la UCI que contribuya a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año.
4. Constatación de la utilidad de la propuesta didáctica desarrolladora elaborada a través de la consulta a expertos, la aplicación del test de satisfacción de ladov y los resultados obtenidos con su puesta en práctica.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes **métodos teóricos**:

Analítico-sintético: para analizar el objeto de investigación y hacer síntesis de aquellos elementos que permitan fundamentar la concepción y posterior aplicación de la estrategia que se propone. La utilización de este método, permitió llegar a conclusiones y diseñar la propuesta, con la identificación de los elementos esenciales a tener en cuenta en la estrategia para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

Histórico-lógico: para estudiar los antecedentes y tendencias del PEA de la MD y la independencia cognoscitiva y apreciar así la evolución lógica de los mismos

y de esta manera sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos de la propuesta.

Análisis documental: para estudiar los textos de metodología de la enseñanza de la matemática y los documentos normativos de la enseñanza superior.

Enfoque de sistema: para establecer los vínculos entre el problema diagnosticado, los fundamentos teórico – metodológicos del mismo y la estrategia didáctica propuesta. Además, permitió establecer las relaciones entre los componentes de la estrategia.

De los **métodos empíricos** fueron utilizados:

Entrevista: a profesores para constatar los principales problemas observados durante los turnos de clase por parte de los estudiantes para apropiarse de los contenidos por sí mismos.

Encuesta: a estudiantes, profesores y directivos para precisar las dificultades que presentan con la apropiación de los contenidos de la MD, así como las insuficiencias en el PEA de la MD en la UCI y para conocer la satisfacción de los estudiantes una vez aplicada la propuesta.

Observación pedagógica: dirigida a precisar las dificultades de los estudiantes para resolver de manera independiente ejercicios o problemas de una complejidad o concepción diferente a los analizados por el profesor en el marco de la clase de MD.

Consulta a expertos: para la obtención de criterios especializados acerca de la propuesta y de su validación.

Además fueron utilizados como **métodos estadísticos**:

Estadística descriptiva: para mostrar los resultados obtenidos con la aplicación de los instrumentos utilizados. Como población se seleccionó a los estudiantes de primer año de la UCI y como muestra se seleccionaron los estudiantes del grupo 3103. Esta muestra es no probabilística intencional; ha sido seleccionada por ser uno de los grupos a los cuales el investigador le imparte clases. Además,

se utiliza para mostrar los resultados arrojados por el método Delphi de la consulta a expertos.

Como **aporte teórico** de la presente investigación se considera, la conceptualización de los términos asociados, y como aporte **práctico**, el diseño de una estrategia didáctica desarrolladora encaminada al aumento de la independencia cognoscitiva de los estudiantes, en correspondencia con el perfil del profesional de la ICI dentro del PEA de la MD en la UCI, así como una colección de ejercicios y problemas encaminados al aumento de la independencia cognoscitiva de los estudiantes desde el PEA de la MD en la UCI.

La **actualidad** de la presente investigación se manifiesta en la necesidad de que los estudiantes de primer año de la UCI desarrollen la independencia cognoscitiva desde el PEA de la MD, en el contexto del PEA desarrollador, como se expresa en el modelo del profesional del Ingeniero en Ciencias Informáticas.

La **novedad científica** de la investigación lo constituye la estrategia didáctica desarrolladora para contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI desde el PEA de la MD.

El documento de tesis está conformado por introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

En el **Capítulo 1** se exponen los presupuestos teóricos relacionados con la independencia cognoscitiva, se incluyen definiciones y particularidades que permiten establecer nexos fundamentales entre estos, los cuales son imprescindibles para el diseño de la estrategia didáctica desarrolladora y se caracteriza el PEA de la MD en la UCI.

En el **Capítulo 2** se define la estrategia didáctica desarrolladora elaborada para contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes. Se describen detalladamente el conjunto de acciones que conforman la estrategia. Se define un conjunto de indicadores para evaluar la independencia cognoscitiva de los estudiantes atendiendo a 5 niveles. Se muestran los resultados obtenidos en la validación de la estrategia.

Los resultados parciales de esta investigación fueron presentados en los siguientes eventos:

- Congreso Internacional Pedagogía 2011. La Habana.
- Congreso Internacional Universidad 2012. La Habana.
- Evento científico UCIENCIA 2012. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana.
- Congreso Internacional de Matemática y Computación. COMPUMAT 2013. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana.
- Primera Conferencia Internacional UCIENCIA 2014. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana.

Se realizaron las siguientes publicaciones:

- “La guía de ejercicios: herramienta en el modelo de formación centrado en el aprendizaje”. Memorias del Congreso Internacional Pedagogía 2011”. La Habana.
- “Estrategia didáctica para el aprendizaje de la Matemática Discreta”. Memorias del Congreso Internacional Universidad 2012. La Habana.
- “Potenciación de la independencia cognoscitiva en el aprendizaje de la Matemática Discreta”. Memorias del Congreso Internacional de Matemática y Computación. La Habana 2013.
- “Estrategia didáctica para desarrollar la motivación hacia el estudio de la Matemática Discreta en los estudiantes de primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas”. Memorias de la Primera Conferencia Internacional UCIENCIA 2014. La Habana 2014.



CAPÍTULO I
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL
PROCESO DE ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA
DISCRETA Y DE LA
INDEPENDENCIA COGNOSCITIVA



CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA DISCRETA Y DE LA INDEPENDENCIA COGNOSCITIVA

El presente capítulo tiene como objetivo determinar el marco teórico referencial del objeto de la investigación y su campo de acción, a partir de aspectos relacionados con el PEA de la MD y su influencia en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas. Se abordan los componentes del PEA desarrollador y su contribución a la independencia cognoscitiva desde una concepción desarrolladora. Se describen los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado del PEA de la MD en la UCI.

1.1. La Matemática Discreta, en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas

La demanda de la sociedad presente y futura es la formación de profesionales preparados integralmente y con la capacidad suficiente para asimilar y promover los cambios que el desarrollo vertiginoso de la ciencia requiere. El pensamiento matemático y los métodos matemáticos son adoptados en el presente por el resto de las ciencias (Yanes Guzmán, 2001). En este sentido P. Castañeda plantea: “(...) un buen profesional debe conocer el estado actual de la ciencia en la cual se basa el desarrollo tecnológico alcanzado que le sirve en su profesión, para ello no puede ignorar conceptos básicos en los cuales se fundamenta lo nuevo, por lo que se considera cada vez más importante tener buena preparación matemática y uno de los entes que debe ayudar a ello es la Educación Superior” (Castañeda Porras, 1998).

El papel que desempeña la disciplina matemática en los primeros años de las carreras de ingeniería es determinante, no solo respecto al desarrollo de conocimientos y habilidades sino, en su función educativa. La Dra. C. Herminia Hernández, en su artículo “La huella de la Matemática en el pensamiento” expresa: “La enseñanza de la matemática debe contribuir a que el estudiante se desarrolle con una visión del mundo que le favorezca la formación de un pensamiento productivo, creador y científico” (Hernández Fernández, 1997).

La importancia de la formación matemática de los ingenieros es reconocida por algunas organizaciones internacionales (Mathematical Association of America, Consejo de Actividades Educativas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Association for Computing Machinery), las cuales plantean que, es muy importante ampliar la madurez matemática y la capacidad de trabajo con la abstracción (CUJAE, 2004).

“Los conceptos matemáticos, las propiedades y las demostraciones lógicas han tenido a lo largo de toda la historia un origen práctico, vinculado con la actividad desarrollada por el hombre en su relación con el medio” (González Dosil, 2006). Muchos de los logros que a nivel mundial se producen en el campo de la ingeniería están respaldados por teorías matemáticas de alto nivel.

Un elemento importantísimo en la actualidad es el desarrollo informático, en este sentido (Calderón Arioza, 1995) destaca que las tecnologías informáticas –cuyo progreso es en forma acelerada y exponencial– permiten en breve plazo lograr la aplicación de conceptos matemáticos a problemas de ingeniería, por lo cual se puede afirmar que en la actualidad la ingeniería está altamente matematizada.

El desarrollo vertiginoso de las ciencias informáticas influye en las matemáticas contemporáneas, pues las habilidades que necesitan los profesionales en la actualidad son diferentes a las de años anteriores. La autora (Hernández Fernández, 1989) señala que en el perfeccionamiento de la formación de los profesionales de nivel superior, es necesario tener en cuenta que, el papel de la Matemática ha variado en el contexto actual, como resultado de un acelerado desarrollo científico-técnico. Por su parte (Blanco Pérez, 2003) señala que en el contexto de la sociedad actual y para cubrir sus expectativas se requiere de elevar la calidad de la educación, proceso del cual no puede excluirse el uso de la informática. La aparición de la tecnología contemporánea ratifica cada vez más que, la matemática es una manera de pensar, de enfrentar y resolver problemas.

Una de las actividades distintivas del hombre es la resolución de problemas y la matemática como actividad típicamente humana es esencialmente una actividad de pensamiento y no, una rutina o mecanismo (Delgado Rubí, 1999).

Con el surgimiento de la ciencia de la computación, fue necesario trabajar con conjuntos numerables, la necesidad de computar se hacía imprescindible, por lo que la Teoría de Grafos, la Lógica y la Combinatoria entre otros temas condujeron al surgimiento de una nueva área de la matemática: las Matemáticas Discretas (MD).

Según (H. Rosen, 2004) un curso de MD se debe centrar en la corrección, la lógica y los algoritmos. En la informática y las telecomunicaciones se hace presente la MD: la información se manipula y almacena en las computadoras de forma discreta (palabras formadas por ceros y unos), se necesitan contar objetos (unidades de memorias, unidades de tiempo), se precisa estudiar relaciones entre conjuntos finitos (búsquedas en bases de datos), es necesario analizar procesos que incluyan un número finito de pasos (algoritmos).

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que la MD es de vital importancia para la formación de los Ingenieros en Ciencias Informáticas, por su capacidad de fomentar el desarrollo lógico necesario en esta rama. El autor considera que para llevar a cabo un PEA desarrollador, es necesario organizar el proceso de modo que sus componentes satisfagan las exigencias anteriores, y se integren los principios de una educación que desarrolla.

1.2. La independencia cognoscitiva desde el enfoque desarrollador de la Matemática

El desarrollo del pensamiento, se manifiesta de disímiles maneras en función de las características de cada persona, por lo que es muy importante tener en cuenta cuáles elementos pueden ser útiles para estimular las cualidades que amplíen dicho desarrollo del pensamiento. Fundamentalmente, dentro de estas cualidades cobra especial relevancia la independencia, a través de la cual se puede valorar la creación y el carácter crítico de cada individuo, como actividad psíquica cognoscitiva.

En la actualidad, uno de los mayores problemas de la didáctica, es el desarrollo de la independencia y en particular, de la independencia cognoscitiva en los educandos.

El destacado pedagogo (Pidkasisti, 1986) hace énfasis en la independencia cognoscitiva que se forma mediante la asimilación profunda e inteligente de los fundamentos de la ciencia, el dominio de hábitos de trabajo de los alumnos y la aplicación de los conocimientos obtenidos en la práctica. El desarrollo de la independencia cognoscitiva por parte del alumno no se consigue solamente con la asimilación de conocimientos, es necesario además el desarrollo de capacidades, habilidades y hábitos.

Desde la década de 1980, la psicología del aprendizaje insiste en la necesidad de ayudar al estudiante a desarrollar sus capacidades de aprender por sí mismo. De ahí se deriva, que más que transmitir conocimientos, el profesor debe centrarse en enseñar a los estudiantes los procedimientos para modelar la actividad cognoscitiva, la cual es el medio idóneo para desarrollar su independencia cognoscitiva. Todo esto, según (Rouco Albellán, Lara Díaz, & Suárez Suárez, 2014), puede lograrse a partir de la creación de situaciones de aprendizaje que le permitan al estudiante apropiarse de las herramientas necesarias para operar con la realidad a través de trabajos orientados para su realización de forma independiente. El pensamiento debe adquirir la independencia de forma gradual, a través del aumento progresivo de la complejidad de las tareas cognoscitivas asignadas. En el desarrollo del pensamiento, la independencia cognoscitiva juega un papel fundamental y se manifiesta de manera particular en la realización del trabajo independiente.

Algunos autores internacionales que han realizado estudios sobre la independencia cognoscitiva, que abordan también la teoría de la actividad, la actividad cognoscitiva y el trabajo independiente, son: (Rubinstein, 1966); (Shardakov, 1978); (Danilov, 1978); (Leóntiev, 1979); (Majmutov, 1983); (Klingberg, 1985); (Pidkasisti, 1986); (Vigotsky, 1987); (Galperin, 1988); (Talízina, 1988) y (Talízina, 1992).

El papel del trabajo independiente ha sido defendido en estudios de autores nacionales como la forma fundamental para el descubrimiento de nuevos conocimientos y la maduración de estos; algunos de ellos son (Álvarez de Zayas, Díaz Pendás, & Chávez Rodríguez, 1979); (De la Tejera Dubrocq, 1980);

(Bencosme Arias, 1982); (Sánchez Orbea, 1987); (Florian Silveira, Lamothe, & Yero Ochoa, 1987); (Álvarez de Zayas C. M., 1999); (Zilberstein Toruncha & Silvestre Oramas, 1999); (Soca Gener, 2002); (Imbert Stable, 2004); (García Batista & Addine Fernández, 2005) y (Alcántara Rabí & Rivalta Valladares, 2014).

A pesar de ello, existen deficiencias en el uso del trabajo independiente como herramienta para el desarrollo de la independencia cognoscitiva, lo cual hace que continúen las investigaciones sobre el tema. Algunos de los trabajos que se pueden citar en el ámbito nacional al respecto son:

- “El sistema de tareas para el trabajo independiente creativo de los alumnos en la enseñanza de la matemática en el nivel medio superior”. (Arteaga Valdés, 2001)
- “Una alternativa dirigida a lograr la independencia cognoscitiva en la socialización de los contenidos a través del trabajo grupal”. (Pomares Castañón & Ceballo González, 2006)
- “La independencia cognoscitiva en los actuales procesos universitarios”. (Torres Moreno & Pérez Torres, 2010)
- “La tarea docente en función del desarrollo de la independencia cognoscitiva”. (Crespo Garriga, Gómez Fernández, & López Rodríguez, 2011)
- “El impacto social de la independencia cognoscitiva en el modo de actuación del adolescente cubano”. (Carballo Nápoles & Pérez Suárez, 2011)

En la Universidad de las Ciencias Informáticas, se han llevado a cabo algunas investigaciones relacionadas con este tema, entre las que se pueden mencionar:

- “Estrategia metodológica para la gestión del trabajo independiente con apoyo en las TIC en la asignatura Física”. (Garzón Giro, Verdecia Martínez, & Hernández Calzada, 2012)

- “Herramienta de apoyo a la enseñanza de la Combinatoria y Teoría de Números en la asignatura de Matemática Discreta”. (García Ricardo, Osorio Peña, & Díaz Valdivia, 2013)
- “Una estrategia metodológica para contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva a través del trabajo independiente”. (Alcántara Rabí & Rivalta Valladares, 2014)

En estos trabajos, se enfatiza en la importancia del trabajo independiente para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes. El desarrollo de esta cualidad, es esencial para el hombre actual y sobre todo para los futuros profesionales de las ciencias informáticas. En estos trabajos puede observarse como punto convergente la importancia que se le atribuye al trabajo independiente en las ciencias básicas y la disciplina matemática.

El pensamiento de los estudiantes debe adquirir la independencia de forma gradual, a lo cual debe contribuir el aumento de la complejidad de las tareas cognoscitivas que se asignen. Es innegable que el concepto de actividad, creatividad e independencia, guardan estrecha relación en este proceso. A medida que aumente la independencia cognoscitiva se requerirá que se varíe la correlación entre las actividades del profesor y los estudiantes, unido al aumento de la complejidad de las tareas docentes. La independencia cognoscitiva, presenta diferentes niveles: reproductivo, aplicativo, productivo y creativo; manifestándose estos de forma especial en la realización del trabajo independiente (Riquelme Garabito & López Jiménez, 2010).

Según (Klingberg, 1985) “(...) el máximo nivel de independencia presupone determinados conocimientos y habilidades; la comprensión del objeto de la actividad; el dominio del método de solución y la capacidad para transformar el método de trabajo en correspondencia con el objeto de la tarea y su carácter”. El autor de la investigación propone que dadas las características observadas en los estudiantes de primer año de la UCI, no se debe trabajar en función de alcanzar en ellos el máximo nivel de independencia. Al ser el año inicial se debe trabajar en función de contribuir a su independencia, lo cual continuará gradualmente a lo largo de la carrera.

Plantea (Danilov, 1978) que: “ (...) la independencia cognoscitiva y el desarrollo intelectual se manifiestan desde distintos ángulos: en la capacidad de ver y representarse la tarea cognoscitiva de carácter teórico o práctico: en la determinación del plan de los métodos de su solución, utilizando los procedimientos más seguros y efectivos posibles; en el proceso mental activo y en la búsqueda creadora de soluciones adecuadas; en la independencia de las actividades dirigidas a dar cumplimiento a la tarea trazada; en la comprensión de la comprobación indispensable de las soluciones adoptadas, y en la habilidad para hallar métodos objetivamente apropiados para ejecutar la actividad”. Por su parte, (De la Tejera Dubrocq, 1980) plantea acerca de la independencia cognoscitiva que: “(...) consiste en la capacidad del hombre de formular y resolver los problemas cognoscitivos, con sus propias fuerzas”.

Estos autores aportan importantes atributos para la independencia cognoscitiva que son útiles para la presente investigación. Pueden resaltarse la búsqueda creadora de soluciones adecuadas y el uso de métodos apropiados para la solución. Sin embargo, no es esencia de dichas definiciones el enfoque de la independencia hacia la transformación adecuada del entorno, cualidad necesaria en un profesional de la ICI.

Por su parte, (Majmutov, 1983) plantea que por independencia cognoscitiva: “ (...) se entiende la existencia de una capacidad intelectual en el alumno y el desarrollo de habilidades para dividir los rasgos esenciales y los secundarios de los objetos, fenómenos y procesos de la realidad y mediante la abstracción y la generalización, revelar la esencia de los conceptos nuevos”. El propio autor define rasgos distintivos de la independencia cognoscitiva, los cuales son:

- a. “La habilidad del alumno de alcanzar de forma independiente, nuevos conocimientos de diferentes fuentes y la de adquirir nuevas habilidades y hábitos, tanto mediante la memorización, como a través de la investigación independiente y de los descubrimientos.
- b. La habilidad de emplear los conocimientos, habilidad y hábitos adquiridos para la autosuperación ulterior.

- c. La habilidad de emplearlos en su actividad práctica para resolver cualquier tipo de problema planteado por la vida. Estas cualidades del alumno están condicionadas por la existencia en él de un elevado nivel de necesidad cognoscitiva y de interés por los conocimientos, por la presencia de motivos para el aprendizaje”. (Majmutov, 1983)

El autor de esta investigación considera que el criterio de Majmutov resulta muy interesante al considerar el desarrollo de habilidades y hábitos en el estudiante como rasgo distintivo de la independencia cognoscitiva; tiene en cuenta el auto perfeccionamiento constante a partir de la concepción desarrolladora del PEA. Sin embargo, no valora un punto importante relacionado con la comprobación de las soluciones adoptadas.

(Pidkasisti, 1986) resalta que la independencia cognoscitiva se forma mediante la asimilación inteligente de los fundamentos de la ciencia, el dominio de hábitos de trabajo y la aplicación de los conocimientos adquiridos.

El reconocido Dr. Carlos Álvarez de Zayas en (Álvarez de Zayas C. M., 1999) por su parte, plantea que: “ (...) la independencia cognoscitiva se manifiesta en la capacidad de ver y representarse el problema, la tarea cognoscitiva de carácter teórica o práctica; (...) en la búsqueda creadora de soluciones adecuadas; y en la comprobación de las soluciones adoptadas”.

Los criterios de Pidkasisti y Zayas también resultan interesantes por los elementos que aportan relacionados con la asimilación de los fundamentos de la ciencia y la comprobación de las soluciones. Sin embargo, no tiene en cuenta, al igual que las anteriores, la utilización de indicadores para medir de forma concreta los niveles de independencia cognoscitiva.

Un punto de vista interesante es el planteado por el profesor (Arteaga Valdés, 2001) cuando dice que: “(...) la independencia cognoscitiva del estudiante se puede manifestar en diferentes niveles, tanto cuando se realiza una actividad de carácter reproductivo, como cuando se realiza una actividad de carácter productivo” y agrega que “esto permite hablar de independencia cognoscitiva reproductora e independencia cognoscitiva creadora”.

De acuerdo al análisis realizado de las definiciones anteriores, el autor de la presente investigación, define Independencia Cognoscitiva en el marco de un PEA desarrollador como: “Capacidad presente en el individuo para desarrollar habilidades intelectuales que le posibiliten, sin la ayuda de otros, actuar acertadamente, transformar y crear en diferentes contextos; a partir de la asimilación y uso de los fundamentos de la ciencia, el uso pertinente de los materiales disponibles y la comprobación adecuada de las soluciones adoptadas. Se manifiesta en diferentes niveles y se evalúa mediante indicadores que proporcionen información relevante sobre las habilidades, hábitos y capacidades del individuo”.

La independencia cognoscitiva debe formar parte fundamental de los objetivos de la educación, pues es una de las cualidades más notables de la personalidad y cobra especial relevancia en los ingenieros. Permite a los graduados tomar decisiones precisas que solucionen los problemas profesionales que se les presenten. La independencia cognoscitiva es un indicador del desarrollo intelectual que muestra de forma precisa las capacidades del individuo para analizar, comparar, generalizar y sistematizar la actividad cognoscitiva. Esta cualidad forma parte de todo ser humano, pero que se desarrolla mediante la actividad cognoscitiva. Es labor del profesor lograr que los estudiantes desarrollen su independencia cognoscitiva, en función de las especificidades de cada cual.

Durante el PEA, el profesor debe guiar al estudiante para que sea capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones nuevas y más complejas, aunque para ello requiera de buscar nuevos conocimientos o construirlos a partir de los ya incorporados. Cada paso dado en el proceso, debe ser correctamente monitoreado, para evaluar cómo mejora la actividad intelectual del educando.

A medida que el estudiante es capaz de desarrollar un mayor grado de generalización, podrá aplicar de una mejor manera los conocimientos adquiridos en la práctica y buscar nuevas y mejores soluciones. De forma general, si el profesor es capaz de orientar al estudiante para que se enfrente a problemas que no puedan ser resueltos a partir de la aplicación mecánica de pasos o

soluciones de ejercicios anteriores, contribuirá de manera significativa al desarrollo de la independencia cognoscitiva del educando. Si el estudiante se ve obligado a razonar y buscar nuevas formas de solución con la utilización y aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos previamente sin ayuda del profesor u otros estudiantes, logrará vencer las dificultades y llegar a la solución del problema planteado. Una vez logrado esto, puede decirse que el estudiante ha alcanzado cierto grado de independencia cognoscitiva.

El uso de conceptos abstractos y de la lógica matemática hace que la MD sea una asignatura muy particular para contribuir a la independencia cognoscitiva; lo cual viene dado porque los objetivos centrales de la MD están dirigidos a la modelación y la simulación de estructuras y procesos que intervienen en la solución computacional de problemas. Por tanto, es muy importante que durante su PEA se guíe al estudiante para que sea capaz de razonar de forma lógica y de buscar soluciones a los problemas que no estén precedidos por soluciones iguales. De ahí la importancia de la MD en el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

Se debe prestar atención a una adecuada estructuración y preparación de la clase, pues esta constituye el elemento fundamental de la actividad cognoscitiva en función del logro de la independencia. La destreza del profesor para dirigir la clase y dotar al estudiante de los métodos necesarios es fundamental para el logro de la independencia. A medida que avanza el PEA y se desarrollan las diferentes actividades docentes, se contribuirá al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

Es así, que puede decirse que la independencia cognoscitiva está presente en la concepción desarrolladora de la enseñanza, ya que uno de los componentes que identifican al aprendizaje desarrollador es el tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la autorregulación.

Se entiende por proceso de enseñanza desarrollador: “El proceso sistémico de transmisión de la cultura en la institución escolar en función del encargo social, que se organiza a partir de los niveles de desarrollo actual y potencial de los y las estudiantes, y conduce el tránsito continuo hacia niveles superiores de

desarrollo, con la finalidad de formar una personalidad integral y autodeterminada, capaz de transformarse y de transformar su realidad en un contexto histórico concreto”. (Castellanos Simons, 2001).

La enseñanza desarrolladora debe centrarse en la actividad práctica, cognoscitiva y valorativa de los estudiantes; se debe tener en cuenta el nivel de desarrollo alcanzado por ellos y sus potencialidades. El profesor como co-protagonista del proceso, es el responsable de la enseñanza, participa desde sus saberes en el enriquecimiento de los conocimientos, sentimientos, actitudes y valores de sus educandos.

El PEA desarrollador, es visto por (Zilberstein Toruncha, 2000) como “(...) la vía mediatizadora esencial para la apropiación de conocimientos, habilidades, normas de relación emocional, de comportamiento y valores”. En este sentido, resultan útiles para la presente investigación los elementos aportados por dicho autor pues señala que el PEA desarrollador debe centrar su atención en la dirección científica por parte del profesor de la actividad práctica, cognoscitiva y valorativa de los educandos. Sin embargo, es necesario para la investigación tener en cuenta también la autonomía y el auto-perfeccionamiento constante del estudiante.

En la presente investigación se asume como PEA desarrollador la definición aportada por (Castellanos Simons, 2001) la cual plantea que “(...) es aquel que garantiza en el individuo la apropiación activa y creadora de la cultura, propiciando el desarrollo de su auto-perfeccionamiento constante, de su autonomía y autodeterminación, en íntima conexión con los necesarios procesos de socialización, compromiso y responsabilidad social”.

Los tres elementos fundamentales que toman parte en este proceso son: el alumno, que lleva a cabo su propio aprendizaje; el profesor que trabaja con el fin de favorecer el aprendizaje del alumno; y el contenido del aprendizaje. De aquí se deduce que la unidad básica del análisis del PEA desarrollador será el trabajo conjunto y de forma articulada que sean capaces de llevar a cabo el alumno y el profesor en torno a las tareas.

La base del carácter interactivo del PEA desarrollador, se encuentra en los estudios realizados al respecto por L. S. Vigotsky sobre la doble formación de los procesos psíquicos superiores, donde expone que en el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces, primero a nivel social y luego a nivel individual, primero en un plano interpsicológico y después intrapsicológico.

Para Vigotsky el desarrollo es un proceso social que se inicia desde el nacimiento y es asistido por adultos u otros agentes más capaces. En tal sentido el desarrollo es preservado y asistido por la colaboración de terceros y se realiza en torno a la zona de desarrollo próximo (ZDP) que es “la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz” (Vigotsky, 1987).

La posición de (Vigotsky, 1987) es compartida por el autor de este trabajo al considerar que la enseñanza es un proceso que impulsa el crecimiento personal del sujeto, que lo conduce y le crea nuevas posibilidades de desarrollo posterior, que tiene en cuenta el desarrollo actual para ampliar continuamente los límites de sus zonas próximas o potenciales a partir de determinado aprendizaje. La enseñanza desarrolladora, en la que se propicia la formación de hábitos, habilidades y capacidades vinculadas al desarrollo de la personalidad de los estudiantes, es fundamental en la calidad del PEA. La ZDP debe considerarse como una zona de construcción y autoconstrucción.

En este sentido, (Castellanos Simons, 2001) refiere tres dimensiones del PEA desarrollador, las cuales son asumidas por el autor de la investigación:

1. La activación – regulación, se manifiesta mediante la actividad intelectual productivo – creadora, la reflexión metacognitiva, la regulación metacognitiva y la disposición al aprendizaje activo.
2. La significatividad, que se hace evidente mediante el establecimiento de relaciones significativas en el aprendizaje y la implicación en la formación de sentimientos, actitudes y valores.

3. La motivación para aprender, que se distingue por motivaciones predominantemente intrínsecas hacia el aprendizaje y un sistema de autovaloraciones y expectativas positivas con respecto al aprendizaje escolar.

Para lograr que el estudiante aprenda desde la perspectiva del aprendizaje desarrollador, el profesor debe tener en cuenta estas dimensiones descritas anteriormente. Ellas forman un sistema cíclico, por lo que el aprendizaje se puede iniciar desde cualquiera y a partir de ahí dirigirse a las demás. El profesor debe determinar las acciones que implementará durante el PEA para lograr los objetivos de dicho proceso, que incluye el desarrollo de habilidades como el análisis, las demostraciones, las argumentaciones e interpretaciones de las respuestas, entre otras.

En la presente investigación se utilizan como guía y se asumen los elementos aportados por (Castellanos Simons, 2001) y (Llivina Lavigne, 2014) sobre los criterios básicos que debe seguir el aprendizaje desarrollador. Este último plantea que para ser desarrollador, el aprendizaje de la Matemática debe:

- “Promover el desarrollo integral de la personalidad del educando, es decir, activar la apropiación de conocimientos, habilidades y competencias intelectuales propios de la Matemática en estrecha interacción con la formación de sentimientos, cualidades, valores, convicciones e ideales. En resumen, garantizar la unidad de lo cognitivo y lo afectivo – valorativo en el desarrollo y crecimiento personal de los/las aprendices.
- Garantizar el tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la autorregulación, así como el desarrollo en el sujeto de la capacidad de conocer, controlar y transformar creadoramente su propia persona y su medio, desde el propio aprendizaje de los contenidos matemáticos, lo cual necesariamente implica el enfoque humanista en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollar la capacidad para realizar aprendizajes a lo largo de la vida, a partir del dominio de las habilidades y estrategias para aprender a aprender, y de la necesidad de auto – educación constante, haciendo un

adecuado uso de las bondades de las tecnologías de la informática y las comunicaciones y de otras herramientas que proporciona el acelerado desarrollo de la ciencia y de la tecnología”. (Llivina Lavigne, 2014)

Los elementos analizados anteriormente permitieron al autor de la presente investigación considerar que para el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI, desde el PEA de la MD, se debe concebir a los componentes didácticos del PEA bajo los conceptos del PEA desarrollador y las dimensiones del aprendizaje desarrollador. Para ello el alumno debe, durante la resolución de ejercicios y problemas:

- Entender el enunciado que describe la problemática.
- Identificar los principales elementos aportados y solicitados, así como aquellos que se relacionen con los mismos.
- Interrelacionar los conocimientos que ya tiene con los nuevos conocimientos, no solo en la MD, sino en otras asignaturas de la carrera.
- Modelar la solución correcta.
- Generalizar los resultados obtenidos en un ejercicio o problema específico.
- Utilizar la bibliografía adecuada y objetos de aprendizaje.
- Aplicar y sistematizar los conocimientos aprendidos.

Por su parte, los profesores deben en sus clases:

- Crear un ambiente de reflexión, debate y motivación por la búsqueda constante de nuevos conocimientos.
- Orientar actividades donde los alumnos deban recurrir a la utilización de varias bibliografías y objetos de aprendizaje.
- Relacionar los nuevos contenidos con otros que ya poseen.
- Construir los nuevos conocimientos de conjunto con los estudiantes, donde ellos sean parte activa de la búsqueda de esos conocimientos.

- Aportar para cada ejercicio o problema, solo los datos necesarios, sin anticipar conocimientos que ellos mismos deben buscar de forma independiente.
- Aportar tiempo para que los alumnos puedan razonar sus estrategias de solución y formular preguntas que los lleven a la solución correcta.
- Respetar los criterios o vías de solución alternativas aportadas por los estudiantes.

En esta concepción del aprendizaje el estudiante es el centro del PEA, como un ente social, activo, consciente, orientado hacia un objetivo, es protagonista y producto de múltiples relaciones sociales con los profesores y otros estudiantes con los que se relaciona en su vida social.

1.3. El proceso de enseñanza aprendizaje de la MD en la UCI

Los estudiantes de ICI en la UCI, en el primer año de la carrera reciben cinco asignaturas de la Disciplina Matemática. Durante el primer semestre, reciben Matemática I, Álgebra Lineal y Matemática Discreta I; en el segundo semestre reciben Matemática II y Matemática Discreta II.

En el diseño de la disciplina Matemática en la UCI, “se considera la pertinencia de la Matemática para el Ingeniero en Ciencias Informáticas dado que:

- Amplía la madurez y la capacidad de trabajo con la abstracción.” (MES, 2014).

Dentro de los objetivos generales de la disciplina, definidos en el Plan de Estudios D para el Ingeniero en Ciencias Informáticas, se encuentran:

- “Proceder reflexivamente y evaluar los resultados de su trabajo, así como utilizar la literatura científica para buscar nueva información.
- Desarrollar las capacidades cognoscitivas mediante la asimilación de las diferentes teorías matemáticas estudiadas en la disciplina, así como de los principales métodos de solución intrínsecos a ella.

- Desarrollar la capacidad de razonamiento y de las formas del pensamiento lógico mediante la asimilación de elementos de la lógica matemática, la comprensión de la demostración de propiedades y teoremas, el trabajo con los conceptos matemáticos, la identificación e interpretación de los mismos, la argumentación lógica de propiedades de los objetos matemáticos y la demostración de resultados teóricos sencillos.” (MES, 2014).

Por su parte, dentro del sistema de habilidades de la disciplina, están las siguientes, vinculadas directamente a la MD:

- “Relacionar los principales conceptos y procedimientos de las Matemáticas Discretas, con otras asignaturas de la disciplina y de la especialidad, para resolver problemas prácticos asociados al modo de actuación del Ingeniero en Ciencias Informáticas.
- Utilizar creativamente la Lógica Matemática para expresar, interpretar y demostrar diversas situaciones relacionadas con las actividades y aplicaciones a desarrollar por el Ingeniero en Informática.” (MES, 2014).

De igual forma, dentro de las indicaciones metodológicas y de organización de la disciplina, se define en el Plan de Estudios, de forma explícita que: “El diseño de las asignaturas deberá hacerse tomando en cuenta la necesidad de aumentar progresivamente el papel del estudio individual y de la apropiación activa del conocimiento. Debe disminuirse el peso relativo de las conferencias y promoverse el uso de la bibliografía aumentando el peso de los seminarios, introduciendo el enfoque problemático, el uso de métodos heurísticos y técnicas de resolución de problemas.

No debe perderse de vista el papel de la disciplina en el desarrollo del pensamiento lógico y de la capacidad de razonamiento de los estudiantes para lograr lo cual es fundamental el trabajo con los conceptos, los símbolos y las demostraciones de propiedades de los objetos matemáticos.” (MES, 2014).

Las Matemáticas Discretas I y II tienen entre sus objetivos:

“Desarrollar mediante las teorías y estructuras de la Matemática Discreta:

- La capacidad de asimilar y comprender los conocimientos de modo independiente y utilizarlos creativamente para la producción de nuevos conocimientos.
- La capacidad de análisis mediante el uso de la abstracción o idealización de condiciones para investigar estructuras y procesos y la capacidad para representar y razonar sobre sus propiedades y relaciones.” (MES, 2014).

Las asignaturas de MD en la UCI comprenden los siguientes temas:

Matemática Discreta I	Matemática Discreta II
Tema I: Teoría de conjuntos y relaciones binarias (12 horas)	Tema I: Combinatoria (22 horas)
Tema II: Lógica matemática (40 horas)	Tema II: Relaciones de recurrencia (16 horas)
Tema III: Teoría de la computabilidad (12 horas)	Tema III: Teoría de grafos (26 horas)

Tabla 1. Temas de la MD en la UCI

Estos temas forman parte de los estándares de los planes de estudio de la Ingeniería Informática en el mundo. En cuanto a los métodos empleados por los profesores de MD en sus clases se destaca el expositivo, la exposición problémica, la elaboración conjunta, el reproductivo y el de búsqueda parcial. Estos son empleados indistintamente en las diferentes actividades del curso.

En la UCI se cuenta con un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) que contiene los recursos siguientes:

- Documentos e informaciones de la asignatura.
- Textos básicos y complementarios.
- Objetivos para evaluaciones parciales y finales.
- Temarios aplicados.
- Glosario de términos y diccionario bilingüe inglés – español.
- Foro para aclaración de dudas y socialización de conocimientos.

Sin embargo, en la actualidad no se explotan todas las potencialidades de este entorno virtual. Dentro de los medios usados en el curso de MD se tienen el libro de texto y la pizarra. Poco a poco se han deteriorado las condiciones de las computadoras y televisores que se encontraban en todas las aulas y servían también como apoyo al proceso docente, pero que en estos momentos no es posible su uso en la mayoría de los casos.

Las formas de organización en el curso de MD son conferencias, seminarios y clases prácticas; estas actividades están en el plan calendario de la asignatura (MES, 2014) y son orientadas con antelación, lo que facilita la autopreparación de los estudiantes.

En la actualidad, en la Educación Superior y en la UCI como parte de esta, la tendencia en la disciplina matemática es a disminuir la cantidad de horas dedicadas a las conferencias y aumentar la cantidad de horas dedicadas a las actividades prácticas y seminarios.

El sistema de evaluación de la MD se ajusta al vigente para la disciplina matemática en la UCI y en el MES. Las principales evaluaciones que se realizan son: en el primer semestre dos exámenes parciales, un seminario y un examen final. En el segundo semestre, dos exámenes parciales, un seminario y una tarea integradora. Además, se suman otras evaluaciones frecuentes, según lo definido por cada profesor. En el proceso de evaluación, antiguamente se incorporaban elementos de otras asignaturas como la programación, pero en la actualidad no se ejecuta dicha experiencia.

El claustro de profesores que imparte MD es heterogéneo por su formación y experiencia profesional; está integrado en su mayoría por jóvenes, lo que implica que se debe perfeccionar continuamente el trabajo metodológico diferenciado para lograr una mejor orientación que contribuya al perfeccionamiento del PEA de la asignatura.

El PEA de la MD en la UCI “(...) está formado por cuatro dimensiones: la preparación del docente, el desempeño del docente, el área cognitiva y afectiva del estudiante y la dimensión tecnológica” (MES, 2014). Estas dimensiones se

ven reflejadas en el dominio de la didáctica de la MD por parte de los docentes, así como con la concepción de los componentes didácticos del PEA de la MD bajo los conceptos del PEA desarrollador.

A partir de las dimensiones el autor de la presente investigación elaboró y aplicó los instrumentos que aportan la información necesaria para caracterizar el estado actual del PEA de la MD en la UCI y de la independencia cognoscitiva. Los instrumentos utilizados se encuentran en los anexos del 1 al 3.

1.3.1. Análisis de los resultados de la encuesta a los profesores de MD en la UCI

Con el objetivo de valorar el uso de un aprendizaje desarrollador en el PEA de la MD en la UCI se aplicó la encuesta del Anexo 1. La encuesta fue aplicada a los 12 profesores que impartieron las asignaturas de MD en el curso 2012-2013. Al analizar los datos recolectados pudo observarse que el 83.33% es graduado de una carrera afín con la informática; el 50% poseen la categoría docente de asistente y todos tienen al menos 5 años de experiencia como docente.

El análisis de las respuestas aportadas a la pregunta 1, relacionada con la preparación para impartir la MD, permitió conocer que el 91.67% consideran estar preparados. En la pregunta 2, relacionada con la forma en que ha adquirido la preparación que posee para impartir sus clases, el 58.33% manifestó haberla adquirido con los contenidos recibidos durante el pregrado; el 83.33% manifestó haberlo adquirido como resultado de su auto-superación y el 75% refirió que lo ha adquirido como resultado del trabajo metodológico. El 58.33% de los encuestados refirió que ha estudiado la didáctica de la MD como parte de su preparación en la asignatura.

En la pregunta relacionada con los aspectos de la didáctica de la Matemática que consideran que deben utilizar en sus clases, hubo una convergencia hacia las siguientes respuestas: el carácter activo del estudiante en el PEA; la resolución de problemas matemáticos que los ayuden a razonar; el logro de la motivación de los estudiantes por la MD.

Al procesar las respuestas aportadas en la pregunta 5, el 41.67% de los profesores refirió que en sus clases busca transmitir formas de pensar; el 25% refirió que busca transmitir formas de actuación; el 58.33% manifestó que busca desarrollar el pensamiento lógico y el 75% indicó que busca resolver la mayor cantidad de ejercicios o problemas. En la sexta pregunta, el 58.33% indicó que cuando introduce nuevos conocimientos, lo hace a través de la vinculación y/o comparación con otros conocimientos ya sistematizados.

En la pregunta abierta relacionada con las acciones realizadas por el profesor ante errores cometidos por los alumnos al exponer sus soluciones en pizarra, las respuestas más coincidentes fueron en las que el 75% manifestó que los corrigen ellos mismos; el 41.67% indicó que le otorgan la palabra a otros alumnos del grupo para que aporten sus ideas e indiquen los elementos incorrectos del compañero y el 50% manifestó que ayuda al estudiante, a través de preguntas y respuestas, a reflexionar sobre los errores para que los encuentre y los subsane.

En la pregunta 8, relacionada con los ejercicios y problemas seleccionados para trabajar en clase, se puede resaltar que el 66.67% de los profesores declaró que las principales características de los mismos es que no tengan mucha complejidad, para poder solucionar la mayor cantidad posible; el 58.33% dijo que deben parecerse a otros ya trabajados para lograr que los alumnos no se desmotiven al no comprender lo que se les orienta y deben hacer; solo el 33.33% indicó que sus ejercicios y problemas poseen de un buen nivel de razonamiento y asociación con otros contenidos a la hora de resolverlos para promover el conocimiento.

En lo relacionado con la forma en que realizan la evaluación del aprendizaje de sus estudiantes, los criterios más generalizados fueron en los que el 83.33% indicó que lo hace a través de preguntas escritas en los turnos de clase y el 75% exhibió que lo hace en las pruebas parciales.

En las preguntas de la 10 a la 14 del cuestionario, se puede señalar en las respuestas, que el 75% planteó que no evalúa en el aula todas las actividades que propone. El 58.33% plantea que no propone ejercicios o problemas vinculados a otras asignaturas cuya solución utilice contenidos de MD. El 75%

plantea que no orienta problemas en todas sus clases. El 58.33% manifiesta que no siempre en sus clases propicia que los estudiantes elaboren por sí solos los procedimientos generales para resolver diferentes problemáticas. El 83.33% de los profesores manifiesta que son ellos quienes evalúan a los estudiantes una vez terminada la clase.

En las preguntas abiertas de la 15 a la 18, los criterios más convergentes fueron los siguientes: el 66.67% de los encuestados manifestó que al realizar las conclusiones de su clase recuerda y resume los aspectos vistos en clase y el 83.33% indicó que analiza los tipos de ejercicios vistos en clase y el cumplimiento del objetivo. Al preguntar sobre la diferencia entre estudio independiente y trabajo independiente, el 41.67% manifestó que no existe diferencia y el 58.33% indicó que uno es consecuencia del otro. Ante la interrogante de cuáles consideraban que eran las funciones del trabajo independiente, el 58.33% exhibió que era una forma más de evaluar; el 50% indicó que es una forma de preparar al estudiante con vistas a los exámenes; solo el 33.33% manifestó que se realiza para incentivar en el estudiante la capacidad de solucionar problemas de forma independiente. En la pregunta relacionada con los tipos de ejercicios o problemas que se proponen para la tarea, el 66.67% manifestó que son similares a los trabajados en clase; el 50% indicó que son de los que aparecen en el libro de texto, los de menor complejidad y el 41.67% planteó que usan algunos de exámenes de años anteriores.

En las preguntas de la 19 a la 21, el 75% de los encuestados manifestó que no define objetivos para cada ejercicio o problema que propone; el 58.33% indicó que no estimula a aquellos estudiantes que obtienen resultados relevantes, más allá de una nota y el 75% manifestó que sí propone tareas de forma individual y tiene en cuenta las dificultades de cada estudiante. Al preguntarles sobre qué hacen con los estudiantes que no realizan su tarea, el 58.33% dijo que le otorga una evaluación de dos puntos en dicha evaluación; el 58.33% indicó que reflexiona con ellos sobre la importancia de la tarea, para que no vuelvan a dejar de hacerla y el 66.67% dijo que le volvía a indicar la realización de la tarea.

En la pregunta 23, el 91.67% considera que la motivación de los estudiantes es importante para el logro de los objetivos instructivos de la clase. Por su parte, el 66.67% considera que logra la motivación desde la actividad docente que realiza. En la pregunta 25, relacionada con cómo considera que se pueden desarrollar las habilidades de pensamiento lógico desde la MD, el 41.67% reveló que a través de la orientación de ejercicios difíciles y el 58.33% a través de la planificación correcta de lo que debe hacer cada cual en cada momento, en función de sus habilidades actuales.

1.3.2. Análisis de los resultados de la encuesta a los estudiantes de primer año de la UCI

Con el objetivo de valorar el nivel de desarrollo alcanzado en la aplicación de un aprendizaje desarrollador en la MD en la UCI, se realizó una encuesta a 37 estudiantes de primer año de la UCI del curso 2012-2013, seleccionados al azar, donde hubiera representatividad de todas las facultades. La encuesta aplicada puede consultarse en el Anexo 2.

El análisis de los datos recolectados permitió observar que el 51.35% considera que la MD favorece su formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas y el 56.76% no se siente motivado por el estudio de la MD a través de las actividades que realiza en las clases de dicha asignatura.

Cuando se les preguntó sobre los aspectos que consideraba debía mejorar su profesor en la impartición de la MD, las respuestas más frecuentes pueden agruparse en el 45.95% reseña que el dinamismo a la hora de dar las clases; el 75.66% indicó que debía mostrar más la aplicación práctica de cada contenido y el 48.65% manifestó que se debe vincular más la MD con otras asignaturas y con el perfil del ingeniero.

Con respecto a las respuestas aportadas en la pregunta 4, sobre la frecuencia con que su profesor de MD le asigna trabajos independientes, el 78.38% manifestó que en todos los turnos de clase; el 16.22% indicó que semanalmente; el 5.4% manifestó que se los orientan de forma ocasional y ningún estudiante refirió que se le orientara rara vez. Cuando se les preguntó si consideraban que

las tareas que le asigna su profesor de MD están acordes con sus conocimientos alcanzados en la asignatura, el 64.86% indicó que sí. Por su parte, 86.47% manifestó que no necesita recurrir a diferentes bibliografías para solucionar las tareas asignadas.

En la pregunta abierta donde se les preguntaba qué es lo que lo motiva para realizar las tareas asignadas por su profesor de MD, las respuestas más frecuentes fueron en las que el 78.38% argumentó que obtener una buena nota para el acumulado; el 37.84% indicó que para no pasar vergüenza delante de los compañeros de aula al ser requerido por no hacerla y solo el 29.73% manifestó que para aprender más sobre la asignatura.

Cuando se les preguntó sobre cómo el estudio de la MD facilita el desarrollo de su intelecto y pensamiento lógico, las respuestas que más se repitieron, fue donde el 40.54% manifestó que no sabía; el 24.32% refirió que porque ayuda a buscar vías de solución a ejercicios que no se conocían y el 13.51% indicó que porque aporta elementos necesarios para un buen razonamiento.

1.3.3. Análisis de los resultados de la encuesta a los directivos docentes de la UCI

Con el objetivo de caracterizar el PEA de la MD en la UCI, desde la perspectiva de la dirección docente, se entrevistaron a:

- 3 funcionarios del Departamento Metodológico Central de Matemática de la UCI.
- Asesora de las asignaturas de MD en la UCI.
- 3 Jefes de Departamento de Ciencias Básicas en las facultades.
- 3 Vicedecanos de Formación en las facultades.

La encuesta aplicada puede consultarse en el Anexo 3. El análisis de los resultados de estas encuestas arrojó que:

- Los docentes que imparten MD en la UCI, son en su mayoría graduados de ICI; es mínima la cantidad de graduados de carreras pedagógicas.
- Los años de experiencia del claustro es en su mayoría de entre 5 y 6 años.

- Los docentes tienen dominio de los contenidos de la MD pero presentan insuficiencias desde el punto de vista didáctico para la impartición de las asignaturas.
- Los docentes deben aumentar las estrategias aplicadas durante el desarrollo del PEA para lograr una mayor motivación por parte de los estudiantes hacia el estudio de la MD.
- Los docentes utilizan poca bibliografía alternativa como base para la preparación de sus actividades y la orientación a los alumnos.
- El trabajo independiente presenta aún insuficiencias que atentan contra el desarrollo individual de los estudiantes en su preparación como futuros ingenieros.
- No se explota adecuadamente los medios tecnológicos puestos a disposición del PEA.
- Los estudiantes no se sienten motivados desde el punto de vista profesional, lo cual ha sido observado a través de las ausencias a clases, llegadas tarde, poca preparación para los exámenes, poca participación en eventos científicos, exámenes de premio, etc.
- El desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes es bajo, manifestándose fundamentalmente en poco pensamiento lógico, bajo razonamiento, problemas para algoritmizar, modelar, etc.
- El mayor peso de las evaluaciones recae sobre exámenes parciales y finales y no sobre el proceso de formación diaria.
- No se controla correctamente la autopreparación de los estudiantes y la realización de los trabajos independientes. Se abusa del método expositivo en clases, y se deja poco espacio para la participación activa de los estudiantes.

Luego de realizar un análisis de los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a profesores de MD, estudiantes y directivos docentes de la UCI, se identificaron un conjunto de insuficiencias, las cuales pueden concretarse en que:

- Existen dificultades en cuanto a la comprensión del papel orientador y facilitador del profesor, que trabaje en función de lograr independencia en el accionar de los estudiantes.
- No se comprende completamente la importancia de la evaluación del educando en el PEA; se le aporta prioridad a definir una nota, más allá de una reflexión donde el alumno comprenda qué le falta por aprender, qué habilidades desarrollar o cómo proceder para superar sus dificultades.
- Existen dificultades con los métodos de evaluación utilizados en la MD, lo cual impide una comunicación adecuada entre los actores del PEA.
- La UCI cuenta en su mayoría con un claustro joven en la MD que posee poca experiencia en su desempeño como docente; que posee dominio de los contenidos, pero que presenta dificultades en el dominio de la pedagogía y la didáctica de las matemáticas.
- Es insuficiente el trabajo con la bibliografía y objetos de aprendizaje como recursos para el descubrimiento de conocimientos; la tarea aún no posee el nivel de significatividad necesario.
- Existe una alta dependencia por parte del estudiante del espacio de la clase, lo cual impide que el alumno sea capaz de lograr un adecuado autoaprendizaje y a la vez que sea capaz de autoevaluar su desempeño.
- Existen dificultades con la significatividad que los estudiantes le otorgan a la MD para su formación como ICI y en una buena parte el grado de motivación por las asignaturas es bajo.
- El PEA de la MD en la UCI, por la forma en que lo ejecutan la mayoría de sus docentes, no está en correspondencia con la concepción desarrolladora. Las orientaciones metodológicas no están dirigidas en su totalidad, a que el profesor organice la enseñanza en función de un aprendizaje desarrollador.

1.4. Conclusiones del capítulo

Como resultado del estudio realizado, el autor de la presente investigación considera que:

- El estudio y la impartición de la MD en la actualidad constituyen un gran reto, al tener en cuenta sus disímiles aplicaciones en el desarrollo de la computación ya que proporciona las bases matemáticas necesarias para contenidos como las bases de datos, los algoritmos, la computabilidad, la combinatoria, etc.
- Para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI en MD, se debe concebir a las componentes didácticas del PEA bajo la concepción del PEA desarrollador, que tenga en cuenta las dimensiones del aprendizaje desarrollador (activación-regulación, significatividad y motivación).
- Aún existen insuficiencias en el PEA de la MD en la UCI, relacionadas en lo fundamental con la independencia cognoscitiva de los estudiantes, su motivación para enfrentar los contenidos de las asignaturas y las carencias pedagógicas de su claustro.
- Se hace necesaria la elaboración de estrategias didácticas que permitan el aumento de la independencia cognoscitiva de los estudiantes y que contribuyan a la mejora del PEA de la MD en la UCI.



CAPÍTULO II
ESTRATEGIA DIDÁCTICA
DESARROLLADORA DESDE EL PEA
DE LA MATEMÁTICA DISCRETA
PARA CONTRIBUIR A LA
INDEPENDENCIA COGNOSCITIVA DE
LOS ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO
DE LA UCI



CAPÍTULO 2: ESTRATEGIA DIDÁCTICA DESARROLLADORA DESDE EL PEA DE LA MATEMÁTICA DISCRETA PARA CONTRIBUIR A LA INDEPENDENCIA COGNOSCITIVA DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE LA UCI

El objetivo del presente capítulo es proponer una estrategia didáctica desarrolladora en la MD para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI, la cual es fundamentada teóricamente.

Se define un conjunto de indicadores para evaluar la independencia cognoscitiva de los estudiantes, según una escala de 5 niveles. Como parte de la estrategia se proponen los elementos que contiene cada uno de sus componentes, así como las recomendaciones y explicaciones necesarias para su implementación.

2.1. Fundamentación teórica de la propuesta

La estrategia didáctica desarrolladora que se propone para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI tiene como referente teórico fundamental el aprendizaje desarrollador. El autor de la presente investigación coincide con (Rivero, 2012), el cual plantea que en el aprendizaje desde un enfoque desarrollador, se respetan los intereses de cada individuo por el aprendizaje, su historia, y las concepciones previas que se deben poseer para enfrentar nuevos conocimientos, habilidades y valores.

La estrategia didáctica está basada en los siguientes fundamentos:

Fundamento filosófico: se asume la concepción dialéctico materialista del desarrollo, y en particular su teoría del conocimiento, pues para aprender es necesario que el sujeto se aproxime a la realidad a través de la actividad y a partir de sus vivencias, conocimientos e intereses. Se debe tener en cuenta la importancia de las contradicciones como fuentes de desarrollo, y hacer énfasis en la tarea, ya que (Leóntiev, 1983) plantea que toda tarea se realiza en un determinado contexto de actuación, y por ende, su ejecución responde a contradicciones presentes en el mismo.

En la presente investigación, se tiene en cuenta la interpretación filosófica de la estructura de la tarea y sus componentes, la necesidad del hombre a cuya satisfacción está dirigida la tarea y el objeto de la tarea, lo cual se materializa al tener en cuenta los niveles individuales de desarrollo y los motivos e intereses de los alumnos.

Fundamento pedagógico: la estrategia está sustentada en el pensamiento pedagógico cubano y en la didáctica como rama de la pedagogía, en particular la didáctica específica de la Matemática. Se asume el aprendizaje desarrollador, de manera particular, el aprendizaje desarrollador de la Matemática, por la importancia que tiene para generar estrategias de aprendizaje para el desarrollo de una personalidad integral y autodeterminada.

El autor de la presente investigación concuerda con (Castellanos Simons, 2001), la cual plantea que: “(...) para la creación de situaciones de enseñanza aprendizaje desarrolladoras, se deben tener en cuenta los siguientes principios:

- La promoción de una construcción activa y personal del conocimiento para parte de los estudiantes.
- La unidad de afecto y cognición a través de un aprendizaje racional y afectivo-vivencial.
- El respeto a la individualidad, a los intereses, particularidades y necesidades de los estudiantes desde la flexibilidad y diversidad en objetivos específicos, contenidos, métodos, estrategias y situaciones educativas.
- Las posibilidades de aprender a través de actividades que constituyan desafíos y que despierten las motivaciones intrínsecas.
- La participación y solución en problemas reales, contextualizados, que permitan explorar, descubrir y hacer por transformar la realidad.
- La transformación del (de la) estudiante de receptor en investigador y productor de la información.

- La promoción del autoconocimiento, de la autovaloración y de la reflexión acerca del proceso de aprendizaje.
- La valoración de la autodirectividad y la autoeducación como meta.
- El centro en los cuatro planes básicos de la educación: aprender a conocer, a hacer, a convivir, y a ser.”

A partir de estos principios y la necesidad de emprender un PEA desarrollador, es que se valoraron los siguientes elementos para la propuesta:

- El estudiante debe tener un papel protagónico en el PEA.
- El profesor debe tener en cuenta en todo momento que debe planificar, orientar y controlar de forma correcta las tareas de los alumnos.
- El papel de profesor debe ser orientador, en busca de formas que resulten atractivas para lograr que el estudiante se sienta motivado por aprender.
- Se deben vincular los contenidos vistos en clases con problemas profesionales reales y otras asignaturas de la carrera.
- Se debe estimular en todo momento el pensamiento, la autovaloración y la independencia por parte de los estudiantes, como búsqueda de una forma efectiva de apropiación del conocimiento.

Fundamento psicológico: se asume el enfoque histórico cultural planteado por L. Vigotsky, el cual afirma que “(...) el buen aprendizaje es aquel que precede al desarrollo” (Vigotsky, 1987) donde se puede observar la estrecha relación entre el desarrollo, el aprendizaje y la base conceptual de la ZDP.

Con este enfoque, se propone que la educación estimule la actividad mental del estudiante, tanto en lo afectivo valorativo como en su crecimiento personal. Sus premisas emergen en las exigencias de la teoría general de la dirección y el desarrollo de la independencia cognoscitiva, fundamentos que sustentan la presente investigación.

Vigotsky enfatiza el proceso de la cultura humana, el cual transcurre a través de la actividad como proceso que vincula la relación entre el hombre y su realidad objetiva. A través de ella, el individuo modifica la realidad y se transforma a sí mismo, lo que precisa el carácter activo de los procesos psíquicos. La teoría de Vigotsky permite una explicación más integral de los fenómenos psico-sociológicos del hombre y de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se asumen los elementos psicológicos que afirman que el conocimiento es el resultado de la interrelación que realiza el individuo con la realidad en que el sujeto y conocimiento interactúan dinámicamente. El nuevo conocimiento no es copia de la realidad, ya que se construye a partir de experiencias anteriores de la persona, en su interacción con el ambiente.

El aprendizaje es el resultado de la interacción entre el alumno que aprende, el contenido que es objeto de aprendizaje y el profesor que ayuda al alumno a construir significados y atribuir sentido a lo que se aprende.

Muy vinculados a las ideas de Vigotsky, se encuentran los trabajos de (Galperin, 1988), quien concibió el proceso de asimilación de los conocimientos como un proceso activo en el que se forman las habilidades y capacidades. No se concibe como un proceso mecánico, sino de enriquecimiento y transformación de los conocimientos y habilidades previas del alumno, a través del incremento de sus capacidades reales y la posibilidad de que esté en mejores condiciones de asimilar nuevos conocimientos. Este es un proceso que se realiza en forma de actividad material o mental.

Para que el proceso de asimilación se lleve a cabo es necesario que el individuo realice un conjunto de acciones, que tienen un carácter subjetivo ya que se trata de la individualidad de cada sujeto; por otra parte está encaminada o dirigida hacia algo específico que es el objeto hacia el que se dirige producto de un objetivo, la necesidad de llevarla a cabo; en la pedagogía, cuando el motivo y el objetivo coinciden hay aprendizaje.

Para Galperin en la actividad del PEA, las acciones mentales transitan por etapas para formar los conceptos, dichas etapas son:

- **Etapa motivacional:** es una etapa de gran importancia pues a través de ella se puede despertar el interés de los alumnos y cierta disposición por el contenido a conocer. Aquí se prepara al alumno para asimilar los conocimientos y las tareas deben crear una disposición favorable hacia el objeto. Los métodos deben ser problémicos, vinculados a tareas profesionales.
- **Etapa de la base orientadora de la acción (BOA):** es la etapa donde se le da al alumno el sistema necesario de conocimientos sobre el objeto de estudio, las condiciones a tener en cuenta, los modelos de las acciones y el orden en que deben ser ejecutadas dichas acciones. En esta etapa, el estudiante no ejecuta las acciones, sino que solo toma conocimiento de las acciones que debe ejecutar. Se le muestra al alumno lo que debe asimilar y se profundiza en aquella acción que da solución al problema.
- **Etapa material o materializada:** a partir de esta etapa comienza la ejecución de la acción en el plano material o materializado. El estudiante ejecuta la acción y el profesor debe monitorizar su trabajo para corregirlo en caso de que sea necesario y ajustar el aprendizaje según se requiera. Esta se considera una de las etapas más importantes y la acción en ella incluye a su vez el operar con situaciones de la vida práctica con sus modelos.
- **Etapa verbal:** desde esta etapa, en que ya el alumno tiene dominio del esquema de acción y ha adquirido los conocimientos necesarios, están creadas las condiciones para que el alumno pueda representar lo aprendido de forma oral o escrita. En esta etapa se deben observar por parte de los profesores, aquellos elementos que indiquen la calidad de los avances de los alumnos con su grado de generalización, de despliegue y de independencia.
- **Etapa mental:** las tareas deben ser realizadas por los alumnos sin niveles de ayuda y con carácter creador. En esta etapa el lenguaje es interno. El alumno ha interiorizado los contenidos, los ha asimilado y es capaz de

transmitirlos y aplicarlos a nuevos fenómenos, por lo que existe una independencia absoluta.

Fundamento sociológico: la investigación está fundamentada en el hecho de que la función de la educación es la integración de cada individuo en la sociedad, donde el desarrollo de sus potencialidades individuales es un hecho social que favorece la relación de lo individual y lo colectivo.

En este sentido, la teoría de Vigotsky se basa principalmente en el aprendizaje sociocultural de cada individuo y por lo tanto en el medio en el cual se desarrolla. Vigotsky considera el aprendizaje como uno de los mecanismos fundamentales del desarrollo. En un modelo de aprendizaje desarrollador, el contexto ocupa un lugar central. La interacción social se convierte en el motor del desarrollo.

El proceso de socialización del sujeto dentro y fuera de la escuela tiene que estar bien delimitado. El desarrollo del individuo bajo la influencia de la educación y del medio social y natural tiene lugar como una unidad dialéctica entre la objetividad (materialización) y la subjetividad (asimilación) de los contenidos sociales. El proceso de socialización del hombre es una vía para su individualización. El individuo podrá ser más original cuando más completa sea su asimilación de los conceptos sociales.

Los cambios científicos tecnológicos determinan que la universidad como centro de educación esté en constante transformación para cumplir responsablemente con la preparación de sus educandos. Por tanto, la formación debe estar centrada en el desarrollo y la aplicación de los conocimientos a la vida práctica para que tenga lugar de forma correcta la relación Hombre – Sociedad. En este sentido, los alumnos deben ser educados para poder accionar con criterio propio, de forma independiente, y así una vez que estén insertados en la sociedad puedan responder de forma eficiente a las necesidades que se les presenten.

Es necesario, a partir de las exigencias actuales de la sociedad, orientar el trabajo metodológico de la universidad y de su proceso de formación de profesionales a través de la enseñanza y el aprendizaje desarrollador.

Un PEA desarrollador, tiene gran importancia en la formación del futuro trabajador que se va a desempeñar en la sociedad y este individuo debe responder al modelo del profesional que requiere la sociedad. Los elementos definidos para la estrategia didáctica, tienen en cuenta que la función del docente en su rol de educador, trasciende el marco de la universidad para erigirse desde las relaciones universidad – sociedad y satisfacer así, tanto las necesidades del individuo, como las de la sociedad en la que se desenvolverá.

2.2. Propuesta de indicadores para evaluar la independencia cognoscitiva de los estudiantes

Los indicadores son útiles para proporcionar información relevante sobre algún aspecto significativo de la realidad educativa, en este caso sobre la independencia cognoscitiva de los estudiantes. En la presente investigación, fueron diseñados en aras de verificar y demostrar el progreso con respecto al cumplimiento del objetivo planteado.

A partir de la definición de independencia cognoscitiva asumida en la presente investigación, el autor propone un conjunto de 13 indicadores para establecer una valoración de la independencia cognoscitiva de los estudiantes. Cada uno de estos indicadores, se evalúan en una escala de 5 niveles, mediante su comparación en el tiempo.

Los indicadores definidos en la presente investigación para evaluar la independencia cognoscitiva de los estudiantes son:

1. Selección correcta del procedimiento para realizar la actividad docente.
2. Selección correcta de la bibliografía necesaria a utilizar para realizar la actividad docente.
3. Distinción de las características fundamentales relacionadas con el contenido presentado.
4. Establecimiento de relaciones con otros contenidos en lo que se analiza.
5. Utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales.
6. Elaboración de ejemplos concretos que vinculen el contenido de la MD con la vida práctica.

7. Resolución de ejercicios y problemas con gran nivel de ayuda del profesor u otros estudiantes.
8. Resolución de ejercicios y problemas con cierto nivel de ayuda del profesor u otro estudiante.
9. Resolución de ejercicios y problemas de forma totalmente independiente.
10. Resolución de ejercicios y problemas de forma totalmente independiente con un nivel de creación.
11. Generalización de las soluciones encontradas en un ejercicio o problema.
12. Utilización de varias vías de solución para un mismo ejercicio o problema.
13. Formalización de las respuestas aportadas.

La base de estos indicadores está en el enfoque desarrollador de la Matemática, bajo los conceptos de un PEA desarrollador, asumidos en la investigación.

Los niveles de independencia cognoscitiva propuestos en la presente investigación para cada uno de estos indicadores son: **Insuficiente, Básico, Moderado, Alto, Excelente**. Atendiendo a las características específicas de los estudiantes de primer año de la UCI, se propone alcanzar en ellos nivel **Insuficiente** en el indicador 7; nivel **Básico** en los indicadores 2 al 6 y 10 al 12; nivel **Moderado** en los indicadores 8, 9 y 13; y nivel **Alto** en el indicador 1.

2.3. Caracterización del grupo docente 3103 de la UCI

El grupo experimental lo constituye el 3103 del curso 2013 – 2014 en la Facultad 3 de la UCI. Para conocer el estado real del grupo de estudiantes en cuanto a los estilos y estrategias de aprendizaje, motivaciones y niveles de independencia, se aplicó una encuesta antes de desarrollar el pre-experimento (Ver anexo 4). El instrumento comprende los elementos necesarios para caracterizar a los estudiantes en cuanto a los niveles que poseen en cada uno de los indicadores propuestos en la investigación.

Dicho instrumento fue aplicado al comienzo del primer semestre a cada estudiante. Los resultados obtenidos con su aplicación, fueron comprobados con el trabajo en clase por el propio investigador durante las 3 primeras semanas docentes y con la observación de clases de otros profesores en las asignaturas

de Álgebra Lineal y Matemática I. El resumen de los resultados obtenidos en el análisis de la encuesta, por indicador, puede ser consultado en el Anexo 5.

Los resultados del diagnóstico pedagógico inicial aplicado al grupo evidenciaron, entre otros aspectos, que los estudiantes:

- Presentan un pobre desarrollo de habilidades.
- Poseen malos hábitos de estudio.
- Presentan una pobre motivación por la carrera que estudian y en su mayoría poseen motivaciones extrínsecas.
- No son capaces de comprender la importancia de las asignaturas que reciben para su formación.
- Presentan un pobre desarrollo de su independencia cognoscitiva.
- Presentan un bajo compromiso con su auto superación.
- Poseen dificultades para utilizar de forma correcta todos los medios puestos a su disposición para el aprendizaje.
- Presentan problemas para aplicar los contenidos que aprenden.
- Poseen problemas para generalizar los resultados específicos obtenidos en determinados problemas.

Los resultados obtenidos contribuyeron a definir los componentes de la estrategia, y se tomaron como base los conceptos del aprendizaje desarrollador de la Matemática y aquellos elementos que se deben potenciar para incrementar la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

2.4. Componentes de la estrategia

“La didáctica desarrolladora centra su atención en el docente y en el alumno, por lo que su objeto de estudio lo constituye el proceso de enseñanza y aprendizaje, considerando la dirección científica por parte del maestro de la actividad cognoscitiva, práctica y valorativa de los alumnos, teniendo en cuenta el nivel de desarrollo alcanzado por estos y sus potencialidades para lograrlo. A su vez asume que mediante procesos de socialización y comunicación se propicie la independencia cognoscitiva y la apropiación del contenido de enseñanza (conocimientos, habilidades, valores), formando un pensamiento reflexivo y

creativo, que permita al alumno “llegar a la esencia”, establecer nexos y relaciones y aplicar el contenido a la práctica social, de modo tal que solucione problemáticas no solo del ámbito escolar, sino también familiar y de la sociedad en general.

Propicia la valoración personal de lo que se estudia, de modo que el contenido adquiera sentido para el alumno y este interiorice su significado.

Estimula el desarrollo de estrategias que permiten regular los modos de pensar y actuar, que contribuyan a la formación de acciones de orientación, planificación, valoración y control.” (Labarrere & Valdivia, 2009).

El análisis de lo planteado anteriormente ofrece elementos útiles para trabajar en función de la elaboración y uso de estrategias que estén encaminadas a mejorar de forma significativa el PEA. Según (Castellanos Simons, 1999), “Las estrategias comprenden el plan diseñado deliberadamente con el objetivo de alcanzar una meta determinada, a través de un conjunto de acciones (que puede ser más o menos amplio, más o menos complejo) que se ejecutan de manera controlada.”

“Una estrategia didáctica es la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del PEA 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.” (De Armas & Otros, 2003).

En su tesis doctoral, (Ron Galindo, 2007), plantea que una estrategia didáctica es “toda estrategia que contiene un conjunto de acciones que se planifican con la misión de transformar el estado real del PEA de una asignatura, con relación a una problemática, en otro que es el deseado. El conjunto de acciones está dirigido tanto a la actuación del profesor en la enseñanza como a la del estudiante en el aprendizaje.” Sin embargo, esta concepción no incluye la visión desarrolladora de forma explícita. En la presente investigación se asume como estrategia didáctica desarrolladora, el concepto aportado por la DraC. Deysi Fraga, donde plantea que es “(...) aquella estrategia didáctica que concibe las

acciones tanto del profesor como de los estudiantes desde una concepción desarrolladora, es decir, en función de las dimensiones del aprendizaje desarrollador: activación – regulación, significatividad y motivación.” (Fraga Cedré, 2009).

Con todo lo analizado anteriormente, se definieron 5 principios que fueron seguidos para elaborar los componentes de la estrategia didáctica:

- **La relación entre lo afectivo y lo cognitivo:** los participantes en el PEA tienen intereses, motivaciones y necesidades que influyen en la relación estudiante-profesor. El profesor debe conocer a sus estudiantes para estar al tanto de sus problemas, necesidades, intereses y motivaciones y de esa forma conocer cómo guiar de forma más acertada el PEA de la MD en función de los estudiantes que posee en el aula. En este sentido es importante darle participación a los alumnos, escuchar sus sugerencias y opiniones, de modo que no solo sea relevante que el profesor domine el contenido a impartir, sino también que esto vaya de la mano con la vinculación a asignaturas precedentes u otras de la carrera. Además, se debe trabajar en función de buscar estrategias para lograr que los estudiantes se sientan motivados por la actividad de estudiar y de esta forma asegurar que tenga lugar en ellos un proceso eficaz de asimilación de los conocimientos.
- **La relación entre lo normativo y lo significativo motivacional:** dirigir siempre el PEA para hacer que el mismo sea capaz de incidir positivamente en las acciones de los alumnos como futuros profesionales; el PEA de la MD se debe estructurar de modo que se centre en sus modos de actuación y en su autonomía al resolver problemáticas.
- **La flexibilidad:** las acciones llevadas a cabo durante el PEA de la MD, deben estar encaminadas a satisfacer las necesidades educativas de los alumnos, por lo que tiene una acción personalizada, en función de cada estudiante y sus características. Es por ello que las actividades que se proponen en la estrategia didáctica no son un esquema rígido a seguir, o sea, pueden sufrir cambios en el momento que se decida, siempre y

cuando no pierdan la esencia para las que han sido planeadas; es posible adaptar cada componente de la estrategia para ajustarla al contexto específico de cada grupo. Se da la posibilidad de que sus acciones sean sustituidas por otras de ser preciso; esta es una decisión única del personal encargado de aplicar dicha estrategia.

- **El perfeccionamiento continuo:** se debe evaluar en todo momento la calidad con que se desarrollan las actividades definidas dentro de la estrategia durante su aplicación y el impacto que estas provocan en los educandos en función del aumento de su independencia. Según los resultados que se observen se deben planificar acciones de mejora de las actividades que faciliten el logro del fin deseado: contribuir a la independencia cognoscitiva de los alumnos.
- **El carácter participativo:** durante la aplicación de la estrategia didáctica quedan implicados los profesores y los estudiantes, pues todos deben participar de forma activa, y cumplir en cada momento las responsabilidades definidas para cada uno de ellos.

La estrategia didáctica desarrolladora que se elabora en función de contribuir a la independencia cognoscitiva en los estudiantes incluye los siguientes componentes: misión, objetivo, etapas, método de trabajo en clases, tipología de ejercicios y problemas a utilizar y elementos a tener en cuenta en la evaluación de la aplicación de la estrategia; todos asociados a la importancia que tiene en el estudiante al aprender, desde las dimensiones del aprendizaje desarrollador (activación – regulación, significatividad y motivación). En la Imagen 1 se muestra la integración de todos los elementos de la estrategia.

Misión

Contribuir al aumento de la independencia cognoscitiva de los estudiantes desde el PEA de la MD.

Objetivo

Elaborar un conjunto de acciones que contribuya a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI desde una concepción desarrolladora de la MD.

Etapas de la estrategia

La estrategia consta de cuatro etapas: Análisis, Diseño, Ejecución y Control.

Los principales elementos a tener en cuenta para el correcto desarrollo de cada una de las etapas, se muestran a continuación.

Análisis

Objetivo: Detectar las deficiencias que presentan los estudiantes con respecto a su independencia cognoscitiva.

- Diagnosticar las necesidades de formación, aprendizaje y motivación que tienen los estudiantes del grupo.
- Identificar la situación en que se encuentra cada estudiante con relación a las dimensiones del aprendizaje desarrollador.
- Diagnosticar los niveles de autovaloración de cada estudiante y los principales elementos que influyen en ellos.
- Identificar los rasgos de la conducta y la comunicación de cada uno de los estudiantes del grupo.
- Revisar el programa de la disciplina y la asignatura para analizar objetivos y habilidades a tener en cuenta en el diseño de las clases.
- Analizar los informes de las asignaturas para conocer el estado del trabajo docente – metodológico y detectar problemas didácticos precedentes.
- Aplicar la prueba pedagógica propuesta, la cual se puede consultar en el Anexo 4.

Diseño

Objetivo: Planificar las actividades que se ejecutarán en el PEA de la MD para la estimulación de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

- Planificar tareas individuales que estén en correspondencia con las capacidades de cada alumno, según los datos obtenidos en la etapa de Análisis, para trabajar en función de potenciar en cada cual sus habilidades y desarrollar aquellas que estén más disminuidas.

- Planificar ejercicios y problemas con varios niveles de dificultad, de modo que cada estudiante pueda comenzar a estudiar en función de los que crea puede resolver y pueda ejecutarlo con poca o ninguna ayuda.
- Planificar ejercicios y problemas donde tengan que buscar vías de solución que no sean reproductivas.
- Evitar las tareas iguales para todo el grupo, que propicien el fraude y por tanto la falta de análisis en sus soluciones.
- Orientar trabajos donde los estudiantes tengan que utilizar objetos de aprendizaje, interactivos y experimentales.
- Orientar tareas donde los estudiantes necesiten consultar varias bibliografías e investigar para la construcción de sus soluciones.
- Elaborar problemas que utilicen conocimientos de la programación y asignaturas de la disciplina matemática para su solución.
- Proponer actividades que se deban hacer en colectivo, pero donde cada estudiante tenga correctamente definido su papel y sus responsabilidades, de modo que todo el trabajo no recaiga en algunos alumnos.

Ejecución

Objetivo: Desarrollar actividades en el PEA de la MD que estimulen la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

- Vincular los contenidos de la MD con otras asignaturas de la carrera, principalmente con Programación, Álgebra y Matemática, a partir de la confección de problemas donde se vea esta vinculación.
- Identificar con certeza el grado de comprensión de los alumnos en cada momento de su trabajo.
- Mostrar la relación de los contenidos que se descubren con los conocimientos ya incorporados.

- Trabajar con los estudiantes la realización de esquemas que resuman los contenidos y los relacionen entre sí, siempre que sea posible.
- Solicitar en clases, siempre que sea posible, diferentes vías de solución para ejercicios y problemas, para lograr la comparación de las mismas y en caso de que alguna sea errónea, hacer énfasis en el por qué.
- Exigir a cada estudiante la explicación de cómo solucionaron sus tareas y cuáles fueron sus vías de solución.
- Solicitar a los alumnos, la comprobación de los resultados obtenidos o el análisis de las respuestas aportadas para confirmar la validez de las mismas.

Control

Objetivo: Revisar el cumplimiento de las actividades que se realizan en el PEA de la MD para la estimulación de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

- Revisar en clase las soluciones de los ejercicios de mediana y alta complejidad y comparar las diferentes vías de solución.
- Exigir a los estudiantes sus valoraciones sobre los temas tratados en clase.
- Hacer énfasis en los errores cometidos durante la producción en las clases prácticas. En el caso de las conferencias, puntualizar los principales elementos que pueden conducir a interpretaciones erróneas.
- Construir en conjunto con los alumnos, las conclusiones de las clases para ayudarlos a una mayor comprensión de los mismos, donde sean capaces de identificar los ejes centrales de cada punto tratado.
- Propiciar el espacio para que se debatan las vías de solución y los estudiantes intervengan mediante el aporte de ideas.

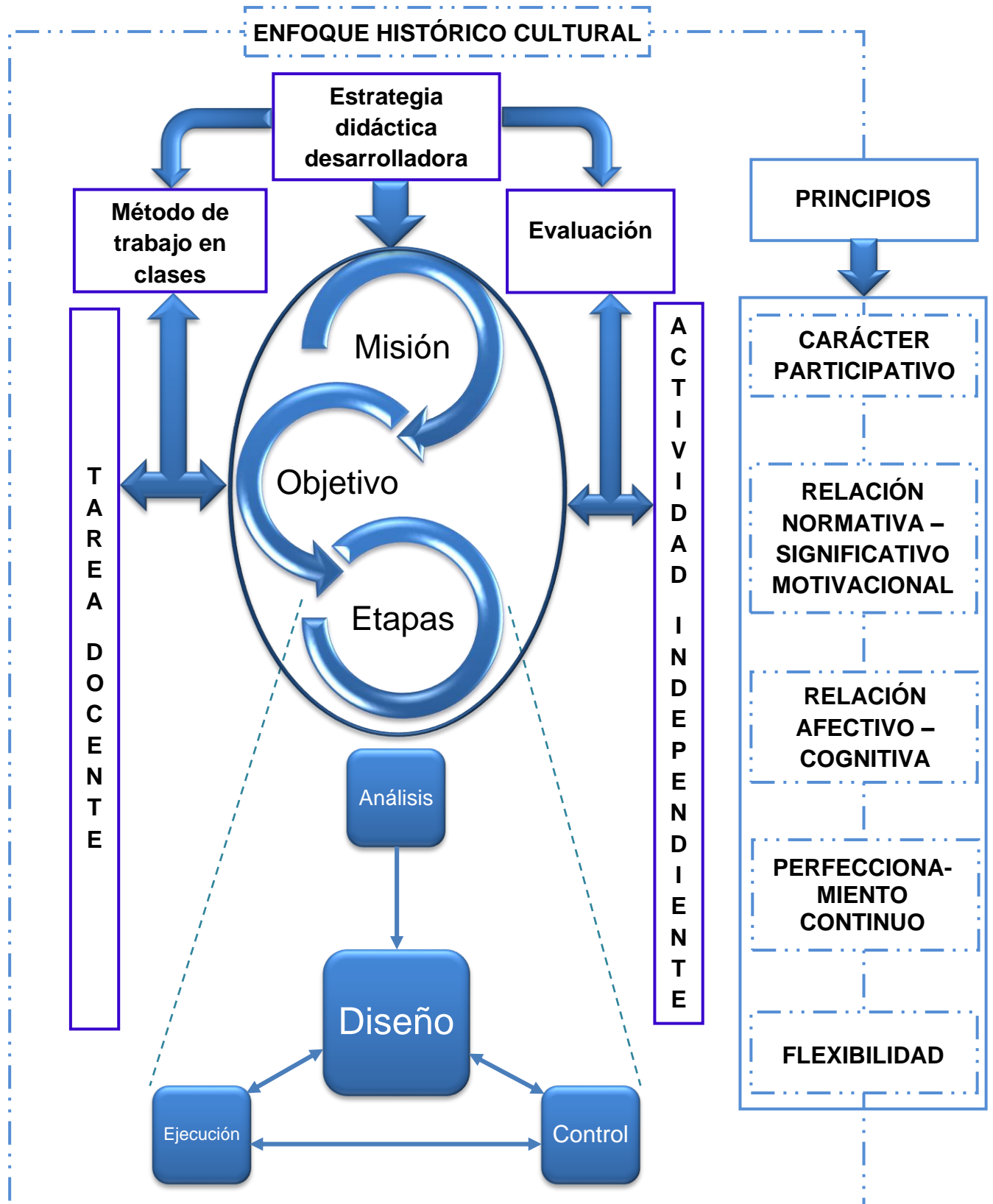


Imagen 1. Visión general de la Estrategia Didáctica Desarrolladora

- Propiciar en cada estudiante el hábito de escuchar a los demás alumnos y las respuestas que aporten, de modo que puedan compararlas con las aportadas por ellos.
- Resaltar de todas las soluciones las más óptimas y creativas, según su efectividad.
- Propiciar en los alumnos la capacidad para que tengan la confianza suficiente de que son capaces de realizar las tareas que les sean orientadas.
- Resaltar en todo momento la importancia y la necesidad del estudio constante y de la profundización de los temas recibidos en el aula.

Método de trabajo en clases

Para el trabajo en clases en primer lugar se deben consultar los métodos concebidos en las indicaciones metodológicas de la Matemática Discreta definidas en (MES, 2014). Antes de utilizarse, se deben analizar de dichas indicaciones las que no estén en correspondencia con el aprendizaje desarrollador de la Matemática en aras de enfocar adecuadamente los métodos utilizados en las clases.

En la presente investigación se asume el método de búsqueda parcial o heurística definido por (Jiménez Milián, 2010) en su libro “Una concepción de la enseñanza de la Matemática para propiciar aprendizaje desarrollador”, en el cual se plantea que:

- Los contenidos previos deben ser controlados mediante ejercicios y problemas. Se debe permitir soluciones incorrectas para identificar las deficiencias y los errores que cometen los estudiantes al resolver los ejercicios y problemas para su eliminación.
- Orientar la identificación, en la resolución de ejercicios y problemas, de la relación entre el contenido que se trabaja con los ya trabajados.
- Presentar ejercicios y problemas para debatir su resolución.

- Exigir que los estudiantes elaboren la orientación para los procedimientos en la resolución de ejercicios y problemas.
- Exigir el uso adecuado de la matemática.
- En la resolución de ejercicios y problemas se debe:
 1. Orientar la lectura del problema varias veces. Leer el problema, primero de forma completa, luego por partes y analizar cada parte y las relaciones entre ellas.
 2. Exigir la búsqueda de lo dado y lo buscado y los conocimientos que se relacionan con ellos.
 3. Exigir el control de la veracidad de los datos y resultados.
 4. No ofrecer orientación a partir de la información del problema. No ofrecer otras informaciones adicionales del problema.
 5. Dar impulsos como resultado de la discusión colectiva.
 6. Utilizar en los impulsos estrategias generales como:
 - Probar con casos particulares.
 - Poner un contraejemplo.
 - Hacer un diagrama.
 - Usar las propiedades relacionadas.
 - Resolver un problema equivalente.
 - Trabajar hacia atrás.
 - Identificar subproblemas.
 - Reformular el problema.
 - Tomar un descanso y después intentarlo.
 - Leer las veces que se necesite.

7. Promover la solución por todas las vías resueltas. Dejar claro que ninguna es mejor que otra, sino que lleguen a la conclusión de cuál es más efectiva.
8. Estimular la producción de muchas ideas y la flexibilidad en los procesos de pensamiento, a través de la discusión, debate y justificación de las soluciones encontradas.
9. Resaltar todas las soluciones y en particular las más eficientes y originales.
10. Examinar y experimentar las alternativas que proponen los estudiantes sin criticar y excluirlas por errores. Utilizar estrategias generales.
11. Hacer las preguntas necesarias para refutar, complementar, marcar nuevas contradicciones con respecto a las soluciones propuestas por los estudiantes.

El trabajo en las clases y fuera del espacio de la clase, debe estar marcado en todo momento por la intención de contribuir al aumento de habilidades e independencia en los estudiantes. El papel activo del profesor debe disminuir de forma gradual a medida que se avanza en el tiempo, de modo que el estudiante asume el protagonismo en su proceso de aprendizaje.

Tipología de ejercicios y problemas a utilizar

Sobre la base del enfoque del aprendizaje desarrollador de la matemática, se hace necesario que en las clases, los ejercicios y problemas propuestos por el profesor sean diferentes a los vistos con anterioridad, donde prevalezca la aplicación de teoremas y conceptos, por encima de la reproducción; esta pauta es esencial para fijar el conocimiento y desarrollar habilidades. Téngase en cuenta que, según lo planteado por (Jiménez Milián, 2010), “ejercicio en la enseñanza de la Matemática es aquella exigencia para actuar donde la vía de solución es conocida por el estudiante”, mientras que sobre problema, plantea: “aquella exigencia para actuar cuya vía de solución es desconocida para el

estudiante, este posee los saberes relativos a la exigencia o es capaz de construirlos, a partir de la situación inicial, para resolverlo y está motivado para ello”.

Para dicho autor, la diferencia entre el término ejercicio y problema tiene un carácter relativo, con lo cual coincide el autor de la presente investigación, pues lo que para algunos puede ser un problema, para otros puede ser un ejercicio si se tiene en cuenta que haya resuelto con anterioridad algún otro problema que conlleve a un esbozo de solución similar. Para esto, es importante tener en cuenta que las propuestas de problemas o ejercicios deben conllevar al estudiante a un análisis reflexivo, del cual siempre se retroalimente y le aporte nuevos conocimientos o habilidades. Por cada tema se puede comenzar con la propuesta de ejercicios y de forma gradual, la introducción de problemas.

Al tener en cuenta estos aspectos, el autor de la presente investigación propone que los ejercicios y problemas utilizados en las clases y los orientados como tarea, deben estar en correspondencia con las dimensiones del aprendizaje desarrollador asumidas; esto favorece el desarrollo de habilidades y un buen aprendizaje.

Evaluación

La evaluación es concebida como el proceso para comprobar y valorar el aprendizaje de la Matemática y la dirección de su enseñanza. Bajo este criterio, la evaluación, debe ser sistemática, con un enfoque integral, en función de realizar valoraciones de los estudiantes, del grupo y de la organización del proceso, para la constatación de la efectividad de las acciones elaboradas a partir del estado real y en función del objetivo trazado, a partir de alcanzar:

- El tránsito de la dependencia a la independencia y a la autorregulación.
- El dominio de habilidades, estrategias y motivaciones para aprender desde la MD.
- La unidad de lo afectivo – valorativo en el desarrollo y crecimiento personal.

En la concepción y realización de las actividades se deberá estimular la autoevaluación y la coevaluación. En este sentido, se debe utilizar la evaluación oral, a partir de la participación de cada estudiante. El profesor debe evaluar el dominio que tienen los alumnos al relacionar los conocimientos, al expresarse, al valorar y argumentar sus respuestas. Se hará en todas las clases prácticas y en otros espacios definidos por el profesor.

Se hará evaluación escrita, donde se evaluará la capacidad de los alumnos para relacionar los contenidos nuevos con los ya adquiridos, de interpretar, generalizar, modelar y resolver problemas. Se hará mediante preguntas escritas, trabajos individuales y por equipo.

Se propone realizar la evaluación colectiva, donde cada estudiante puede dar una evaluación sobre su desempeño o el de sus compañeros, a través de la discusión de alternativas y procedimientos para la solución de ejercicios y problemas. Debe primar el concepto de evaluar al estudiante en función del desarrollo de sus habilidades y capacidades y no de la reproducción de contenidos.

La evaluación no puede ser vista como un método de castigo, sino como la forma para influir positivamente en la formación del estudiante, estimular su deseo de continuar el estudio y la superación. En este sentido debe potenciarse la participación del propio estudiante en su evaluación, y tener en cuenta sus criterios y valoraciones.

2.5. Ejemplos de tipología de ejercicios y problemas a utilizar en las clases prácticas

A continuación se muestra una selección de ejercicios y problemas para las clases prácticas, utilizados en la puesta en práctica de la propuesta. Este conjunto de ejercicios y problemas que se pueden orientar en dichas clases están organizados según los principios definidos en el epígrafe anterior.

Para cada uno de estos ejercicios o problemas, entre otros, cada **profesor** debe:

- Definir objetivos para dicho problema y bibliografía a utilizar para su realización.
- Definir los estudiantes que deben realizar el problema, en función de los niveles de desarrollo individuales.
- Exigir que analicen el problema y establezcan relaciones con los conocimientos asociados.
- Exigir la búsqueda de lo dado y lo pedido.
- Orientar la evaluación del trabajo realizado por sus compañeros.
- Orientar que expongan a sus compañeros las estrategias de solución utilizadas.

Por su parte, para cada uno de estos ejercicios o problemas, entre otros, cada **estudiante** debe:

- Establecer la relación entre lo dado y lo buscado.
- Planificar y controlar su trabajo durante la resolución del problema.
- Reflexionar en las acciones que debe realizar para llegar a la solución.
- Sistematizar los resultados obtenidos para poder aplicarlos a otros problemas similares donde se utilicen los conocimientos asociados.
- Analizar la aplicación u otras aplicaciones en la práctica.

Otras especificidades particulares de cada uno de estos ejercicios o problemas, se muestran a continuación.

Propuesta 1

Sea U un universo. Si R es una relación binaria dada sobre U ($R \subseteq U \times U$) y A, B, C, D son conjuntos de U , tal que:

P_1 : El conjunto D es igual al conjunto B .

P_2 : R es una relación simétrica.

P_3 : Los conjuntos B y C constituyen una partición de A .

Si $R = (A \setminus C) \times D$, demuestre que: $P_1 \wedge P_3 \Rightarrow P_2$.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien los conceptos necesarios para la solución del problema.

- Exigir que analicen si los resultados obtenidos son correctos en función del procedimiento de demostración utilizado.
- Pedir la argumentación del por qué de su respuesta.

El alumno debe:

- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos anteriormente (conjuntos y relaciones).
- Aportar y aplicar los conceptos de partición, relación simétrica, diferencia de conjuntos y producto cartesiano de conjuntos.
- Analizar la precedencia de los operadores para la demostración.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega a la demostración correcta.

Propuesta 2

Una determinada región del país cuenta con cuatro grupos electrógenos G_1, G_2, G_3 y G_4 para satisfacer su demanda eléctrica. El suministro de electricidad debe mantenerse estable en un rango de $150 - 250 \text{ kw/h}$. Se quiere diseñar un circuito lógico que, a partir de la información respecto a cuáles de los grupos electrógenos están en funcionamiento, dé como salida 1 si el valor de electricidad producido se encuentra en el rango previsto y 0 en caso contrario. Los cuatro grupos electrógenos tienen una capacidad respectiva de 30, 100, 120 y 200 kw/h . Además, el circuito diseñado debe tener un costo menor a \$250, dado que se conocen los precios de los siguientes componentes:

Componentes	Número de entradas			
	1	2	3	4
NOT	\$20	-	-	-
AND	-	\$30	\$50	\$100
OR	-	\$30	\$50	\$100
NAND	-	\$40	\$50	\$100
NOR	-	\$40	\$50	\$100

Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien los métodos de simplificación de circuitos necesarios para la solución del problema.

- Exigir que analicen si los resultados obtenidos son correctos en función de las restricciones iniciales del problema al comprobar el precio total del circuito.

El alumno debe:

- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos anteriormente (leyes de la teoría de conjuntos).
- Reflexionar sobre el uso de los métodos Mapas de Karnaugh y Quine – McCluskey y el hecho de que no siempre aportan la solución más simplificada, lo cual puede conducir a otras vías para llegar a la solución deseada.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega a la solución correcta.
- Analizar el uso de compuertas tanto básicas como universales pues en la orden del ejercicio no hay restricciones al respecto.
- Aplicar la conversión de compuertas básicas a compuertas universales y utilizar leyes de la lógica proposicional.

Propuesta 3

En un sistema de enfriamiento para un procesador, se realizan tres tipos de mediciones a diferentes módulos. En el primer módulo se registra la cantidad de instrucciones (CI) recibidas por el procesador en Mega-Hertz (Mhz), en el segundo las revoluciones por minutos (RPM) que desarrolla el *fancooler* (FC) y el tercero el calor disipado (CD) en Kelvin (K). A continuación se muestra una tabla con las lecturas realizadas específicamente para cada uno de los componentes involucrados en dicho sistema para diferentes instantes de tiempo.

	Módulos	Instantes de tiempo						
		1	2	3	4	5	6	7
1	CI(Mhz)	107	---	121	128	135	---	---
2	FC(RPM)	---	228	242	256	---	284	---
3	CD(K)	321	342	363	---	---	426	---
	W(J)							

Nota: El *fancooler* es el extractor de calor en el disipador del microprocesador.

- a) Complete los espacios de la tabla que aparecen (---) con la medición que se le corresponda.
- b) Halle la expresión general de las tres relaciones de recurrencia (CI_n, FC_n, CD_n) que define a cada módulo diferente involucrado en el instante de tiempo n .
- c) Si se conoce que el trabajo realizado (W) en joule (J) es la suma de las lecturas de los diferentes módulos en un instante dado, exprese la solución general W_n para el trabajo realizado en el instante n y complete las filas en blanco con la cadena aritmética que define a W para los siete instantes de tiempos que aparecen en la tabla.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien todas las definiciones necesarias para llegar a la argumentación de las respuestas.
- Orientar que estudien la vinculación con otras asignaturas y con otras problemáticas de la práctica.

El alumno debe:

- Analizar y aplicar los conceptos de relaciones de recurrencia necesarios para llegar a la solución correcta.
- Exponer a sus compañeros las estrategias utilizadas para llegar a las soluciones.

Propuesta 4

Sea R una relación reflexiva sobre un conjunto A tal que:

$$\text{Si } (x R y) \text{ y } (y R z), \text{ entonces } (z R x)$$

Demuestre que R es una relación de equivalencia.

Orientaciones al profesor:

- Orientar que estudien los conceptos necesarios para la solución del problema y la demostración.
- Exigir que analicen si los resultados obtenidos son correctos en función del procedimiento de demostración utilizado.

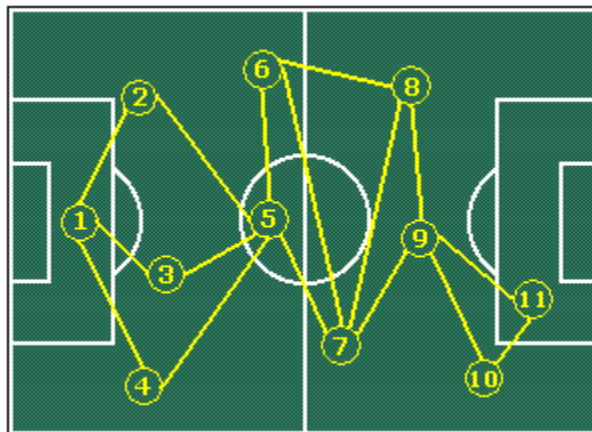
- Pedir la argumentación del por qué de su respuesta.

El alumno debe:

- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos anteriormente (conjuntos y relaciones).
- Aportar y aplicar los conceptos asociados a las propiedades de las relaciones binarias.
- Analizar la precedencia de los operadores para la demostración.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega a la demostración correcta.

Propuesta 5

A continuación se muestra la tabla de tácticas de un entrenador de cierto equipo de fútbol, la cual describe una estrategia de posibles pases de balón:



- ¿Qué jugador o jugadores, en caso de ser amonestados con tarjeta roja (y por ende, sacados del juego), hacen imposible la comunicación entre el resto de los jugadores, en la estrategia mostrada? Justifique.
- ¿A cuántos jugadores puede pasarle el balón el jugador 7? Represente matricialmente (mediante adyacencias) la subestrategia determinada por la vecindad de dicho jugador.
- Determine el recorrido de menor longitud que debe hacer el balón para llegar al jugador 11, partiendo del jugador 1. Clasifique dicho recorrido y argumente.
- ¿Existirá en dicha estrategia un recorrido del balón que pase por todos los jugadores sin repetirlos y regrese nuevamente al jugador que hizo el primer pase? Justifique.

- e) Ajuste la estrategia, adicionando o eliminando la menor cantidad de pases de balón entre jugadores, de forma tal que se realicen todos los pases y estos no se repitan. Justifique y dé el recorrido del balón que cumpla con las características descritas anteriormente.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que analicen el significado matemático de la representación gráfico del problema.
- Orientar el estudio de todos los conceptos asociados al problema.
- Orientar que estudien la vinculación con otras problemáticas de la práctica.
- Exigir la generalización del resultado.

El alumno debe:

- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos anteriormente.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega al resultado correcto en cada inciso.
- Estudiar y aplicar cada concepto de la teoría de grafos necesario para dar solución a las problemáticas individuales.
- Generalizar los resultados obtenidos.
- Exponer a sus compañeros las estrategias de solución utilizadas.

En el anexo 16 se muestran otros ejercicios y problemas propuestos para los estudiantes y otros utilizados en la puesta en práctica de la estrategia.

2.6. Valoración de los resultados obtenidos en la validación de la estrategia didáctica desarrolladora

Para realizar la valoración de la propuesta, el autor aplicó como método fundamental de validación el criterio de expertos, donde realizó un análisis crítico de la estrategia didáctica desarrolladora a partir de las respuestas de los expertos a los cuestionarios sobre la propuesta; luego realizó la aplicación de la propuesta en la práctica pedagógica a través de un pre-experimento y finalmente utilizó el test de ladov para constatar el grado de satisfacción de los estudiantes. Con los resultados obtenidos en cada uno de estos pasos de la validación, se

realizó una triangulación metodológica para constatar la aplicabilidad y efectividad de la estrategia propuesta. Los resultados obtenidos al someter la estrategia al criterio de expertos en el tema, se muestran a continuación. Este paso se realizó para constatar la validez de la estrategia didáctica desarrolladora elaborada, tanto en su concepción teórica como su factibilidad. Los expertos consultados laboran en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

2.6.1. Criterio de expertos

En la presente investigación, se utilizó para la validación el método de expertos en su variante Delphi propuesta por Silvia Colunga y Georgina Amayuela (Colunga Santos & Amayuela Moras, 2003) a su vez empleada por Carlos Álvarez Martínez de Santelices en su tesis de maestría: “Experimentos virtuales para la enseñanza del Electromagnetismo” (Álvarez Martínez de Santelices, 2004), donde aparecen las conclusiones del estudio de numerosas tesis de maestría y doctorado para ese tipo de investigación y la tesis de maestría de Rolando Quintana Aput (Quintana Aput, 2007): “Propuesta de indicadores para medir competencias del personal según el rol en proyectos multimedia”. Dichos investigadores no utilizan el método clásico Delphi para la valoración de expertos, sino una variante para propiciar mayor objetividad a los criterios de los especialistas a partir de la introducción de escalas valorativas.

Para la realización del método se selecciona un grupo de expertos para ejecutar el proceso de validación. Durante este período, ningún experto conoce la identidad de los restantes, lo que permite que un miembro pueda cambiar o defender sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen, en caso de que sean erróneos; además, impide que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La correcta selección de estos expertos proporciona la certeza de un correcto resultado y al mismo tiempo un alto grado de credibilidad.

Para la selección de los expertos se tuvo en cuenta inicialmente un total de 33 profesores con varios años de experiencia en la formación universitaria, especialmente en la UCI o carreras afines a la ICI, y que a criterio del autor

cumplían los requisitos para ser considerados expertos. Se tomaron en cuenta los siguientes elementos: título universitario, categoría docente, categoría científica y años de experiencia como docente. Además, se tuvieron en cuenta sus conocimientos sobre ciencias pedagógicas, ciencias de la educación y enseñanza de la MD. A todos los expertos se les envió un cuestionario que se muestra en el Anexo 7 y 27 de ellos respondieron al mismo.

Para determinar el coeficiente de competencia de los expertos (K) se utilizó la fórmula:

$$K = (K_c + K_a) * 0.5$$

Donde K_c representa el coeficiente de conocimiento del experto acerca del tema. Se calcula a partir de la autovaloración del experto en una escala del 1 al 10 y multiplicada por 0.1, donde auto valorarse con 1 significa el mínimo conocimiento y con 10 el máximo conocimiento. En el Anexo 8 se muestra una tabla con la autovaloración de cada experto y su K_c correspondiente. En la tabla 2 se muestra un resumen de la cantidad de expertos por cada uno de los valores de K_c obtenidos, donde puede resaltarse que todos los expertos obtuvieron un K_c mayor o igual que 0.5.

	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Cantidad de expertos	0	6	7	4	7	3	0	0	0	0

Tabla 2. Resumen de los K_c de los expertos

K_a representa el coeficiente de fundamentación de los criterios del experto, el cual se obtiene de la suma de los puntos que obtiene cada experto en las fuentes de fundamentación definidas en la tabla 3.

No.	Fuentes de fundamentación	Alto	Medio	Bajo
1	Investigaciones teóricas o experimentales sobre temas afines	0.30	0.20	0.10
2	Experiencia obtenida en su actividad profesional	0.50	0.40	0.20
3	Análisis de trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
4	Análisis de trabajos de autores internacionales	0.05	0.05	0.05

5	Conocimiento del estado del problema a nivel internacional	0.05	0.05	0.05
6	Intuición propia	0.05	0.05	0.05

Tabla 3. Grado de influencia de las fuentes de fundamentación

Los valores de K_a correspondientes a cada experto se muestran en la tabla del Anexo 9. Con estos datos se calculó el K de cada experto y se definieron los niveles de competencia según los intervalos que se muestran en la tabla 4.

Nivel de competencia		
Alto	Medio	Bajo
$1 \geq K \geq 0.8$	$0.8 > K \geq 0.5$	$0.5 > K$

Tabla 4. Intervalos para definir la competencia de un experto

El 51.85% de los expertos obtuvo un alto nivel de competencia, el 48.15% nivel medio y ninguno de ellos obtuvo nivel bajo. En la tabla del Anexo 10 se muestra el resumen con los valores K_c , K_a y K para cada experto. Se escogieron aquellos expertos cuyo nivel de competencia fue mayor que 0.6, los cuales fueron 19 expertos. De ellos, el 47.37% posee la categoría de Máster en Ciencias y el 52.63% el de Doctor en Ciencias. Todos los expertos son docentes, el 21.05% de ellos son profesores titulares, el 31.58% auxiliares y el 47.37% asistentes. La media de años de experiencia como docentes es de 19 años. El 78.95% de los expertos posee experiencia en el campo de la didáctica de la matemática.

Valoración de la estrategia didáctica por parte de los expertos seleccionados

Se elaboró un cuestionario para que los expertos valoraran la estrategia didáctica. Dicho cuestionario se muestra en el Anexo 7. En dicho cuestionario se definieron 14 indicadores en función de los aspectos que la estrategia debe potenciar. Cada uno de los expertos evaluó estos indicadores en una escala del 1 al 5; donde valorar un indicador con 5, significa que el mismo es Muy Adecuado; con 4, que es Bastante Adecuado; con 3, que es Adecuado; con 2, que es Poco Adecuado y con 1, que es No Adecuado.

Una coherencia en cuanto a criterios entre los expertos ofrece mayor validez a la propuesta, por lo que se necesita calcular el Coeficiente de Concordancia de

Kendall que ayuda a comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas por los expertos. El Coeficiente de Concordancia de Kendall (W), constituye un estadígrafo muy útil en estudios de confiabilidad entre expertos de una materia, al determinar la asociación entre distintas variables; es una medida de coincidencia.

Para el cálculo de W , se construye una tabla de indicadores a evaluar contra expertos donde se sitúan los rangos de valoración (en términos numéricos de 1 a 5) de cada indicador evaluado por cada uno de los expertos; estos datos son tomados a partir de los resultados arrojados luego de realizar la encuesta de validación. Los valores obtenidos se muestran en la tabla del Anexo 11. La fórmula utilizada para el cálculo de W es la siguiente:

$$W = 12 * \frac{S}{C^2(n^3 - n)}$$

El coeficiente W ofrece el valor que posibilita decidir el nivel de concordancia entre los expertos. El valor de W siempre es positivo y oscila entre 0 y 1. Con el coeficiente de Kendall se puede calcular el Chi cuadrado real con el objetivo de ver si existe o no concordancia entre los expertos, el mismo se obtiene a través de la fórmula siguiente:

$$x^2 = C(n - 1)W$$

El Chi cuadrado calculado se compara con el de las tablas estadísticas (E. Freund, R. Miller, & Johnson, 2006). Si $x_{real}^2 < x_{(\alpha, n-1)}^2$, entonces existe concordancia en el criterio de los expertos. Luego de la realización de los cálculos pertinentes, estos arrojaron que $x_{real}^2 = 0.153$, y el $x_{(0.99, 13)}^2 = 4.107$ lo cual corrobora el cumplimiento de la comparación y por tanto, existe concordancia entre los expertos. Los cálculos realizados pueden consultarse en el Anexo 12.

Con las valoraciones hechas por los expertos se pudo determinar los niveles de adecuación para cada uno de los indicadores de la estrategia, según el procedimiento establecido y cuyos datos se pueden consultar en el Anexo 13.

Se debe resaltar que no se registraron votos negativos, que son aquellos que se refieren a un indicador con la categoría de No Adecuado o Poco Adecuado. Los 14 indicadores evaluados obtuvieron la condición de Muy Adecuado. Debido a que no se hicieron señalamientos negativos por parte de los expertos no fue necesaria la aplicación de una segunda ronda de evaluación.

En este sentido, el consenso de los expertos permite corroborar la factibilidad y validez de la estrategia. Sobre los diferentes temas tratados en la encuesta de validación, los expertos emitieron opiniones como las que se reseñan a continuación:

- La estrategia tiene un orden lógico y una estructura que permite su entendimiento y aplicación.
- La estrategia cuenta con una descripción detallada de cada elemento, donde se especifica en cada momento el proceder tanto de alumnos como de profesores.
- Los elementos propuestos están correctos y se tendrá éxito siempre que se ejecute de forma adecuada.
- Es muy interesante e importante la opción de permitir modificaciones en la misma, en función de las cualidades de los estudiantes.
- Al seguir las indicaciones que se establecen en la estrategia se puede asegurar una contribución al PEA de la MD en la UCI, así como a la independencia cognoscitiva de los estudiantes que ingresan en primer año en la universidad.
- Si se aplica la estrategia acorde a lo definido, se debe cumplir con el objetivo para el que fue propuesta.

Además, con sus criterios, se pudo enriquecer y mejorar la propuesta. De estos resultados se puede interpretar que:

- La propuesta es original y útil en función de las necesidades que posee el PEA de la MD en la UCI.
- La estrategia presenta calidad y precisión en las orientaciones para su puesta en práctica.

- Existe correspondencia entre la concepción teórica y práctica de la estrategia didáctica y los principios teóricos que la sustentan.
- La propuesta contribuye a mejorar el PEA de la MD en la UCI.
- La estrategia presenta una alta vinculación con otras asignaturas del perfil computacional.
- La propuesta se distingue por la presentación de ejercicios y problemas que promueven el conocimiento y desarrolla habilidades necesarias para aumentar la independencia cognoscitiva de los estudiantes.
- Se considera que la aplicación de la estrategia es viable.

2.6.2. Valoración de los resultados de la puesta en práctica de la estrategia didáctica desarrolladora

La estrategia fue aplicada en las asignaturas de MD1 y MD2 durante el curso 2013-2014. Se seleccionó una muestra intencional de 23 estudiantes, por ser uno de los grupos a los cuales el investigador le impartía docencia.

La información brindada por el colectivo pedagógico del grupo, los resultados de la prueba pedagógica y la observación pedagógica del autor de la investigación antes, durante y después de la puesta en práctica de la estrategia, proporcionaron un mayor conocimiento de la situación del grupo 3103.

Cuando comenzó la aplicación de la estrategia didáctica, se observaron dificultades por parte de los alumnos para cumplir con las tareas que les fueron orientadas, en lo fundamental por las insuficiencias que presentaban en el dominio de los contenidos matemáticos de la enseñanza precedente, motivado esto a su vez porque predominaba en ellos el pensamiento memorístico por encima del pensamiento lógico.

Una muestra evidente de su pobre independencia cognoscitiva se observó cuando se orientaban los ejercicios y problemas y los estudiantes no comenzaban a resolverlos de inmediato, sino que esperaban o solicitaban nuevas indicaciones adicionales por parte del profesor. De igual forma se observaron dificultades por parte de los estudiantes cuando se le orientaban ejercicios y problemas que relacionaban los nuevos contenidos con otros

contenidos precedentes, vistos en la propia asignatura, sobre todo si estos contenidos no habían sido sistematizados. Se observaron también dificultades a la hora de buscar vías de solución alternativas, centrándose solamente en la primera idea que encontraban.

Cuando el profesor les exigía que explicaran sus estrategias para llegar a las soluciones, se centraban en describir la secuencia de pasos seguidos, sin tener en cuenta que la estrategia podía ser vista como un recurso organizativo mental que los capacitara para futuras soluciones.

Se observó al inicio que cuando se presentaba un ejercicio o problema que fuera totalmente diferente a los vistos anteriormente, los estudiantes no eran capaces de buscar ninguna vía útil para llegar al menos a la modelación de la solución, y justificaban que nunca se habían enfrentado a ninguno semejante.

Estas dificultades fueron solventadas poco a poco, al utilizar estrategias de solución y de aprendizaje, al hacer énfasis en la activación de los contenidos que se necesitaban para dar solución a un ejercicio o problema en específico. Este modo de actuación fue incorporado hasta el punto que cada estudiante antes de intentar modelar la solución buscaba todos los contenidos asociados necesarios.

Exigir la solución de los ejercicios y problemas por varias vías, propició una sistematización continua de los contenidos abordados en temas anteriores de la asignatura y en temas de otras asignaturas. Se logró también una mayor interrelación con otras asignaturas de la disciplina como el Álgebra y la Matemática I y II, lo cual fue determinante para desarrollar nuevas formas de pensar y de aplicar los contenidos aprendidos.

Un aspecto interesante se pudo observar en la discusión colectiva de las soluciones encontradas durante el trabajo individual, donde los estudiantes mostraban una mayor motivación por participar, trataban, en la mayoría de los casos, que su solución fuera diferente a la de otros compañeros. Durante estas acciones se logró ver cómo los estudiantes de menor rendimiento se incorporaban a las actividades y mostraban también sus soluciones.

El papel del profesor en la búsqueda de las soluciones disminuyó gradualmente, lo que permitió que los estudiantes durante la clase fueran capaces de formularse preguntas, dándoles tiempo para la reflexión y por tanto espacio a que aumentaran su comprensión. Fue muy importante en este aspecto, el conocimiento por parte del profesor de las necesidades de cada alumno, para proporcionarle solamente los impulsos necesarios en función de sus características individuales.

Otro tema importante lo constituyó el dominio del lenguaje matemático, pues los estudiantes gradualmente y con la ayuda del profesor incorporaron un adecuado uso de este lenguaje a medida que expresaban ante el grupo sus soluciones o las compartían con su equipo de trabajo. En todo momento primó el respeto por los demás estudiantes, lo cual también aumentó el deseo de todos por participar y también aumentó la autoestima de los alumnos de menor rendimiento. A medida que pasó el tiempo se hizo una costumbre la exigencia de las posibles causas de los errores cometidos, y la manera en que se manejó este tema fue decisivo, pues no se hacía con la intención de castigar al estudiante por haber fracasado en el intento de solucionar el problema, sino como la forma de corregir las dificultades, de esta manera se eliminaron los temores por la participación y el miedo al fracaso.

Se observó un fortalecimiento en las relaciones interpersonales del grupo, la comunicación mejoró entre todos los participantes en el proceso. Concebir la evaluación a partir de su propia autoevaluación, y con la valoración del grupo y el profesor, se logró una discusión colectiva de forma sana, lo que determinó la mejora de la crítica y la autocrítica.

De forma general, se observó un cambio de actitud de los estudiantes en las clases de MD, donde ellos se mostraban más independientes en su desempeño. En las clases se promovió el planteamiento de problemas, el uso de estrategias de solución de problemas, el desarrollo del pensamiento, la rigurosidad, el uso del lenguaje matemático, entre otras, que contribuyeron a mejorar el modo de actuación de los alumnos.

Poco antes de concluir el segundo semestre el instrumento pedagógico inicial fue aplicado nuevamente, para verificar el progreso en el aumento de la independencia; una variante del propio instrumento, fue aplicada a los profesores del colectivo de la brigada 3103 en aras de confirmar la correlación de los resultados obtenidos en el análisis de las respuestas de los estudiantes. La observación por parte del investigador del modo de actuación de los estudiantes en el aula fue también un método de comprobación de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos en esta prueba pedagógica pueden ser consultados en el Anexo 6. De forma general se pudo constatar un avance en los niveles del grupo en los indicadores pues en los 11 indicadores donde el nivel **Insuficiente** representaba el peor resultado, la moda del grupo fue dicho nivel en la primera prueba pedagógica. Al aplicar la segunda prueba, al final del curso, se pudo constatar que de esos 11 indicadores, en 9 la moda resultó el nivel **Básico** y en 1 resultó el nivel **Alto**.

Al hacer un análisis del porcentaje de influencias del profesor en el trabajo de los estudiantes a lo largo del curso durante las etapas de la estrategia, puede observarse cómo la posición activa del estudiante aumentó gradualmente, mientras que la del profesor disminuyó de forma considerable.

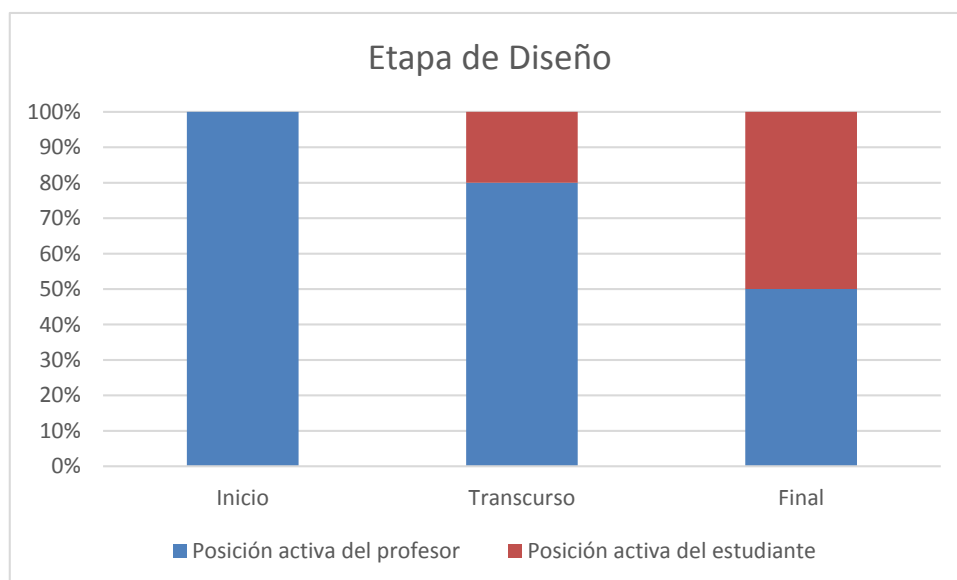


Imagen 2. Porcentaje de influencias del profesor en el trabajo del estudiante en la etapa de Diseño

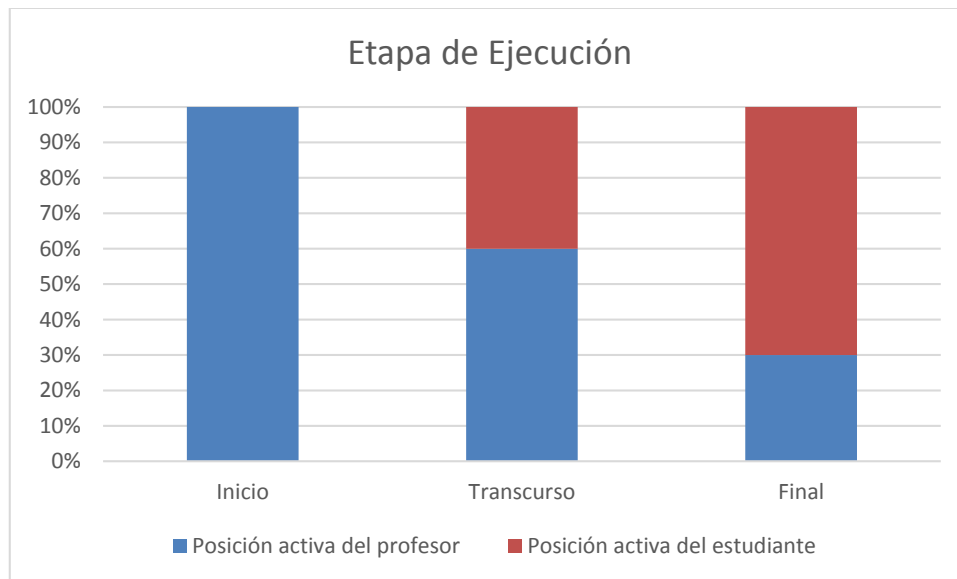


Imagen 3. Porcentaje de influencias del profesor en el trabajo del estudiante en la etapa de Ejecución

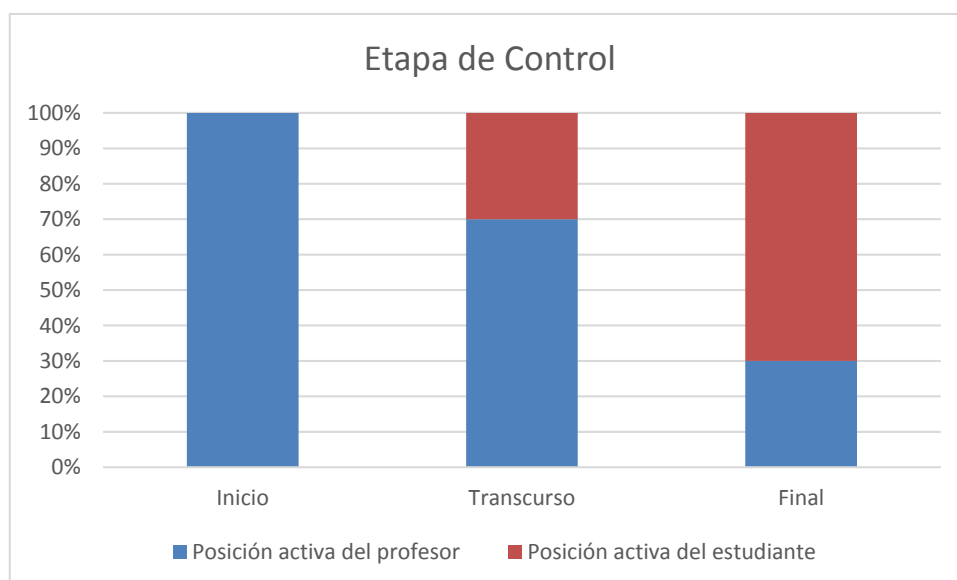


Imagen 4. Porcentaje de influencias del profesor en el trabajo del estudiante en la etapa de Control

2.6.3. Test de satisfacción de ladov

Para conocer el grado de satisfacción de los estudiantes, cómo piensan y cómo se sienten con la MD, se realizó el test de satisfacción de ladov, el cual en su versión original fue creado para el estudio de la satisfacción por la profesión en carreras pedagógicas. En la presente investigación fue utilizado para conocer el índice de satisfacción de los estudiantes con el PEA de la MD.

La técnica de ladov está conformada por cinco preguntas: tres cerradas y dos abiertas, las cuales fueron reformuladas en la presente investigación e insertadas dentro de una encuesta (Ver Anexo 14) que fue aplicada a los 23 estudiantes que participaron en la aplicación de la estrategia didáctica.

La técnica de ladov constituye una vía indirecta para el estudio de la satisfacción, ya que los criterios que se utilizan se fundamentan en las relaciones que se establecen entre las tres preguntas cerradas (preguntas 2, 7 y 9 de la encuesta) y cuya relación el sujeto desconoce. Estas tres preguntas se relacionan a través de lo que se denomina “Cuadro lógico de ladov”, el cual puede ser consultado en el Anexo 15. El número resultante de la interrelación de las tres preguntas nos indica la posición de cada alumno en la escala de satisfacción, la cual es la siguiente:

1. Clara satisfacción.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.
5. Clara insatisfacción.
6. Contradictoria.

Para obtener el índice de satisfacción grupal (ISG) se trabaja con los diferentes niveles de satisfacción que se expresan en una escala numérica que oscila entre 1 y -1 de la siguiente forma:

1	Máximo de satisfacción
0.5	Más satisfecho que insatisfecho
0	No definido o contradictorio
-0.5	Más insatisfecho que satisfecho
-1	Máxima insatisfacción

Tabla 5. Escala numérica de niveles de satisfacción

Luego con el valor del ISG se determina la satisfacción del grupo, enmarcado en las siguientes categorías grupales:

$$-1 \leq \text{Insatisfechos} \leq -0.5$$

$-0.5 < \text{No definido o contradictorio} < 0.5$

$0.5 \leq \text{Satisfechos} \leq 1$

El ISG se calcula por la siguiente fórmula:

$$ISG = \frac{A(1) + B(0.5) + C(0) + D(-0.5) + E(-1)}{n}$$

Donde A representa el número de sujetos con índice individual 1; B la cantidad con índice 2; C la cantidad con índice 3 o la cantidad con índice 6; D la cantidad con índice 4; E la cantidad con índice 5 y n representa el número total de sujetos del grupo. La técnica de ladov, contempla además dos preguntas complementarias de carácter abierto (preguntas 4 y 5 de la encuesta), las cuales permiten profundizar en la naturaleza de las causas que originan los diferentes niveles de satisfacción. Luego de aplicar el cuadro lógico de ladov a cada uno de los encuestados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Escala de satisfacción		
	Cantidad	%
Máximo de satisfacción	18	78.26
Más satisfecho que insatisfecho	3	13.04
No definido	2	8.70
Más insatisfecho que satisfecho	0	0
Máxima insatisfacción	0	0
Contradictorio	0	0

Tabla 6. Resultados del test de ladov

Por tal motivo, el ISG queda de la siguiente manera:

$$ISG = \frac{18 + 3 * (0.5) + 2 * (0) + 0 * (-0.5) + 0 * (-1)}{23} = 0.85$$

De aquí se desprende que se observa una clara satisfacción del grupo por la propuesta. Al analizar las respuestas dadas a las preguntas de carácter abierto, se pudo observar que:

- Sobre lo que más le gusta de las clases de MD, refieren que es: el dinamismo con que el profesor imparte las clases; la posibilidad que da el profesor de corregir los errores antes de emitir una evaluación; la posibilidad de compartir experiencias de solución a los problemas con los compañeros de aula; los tipos de problemas que siempre tienen algún elemento que hace reflexionar antes de resolverlos; la forma organizada de trabajar que han incorporado a su quehacer a la hora de resolver los problemas; las habilidades que han logrado adquirir que antes no tenían y que han podido aplicarlos a otras asignaturas como la programación.
- En cuanto a lo que menos les gusta de las clases de MD, refieren que es: la cantidad de conceptos y leyes que deben dominar para enfrentarse a los problemas.

2.7. Triangulación metodológica

El autor de la presente investigación asume el concepto de triangulación metodológica defendido por (Arias Valencia, 2000), la cual plantea que es: “la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos, métodos de investigación, en el estudio de un fenómeno singular”.

Luego de realizar la triangulación metodológica, donde se utilizaron como indicadores: la aplicabilidad de la estrategia didáctica y la efectividad de su utilización en el PEA de la MD en la UCI, se arriban a las siguientes conclusiones:

- Se considera que la estrategia es viable para su aplicación, lo cual es corroborado por el criterio aportado por parte de los expertos en la evaluación de la propuesta.
- Los niveles de satisfacción de los estudiantes donde se aplicó la propuesta fueron evaluados con la realización del test de satisfacción de ladov que evidenció que los mismos poseen un alto grado de satisfacción con la forma en que se les impartió la MD. En este test se pudo observar que el 100% de los estudiantes refirió que las habilidades adquiridas por ellos en la MD son útiles para su formación como ICI.

- La estrategia didáctica propuesta contribuye a la mejora del PEA de la MD a través de la propuesta de problemas y vías para aumentar la motivación de los estudiantes hacia el estudio de estas asignaturas, los cuales fueron elementos detectados en la problemática de la presente investigación.
- El PEA desarrollador es una necesidad y un reto en la formación de los ICI para promover el desarrollo integral de su formación como futuro ingeniero; la estrategia didáctica propuesta contribuye al tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la autorregulación; y le ayuda a desarrollar la capacidad para realizar aprendizajes en distintos escenarios y a lo largo de la vida.
- A través del pre-experimento, se constató que la estrategia didáctica desarrolladora al ser aplicada, produce cambios positivos en los estudiantes de primer año, que contribuyen a su formación como ICI.

2.8. Conclusiones del capítulo

A partir de la propuesta presentada y su respectiva validación, se arriba a las siguientes conclusiones:

- La estrategia desarrollada está en concordancia con los fundamentos en los cuales está sustentada. La estrategia tiene como sustento principal el del aprendizaje desarrollador por la necesidad de que el estudiante sea un sujeto activo y consciente del aprendizaje.
- Los indicadores definidos para evaluar la independencia cognoscitiva de los estudiantes permitieron confirmar el avance de los estudiantes en cuanto al desarrollo de habilidades y capacidades, lo cual confirma que la estrategia contribuye a la independencia de los alumnos.
- La estrategia desarrollada incluye los componentes: misión, objetivo, etapas, método de trabajo en clases, tipología de ejercicios y problemas y evaluación; se definen las acciones del profesor durante el PEA y la importancia que tiene en el estudiante al aprender, desde las dimensiones del aprendizaje desarrollador; con lo cual se da cumplimiento al objetivo por la que fue creada.

- Se determinaron ejercicios y problemas, con sus respectivas indicaciones, en función del desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes, desde las dimensiones del aprendizaje desarrollador (activación-regulación, motivación y significatividad), y actividades que caracterizan la independencia cognoscitiva, mediante las acciones del profesor y los estudiantes, todo lo cual está en correspondencia con el objetivo planteado.
- La implementación en la práctica de la estrategia didáctica demostró su capacidad de generalización como vía para la mejora del PEA de la MD en la UCI.
- El criterio de expertos y la técnica de ladov permitieron valorar a la estrategia didáctica desarrolladora como pertinente y viable para su aplicación y el logro de su objetivo fundamental.
- La triangulación metodológica realizada permitió confirmar la viabilidad de la estrategia didáctica desarrolladora que ya había arrojado el criterio de expertos y el test de ladov.

CONCLUSIONES GENERALES

Como resultado del estudio realizado, y a modo de conclusión, el autor de la presente investigación considera que:

- La sistematización realizada de los referentes teóricos de la investigación, permitió identificar que la MD se debe caracterizar por sistematizar los contenidos específicos de estas asignaturas, desarrollar en los estudiantes habilidades particulares y generales, así como estrategias cognoscitivas, que incluyan formas flexibles del pensamiento, tanto para el aprendizaje de la MD como para la dirección de su enseñanza y para su desempeño como futuro ICI.
- El análisis de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas como parte del diagnóstico del PEA de la MD en la UCI, permitió identificar la necesidad de estructurar el PEA mediante un enfoque desarrollador, en función del desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la UCI en la MD y en concordancia con las dimensiones activación-regulación, motivación y significatividad.
- El análisis del objeto de estudio y del campo de acción realizado por el autor, le permitieron la fundamentación y el diseño de una estrategia didáctica sustentada en la concepción de un PEA desarrollador de la matemática para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes desde la MD en la UCI.
- La triangulación metodológica realizada posibilitó, a partir del análisis de los resultados obtenidos en la consulta a expertos, el test de ladov y la aplicación en la práctica de la propuesta, constatar que la propuesta es viable y favorece la formación de los ICI, aportándoles una elevada capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica de forma independiente, lo que contribuye a la mejora del PEA de la MD en la UCI; se da cumplimiento de esta forma al objetivo de la investigación.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados alcanzados en la presente investigación, el autor recomienda:

- Desarrollar actividades metodológicas para los profesores de MD en la UCI para darles a conocer las actividades que deben desplegar, tanto alumnos como docentes, para contribuir a la independencia cognoscitiva desde las clases, y tener en cuenta el enfoque desarrollador de la matemática.
- Poner a disposición de los profesores de MD en la UCI la colección de ejercicios y problemas propuestos en la investigación, para su uso en el PEA de la MD y contribuir así a la independencia cognoscitiva; lo cual da la posibilidad de su modificación o adición de nuevas problemáticas siempre que sea necesario.
- Considerar la posibilidad de la aplicación de la estrategia didáctica desarrolladora propuesta en la presente investigación en todos los grupos de primer año de la UCI, y realizarle en todo momento las adecuaciones necesarias, en función de las características de los estudiantes.
- Adaptar la propuesta para hacerla independiente de la asignatura, a través de la definición de las características que debe tener la asignatura para aplicar la estrategia y contribuir así a la independencia cognoscitiva desde todas las asignaturas de la carrera.

BIBLIOGRAFÍA

1. Addine Fernández, F. (2004). *¡Didáctica! ¿Qué didáctica? Didáctica: Teoría y práctica*. La Habana: Pueblo y Educación.
2. Alcántara Rabí, D. E., & Rivalta Valladares, M. d. (2014). Una estrategia metodológica para contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva a través del trabajo independiente.
3. Álvarez de Zayas, C. M. (1999). *La escuela en la vida* (Vol. Didáctica). La Habana: Pueblo y Educación.
4. Álvarez de Zayas, R. M. (1997). *Hacia un Currículum Integral y Contextualizado*. Honduras: Editorial universitaria.
5. Álvarez de Zayas, R. M., Díaz Pendás, H., & Chávez Rodríguez, J. (1979). *Metodología de la enseñanza de la Historia II*. La Habana: Pueblo y Educación.
6. Álvarez Martínez de Santelices, C. (2004). *Experimentos virtuales para la enseñanza del Electromagnetismo*. Camagüey.
7. Arias Valencia, M. M. (2000). La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones. *Investigación y educación en enfermería*, XVIII(1), 13-26.
8. Arteaga Valdés, E. (2001). *El sistema de tareas para el trabajo independiente creativo de los alumnos en la enseñanza de la Matemática en el nivel medio superior*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
9. Arteaga Valdés, E., García Lima, F., & Germán Cruz, L. (2007). Las tareas integradoras: un recurso didáctico para la materialización del enfoque interdisciplinario del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas. *Pedagogía 2007*.
10. Bencosme Arias, J. L. (1982). El trabajo independiente del estudiante. *Varona*(8).
11. Blanco Pérez, A. (2003). *Filosofía de la Educación. Selección de lecturas*.
12. Calderón Arioza, R. (1995). *La enseñanza del Cálculo Integral, una alternativa basada en el enfoque histórico cultural*. Tesis presentada en opción al título académico de Doctor en Ciencias, CUJAE, La Habana.
13. Carballo Nápoles, E. Y., & Pérez Suárez, A. (2011). El impacto social de la independencia cognoscitiva en el modo de actuación del adolescente cubano. *Innovación Tecnológica*, 17(2).

14. Castañeda Hevia, Á. E. (2003). *El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC's) en el proceso de enseñanza-aprendizaje a comienzos del siglo XXI*. La Habana: Félix Varela.
15. Castañeda Porras, P. (1998). *Propuesta de Diseño de la Asignatura Matemática III para la Carrera de Telecomunicaciones y Electrónica Aplicando un Asistente Matemático*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Matemática Avanzada para la ingeniería, CUJAE, Departamento de Matemática Aplicada, La Habana.
16. Castañeda, E. (2002). Aplicaciones de las NTIC en el proceso de enseñanza aprendizaje.
17. Castañeda, E. (2010). Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones como proceso cultural y las bases de su impacto en la actividad educativa. Un acercamiento desde lo tecnológico. *Curso: Aplicaciones de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje*. (CUJAE, Ed.) La Habana.
18. Castellanos Simons, D. (1999). *La comprensión de los procesos del aprendizaje* (Vol. 2da versión). (I. E. Varona, Ed.) La Habana.
19. Castellanos Simons, D. (2000). El proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador en la Secundaria Básica. (C. d. ISPEJV, Ed.)
20. Castellanos Simons, D. (2001). *Aprender y enseñar en la escuela*. La Habana: Pueblo y Educación.
21. Castellanos Simons, D. (2001). Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador. (I. S. "ISPEJV", Ed.) 57.
22. Castellanos Simons, D. (2004). Estrategias para promover el aprendizaje desarrollador en el contexto escolar.
23. Chipman, S. F., Segal, J. W., & Glaser, R. (2014). *Thinking and learning skills. Research and open questions* (Vol. 2). Pittsburg, University of Pittsburg, USA: Routledge.
24. Chirino Ramos, M. V. (2005). *El trabajo independiente desde una concepción desarrolladora del proceso enseñanza aprendizaje*. La Habana: Pueblo y Educación.
25. Colunga Santos, S., & Amayuela Moras, G. (2003). *La Psicología Educativa, su objeto, métodos y problemas principales*. Camagüey.
26. Crespo Garriga, S., Gómez Fernández, M., & López Rodríguez, S. R. (2011). La tarea docente en función del desarrollo de la independencia cognoscitiva. *Centro de Capacitación de Alto Perfil Tecnológico S.C.*
27. Crespo Hurtado, E. T. (2007). *Modelo didáctico sustentado en la heurística para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática*

- asistida por computadora*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Santa Clara.
28. CUJAE. (2004). *Informe de la reunión de la Comisión Nacional de Matemática de Ciencias Técnicas para el Perfeccionamiento de los Programas de las disciplinas de Matemáticas en carreras de Ciencias Técnicas*. CUJAE, La Habana: Comisión Nacional de Ciencias Básicas para las Ciencias Técnicas.
 29. Danilov, M. A. (1978). Didáctica de la escuela media. *Proceso de enseñanza*, 98-137.
 30. De Armas, N., & Otros. (2003). Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educat. (U. P. Varela, Ed.)
 31. De la Tejera Dubrocq, J. (1980). Algunas consideraciones sobre el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos a través de las clases de Historia. *Educación*, X(37), 38-39.
 32. Del Llano Meléndez, M. (1982). Consideraciones acerca del trabajo independiente de los alumnos en biología. *Varona*(9), 61.
 33. Delgado Rubí, J. R. (1999). *La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración sistémica del contenido de estudio y el desarrollo de las habilidades generales matemáticas*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana.
 34. Díaz Fernández, G. (2006). *Concepción Teórico-Methodológica para el uso de la Computadora en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Educación Primaria*. Tesis presentada en opción al grado académico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", Informática Educativa, La Habana.
 35. Diez Fumero, T. (2003). *Una estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad graficar en la disciplina Matemática Superior I*. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias, Universidad de La Habana, Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior, La Habana.
 36. Diez Fumero, T. (2008). *Un sistema de evaluación del aprendizaje para la Matemática Superior en perfiles ingenieros*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior, La Habana.
 37. E. Freund, J., R. Miller, I., & Johnson, R. (2006). *Probabilidad y Estadística para ingenieros* (Vol. 1). La Habana, Cuba: Félix Varela.
 38. Florian Silveira, J. L., Lamothe, M., & Yero Ochoa, M. (1987). El trabajo independiente a través de las formas de docencia directa. *Selección de artículos*, 3-17.

39. Fraga Cedré, D. (2009). *Una estrategia didáctica desarrolladora, para la asignatura Matemática para la Secundaria Básica y su Metodología I en la formación del Profesor General Integral*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana.
40. Frederiksen, N., Glaser, R., Lesgold, A., & Shafto, M. G. (2009). *Diagnostic monitoring of skill and knowledge acquisition*. New York: Routledge.
41. Galperin, P. Y. (1988). Desarrollo de las investigaciones sobre las acciones mentales. (U. d. Habana, Ed.)
42. García Batista, G., & Addine Fernández, F. (2005). *Profesionalidad y currículo del docente*. La Habana: Pueblo y Educación.
43. García Ricardo, L., Osorio Peña, J. M., & Díaz Valdivia, A. M. (2013). *Herramienta de apoyo a la enseñanza de la Combinatoria y Teoría de Números en la asignatura de Matemática Discreta*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero en Ciencias Informáticas, La Habana.
44. Garzón Giro, L. E., Verdecia Martínez, E. Y., & Hernández Calzada, A. (2012). *Estrategia metodológica para la gestión del trabajo independiente con apoyo en las TIC en la asignatura Física*. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias, La Habana.
45. Ginoris, O., Addine, F., & Turcaz, J. (2006). *Didáctica General, Material Básico Maestría en Educación*. Caracas, Venezuela: IPLAC.
46. González Dosil, M. C. (2006). *Propuesta didáctica para la aplicación de la enseñanza basada en problemas a la formación semipresencial en la Disciplina de Geometría*. Tesis presentada en opción al grado académico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", Facultad de formación de profesores de educación media superior. Departamento Ciencias Exactas, La Habana.
47. González, A., Recarey, S., & Addine, F. (2004). *La dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje mediante sus componentes*. La Habana: Pueblo y Educación.
48. H. Rosen, K. (2004). *Matemática Discreta y sus aplicaciones*. México: Mc Graw Hill.
49. Hernández Fernández, H. (1989). *El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior Cubana: Experiencia en el Álgebra Lineal*. Tesis presentada en opción al grado académico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana.
50. Hernández Fernández, H. (1997). La huella de la Matemática en el pensamiento. (UADER, Ed.) *Sistema de Biblioteca. Facultad de Ciencia y Tecnología - UADER*, 15-26.

51. Imbert Stable, N. (2004). *El trabajo independiente en equipo, ¿aceptado o rechazado, por quiénes y por qué?* La Habana: Pueblo y Educación.
52. Inhelder, B., Sinclair, H., & Bovet, M. (2014). *Learning and the development of cognition*. New York: Routledge.
53. Jiménez Milián, M. H. (2010). *Una concepción de la enseñanza de la Matemática para propiciar aprendizaje desarrollador* (Vols. Didáctica de las Ciencias, nueva perspectiva). La Habana.
54. Klingberg, L. (1972). *Introducción a la Didáctica General*. La Habana: Pueblo y Educación.
55. Klingberg, L. (1985). *Introducción a la Didáctica General*. La Habana: Pueblo y Educación.
56. Labarrere, G., & Valdivia, G. (2009). *Pedagogía*. La Habana: Pueblo y Educación.
57. Leóntiev, A. N. (1979). *La actividad en la psicología*. La Habana: Editorial de libros para la educación.
58. Leóntiev, A. N. (1983). *Actividad, conciencia y personalidad*.
59. Llivina Lavigne, M. J. (2014). Una experiencia acerca de la formación universitaria de profesores para el siglo XXI. (pág. 11). La Habana: Oficial de Programa de Educación de la UNESCO.
60. Majmutov, M. I. (1983). *La enseñanza problémica*. 371.
61. Martínez Llantada, M. (1998). *Calidad educacional, actividad pedagógica y creatividad*. La Habana: Pueblo y Educación.
62. MES, M. (2014). *Plan de estudios "D" Ingeniería en Ciencias Informáticas. Modelo del profesional*. La Habana.
63. Oliveros Reyes, L. (2002). Contradicción entre dependencia e independencia del estudiante. *Revista Pedagógica Universitaria*, 7(4).
64. Osses Bustingorry, S., & Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *SCIELO*, XXXIV(1), 187-197.
65. Pavón Llera, R. J. (2012). Aprendizaje del inglés académico profesional ejercitando la independencia cognoscitiva con uso de las TIC.
66. Perdomo Lorente, E. (2010). *Una estrategia metodológica para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de segundo año de la carrera de ciencias exactas en las clases de matemática*. Trabajo de Diploma, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", La Habana.
67. Pérez Lazo de la Vega, M. C. (2001). *Estrategia didáctica para la resolución de problemas de Geometría Descriptiva en la carrera de*

- Ingeniería Mecánica en Cuba*. Tesis presentada en opción al grado académico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, CUJAE, La Habana.
68. Pérez Mato, D. d. (2001). *Academic Underachievement in Cuban University Students: a Cognitive Perspective in the Problem Solving Context*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, Universidad de Nijmegen, Holanda.
69. Pidkasisti, P. I. (1986). La actividad cognoscitiva independiente de los alumnos.
70. Pomares Castañón, T., & Ceballo González, D. (2006). Una alternativa dirigida a lograr la independencia cognoscitiva en la socialización de los contenidos a través del trabajo grupal.
71. Quintana Aput, R. (2007). *Propuesta de indicadores para medir competencias del personal según el rol en proyectos multimedia*. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias, La Habana.
72. Quiñones Reyna, D. (2003). *El trabajo independiente en la Educación Superior: alternativas para su orientación y control*. Ponencia presentada en evento provincial Pedagogía 2003, La Habana.
73. Rico Montero, P. (2003). *La zona de desarrollo próximo, procedimientos y tareas de aprendizaje*. La Habana: Pueblo y Educación.
74. Riding, R., & Rayner, S. (2007). *Cognitive styles and learning strategies. Understanding styles differences in learning and behaviour*. New York, USA: Routledge.
75. Riquelme Garabito, E., & López Jiménez, L. E. (2010). El desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.
76. Rivero, M. (2012). *Modelo para la formación integral de los estudiantes desde la enseñanza de la Matemática Discreta en Espacios Virtuales*. Tesis presentada en opción al grado académico de Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.
77. Rizo, C., & Campistrós, L. (1997). *Aprender a resolver problemas aritméticos*. La Habana: Pueblo y Educación.
78. Rodríguez Ibáñez, Á. (2012). *Una estrategia didáctica desarrolladora para contribuir a la activación-regulación de los estudiantes en las clases de la asignatura Matemática del curso Premédico en la Escuela Latinoamericana de Medicina*. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en enseñanza de las Ciencias Exactas. Mención Matemática para la Educación Superior, La Habana.
79. Rodríguez Sosa, J. B. (2003). 23. Rodríguez Sosa, J. B. *Una propuesta metodológica para la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones*

- matemáticas*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, La Habana.
80. Ron Galindo, J. (2007). *Una estrategia didáctica para el PEA de la resolución de problemas en las clases de Matemática en la Educación Secundaria Básica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana.
81. Rouco Albellán, Z., Lara Díaz, L. M., & Suárez Suárez, G. (2014). Necesidad de promover un aprendizaje desarrollador en estudiantes universitarios vinculados a la modalidad semipresencial. *Pedagogía Universitaria*, XIX(4).
82. Rubinstein, S. L. (1966). El proceso del pensamiento.
83. Sánchez Orbea, G. (1987). Orientaciones del trabajo independiente en los institutos superiores pedagógicos. (37), 18-41.
84. Shardakov, M. N. (1978). *Desarrollo del pensamiento en el escolar*. La Habana: Editorial de libros para la educación.
85. Soca Gener, M. (2002). *El trabajo independiente en la formación inicial del profesional de la Educación*. La Habana: Pueblo y Educación.
86. Talízina, N. F. (1988). *Psicología de la enseñanza*. Moscú: Progreso.
87. Talízina, N. F. (1992). *La formación de la actividad cognoscitiva de los estudiantes*. México: Ángeles.
88. Torres Moreno, V. E., & Pérez Torres, G. (2010). La independencia cognoscitiva en los actuales procesos universitarios.
89. Torres Rodríguez, G. d. (2006). *Propuesta Didáctica para la Enseñanza y el Aprendizaje de Geometría Analítica con la utilización de un sitio web de Álgebra Lineal y Geometría Analítica en la carrera de Ingeniería Mecánica*. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias de la Educación Superior. Mención Docencia Universitaria e Investigación Educativa, CUJAE, La Habana.
90. Vigotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psíquicos superiores*. Barcelona: Crítica.
91. Vigotsky, L. S. (1987). Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. 56.
92. Vigotsky, L. S. (1995). Interacción entre enseñanza y desarrollo. *Selección de Lecturas de Psicología Infantil y del Adolescente*.
93. Weinstein, C. E., Goetz, E. T., & Alexander, P. A. (1988). *Learning and study strategies. Issues in assessment, instruction and evaluation*. San Diego, California: Academic Press, Inc.

94. Yanes Guzmán, J. (2001). *Las TIC y la Crisis de la Educación. Algunas claves para su comprensión*. Virtual Educa.
95. Zilberstein Toruncha, J. (2000). ¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje?
96. Zilberstein Toruncha, J., & Silvestre Oramas, M. (1999). Una didáctica para una enseñanza y un aprendizaje desarrollador. *Pedagogía 99*.
97. Zimmerman, B. J., & Martínez Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 51-59.

ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta a los profesores de Matemática Discreta de la UCI

Objetivo: Valorar el uso de un aprendizaje desarrollador en el PEA de la MD en la UCI

Graduado de: _____ Año: _____

Categoría docente: _____ Categoría científica: _____

Años de experiencia como docente: _____

CUESTIONARIO

1. ¿Considera usted que está preparado para impartir la MD?

___ Sí

___ No

2. ¿Cómo ha alcanzado la preparación actual para impartir sus clases?

___ En pre-grado

___ En post-grado

___ Por auto-superación

___ Como resultado del trabajo metodológico

___ Otras. ¿Cuáles? _____

3. ¿Ha estudiado la didáctica de la MD como parte de su preparación?

___ Sí

___ No

4. ¿Qué aspectos de la didáctica de la Matemática considera que debería utilizar en sus clases para un mejor desarrollo de las mismas?

5. ¿En sus clases busca

___ transmitir formas de pensar?

___ transmitir formas de actuación?

___ desarrollar el pensamiento lógico?

___ resolver la mayor cantidad de ejercicios o problemas?

6. Cuando introduce nuevos conocimientos, ¿lo hace a través de la vinculación y/o comparación con otros conocimientos ya sistematizados?

___ Sí

___ No

7. Ante errores cometidos por parte de los alumnos cuando muestran sus resultados en pizarra, ¿qué acciones realiza?

8. Al seleccionar los ejercicios y problemas para las clases, ¿qué aspectos tiene en cuenta?

9. ¿Cómo realiza la evaluación del aprendizaje de sus estudiantes?

10. ¿Cada actividad que propone es evaluada en el aula?

___ Sí

___ No

11. ¿Propone ejercicios o problemas vinculados a otras asignaturas cuya solución utilice contenidos de MD?

___ Sí

___ No

12. ¿Orienta problemas en todas sus clases?

___ Sí

___ No

13. ¿En sus clases propicia que los estudiantes elaboren por sí solos los procedimientos generales para resolver diferentes problemáticas?

___ Sí

___ No

14. ¿Al finalizar la clase es usted siempre el que evalúa a los estudiantes?

___ Sí

___ No

15. ¿Cómo realiza las conclusiones de sus clases?

16. ¿Cuál es la diferencia entre estudio independiente y trabajo independiente?

17. ¿Cuáles funciones considera usted que tiene el trabajo independiente?

18. ¿Qué tipo de ejercicios o problemas propone en la tarea?

19. ¿Define objetivos para cada ejercicio o problema que propone?

Sí

No

20. ¿Estimula a aquellos estudiantes que obtengan resultados más relevantes?

Sí

No

21. ¿Propone tareas de forma individual que tengan en cuenta las dificultades de cada estudiante?

Sí

No

22. ¿Qué hace con los estudiantes que no realizan su tarea?

23. ¿Considera que la motivación de los estudiantes es importante para el logro de los objetivos instructivos de la clase?

Sí

No

24. ¿Considera que logra la motivación desde la actividad docente que realiza?

Sí

No

25. ¿Cómo considera que se pueden desarrollar las habilidades de pensamiento lógico desde la MD?

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO 2: Encuesta a los estudiantes de primer año de la UCI

Objetivo: Valorar el nivel de desarrollo alcanzado en la aplicación de un aprendizaje desarrollador en la MD en la UCI.

CUESTIONARIO

1. ¿Considera que la MD favorece su formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas?

Sí

No

2. ¿Se siente motivado por el estudio de la MD a través de las actividades que realiza en la clase?

Sí

No

3. ¿Qué aspectos considera que debe mejorar su profesor en la impartición de la MD?

4. ¿Con qué frecuencia su profesor de MD le asigna trabajos independientes?

En todos los turnos de clase

Semanalmente

De forma ocasional

Rara vez

5. ¿Considera que las tareas que le asigna su profesor de MD están acordes con sus conocimientos alcanzados en la asignatura?

Sí

No

6. ¿Tiene que recurrir a diferentes bibliografías para solucionar las tareas asignadas?

Sí

No

7. ¿Qué es lo que lo motiva para realizar las tareas asignadas por su profesor de MD?

8. ¿Cómo el estudio de la MD facilita el desarrollo de su intelecto y pensamiento lógico?

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 3: Encuesta a los directivos docentes de la UCI

Objetivo: Caracterizar el PEA de la MD en la UCI, desde la perspectiva de la dirección docente

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo valora la preparación integral de los docentes que imparten MD en la UCI?
2. ¿Qué elementos considera usted que deben fortalecer estos docentes en su preparación en la didáctica general y específica?
3. ¿Qué elementos considera usted que deben fortalecer estos docentes en su preparación sobre los contenidos de la MD?
4. ¿Cómo valora usted la significatividad que le otorgan los profesores de MD al trabajo independiente?
5. ¿Cómo valora usted la evaluación del aprendizaje que realizan los docentes de MD sobre sus estudiantes?
6. ¿Qué resultados se han observado en la motivación que logran los profesores de MD en sus estudiantes?
7. ¿Cómo logran los docentes de MD el desarrollo del pensamiento lógico?

ANEXO 4: Diagnóstico pedagógico para aplicar al grupo docente

Objetivo: Caracterizar al grupo de estudiantes en cuanto a los estilos y estrategias de aprendizaje, motivaciones y niveles de independencia para conocer el estado real en función del estado deseado.

CUESTIONARIO

1. ¿En cuál opción usted solicitó la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI)?

2. ¿Cuáles fueron las principales motivaciones que lo llevaron a seleccionar esta carrera?

3. ¿Qué área de trabajo profesional le interesa más de la ICI?

4. ¿Cómo se ve dentro de 5 años?

5. Marque con una equis (X) su respuesta a las siguientes preguntas, donde 1 significa que está en total desacuerdo y 5 que está plenamente de acuerdo.

No.	Pregunta	1	2	3	4	5
1	¿Le interesan en general las asignaturas de la ICI?					
2	¿Se pregunta con frecuencia para qué debe aprender alguna asignatura?					
3	¿Realiza todas las tareas orientadas?					
4	Cuando no encuentra la solución de una tarea, ¿acostumbra a buscar el origen del error?					
5	¿Reflexiona a menudo sobre lo adecuado que resulta el método que utiliza para solucionar las tareas que le propone su profesor?					
6	Cuando se enfrenta a una tarea, ¿intenta solucionarla con la primera idea que le surge?					

7	¿Utiliza todos los materiales que tiene a su disposición para estudiar?					
8	¿Identifica los materiales que son más oportunos para estudiar determinados temas?					
9	Para hacer una tarea, ¿acostumbra a estudiar previamente el contenido relacionado?					
10	¿Acostumbra a buscar los datos implícitos en el enunciado de las tareas antes de comenzar a solucionarlas?					
11	¿Acostumbra a identificar los elementos esenciales y los secundarios en una problemática determinada?					
12	Cuando estudia, ¿utiliza cuadros sinópticos, mapas conceptuales, etc.?					
13	Al estudiar un tema, ¿acostumbra a memorizarlo sin haberlo comprendido?					
14	¿Establece relaciones entre los conocimientos nuevos y los que ya posee?					
15	Al obtener un resultado, ¿intenta analizar cuáles son los elementos que influyen en él?					
16	¿Acostumbra a utilizar algún software para comprobar sus conocimientos en alguna asignatura?					
17	¿Considera fundamental utilizar softwares para conseguir sus objetivos de aprendizaje?					
18	¿Trata de encontrar la vinculación de lo que aprende teóricamente con la práctica?					
19	¿Acostumbra a elaborar problemas que vinculen los contenidos de alguna asignatura con la vida práctica?					
20	¿Considera que elaborar problemas le ayuda en la comprensión de los contenidos relacionados?					
21	¿Participa de forma activa en las clases?					
22	¿Siempre toma notas en las clases?					
23	¿Acostumbra a auxiliarse de ejemplos resueltos en materiales de consulta para comprender alguna problemática que no pueda resolver?					
24	¿Anota las dudas que no ha podido aclararse?					
25	Cuando no puede realizar alguna tarea, ¿la deja e intenta con otra?					
26	¿Acostumbra a preguntar a sus compañeros cómo solucionó algún ejercicio antes de intentarlo usted mismo?					
27	¿Trata de comprender lo que estudia aunque le resulte difícil entenderlo o aceptarlo?					
28	¿Reflexiona sobre la forma en que aprende y las debilidades que presenta en ese sentido?					

29	¿Considera que es importante buscar las mejores soluciones a las tareas asignadas?					
30	¿Considera fundamental pedir ayuda a su profesor o compañeros para conseguir sus objetivos de aprendizaje?					
31	¿Le gusta resolver ejercicios que son diferentes a todos los vistos anteriormente?					
32	¿Considera importante reflexionar sobre qué pasaría si quisiera extender la solución obtenida en un problema específico a todos los de su tipo?					
33	¿Resuelve con frecuencia problemas donde solo trabaje con variables?					
34	¿Logra extender las soluciones específicas obtenidas en problemas a otros más generales cuando su profesor se lo orienta?					
35	¿Saca conclusiones sobre los temas tratados en su estudio?					
36	Una vez que encuentra la solución de una tarea, ¿intenta resolverla por otra vía?					
37	¿Considera importante tener diferentes puntos de vista sobre la solución de una problemática?					
38	Si se le ocurre más de una vía de solución para una problemática específica, ¿realiza comparaciones entre ellas?					
39	¿Trata de expresar los contenidos aprendidos con sus propias palabras?					
40	¿Realiza con frecuencia una revisión de la correspondencia de sus justificaciones con los teoremas y definiciones?					
41	¿Considera importante expresar sus respuestas con el rigor necesario?					

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 5: Niveles de cada estudiante por indicador en la prueba pedagógica inicial

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de estudiantes por cada nivel de los indicadores, según los datos obtenidos en la primera prueba pedagógica.

PRIMERA PRUEBA PEDAGÓGICA						
Indicador	Insuficiente	Básico	Moderado	Alto	Excelente	Total
1	12	4	6	1	0	23
2	16	5	2	0	0	23
3	18	3	2	0	0	23
4	17	3	3	0	0	23
5	21	2	0	0	0	23
6	20	2	1	0	0	23
7	1	3	2	6	11	23
8	4	1	3	10	5	23
9	16	4	3	0	0	23
10	19	2	2	0	0	23
11	20	2	1	0	0	23
12	18	4	1	0	0	23
13	19	2	2	0	0	23

Indicadores:

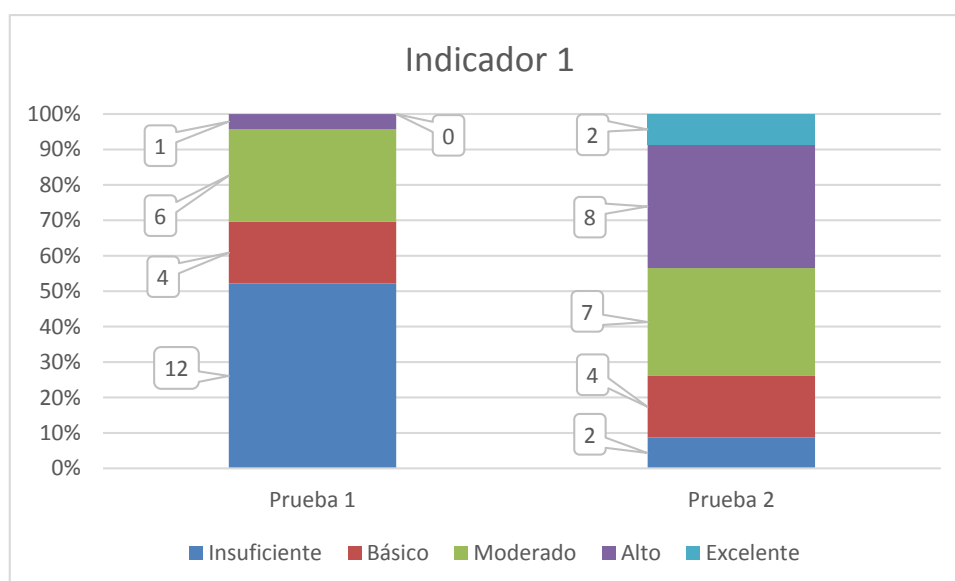
1. Selección correcta del procedimiento para realizar la actividad.
2. Selección correcta de la bibliografía necesaria a utilizar para realizar la actividad.
3. Distinción de las características fundamentales relacionadas con el contenido presentado.
4. Establecimiento de relaciones con otros contenidos en lo que se analiza.
5. Utilización de objetos de aprendizaje, interactivos y experimentales.
6. Elaboración de ejemplos concretos que vinculen el contenido de la MD con la vida práctica.
7. Resolución de ejercicios y problemas con gran nivel de ayuda del profesor u otros estudiantes.
8. Resolución de ejercicios y problemas con cierto nivel de ayuda del profesor u otro estudiante.
9. Resolución de ejercicios y problemas de forma totalmente independiente.
10. Resolución de ejercicios y problemas de forma totalmente independiente con un nivel de creación.
11. Generalización de las soluciones encontradas en un ejercicio o problema.
12. Utilización de varias vías de solución para un mismo ejercicio o problema.
13. Formalización de las respuestas aportadas.

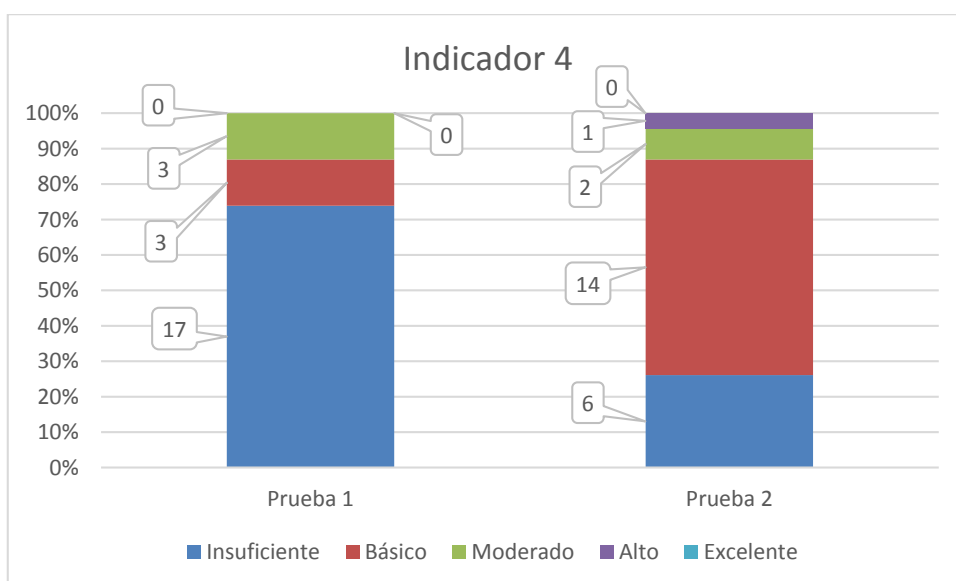
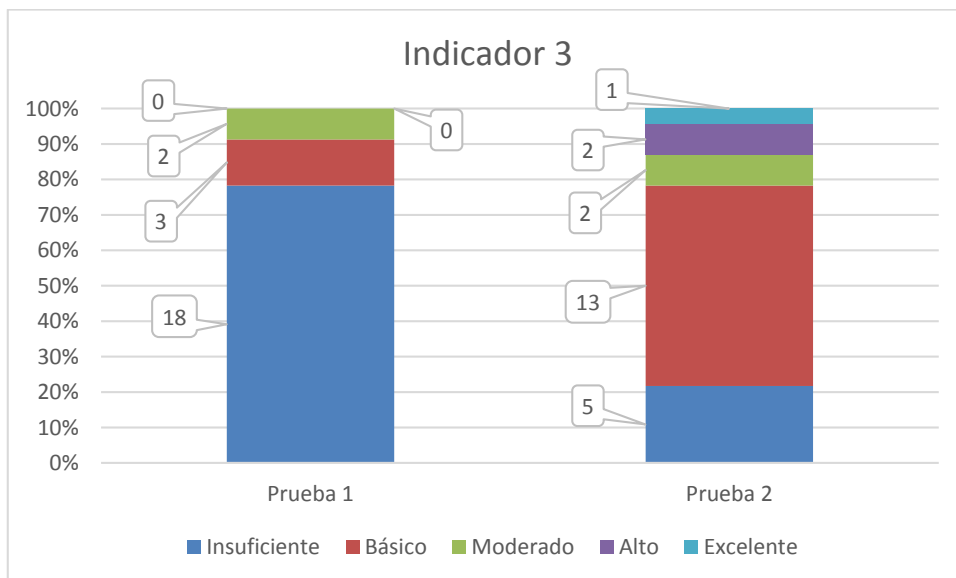
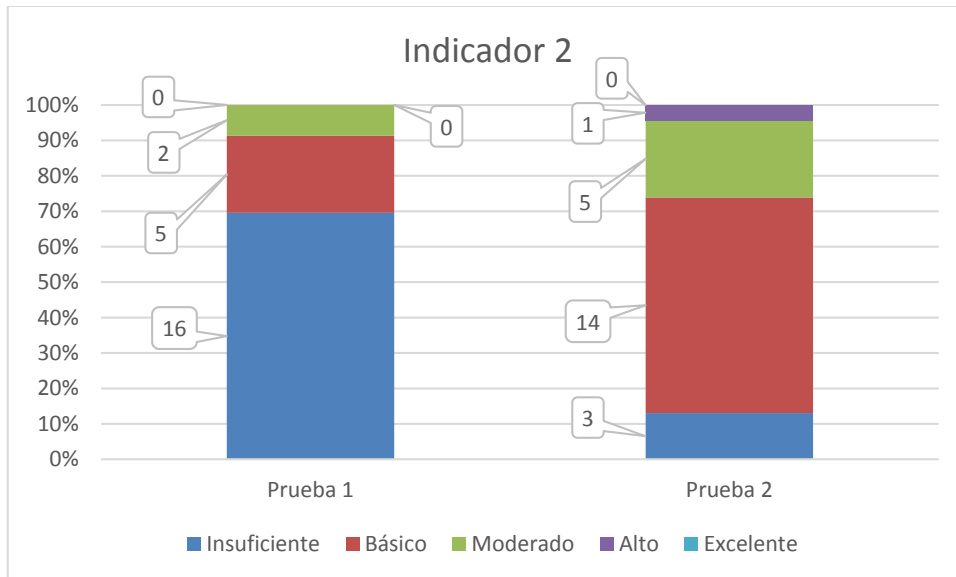
ANEXO 6: Niveles de cada estudiante por indicador en la prueba pedagógica final

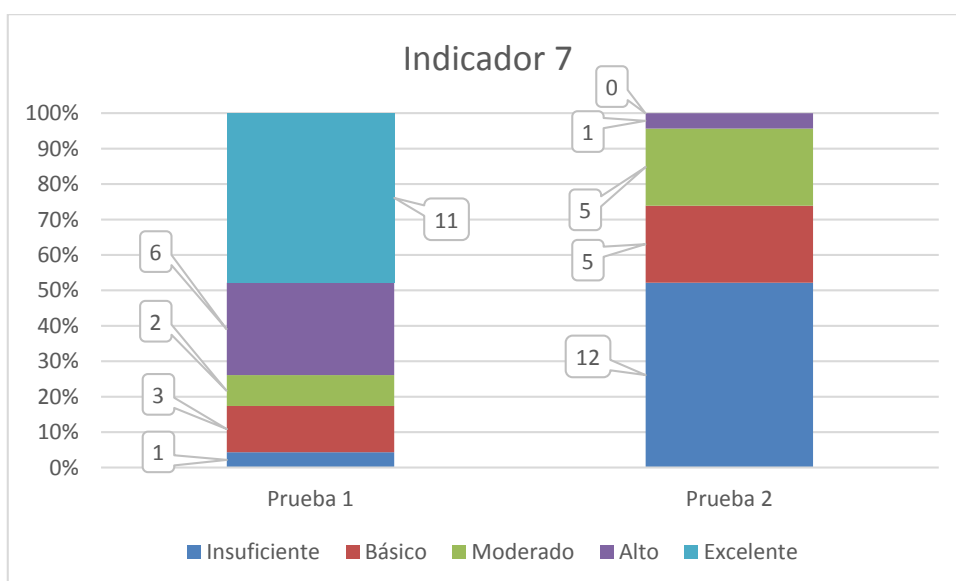
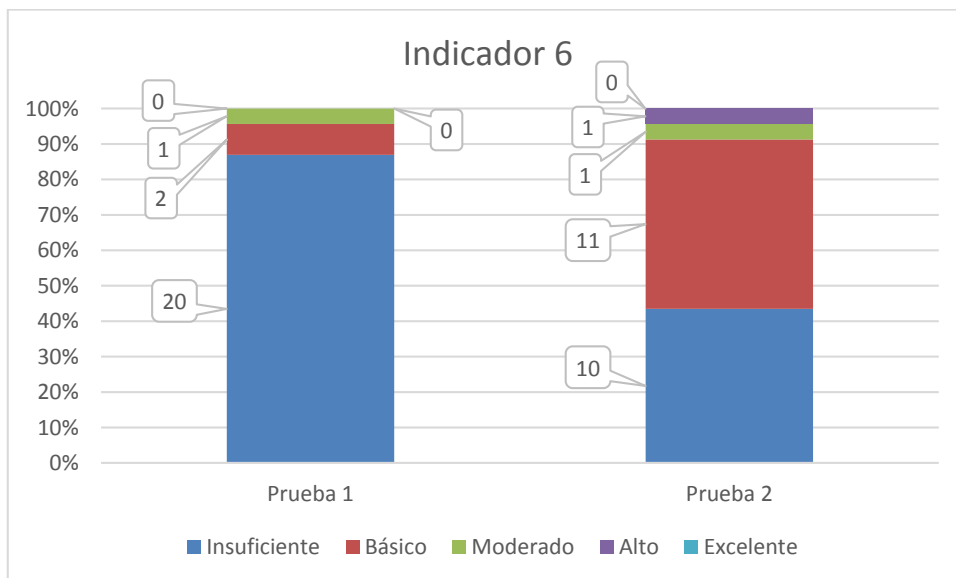
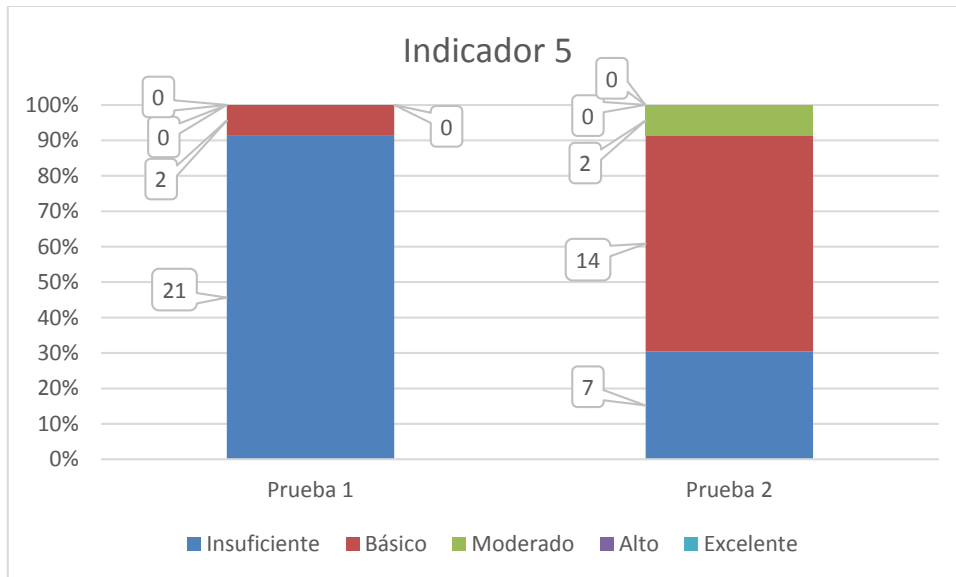
En la siguiente tabla se muestra la cantidad de estudiantes por cada nivel de los indicadores, según los datos obtenidos en la prueba pedagógica final.

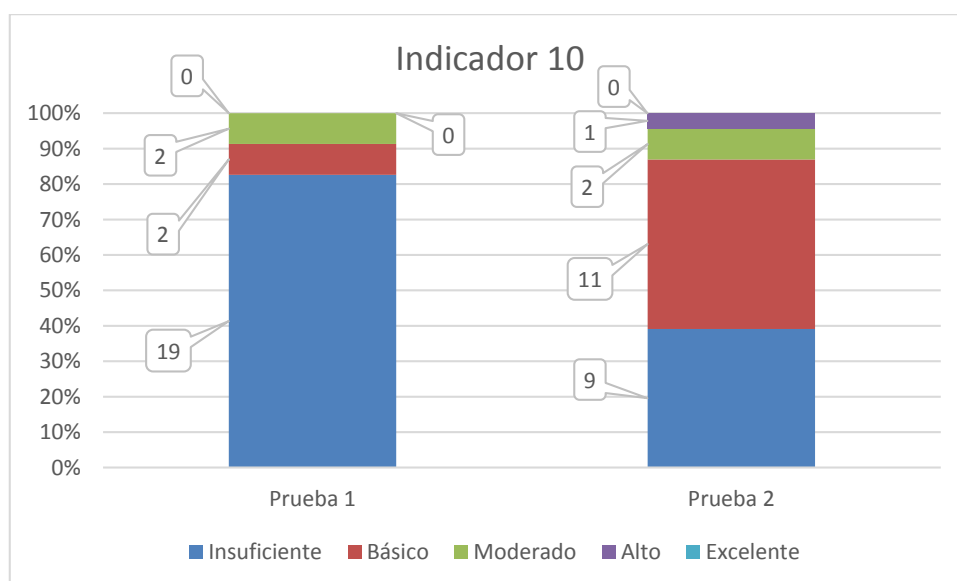
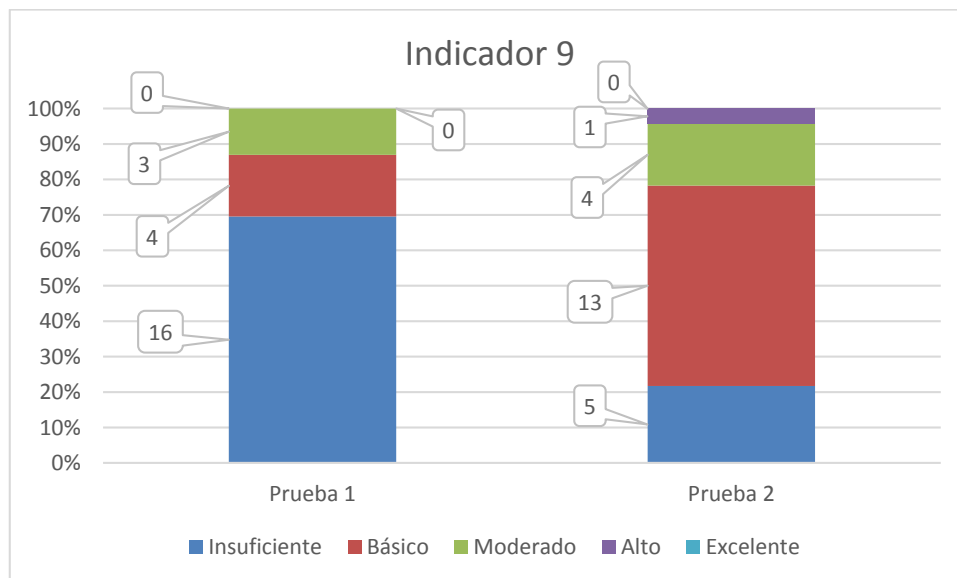
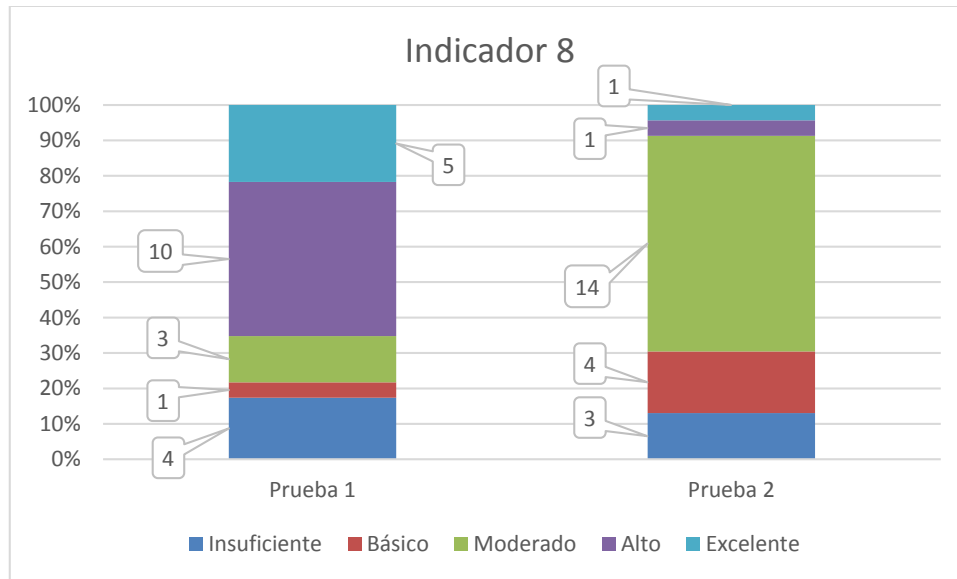
SEGUNDA PRUEBA PEDAGÓGICA						
Indicador	Insuficiente	Básico	Moderado	Alto	Excelente	Total
1	2	4	7	8	2	23
2	3	14	5	1	0	23
3	5	13	2	2	1	23
4	6	14	2	1	0	23
5	7	14	2	0	0	23
6	10	11	1	1	0	23
7	12	5	5	1	0	23
8	3	4	14	1	1	23
9	5	13	4	1	0	23
10	9	11	2	1	0	23
11	11	9	2	1	0	23
12	9	12	1	1	0	23
13	8	12	2	1	0	23

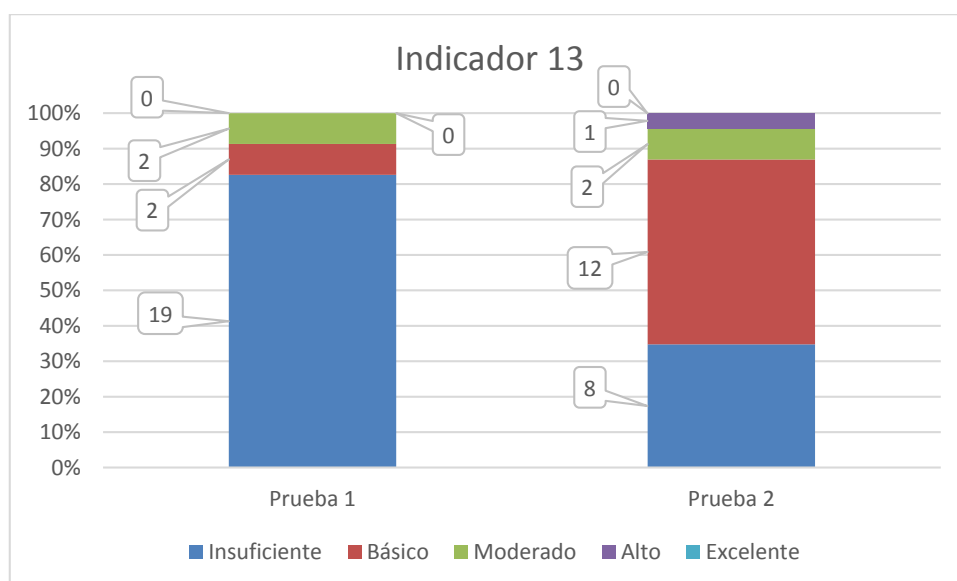
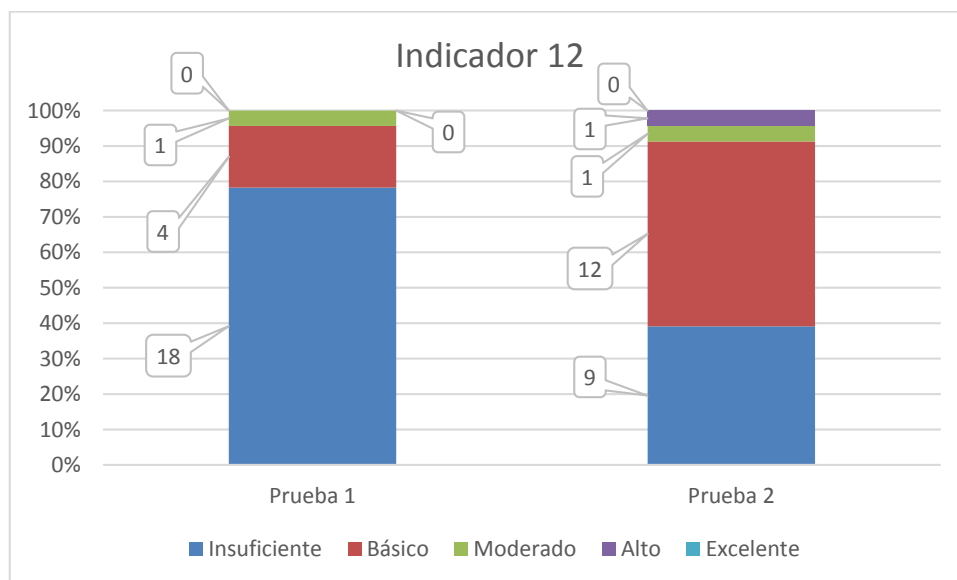
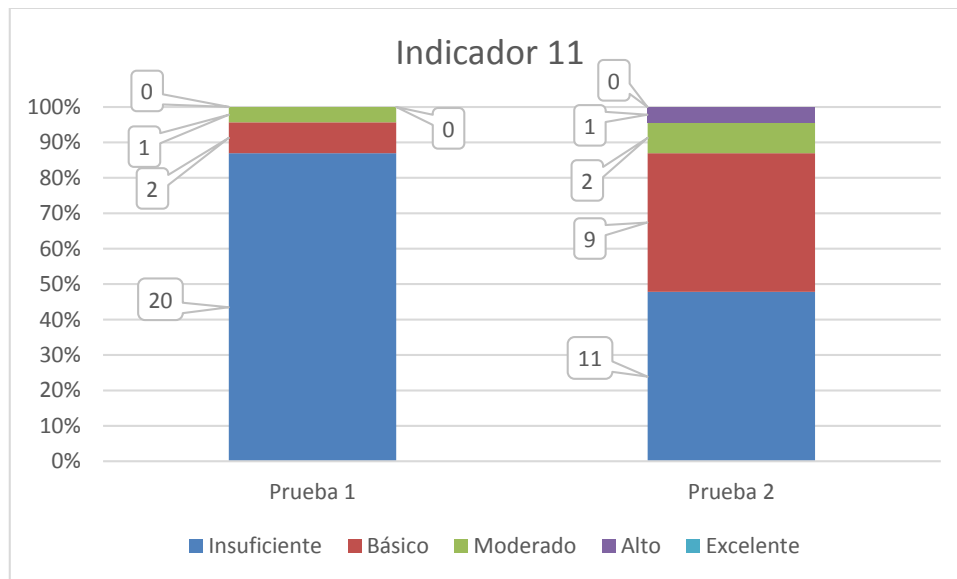
En los siguientes gráficos, puede observarse el avance de los estudiantes por cada uno de los indicadores con el transcurso del tiempo. En dichos gráficos, **Prueba 1** se refiere a la prueba pedagógica realizada al inicio del primer semestre y **Prueba 2** a la prueba pedagógica realizada al final del segundo semestre. Los valores que contienen las llamadas de datos están referidos a la cantidad de estudiantes que poseen el nivel que indican.











ANEXO 7: Encuesta a expertos

Estimado(a) profesor(a):

La presente encuesta forma parte del proceso de validación de una investigación que se realiza para contribuir a la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Discreta (MD) en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Con este fin se solicita su valiosa colaboración para evaluar la efectividad de la estrategia didáctica propuesta y todos sus componentes. De antemano se agradece su colaboración, se garantiza el anonimato del encuestado y que sus opiniones se tendrán en cuenta para la aplicación de la propuesta.

DATOS PRELIMINARES:

Título universitario: _____

Categoría científica: _____ Categoría docente: _____

Años de experiencia como docente en la Educación Superior: _____

Años de experiencia en el campo de la didáctica de la matemática: _____

PRIMERA PARTE:

1. Seleccione en la siguiente tabla, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento que usted posee sobre el tema de investigación; donde 1 significa que tiene total desconocimiento y 10 que tiene pleno conocimiento. Marque con una equis (X) según su criterio.

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

2. Valore el grado de influencia que cada una de las siguientes fuentes de fundamentación que se le presenta a continuación ha tenido en su conocimiento y criterios sobre el tema que se investiga. Seleccione su respuesta con una equis (X).

Fuentes de fundamentación	Grado de influencia de cada fuente		
	Alto	Medio	Bajo
Investigaciones teóricas o experimentales sobre temas afines			
Experiencia obtenida en su actividad profesional			
Análisis de trabajos de autores nacionales			

Análisis de trabajos de autores internacionales			
Conocimiento del estado del problema a nivel internacional			
Intuición propia			

SEGUNDA PARTE:

Sometemos a su valoración varios indicadores con el objetivo de obtener su criterio respecto a la efectividad teórico-práctica de la estrategia didáctica presentada. Para expresar su evaluación, evalúe a cada uno de los indicadores que se le presentan en la tabla que se muestra a continuación, a través de una equis (X) en la casilla correspondiente. Valore el grado de factibilidad de cada indicador de acuerdo a la siguiente escala:

MA: Muy Adecuado; **BA:** Bastante Adecuado; **A:** Adecuado; **PA:** Poco Adecuado; **NA:** No Adecuado.

Indicadores a valorar:

No.	Indicadores	Criterio del experto				
		MA	BA	A	PA	NA
1	La propuesta de estrategia didáctica, en cuanto a su singularidad por no guardar analogías con los aportes de otras investigaciones, la valoro de:					
2	La necesidad de potenciar la independencia cognoscitiva de los estudiantes en el PEA de la MD en la UCI, razón por la cual se desarrolla la estrategia didáctica, la valoro de:					
3	La necesidad de potenciar el uso y aplicación del trabajo independiente como elemento para el aumento de la independencia cognoscitiva, propuesto en la estrategia didáctica, lo valoro de:					
4	Los principios seguidos en la elaboración de la estrategia didáctica, los valoro de:					

5	Las etapas definidas en la estrategia didáctica desarrolladora, las valoro de:					
6	Los elementos definidos en el Método de trabajo en clases de la estrategia y la calidad de sus instrucciones, los valoro de:					
7	Los elementos definidos en la Tipología de ejercicios y sus indicaciones asociadas en la estrategia y la calidad de sus instrucciones, los valoro de:					
8	Los ejercicios y problemas propuestos en la estrategia y su grado de influencia en la independencia cognoscitiva de los estudiantes, los valoro de:					
9	Los elementos definidos en el componente Evaluación de la estrategia y la calidad de sus instrucciones, los valoro de:					
10	La utilidad de la estrategia para potenciar la independencia cognoscitiva de los estudiantes, la valoro de:					
11	La utilidad de la estrategia para ayudar a los profesores en su preparación continua de las clases de MD, la valoro de:					
12	La estrategia, como elemento de ayuda para mejorar el PEA de la MD en la UCI, la valoro de:					
13	Las potencialidades de la estrategia didáctica, en cuanto a las indicaciones que aporta para lograr que en el PEA los métodos y procedimientos que predominen sean los de activación del conocimiento, las valoro de:					
14	Las posibilidades de aplicación y generalización de la estrategia, las valoro de:					

Si desea expresar otros criterios o recomendaciones que pudieran servir para perfeccionar los indicadores propuestos, por favor, hágalo en el espacio disponible a continuación:

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 8: Valores de K_c correspondientes a cada experto

Experto	Escala										K_c
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1					X						0.5
2						X					0.6
3								X			0.8
4							X				0.7
5									X		0.9
6						X					0.6
7									X		0.9
8									X		0.9
9								X			0.8
10					X						0.5
11								X			0.8
12							X				0.6
13									X		0.9
14							X				0.7
15						X					0.6
16						X					0.6
17									X		0.9
18								X			0.8
19					X						0.5
20							X				0.7
21						X					0.6
22						X					0.6
23									X		0.9
24								X			0.8
25								X			0.8
26								X			0.8
27						X					0.6

ANEXO 9: Valores de K_a correspondientes a cada experto

Experto	IT	EP	AAN	AAI	CP	I	K_a
1	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6
2	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
3	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
4	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
5	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
6	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5
7	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
8	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
9	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6
10	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6
11	0,1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7
12	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
13	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
14	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
15	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6
16	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5
17	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
18	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
19	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6
20	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
21	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5
22	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
23	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
24	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
25	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
26	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
27	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6

ANEXO 10: Valores de K_c , K_a y K correspondientes a cada experto

Experto	K_c	K_a	K
1	0,5	0,6	0,55
2	0,6	0,8	0,7
3	0,8	1	0,9
4	0,7	1	0,85
5	0,9	1	0,95
6	0,6	0,5	0,55
7	0,9	0,9	0,9
8	0,9	0,9	0,9

9	0,8	0,6	0,7
10	0,5	0,6	0,55
11	0,8	0,7	0,75
12	0,7	1	0,85
13	0,9	1	0,95
14	0,7	0,8	0,75
15	0,6	0,6	0,6
16	0,6	0,5	0,55
17	0,9	1	0,95
18	0,8	0,9	0,85
19	0,5	0,6	0,55
20	0,7	1	0,85
21	0,6	0,5	0,55
22	0,6	0,8	0,7
23	0,9	1	0,95
24	0,8	0,9	0,85
25	0,8	0,9	0,85
26	0,8	1	0,9
27	0,6	0,6	0,6

ANEXO 11: Evaluación de los indicadores por cada experto

Experto	Indicador													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
E1	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4
E2	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5
E3	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5
E4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
E5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5
E6	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4
E7	3	5	4	5	5	5	4	5	4	3	4	4	5	4
E8	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5
E9	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4
E10	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4
E11	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5
E12	3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	3	5	5	4
E13	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4
E14	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5
E15	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5
E16	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
E17	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5
E18	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
E19	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4
Rj	83	91	89	86	86	86	86	89	87	87	88	88	85	86
Sj	15,4 3	16,5 8	4,29 1	0,86 2	0,86 2	0,86 2	0,86 2	4,29 1	0,00 5	0,00 5	1,14 8	1,14 8	3,71 9	0,86 2

Después de la elaboración de la tabla se realizan los siguientes pasos:

- Determinar la suma de los valores numéricos asignados a cada aspecto a evaluar, según el criterio dado por cada experto ($R_j, 1 \leq j \leq n$), donde n es el total de indicadores a evaluar (en este caso $n = 14$).
- Determinar el valor medio de las R_j , dado por la suma de los R_j dividido por n .
- Determinar la desviación media, dada por la diferencia entre cada R_j y el valor de la media.
- Determinar la suma de los cuadrados de las desviaciones medias, S .
- Determinar el cuadrado del número total de expertos, C (en este caso $C = 19$). Determinar el valor de n^3 .
- Determinar la diferencia entre n^3 y n y su multiplicación por C^2 .

ANEXO 12: Cálculos realizados para la obtención del coeficiente de concordancia de los expertos

C es el número de expertos que intervienen en el proceso de validación, por lo que toma el valor de 19.

n cantidad de aspectos a validar. En este caso $n = 14$.

R_j es la suma de los rangos asignados a cada pregunta por parte de los expertos.

\bar{R}_j es la media de los rangos, y se determina mediante la fórmula:

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{n}$$

De donde se obtiene el valor de $\bar{R}_j = \frac{83+85+5*86+2*87+2*88+2*89+91}{14} = 86.9285714$

S es la suma de los cuadrados de las desviaciones y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R}_j)^2$$

De donde se obtiene el valor de $S = 50.9285714$. Una vez que se tienen todos estos datos es posible calcular W a través de la fórmula siguiente:

$$W = 12 * \frac{S}{C^2(n^3 - n)}$$

De donde se obtiene el valor de $W = 12 * \frac{50.9285714}{361(2744-14)} = 12 * \frac{50.9285714}{985530} = 0.0006201$

Luego se procede con el cálculo de $x^2 = C(n-1)W = 19 * 13 * 0.0006201 = 0.1531647$

Este x^2 se compara con el de la tabla inversa de la función de distribución de la variable x^2 con un nivel de confianza del 99%. Si el $x_{real}^2 < x_{(\alpha, n-1)}^2$ entonces hay concordancia:

$$\begin{aligned} x_{real}^2 &< x_{(\alpha, n-1)}^2 \\ x_{real}^2 &< x_{(0.99, 13)}^2 \\ 0.153 &< 4.107 \end{aligned}$$

Por lo que se considera que los resultados obtenidos son válidos y fundamentan los criterios dados por los expertos.

ANEXO 13: Tablas y niveles de adecuación para cada uno de los indicadores de la estrategia

Frecuencias absolutas por indicador						
Indicador	MA	BA	A	PA	NA	TOTAL
I1	9	8	2	0	0	19
I2	15	4	0	0	0	19
I3	13	6	0	0	0	19
I4	10	9	0	0	0	19
I5	10	9	0	0	0	19
I6	10	9	0	0	0	19
I7	10	9	0	0	0	19
I8	13	6	0	0	0	19
I9	11	8	0	0	0	19
I10	12	6	1	0	0	19
I11	13	5	1	0	0	19
I12	12	7	0	0	0	19
I13	9	10	0	0	0	19
I14	10	9	0	0	0	19

Frecuencias acumuladas de las evaluaciones por indicador					
Indicador	MA	BA	A	PA	NA
I1	9	17	19		
I2	15	19			
I3	13	19			
I4	10	19			
I5	10	19			
I6	10	19			
I7	10	19			
I8	13	19			
I9	11	19			
I10	12	18	19		
I11	13	18	19		
I12	12	19			
I13	9	19			
I14	10	19			

Frecuencias relativas de las evaluaciones por indicador					
Indicador	MA	BA	A	PA	NA
I1	0.473684211	0.894736842	0.99975844	0	0
I2	0.789473684	0.999758445	0	0	0
I3	0.684210526	0.999758445	0	0	0
I4	0.526315789	0.999758445	0	0	0
I5	0.526315789	0.999758445	0	0	0
I6	0.526315789	0.999758445	0	0	0
I7	0.526315789	0.999758445	0	0	0
I8	0.684210526	0.999758445	0	0	0
I9	0.578947368	0.999758445	0	0	0
I10	0.631578947	0.947368421	0.99975844	0	0
I11	0.684210526	0.947368421	0.99975844	0	0
I12	0.631578947	0.999758445	0	0	0
I13	0.473684211	0.999758445	0	0	0
I14	0.526315789	0.999758445	0	0	0

Cálculo de los puntos de corte y escala de los indicadores							Evaluación
Indicador	MA	BA	A	SUMA	PROMEDIOS	N-P	
I1	-0.066	1.252	3.490	4.676	1.169	-0.360	MA
I2	0.805	3.490		4.295	1.074	-0.264	MA
I3	0.480	3.490		3.969	0.992	-0.183	MA
I4	0.066	3.490		3.556	0.889	-0.080	MA
I5	0.066	3.490		3.556	0.889	-0.080	MA
I6	0.066	3.490		3.556	0.889	-0.080	MA
I7	0.066	3.490		3.556	0.889	-0.080	MA
I8	0.480	3.490		3.969	0.992	-0.183	MA
I9	0.199	3.490		3.689	0.922	-0.113	MA
I10	0.336	1.620	3.490	5.446	1.361	-0.552	MA
I11	0.480	1.620	3.490	5.589	1.397	-0.588	MA

I12	0.336	3.490		3.826	0.956	-0.147	MA
I13	-0.066	3.490		3.424	0.856	-0.047	MA
I14	0.066	3.490		3.556	0.889	-0.080	MA
Suma	3.312	42.881	10.470	56.664			
Puntos de corte	0.237	3.063	0.748				
N				0.809			

ANEXO 14: Encuesta aplicada como parte del Test de satisfacción de ladov

Alumno: al responder la presente encuesta, podrá expresar su nivel de satisfacción con relación al Proceso de Enseñanza Aprendizaje (PEA) de la Matemática Discreta (MD). Se le agradece de antemano su participación y franqueza al decir honestamente lo que piensa sobre lo que se le pregunta.

1. ¿Cuáles son las 3 asignaturas que más le gustan?
 - I. _____
 - II. _____
 - III. _____
2. ¿Le gusta la forma en que su profesor lo guía hacia el aprendizaje de la MD?
 - I. _____ Me gusta mucho
 - II. _____ Me gusta más de lo que me disgusta
 - III. _____ Me da lo mismo
 - IV. _____ Me disgusta más de lo que me gusta
 - V. _____ No me gusta nada
 - VI. _____ No sé decir
3. ¿Quisiera ir a estudiar otra asignatura o hacer otra cosa en el horario en que tiene MD?
 - I. _____ Sí
 - II. _____ No
 - III. _____ No sé
4. ¿Qué es lo que más le gusta de las clases de MD?

5. ¿Qué es lo que menos le gusta de las clases de MD?

6. ¿Cuáles son las 3 asignaturas que más le disgustan?

I. _____

II. _____

III. _____

7. ¿Considera que las habilidades que ha adquirido en la MD favorecen su formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas?

I. _____ Sí

II. _____ No

III. _____ No sé

8. ¿Cómo es su profesor de MD? Marque con una equis (X) los rasgos que lo caractericen

Bueno		Malo	
Desagradable		Agradable	
Justo		Injusto	
Comprensivo		Incomprensivo	
Autoritario		Democrático	
Serio		Alegre	

9. Si pudiera escoger entre recibir o no recibir los contenidos de MD, ¿eliminaría esas asignaturas de su currículum?

I. _____ Sí

II. _____ No

III. _____ No sé

ANEXO 15: Cuadro lógico de ladov

¿Le gusta la forma en que su profesor lo guía hacia el aprendizaje de la MD?	¿Considera que las habilidades que ha adquirido en la MD favorecen su formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas?								
	Sí			No sé			No		
	Si pudiera escoger entre recibir o no recibir los contenidos de MD, ¿eliminaría esas asignaturas de su currículum?								
	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
Me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
Me gusta más de lo que me disgusta	2	2	3	2	3	3	6	3	3
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me gusta	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me gusta nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

ANEXO 16: Selección de ejercicios y problemas**Propuesta 1**

Sean los conjuntos A , B y C . Determine utilizando las operaciones básicas entre conjuntos (unión, intersección y diferencia) las expresiones que permitan obtener los elementos que pertenezcan a las áreas sombreadas de los siguientes gráficos:

Gráfico 1

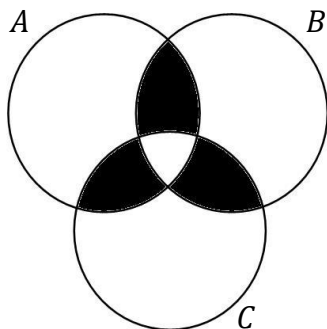


Gráfico 2

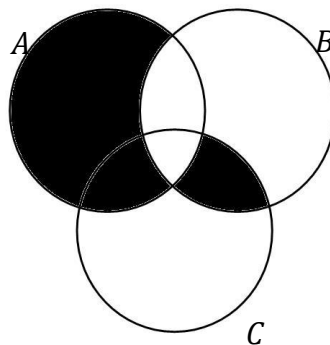
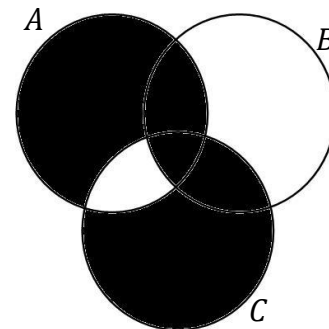


Gráfico 3



Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien todas las definiciones de la teoría de conjuntos necesarias para llegar a la argumentación de las respuestas.
- Orientar que estudien la vinculación con la práctica.
- Exigir la formalización de las respuestas con rigor matemático utilizando las operaciones básicas entre conjuntos.
- Orientar el análisis de la generalización de los resultados para más de 3 conjuntos.

El alumno debe:

- Analizar si con la respuesta aportada se llega a las expresiones correctas.
- Analizar y aplicar los conceptos y operaciones básicas de la teoría de conjuntos y su representación utilizando diagramas de Venn necesarios para llegar a la solución correcta.
- Analizar la generalización de los resultados para el caso de más de 3 conjuntos.
- Exponer a sus compañeros las estrategias de solución utilizadas.

Propuesta 2

Consideremos que para la culminación de una aplicación informática debemos darle cumplimiento a m tareas, sea $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ dicho conjunto de tareas y la relación $P \subseteq T \times T$ tal que $(x, y) \in P$ si y solo si la tarea x es de menor o igual complejidad que la tarea y . ¿Es posible conformar un cronograma para la terminación de la aplicación considerando que una tarea no puede ser efectuada hasta que las restantes tareas de menor complejidad hayan sido ejecutadas? ¿Bajo qué condiciones el cronograma sería único?

Orientaciones al profesor:

- Orientar que estudien los conceptos necesarios para la solución del problema.
- Exigir que analicen si los resultados obtenidos son correctos en función del procedimiento utilizado.
- Pedir la argumentación del por qué de su respuesta.

- Orientar la generalización de los resultados obtenidos y la aplicación a otros problemas de la práctica.

El alumno debe:

- Aportar y aplicar los conceptos asociados a las propiedades de las relaciones binarias.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega a la solución correcta.
- Exponer a sus compañeros la estrategia de solución utilizada.

Propuesta 3

Responda Verdadero o Falso según corresponda. Justifique en cada caso.

a) ____ Sea R una relación definida sobre un conjunto A , tal que $R \subseteq A \times A$. Si R es simétrica y antisimétrica, entonces R es reflexiva.

b) ____ Si A y B son subconjuntos del conjunto universal finito U , entonces se cumple que $|A^c \cap B^c| = |U| - |A \cap B|$.

c) ____ Si R es una relación funcional invertible, entonces puede asegurarse que R es inyectiva, sobreyectiva y función total.

d) ____ Si A , B y C son conjuntos tales que $|A \times B \times C| = 6$, entonces puede asegurarse que se cumple que: $|A| = 1, |B| = 1, |C| = 6$ o que $|A| = 1, |B| = 2, |C| = 3$.

e) ____ Si $A = \{\{\emptyset, \{\emptyset\}\}\}$, entonces $P(A) = \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{\{\emptyset\}\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}\}$.

f) ____ Sean A , B y C conjuntos y R y S relaciones, tales que $R \subseteq A \times B$ y $S \subseteq B \times C$ entonces la relación compuesta de S con R será un subconjunto de $A \times C$.

g) ____ Sea el conjunto $A = \{a, b, c\}$ y la relación $R \subseteq A \times A$ tal que $R = \{(a, a), (b, b), (c, c), (a, b), (b, a), (a, c), (c, a), (b, c), (c, b)\}$. Entonces puede asegurarse que R es de equivalencia al ser reflexiva, simétrica y transitiva y sus clases de equivalencia definen la partición $A/R = \{a, b, c\}$.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien todas las definiciones necesarias para llegar a la argumentación de las respuestas.

- Orientar que estudien la vinculación con otras asignaturas y la práctica.
- Exigir la formalización de las respuestas con rigor matemático.

El alumno debe:

- Analizar si con la respuesta aportada se llega a las justificaciones correctas.
- Analizar y aplicar los conceptos de teoría de conjuntos y relaciones binarias necesarios para llegar a la solución correcta.
- Analizar la validez de que todos los enunciados sean falsos.
- Analizar la expresión de los operadores lógicos en el lenguaje natural para llegar a la interpretación adecuada de los enunciados.

Propuesta 4

Habiéndose cometido una fechoría, el delegado procede a interrogar a sus tres empelados que responden como sigue:

- **Agapito:** Ni Hilario ni yo hemos sido.
- **Bartolo:** Agapito está mintiendo.
- **Hilario:** Agapito no es el ladrón.

Suponiendo que los inocentes digan la verdad y que haya a lo sumo un culpable, realice un razonamiento y haciendo uso de la lógica proposicional descifre cuál de los empleados es el ladrón.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien las leyes de la lógica proposicional necesarias para llegar a la demostración.
- Orientar que estudien la generalización del resultado y la vinculación con otras problemáticas de la práctica.
- Exigir la formalización del enunciado en el lenguaje de la lógica proposicional.

El alumno debe:

- Reflexionar sobre el uso de las tablas de verdad para demostrar la validez de un enunciad en la lógica proposicional.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega a la demostración correcta.

Propuesta 5

Diga si las siguientes proposiciones son verdaderas (V) o falsas (F). Justifique en cada caso.

- a) ____ Sean A y B dos conjuntos. $A \times B = \emptyset$ si A y B son conjuntos disjuntos.
- b) ____ Para cualesquiera conjuntos A, B y C se cumple que $(A \setminus C) \cap (C \setminus B) = \emptyset$.
- c) ____ Si A y B son dos conjuntos finitos entonces $|A \setminus B| = |A| - |B|$.
- d) ____ Si R es una relación de equivalencia en un conjunto A y $x, y \in A$, entonces $(x, y) \in R$, si y solo si $[x] = [y]$.
- e) ____ Sean R_1, R_2 relaciones en un conjunto A . Si R_1 y R_2 son reflexivas, entonces $R_1 \cap R_2$ es también reflexiva.
- f) ____ Si R es una relación de equivalencia en A , donde $|A| = n$, entonces $n \leq |R| \leq n^2$.
- g) ____ La inversa de una relación binaria de orden parcial, es también una relación de orden.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien todas las definiciones necesarias para llegar a la argumentación de las respuestas.
- Orientar que estudien la vinculación con otras asignaturas y la práctica.
- Exigir la formalización de las respuestas con rigor matemático.

El alumno debe:

- Analizar si con la respuesta aportada se llega a las justificaciones correctas.
- Analizar y aplicar los conceptos de teoría de conjuntos y relaciones binarias necesarios para llegar a la solución correcta.
- Responder los enunciados verdaderos con el uso de definiciones y no con ejemplos.
- Analizar la expresión de los operadores lógicos en el lenguaje natural para llegar a la interpretación adecuada de los enunciados.

Propuesta 6

Si el conjunto universal U tiene n elementos y $|A \Delta B| = \frac{11}{30}n$ y $|A \cap B| = \frac{1}{3}n$, calcule $|(A \cup B)^c|$.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que comprueben los resultados obtenidos.

El alumno debe:

- Utilizar la representación de conjuntos a través de los diagramas de Venn.
- Analizar el significado de la cardinalidad de un conjunto y de la cardinalidad de las operaciones entre conjuntos.

Propuesta 7

¿Cuál es el valor de k después de ejecutar el siguiente código?

```

k := 5
for i1 := 1 to 3
    k := k + 9
for i2 := 1 to 7
    k := k + 8
for i3 := 1 to 6
    k := k + 6

```

Orientaciones al profesor:

- Exigir que analicen el significado del principio de la suma desde el punto de vista de la programación.
- Orientar que estudien la vinculación con la asignatura de Programación.
- Exigir la generalización del resultado.
- Orientar el estudio de la vinculación con otros principios básicos de la combinatoria.

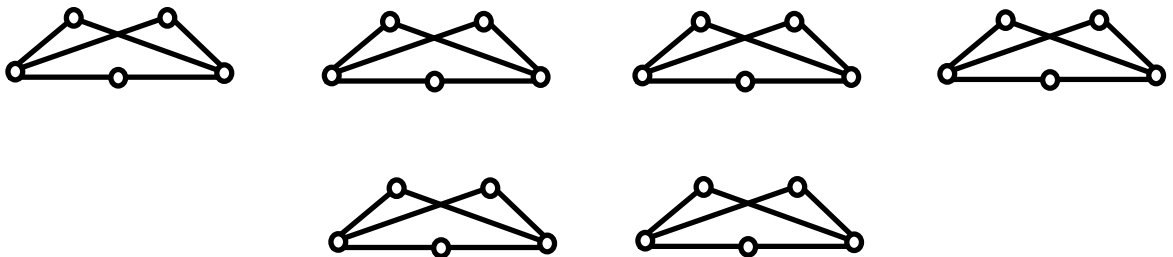
El alumno debe:

- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos en otras asignaturas.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega al resultado correcto.

- Analizar qué significado tiene desde el punto de vista de la programación los ciclos no anidados. Estudiar qué pasaría si los ciclos estuvieran anidados y cómo influye en el resultado del problema.
- Generalizar los resultados obtenidos.
- Exponer a sus compañeros las estrategias de solución utilizadas.

Propuesta 8

Sea H un grafo simple con 6 vértices cuya lista de subgrafos obtenidos borrando 1 vértice es:



¿Cuál es el grafo H ?

Orientaciones al profesor:

- Exigir que analicen el significado de lista de subgrafos.
- Orientar que estudien la vinculación con la práctica.
- Exigir la generalización del resultado.

El alumno debe:

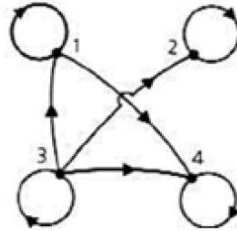
- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos anteriormente.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega al resultado correcto.
- Construir el grafo original a partir del razonamiento realizado con los datos aportados.
- Generalizar los resultados obtenidos.
- Exponer a sus compañeros las estrategias de solución utilizadas.

Propuesta 9

Sea el conjunto $A = \{1,2,3,4\}$

- a) Encuentre dos relaciones S y Q sobre A tales que $S \neq Q$ pero $S \circ Q = Q \circ S = \{(1,1), (1,2), (1,4)\}$.

- b) Para cada uno de los siguientes valores de r , determine una relación de equivalencia R sobre A tal que $|R| = r$, o explique por qué no existe dicha relación: (i) $r = 3$, (ii) $r = 8$, (iii) $r = 5$.
- c) Sea el grafo dirigido G de una relación T sobre el conjunto A . Verifique que la relación T es un orden parcial. ¿Cuántas aristas más se necesitan en G para extender T a un orden total? ¿Cuáles serían? Justifique su respuesta.



Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien los conceptos necesarios para la solución del problema en cada uno de los incisos.
- Exigir que analicen si los resultados obtenidos son correctos en función del procedimiento de demostración utilizado.
- Pedir la argumentación del por qué de su respuesta con la utilización de las definiciones necesarias.

El alumno debe:

- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos anteriormente (conjuntos, relaciones, cardinalidad de un conjunto, igualdad de conjuntos).
- Aportar y aplicar los conceptos de relación de orden y de equivalencia, composición de relaciones.
- Analizar la representación de relaciones con la utilización de dígrafos.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega a la demostración correcta.

Propuesta 10

Sea el razonamiento deductivo:

Si A es un sistema de vectores linealmente independiente del espacio vectorial R^4 y su cardinalidad es 4 entonces A es un sistema generador de

R^4 . A es un sistema de vectores linealmente independiente de R^4 . A no genera a R^4 . Luego, _____

a) Diga cuál de las siguientes proposiciones debe completa el razonamiento anterior para que este sea válido.

x : A es un sistema de vectores linealmente independiente de R^4 si, y solo si, A genera a R^4 .

y : La cardinalidad del sistema A es 4.

z : La cardinalidad del sistema A es distinta de 4.

b) Una vez completado el razonamiento, demuestre su correctitud usando las reglas de inferencia y las leyes de la lógica proposicional.

c) Explique cuándo es válida una estructura deductiva con un conjunto vacío de hipótesis.

Orientaciones al profesor:

- Exigir que estudien las leyes de la lógica proposicional y las reglas de inferencia, necesarias para llegar a la demostración.
- Orientar que estudien la vinculación con la asignatura de Álgebra Lineal.
- Exigir la formalización del enunciado en el lenguaje de la lógica proposicional.

El alumno debe:

- Comparar los nuevos conocimientos con los adquiridos en otras asignaturas.
- Reflexionar sobre el uso de las tablas de verdad para demostrar la correctitud semántica de una estructura deductiva y su reafirmación con las reglas de inferencia y las leyes de la lógica proposicional.
- Analizar si con la respuesta aportada se llega a la demostración correcta.

Propuesta 11

Una red comercial consta de 3 tipos de tiendas con un total de 19 kioscos de venta distribuidas de la siguiente manera:

- Tiendas 1 (T1): 6 kioscos.
- Tiendas 2 (T2): 6 kioscos.
- Tiendas 3 (T3): 7 kioscos.

Cada una de estas tiendas consta de un kiosco principal; además, todos estos se encuentran dirigidos por una estación central de operaciones. Cada una de estas tiendas consta de un servidor de informaciones, conectado en red con algunos de los servidores restantes de su propio grupo de kioscos. El servidor de la estación central de operaciones está conectado solamente con los servidores de los kioscos principales de cada grupo de tiendas. Las tablas siguientes muestran las conexiones existentes entre cada uno de los servidores de las tiendas.

	T1-01	T1-02	T1-03	T1-04	T1-05	T1-06
T1-01		1	1			
T1-02	1		1			
T1-03	1	1		1	1	1
T1-04			1			1
T1-05			1			
T1-06			1	1		

	T2-01	T2-02	T2-03	T2-04	T2-05	T2-06
T2-01		1		1	1	1
T2-02	1			1		
T2-03				1		
T2-04	1	1	1		1	
T2-05	1			1		1
T2-06	1				1	

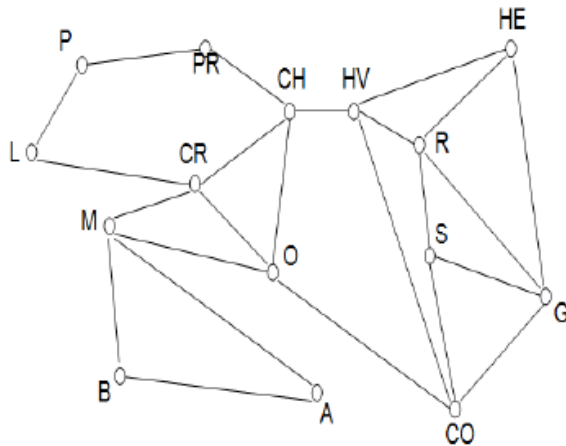
	T3-01	T3-02	T3-03	T3-04	T3-05	T3-06	T3-07
T3-01			1			1	
T3-02			1				
T3-03	1	1		1	1	1	1
T3-04			1				1
T3-05			1			1	1
T3-06	1		1		1		1
T3-07			1	1	1	1	

- Modele la situación planteada utilizando un grafo.
- Clasifique el grafo obtenido en el inciso anterior en cuanto a las características de sus aristas.
- ¿Será posible enviar un paquete de información que parta de uno de los servidores y que llegue a cualquier otro servidor de la red? Justifique.

- d) Extraiga del grafo obtenido en a) la vecindad cerrada del vértice de mayor grado.
- e) ¿Existe un único camino simple entre cada servidor de los que forman parte del grafo que se obtuvo en el inciso anterior? Justifique.
- f) ¿Será posible enviar un paquete de información en el grafo obtenido en a) que recorra todos los tramos de red sin pasar dos veces por el mismo tramo? Justifique. En caso negativo proponga la menor cantidad posible de modificaciones a realizarle a dicho grafo para que pueda realizarse esta tarea.
- g) Por cuestiones de seguridad, se necesita detectar aquellos servidores que no pueden dejar de funcionar bajo ningún concepto pues ello provocaría la inutilización de la conexión de otros servidores con el resto. Liste dichos servidores. Justifique.
- h) ¿Puede dibujarse en un plano un esquema de las conexiones de las tiendas 3 de modo que no se corten entre sí los cables de los servidores? Justifique.
- i) En las tiendas 2, ¿podría el kiosco principal enviar un mensaje a todos los demás kioscos de forma que pase de un kiosco a otro y vuelva a él, sin que pase dos veces por el mismo kiosco? Justifique. En caso de no ser posible proponga la menor cantidad posible de modificaciones a realizarle a dicho grafo para que pueda realizarse esta tarea.

Propuesta 12

Una oficina de correos debe realizar la entrega de materiales (cartas, telegramas, paquetes, periódicos) en los 15 municipios de la capital; para ello, ha establecido recorridos que les permiten a sus agentes hacer llegar al destino cada uno de los encargos. El siguiente grafo muestra dichas conexiones:

**Leyenda:**

O = 10 de Octubre, A = Arroyo Naranjo, B = Boyeros, CH = Centro Habana, CR = Cerro, CO = Cotorro, G = Guanabacoa, HE = Habana del Este, HV = Habana Vieja, L = La Lisa, M = Marianao, P = Playa, PR = Plaza de la Revolución, R = Regla, S = San Miguel del Padrón.

Nota:

Asuma que las relaciones son simétricas y que no existen aristas múltiples.

- Escriba la matriz de adyacencia que se corresponda con el grafo modelado anteriormente.
- De los 56 trabajadores (8 recepcionistas, 17 estibadores y 31 carteros) con que cuenta la entidad de correos, para cada turno de trabajo son necesarios 17. ¿De cuántas formas distintas se pueden conformar dichos turnos si en los mismos son necesarios al menos 3 estibadores y al menos 7 carteros?
- Sabiendo ya que la oficina de correos cuenta con 31 carteros, demuestra que al menos 3 de ellos realizan entregas en un mismo municipio.
- Diga si es posible llegar de cualquier municipio a otro por un camino de longitud 1. Si es posible demuéstrello y en caso contrario diga en qué tipo de grafos esto sería posible.
- ¿Podrá un cartero salir de Guanabacoa y regresar a este mismo lugar pasando por todos los municipios sin repetir ninguno? Justifique.
- ¿Será posible que dos carteros se crucen al realizar entregas entre dos municipios diferentes cualesquiera?

- g) Realice un algoritmo que permita reconocer si en la red no hay rutas que conecten un municipio consigo mismo o varias rutas entre dos municipios adyacentes.

Propuesta 13

Un grupo de amigos (siete varones y cinco hembras) decide ir a pasar una tarde de domingo en el Parque Lenin.

- a) ¿De cuántas formas pueden ordenarse en la cola el grupo de amigos (solo ellos) para subir a la montaña rusa si las muchachas no desean estar juntas, pero Ana y Beto, que son novios, sí?
- b) Para subir al deslizador solo queda un vagón vacío, en el que caben solo siete personas y una de ellas es el timonel. ¿De cuántas formas se pueden seleccionar las siete personas que subirán a bordo, si se desea que el timonel sea varón y que en el vagón hayan más hembras que varones? En el vagón el único puesto distinguible es el del timonel.
- c) Al llegar a la heladería del parque observan que todas las mesas son circulares y distintas entre sí, siendo cada una de seis puestos. ¿De cuántas formas pueden sentarse en las únicas dos mesas que quedan vacías?
- d) Ya ubicados en la heladería, Ana ordenó tres ensaladas de cinco bolas cada una. ¿De cuántas formas le pueden servir su pedido si en la heladería hay tres sabores de helado y ella quiere al menos una bola de chocolate en dos de sus ensaladas?
- e) Demuestre que al menos tres de los amigos cumplen años en el mismo trimestre.