

Universidad de La Habana



**Título:** Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Tesis presentada en opción al título académico de

**Máster en Ciencias Matemáticas**

Mención: Enseñanza de la Matemática

**Autora:** Ing. Rosayda Valiente Mesa

**Tutora:** Dr. Rosa Alicia Vázquez Cedeño

Diciembre, 2015



...cuando hay trabajo en equipo y colaboración, las cosas maravillosas que pueden lograrse.

Mattie Stepanek

## DEDICATORIA

*A mi mami Violeta y a mi hermano Rassy, mi familia por destino y también por elección,  
por ser mi razón de ser.*

*A Joel, por haber soportado mi ausencia.*

*A mi sobri Carolina y a la personita que se está gestando dentro de mí.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mi tutora, la Dra. Rosa Alicia Vázquez Cedeño por iniciarme en el camino de la investigación científica y por todas las orientaciones brindadas en el desarrollo de esta investigación.*

*Al Dr. Jorge Gulín González, por la revisión minuciosa que con dedicación hizo de cada párrafo de este trabajo.*

*A Frank por sus valiosas recomendaciones y sugerencias.*

*A Yurima, quien como jefa y amiga, supo alentarme a terminar esta investigación.*

*A Marisel Santana, magnífica profesional y amiga, por la ayuda permanente que me ha dado.*

*Al claustro de la Maestría en Ciencias Matemáticas.*

*A Arodys, por asumir mis responsabilidades dentro del colectivo de asignatura.*

*A Yudelquis, Mora, Neysi, Irela y Nara, por estar pendientes de mí y ofrecermme en cada momento sus palabras de apoyo.*

*A Joel, por su ayuda íntegra y el apoyo necesario e incondicional en cada momento.*

*A mi mami y a mi hermano por estar siempre ahí para mí.*

*A todos los compañeros que revisaron y aportaron criterios valiosos para perfeccionar esta investigación.*

## RESUMEN

La Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) tiene la misión de formar egresados de perfil amplio, capaces de resolver, con un carácter científico y creador, los problemas que se le presenten en su entorno profesional. Por ello, hace hincapié en la formación y desarrollo de habilidades, en atención a la necesaria preparación que requiere un profesional de esta rama. En el currículo base de esta carrera, la asignatura Investigación de Operaciones (IO) se enfoca en la resolución de problemas de optimización, relacionados con la conducción y coordinación de las operaciones o actividades dentro de una organización, requiriendo para ello, del trabajo en equipo.

A partir de la revisión de informes semestrales, observación pedagógica y encuestas aplicadas a estudiantes y profesores; se evidenciaron insuficiencias en el PEA de esta asignatura que apuntan a un bajo nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes e introducen la necesidad de la utilización de métodos activos por parte de los profesores. Por tal motivo, el objetivo de la investigación es elaborar una estrategia didáctica que utilice métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI).

La estrategia diseñada consta de 4 etapas: Diagnóstico, Planificación, Ejecución y Evaluación; los elementos que la constituyen son: conjunto de acciones a ejecutar por los estudiantes y profesores del colectivo de asignatura; y propuesta de problemas acordes al entorno político-social-económico del país, que exige la realización por parte del estudiante de las acciones y operaciones que conforman la habilidad resolución de problemas de optimización. También se definen 15 indicadores para medir el desarrollo de dicha habilidad, según una escala de 3 niveles.

Finalmente, se muestran los resultados de la validación de la estrategia a través de un pre-experimento y la aplicación del test de satisfacción de Iadov.

**Palabras clave:** estrategia didáctica, habilidad, métodos participativos, resolución de problemas.

<b>ÍNDICE</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: REFERENTES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS QUE SUSTENTAN EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE LA ASIGNATURA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, CON EL EMPLEO DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS</b> .....	10
1.1 La Investigación de Operaciones en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas .....	10
1.2 La resolución de problemas en el PEA de la Matemática .....	11
1.2.1 Habilidad resolución de problemas de optimización .....	19
1.3 Formación y desarrollo de habilidades .....	21
1.4 Los métodos de enseñanza en el PEA .....	25
1.4.1 Métodos y técnicas participativas .....	26
1.5 Caracterización del PEA de la IO en la UCI .....	31
1.5.1 Caracterización del nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la UCI .....	33
<b>CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DIDÁCTICA CON EL EMPLEO DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS, PARA CONTRIBUIR AL DESARROLLO DE LA HABILIDAD RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE LA ASIGNATURA IO EN LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ICI</b> .....	39
2.1 Fundamentación teórica de la estrategia .....	39
2.2 Propuesta de estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI .....	43
2.2.1 Requerimientos para la aplicación de la estrategia .....	46
2.2.2 Actores de la estrategia .....	47
2.2.3 Acciones de la estrategia por etapas .....	47
2.3 Propuesta de indicadores para evaluar el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes .....	57
2.4 Descripción de la utilización de métodos participativos .....	59
2.5 Valoración de la estrategia didáctica .....	62
2.5.1 Aplicación del pre-experimento pedagógico .....	62
2.5.2 Test de satisfacción de ladov .....	67
<b>CONCLUSIONES</b> .....	71
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	72
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	73
<b>ANEXOS</b> .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de puntos en el sistema de evaluación .....	31
Tabla 2. Indicadores para evaluar la habilidad resolución de problemas.....	57
Tabla 3. Valoración del desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes que participaron en el pre-experimento.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de la Estrategia Didáctica.....	46
Figura 2. Acciones etapa diagnóstico.....	49
Figura 3. Acciones etapa planificación .....	52
Figura 4. Acciones etapa ejecución.....	55
Figura 5. Acciones etapa evaluación.....	57
Figura 6. Comparación de los indicadores en la prueba realizada .....	66
Figura 7. Eje de representación gráfica para los resultados obtenidos del ISG .....	68

## **INTRODUCCIÓN**

En la sociedad del conocimiento en la que vivimos, resulta conveniente que los ciudadanos dispongan de una amplia cultura científica y matemática, pues estas son útiles para dar respuestas a necesidades socioculturales, científicas e individuales. En este contexto, el reto de las universidades cubanas es la formación de un profesional de perfil amplio, comprometido con la Revolución y que sea capaz de laborar en equipos multidisciplinarios.

El egresado de perfil amplio, se debe caracterizar por tener un profundo dominio de los aspectos relacionados con la formación básica de la profesión, y ser capaz de resolver, con un carácter científico y creador, los problemas que se le presenten en su entorno profesional. Se requiere entonces, transformar la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA), con el objetivo de alcanzar un proceso de enseñanza en el cual, se logre el papel activo del estudiante como centro de dicho proceso; donde ocupe un papel protagónico en la construcción de sus propios conocimientos, dirigido a la formación y desarrollo de habilidades.

El PEA de la Matemática, en general, puede contribuir al desarrollo de un conjunto de habilidades útiles para el desempeño profesional de los futuros egresados; y tiende a tener como centro la resolución de problemas, aspecto esencial para el desarrollo de la sociedad; como señala Vecino Alegret (citado en Fuentes, 2004)...*“Los estudiantes universitarios deben formarse desde los primeros años en la solución de problemas reales o simulados a los de su problemática profesional, en desarrollar habilidades prácticas y estimular la lógica del pensamiento, en la utilización de la ciencia y la teoría científica para resolver dichos problemas”*.

A partir de la revisión documental realizada, se pudo constatar que la temática asociada a la resolución de problemas matemáticos ha sido ampliamente abordada nacional e internacionalmente, debido a la importancia que tiene para el desarrollo de profesionales capaces de asumir los nuevos retos de la sociedad de hoy, donde el conocimiento y las habilidades poseen gran relevancia.

En el ámbito internacional; se destacan las investigaciones de (Polya, 1976); (Zillmer, 1981); (Jungk, 1985); (Schoenfeld, 1985; 1987); (Callejo, 1987; 1992); (Mcleod, 1992), (Carreras, 1998); (Blanco, 1991); (de Guzmán, 1993); (Orton, 1996); en las que se abordan diferentes aristas de la resolución de problemas, y se corrobora la importancia que ha tomado en la actualidad.

## **Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas**

En Cuba se pueden señalar las desarrolladas por el grupo de investigación “BETA”, dirigidos por (Hernández H., 1993); (Campistrous y Rizo, 1980-2002); (Labarrere, 1985;1990); (Ballester, 1993); (Torres, 1993); (Álvarez, 1999); (Llivina, 1999); (Delgado, 1999); (Jiménez, 2000); (Rebollar, 2000); (Ferrer, 2000); (González D., 2001); (Fonte, 2001); (Alonso y Martínez, 2003); (Sigarreta, 2002); (Palacio, 2002); (Cruz M., 2002); (Mazarío, 2002); (Capote, 2003); (Suárez, 2004); (Galindo, 2007); entre otras. En los resultados de estas investigaciones, se concluye que las dificultades que presentan los estudiantes para la resolución de problemas, están relacionadas en alguna medida, con deficiencias que aún subsisten en la estructuración de la enseñanza y en particular, en la enseñanza vinculada a la resolución de problemas. Además, se pudo comprobar que el término resolución de problemas es abordado indistintamente como actividad, como capacidad, como competencia en la formación básica o como habilidad. Para la investigación que se realiza, constituye un referente importante el trabajo realizado por Mazarío (2009), pues considera la resolución de problemas como una habilidad matemática.

El problema del desarrollo de habilidades se destaca entre los temas centrales de atención de los educadores y de la investigación educativa en todo el mundo, siendo este tratado desde diferentes perspectivas y enfoques. Sin embargo, ha sido el enfoque histórico cultural, el que ha brindado una interpretación dialéctico materialista de los procesos de aprendizaje del individuo y una sólida base conceptual para el tratamiento de este tema. Entre los autores que han tratado el tema desde este enfoque, se destacan (Galperin, 1982); (Brito y González, 1987); (Brito, 1984, 1988); (González y otros, 1987); (Talízina, 1985, 1987, 1988); (Valera, 1990); (Beltrán, 1992); (Herrero, 1996); (Zilberstein, 1989, 1998); (Castillo y Doménech, 1998); (Gómez, 2000); (Hernández, 2000); (C. del Canto, 2000); (Blanco, 2000); (Casar, 2001); (Silvestre y Zilberstein, 2001); (Montes de Oca, 2001); (Fariñas, 1993, 1995, 2004); (Ferrer, 2002); (Mazarío, 2002); (L. Martínez, 2003); (Quintana, 2003); (M. Martínez, 2004); (Ruiz, 2004); (Grave de Peralta, 2008); (Enrique, 2010); (Viñas, 2013). La mayoría de estos investigadores coinciden en analizar la habilidad en estrecho vínculo con el modo en que el estudiante realiza su actividad, para lo cual necesita disponer de un sistema de acciones y operaciones con carácter consciente, a partir del sistema de conocimientos, hábitos y habilidades precedentes. Es precisamente el fundamento de las acciones y operaciones el que se trabaja en la presente investigación.

A pesar de los resultados obtenidos en estas investigaciones, y del hecho que en los planes de estudio de las carreras de ingeniería se privilegia el desarrollo de habilidades; aún en nuestros

## **Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas**

días, el PEA de la Matemática confronta entre sus principales dificultades, las limitaciones que tienen los estudiantes para la resolución de problemas matemáticos.

Para la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), que forma ingenieros en esta rama, es crítica esta problemática. Según lo estipulado en el (Plan de Estudios D Ingeniería en Ciencias Informáticas., 2014), un elemento importante en el desarrollo curricular de la universidad ha sido *“...su carácter de universidad y empresa, que implica la necesidad de integración de sus procesos fundamentales: la formación, la producción y la investigación. Esta característica es trascendental pues presupone la inserción de los estudiantes en proyectos productivos reales, donde se desempeñan en la solución de problemas profesionales...”*

Además, desde el punto de vista del modelo productivo, la dinámica de la UCI se ha desplazado del desarrollo de sistemas informáticos a la medida, a la informatización de procesos. Este cambio es la expresión no solamente del procesamiento de información y de su uso en la toma de decisiones, sino de un proceso que incluye la comunicación y la optimización de estos propios procesos, requiriendo para ello, del trabajo en equipo.

Por tales motivos, el proceso de formación de la UCI se divide en dos ciclos denominados: ciclo de integración básico, que abarca los cinco primeros semestres; y ciclo de integración profesional, que comprende los cinco últimos. El ciclo de integración profesional comienza en el segundo semestre de tercer año y su objetivo fundamental es vincular a los estudiantes a problemas profesionales.

En el currículo base de esta carrera, la disciplina Matemática Aplicada es responsable de brindar un conjunto de técnicas matemáticas de amplia aplicación en la solución de problemas profesionales y tiene entre sus asignaturas: Probabilidades y Estadística (PE), Investigación de Operaciones (IO) y Simulación (SIM).

La asignatura IO se imparte en el sexto semestre de la carrera; cuando inicia el ciclo de integración profesional. Esta tiene un carácter eminentemente práctico, sustentado en una base teórica; y se enfoca en la resolución de problemas relacionados con la conducción y coordinación de las operaciones o actividades dentro de una organización, teniendo como premisa fundamental el encontrar la solución óptima. (Hillier & Lieberman, 2010)

## **Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas**

Dentro de los objetivos instructivos de la asignatura se tiene el resolver diversos problemas de optimización, que pueden ser de Programación Lineal (PL) o sus casos particulares; orientados siempre a la toma de decisiones; y realizando en todos los casos el análisis económico de los resultados.

Teniendo en cuenta todos estos elementos, se pudo evidenciar que mediante el PEA de la asignatura IO, es posible poner en práctica el carácter universidad y empresa, asociado al principio martiano de la vinculación estudio-trabajo. Esto permitirá que los estudiantes se den cuenta de cómo pueden enfrentarse a las exigencias de la actividad laboral y del contexto donde se desarrollan a partir del conocimiento que se le transmite en el aula; contribuyendo así, a la formación integral del futuro Ingeniero en Ciencias Informáticas.

A partir de las indagaciones empíricas realizadas por la autora, entre ellas, el estudio del actual Plan de Estudio de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI), del Programa Analítico de la disciplina Matemática Aplicada y en particular el de la asignatura IO, la revisión de informes semestrales, de los resultados de pruebas parciales y finales correspondientes a los cursos 2012-2013 y 2013-2014; así como la participación en las actividades metodológicas del colectivo, se identificaron las siguientes limitaciones en el PEA de dicha asignatura:

Por parte de los estudiantes:

- Baja solidez en los conocimientos, por lo que presentan limitadas posibilidades de generalización y aplicación de los contenidos recibidos para la resolución de problemas.
- Dificultades en la comprensión de los enunciados y selección de información relevante en los problemas propuestos.
- Limitaciones para traducir al lenguaje matemático la realidad física presente en el problema a resolver.
- Limitaciones para verificar e interpretar los resultados obtenidos a partir de la resolución del problema planteado.

Mediante la observación participante a algunas de las actividades docentes se comprobó que esto en parte se debe, a que los estudiantes adolecen de estrategias generales de resolución de

## Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas

problemas; por lo que abordan los mismos de manera desorganizada, sin dedicar suficiente tiempo a tratar de identificar los objetos que intervienen, así como tampoco a sus características y relaciones.

Por parte de los profesores:

- Persisten manifestaciones de una enseñanza tradicional, por lo que los métodos de enseñanza que predominan están encaminados a la transmisión mecánica de conocimientos, y no a la activación del proceso de aprendizaje.
- Es insuficiente la aplicación de procedimientos didácticos que contribuyan a desarrollar la habilidad resolución de problemas.
- Apenas se propicia la reflexión de los estudiantes.
- Se evalúa atendiendo al resultado y no al proceso para llegar al conocimiento o a la habilidad.
- Es insuficiente la estimulación del trabajo en equipos que les permita comprender, respetar y valorar las opiniones de sus compañeros; discernir y argumentar sus propios conocimientos y los enseñe a incorporarse a colectivos multidisciplinares.

Otra limitante es, que tanto el texto básico de la asignatura como los complementarios son de autores foráneos; y aunque contienen disímiles problemas de aplicación de la IO, no están vinculados a la carrera ni acordes al entorno político-social-económico en que se desenvuelve el estudiante.

Las deficiencias detectadas permiten constatar que existe contradicción entre el insuficiente desarrollo de la habilidad resolución de problemas y la necesidad de que este estudiante esté preparado para resolver los problemas que se le presenten en su labor como futuro profesional de ciencias técnicas.

Esta contradicción conlleva al siguiente **problema científico**: ¿Cómo contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas?

## **Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas**

El **objeto de estudio** de esta investigación lo constituye el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Investigación de Operaciones en la UCI, enmarcado en el **campo de acción**, utilización de métodos participativos para el desarrollo de la habilidad resolución de problemas.

Para dar solución al problema planteado se enuncia como **objetivo**: Elaborar una estrategia didáctica que utilice métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Como guía para alcanzar el objetivo propuesto se formularon las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los principales referentes teóricos–metodológicos que sustentan el desarrollo de la habilidad resolución de problemas y la utilización de métodos participativos?
2. ¿Cuál es el nivel de desarrollo actual de la habilidad resolución de problemas en la asignatura IO de los estudiantes de la carrera de ICI?
3. ¿Qué acciones debe tener la estrategia didáctica para contribuir con el empleo de métodos participativos al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI?
4. ¿Cuál es la validez de la estrategia didáctica propuesta?

Para dar respuesta a las preguntas científicas antes planteadas, fueron establecidas las siguientes **tareas de investigación**:

1. Determinación de los referentes teóricos–metodológicos que sustentan el desarrollo de la habilidad resolución de problemas y la utilización de métodos participativos en el PEA.
2. Caracterización del nivel de desarrollo actual de la habilidad resolución de problemas en la asignatura IO de los estudiantes de la carrera de ICI y de su PEA.
3. Elaboración de una estrategia didáctica que utilice métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI.

## Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas

4. Validación de la estrategia didáctica propuesta, mediante un pre-experimento y la aplicación del test de satisfacción de ladov.

La presente investigación se fundamenta en los postulados del enfoque histórico cultural de Vigotsky y sus seguidores, su diseño es de tipo **descriptiva/ transformadora** y asume el **enfoque mixto**, bajo la perspectiva de ambos paradigmas de investigación (cualitativo y cuantitativo) propiciándose de esta forma, un proceso de investigación enriquecido con las ventajas que ambos ofrecen. Es descriptiva porque no se han realizado estudios anteriores en la institución sobre el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO, por lo que parte de la caracterización de su comportamiento a través de la medición de los indicadores de las dimensiones que la distinguen. **Transformadora** porque se implementaron procederes y recursos de la investigación-acción participativa.

La investigación cumple además, con el requisito de ser **teórica** y **empírica**.

**Teórica:** porque el objetivo general de la investigación es la elaboración una estrategia didáctica que utilice métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI, mediante la sistematización de los principales referentes teóricos-metodológicos de la temática que se aborda.

**Empírica:** porque está dirigida a la caracterización del nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en la asignatura IO de los estudiantes de la carrera de ICI, mediante la utilización de métodos empíricos.

En correspondencia con el objetivo y las tareas propuestas se utilizaron en la investigación como **métodos teóricos** los siguientes:

- **Análisis-síntesis:** para profundizar en el estudio de las regularidades asociadas a la resolución de problemas, a la formación y desarrollo de habilidades y a la utilización de métodos participativos en el PEA, lo que contribuyó a la selección de los aspectos esenciales para la elaboración del marco teórico de referencia. Además, permitió mediante procesos lógicos de pensamiento, la argumentación de la tesis y el arribo a conclusiones parciales y finales durante la investigación.

## Estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura Investigación de Operaciones en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas

- **Histórico-lógico:** para analizar la evolución de las concepciones teóricas sobre la resolución de problemas referidas en diferentes fuentes bibliográficas. También se empleó para determinar los antecedentes y tendencias del PEA de la IO en la UCI.
- **Inducción-deducción:** para llegar a conclusiones acerca de la estrategia didáctica a elaborar, a partir de los hechos observados.
- **Modelación:** para la concepción de la estrategia didáctica en sus diferentes etapas, e interpretarla y ajustarla a la realidad del contexto educativo.
- **Enfoque de sistema:** para establecer los vínculos entre el problema diagnosticado, los referentes teóricos–metodológicos del mismo y la estrategia didáctica propuesta. Además, permitió establecer las relaciones entre los componentes de la estrategia.

A nivel **empírico:**

- **Análisis documental:** para el estudio de documentos curriculares y normativos; como el modelo del profesional, programas analíticos de la disciplina y la asignatura, pruebas parciales y finales aplicadas e informes semestrales.
- **Observación participante** a las formas organizativas del PEA de la asignatura IO, con el objetivo de diagnosticar el nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la carrera de ICI.
- **Entrevistas y encuestas** a los docentes y estudiantes durante la etapa de diagnóstico, para la recopilación de información.
- **Prueba pedagógica:** para determinar el nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la carrera de ICI.
- **Pre-experimento:** para constatar la validez de la estrategia didáctica presentada, mediante su puesta en práctica.

Además, el **cálculo porcentual** como parte de la Estadística Descriptiva, permitió procesar los datos recogidos empíricamente, organizar la información y llegar a conclusiones.

**Unidades de estudio y decisión muestral:**

Para la realización de las encuestas, de una población de 62 estudiantes que en el curso 2014-2015 recibieron la asignatura IO en la Facultad 6, se selecciona de forma intencional, una muestra de 45 estudiantes, que equivale al 72.6% de la población. Además, de una población de 11 profesores, se toma al azar una muestra de 5 profesores, equivalente a un 45.5% de la población. Para el pre-experimento, se realizó un muestreo no probabilístico intencional, seleccionándose una muestra de 28 estudiantes, a los cuales la investigadora le imparte clases.

La **actualidad** de la investigación se fundamenta en la necesidad de propiciar una enseñanza que logre superar la tendencia memorística que hasta hoy domina nuestras aulas y prepare al egresado para resolver los problemas profesionales a los que se enfrentará en su labor como trabajador.

El **aporte práctico** lo constituyen: un conjunto de acciones para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI; y una colección de problemas vinculados a la carrera y acordes al entorno político-social-económico en que se desenvuelve el estudiante.

El presente trabajo está conformado, además de la introducción, por 2 capítulos.

En el **Capítulo I** se expone el marco teórico de esta investigación. En él se enuncian los referentes teóricos–metodológicos que sustentan la resolución de problemas, la formación y desarrollo de habilidades, y el empleo de métodos participativos en el PEA. También, se realiza una descripción detallada del PEA de la asignatura IO en la UCI y se caracteriza el nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes. Además, se estructura la habilidad resolución de problemas de optimización.

En el **Capítulo II** se expresan los fundamentos teóricos que sustentan la estrategia didáctica y se describe detalladamente el conjunto de acciones que la conforman. Se establecen los indicadores que permiten valorar el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes. Además, se exponen las valoraciones sobre la validez de la estrategia didáctica propuesta.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones, la bibliografía que sirvió de soporte y los anexos que complementan el trabajo.

## **CAPÍTULO I: REFERENTES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS QUE SUSTENTAN EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE LA ASIGNATURA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, CON EL EMPLEO DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS**

Este capítulo tiene como objetivo presentar los fundamentos teóricos que sustentan la enseñanza de la IO en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas y la importancia que en ella asume la resolución de problemas. Se realiza una valoración sobre algunos modelos de resolución de problemas, caracterizándose el sistema de acciones y operaciones que conforman la habilidad resolución de problemas de optimización que se asume en esta tesis. Se abordan también diferentes concepciones sobre la formación y desarrollo de habilidades. Se explica la concepción y utilización de los métodos de enseñanza en el PEA, específicamente de los participativos. Se describe el PEA de la asignatura IO en la UCI; y se caracteriza el nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la carrera de ICI.

### **1.1 La Investigación de Operaciones en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas**

Considerando que la esfera de actuación del Ingeniero en Ciencias Informáticas debe abarcar un amplio espectro de organizaciones, donde se haya acometido o se esté trabajando para la informatización de los procesos, como soporte a la toma de decisiones (Plan de Estudios D Ingeniería en Ciencias Informáticas., 2014); y que se requiere de la participación en equipos multidisciplinarios para proponer las soluciones; es preciso orientar las acciones que se realizan en la educación matemática de los futuros ingenieros hacia la resolución de problemas, basados en situaciones contextuales, donde sea necesario hacer predicciones, validar propuestas, tomar decisiones o elaborar criterios de comparación.

La asignatura IO tiene como objetivo que el estudiante asimile los principios que guían la resolución de problemas mediante la aplicación de las técnicas de IO. En concreto:

- La construcción de modelos de decisión basados en descripciones matemáticas, con el objetivo de tomar decisiones en situaciones de complejidad o incertidumbre.

- La resolución, mediante análisis matemático, de los modelos de decisión, obteniendo los valores óptimos de las variables de decisión que intervienen en el modelo.
- La realización de estudios de sensibilidad de la solución propuesta, para evaluar su robustez frente a cambios en las condiciones de los parámetros del modelo.
- Conocer y utilizar adecuadamente herramientas computacionales, como soporte para la aplicación de los modelos.

Una característica adicional de la IO es que a través de ella se propone encontrar una mejor solución (la llamada solución óptima), para el problema analizado. Es decir, en lugar de conformarse con mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible.

Estas características conducen de manera casi natural a otra: no puede esperarse que un solo individuo sea experto en los múltiples aspectos de un campo determinado o de los problemas que se estudien, sino que se requiere un grupo de individuos con diversas habilidades y aptitudes. Por ello, cuando se decide emprender el estudio de un nuevo problema de IO, es necesario emplear el enfoque de trabajo en equipo, para propiciar la comunicación, el intercambio, argumentación y reflexión de ideas.

De acuerdo a lo anterior, se puede asumir que la asignatura IO es de gran importancia para la formación de Ingenieros en Ciencias Informáticas, ya que los problemas de optimización tienen gran actualidad y presencia en el quehacer ingenieril, y generalmente se resuelven en equipo. Además, estos problemas fomentan el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y del pensamiento estratégico, útiles para la formación del profesional.

## **1.2 La resolución de problemas en el PEA de la Matemática**

En la actualidad, la resolución de problemas constituye uno de los campos más importantes de la investigación educativa. En el proyecto curricular del Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM, por sus siglas en inglés), se asigna especial interés al estándar “resolución de problemas”, pues pone en práctica el aprendizaje productivo, estimulando a que el estudiante desarrolle procesos eficaces del pensamiento, los cuales, además de contribuir a su independencia cognoscitiva, elevan la confianza en las posibilidades del éxito y aumentan la motivación por el estudio. (Gil y de Guzmán, 1993; Santos Trigo, 1994; Schoenfeld, 1991a)

Para el tratamiento de la resolución de problemas, los investigadores han presentado múltiples modelos, algunos de los cuales se reconocen como los más influyentes en la didáctica de la Matemática y de las ciencias en general, y que por su trascendencia, constituyen importante referencia en esta investigación. A continuación, se realiza una valoración de los modelos propuestos por (Polya, 1945); (Schoenfeld, 1985) y (de Guzmán, 1991).

La propuesta de modelo teórico de resolución de problemas de Polya, se caracterizó por la identificación de cuatro etapas: comprensión del problema, concepción de un plan, ejecución del plan y examinar la solución obtenida. A cada etapa le asoció una serie de preguntas y sugerencias, que dirigen la acción de quien se enfrenta a un problema, con el fin de ayudarlo a eliminar las discrepancias entre el objeto del problema y la solución de este. Inherente a estas etapas de trabajo, el autor mencionado identifica estrategias heurísticas de carácter general como: realizar diagramas, trabajos con sub-problemas, considerar casos particulares, resolver problemas más simples y trabajar los problemas en sentido inverso.

Este enfoque tuvo su etapa de mayor aplicación en los años 80, y a pesar de sus aportes, no tuvo el efecto esperado en el aprendizaje de los alumnos, pues el análisis se realizó sobre la base del carácter general de la estrategia, pero no en cuanto a la preparación por parte de los estudiantes para poder asimilar o no las mismas.

El desarrollo de los trabajos iniciados por Polya, correspondió fundamentalmente al matemático norteamericano Schoenfeld, que resalta el aspecto metacognitivo de la actividad y complementa los aportes de Polya. Su trabajo profundiza el análisis de la heurística y se sustenta en la teoría del procesamiento de la información. Incluso, introduce el concepto informático de control para seleccionar la estrategia correcta al resolver un problema. A partir de los resultados de sus investigaciones, Schoenfeld considera cuatro dimensiones en el proceso de resolución de problemas:

- **Dominio de conocimientos y recursos:** expresados a través de lo que el sujeto conoce y la forma de aplicar experiencias y conocimientos ante situaciones de problemas. En el contexto de la enseñanza, se manifiesta en la posibilidad real de los estudiantes de utilizar los conocimientos adquiridos en las actividades docentes, así como también sus gestiones para plantear, comprobar y modificar sus acciones y operaciones al realizar las tareas.

- **Estrategias cognoscitivas o heurística:** categoría que contempla el conjunto de estrategias generales que pueden resultar eficaces para acceder a la solución de un problema. Dentro de la misma se pueden identificar recursos heurísticos para abordar los problemas matemáticos tales como: analogía, inducción, generalización, entre otros.
- **Estrategias metacognitivas:** se caracteriza como la conciencia mental de las estrategias necesarias para resolver un problema, para planear, regular o controlar el proceso mental de sí mismo.
- **Sistema de creencias:** está conformado por las ideas, concepciones o patrones que se tienen en relación con la Matemática y la naturaleza de esta disciplina. Además, cómo esta se relaciona o identifica con algunas tendencias en la resolución de problemas.

Sus recomendaciones para el profesor van hacia:

- La conducta relativa al modelo de resolución de problemas, explorando y experimentando junto a sus estudiantes siempre que sea posible.
- Crear una atmósfera en el aula, en la cual los estudiantes se sientan con posibilidad de mostrar sus ideas.
- Invitar los estudiantes a expresar sus ideas en los distintos estados de la resolución del problema.
- Conducir al hecho de que más de una estrategia puede ser necesaria para resolver un mismo problema y que este puede también requerir un acercamiento original.
- Presentar problemas que reflejen un acercamiento a las situaciones reales; y su enriquecimiento y complejidad sea tal, que la experiencia que gana el alumno en el aula puede ser transferible.

Miguel De Guzmán, sobre la base del propio trabajo de Polya, desarrolló un modelo con el fin de registrar la marcha del pensamiento de aquellos que tienen por delante la tarea de resolver un problema. Este modelo comprende: la familiarización con el problema; la búsqueda de estrategias; llevar adelante la estrategia, revisar el proceso y sacar consecuencias de él.

Además, introduce ampliamente refuerzos afectivos que ayudan a eliminar los bloqueos que a veces se producen a la hora de solucionar un problema.

De una forma u otra, cada uno de estos modelos constituye una variante del desarrollado por Polya, que de manera indiscutible es el que más ha influido en la enseñanza de la resolución de problemas. Estos modelos tienen en común: partir de una buena comprensión del enunciado del problema, resolverlo o intentarlo y realizar una reflexión sobre la solución y la posibilidad de modificar el problema.

Nuestra pedagogía también se ha enriquecido en los últimos años con investigaciones que abordan la temática de la resolución de problemas, entre las que se pueden señalar: (Torres, 1993); (Mora y Morales, 1995); (Labarrere, 1996); (Campistrous & Rizo, 1996); (Álvarez, 1999); (Delgado, 1999); (Llivina, 1999); (Jiménez, 2000); (Ferrer, 2000); (Rebollar, 2000); (Alonso, 2001); (Mazarío, 2002, 2009); (Sánchez y Fernández, 2003); (Capote, 2003); (Suárez, 2004); (Galindo, 2007); (Martínez, 2011). En ellas se observan diferentes enfoques, como son: PEA desarrollador hacia la resolución de problemas, PEA de la matemática desde la resolución de problemas, PEA de la resolución de problemas matemáticos y desarrollo de habilidades y capacidades del estudiante para resolver problemas.

El análisis crítico de estas investigaciones, permitió concluir que coexisten diversas definiciones y caracterizaciones del término resolución de problemas, entre las que se pueden citar:

Álvarez (1999) plantea que la habilidad para resolver problemas expresa el objetivo central de la escuela cubana de preparar al hombre para la vida, *"educarlo para servir a la humanidad participando desde la misma escuela en la construcción de la sociedad: es prepararlo para resolver problemas como resultado de que en su estancia en la institución docente aprenda a resolverlos (...)"*. Este objetivo se propone lograr que el alumno enfrente la resolución de problemas como instrumento formativo fundamental.

Según M.J. Llivina (1999), *"la resolución de problemas matemáticos es una capacidad específica que se desarrolla a través del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática y que se configura en la personalidad del individuo al sistematizar, con determinada calidad y haciendo uso de la metacognición, acciones y conocimientos que participan en la resolución de estos problemas"*.

R. Delgado (1999), señala que resolver: *“es encontrar un método o vía de solución que conduzca a la solución de un problema”*, en aras de caracterizar la esencia cognitiva de este proceso y sin pretender identificarlo con él. Además, plantea que la habilidad de *resolver* un problema presenta un carácter relativo y subjetivo, porque aunque el problema esté resuelto para la ciencia y para el profesor, puede ser considerado sin resolver para el estudiante, quien no conoce la vía de solución.

Mazarío (2009) considera la resolución de problemas matemáticos como una habilidad y la define como *“el proceso que implica la realización de una secuencia o serie de acciones para la obtención de una respuesta adecuada a una dificultad con intención de resolverla, es decir, la satisfacción de las exigencias (meta, objetivo) que conducen a la solución del problema matemático”*.

Este autor considera que esta definición enfatiza el carácter de proceso con que se identifica a dicha habilidad, lo que responde al hecho de descomponerse en diferentes acciones progresivas que se deben desarrollar integralmente, sucediéndose unas a otras hasta obtener un resultado (la solución del problema matemático).

Por su parte, Urrutia (2012), asume en su tesis doctoral la resolución de problemas como competencia; definiendo que los problemas se resolverán siguiendo las acciones que a continuación se enumeran:

- **Modelación:** El problema puede estar planteado por un texto que el estudiante debe interpretar y escribir en lenguaje matemático.
- **Establecimiento de algoritmos de solución:** La propuesta puede ser analítica, computacional o ambas.
- **Implementación:** Proceso de ejecución de la propuesta realizada en el paso anterior.
- **Interpretación de los resultados:** Determinación de si éstos satisfacen todas las condiciones formuladas en el enunciado, validación de los mismos, adecuación a los requerimientos de la práctica y discusión en colectivo.

Los autores (Arnaiz y García, 2014), continuando con los estudios de la Dra. Herminia Hernández y del Grupo “BETA” de Investigación en Matemática Educativa; y teniendo en cuenta el creciente

nivel de sistematicidad de la resolución de problemas en la escuela cubana, decidieron asumir la resolución de problemas matemáticos como Habilidad Matemática Generalizada (HMG) y la definen como “...*proceso de búsqueda de procedimientos desconocidos para de una situación inicial conocida llegar a una situación final desconocida*”.

Del análisis de estas definiciones, se hace evidente que la resolución de problemas es considerada indistintamente como **actividad**, como **capacidad**, como **competencia en la formación básica**, o como **habilidad**.

Para los fines de esta investigación, la autora del trabajo reconocerá la resolución de problemas como una habilidad, debido a que el modelo del profesional del Ingeniero en Ciencias Informáticas, está redactado en función de las habilidades que deben ser desarrolladas por los estudiantes; considerando el solucionar problemas relativos al campo específico de acción, como uno de los objetivos de mayor relevancia en la formación del futuro profesional.

Además, concuerda con Kilpatric (1998), quien caracteriza el uso de la resolución de problemas, como vía para enseñar la Matemática en tres direcciones, siendo una de ellas: considerar la resolución de problemas como una de las tantas habilidades que se debe enseñar en el currículo.

Por ello, asume la definición propuesta por Mazarío (2009), quien formula el siguiente **sistema de acciones** para estructurar la **habilidad resolver problemas de Matemática**.

- **Analizar el problema:** esta acción se manifiesta desde el momento en que el estudiante enfrenta el problema y trata de descomponerlo en sus partes integrantes, con el objetivo de identificar los datos que le aporta el enunciado, las relaciones establecidas entre los diferentes componentes de la situación planteada y, simultáneamente, determinar las interrogantes que debe responder. Se trata de un análisis estructural, cualitativo y operacional. Esta actividad analítica se complementa con otra de síntesis en la cual se logra una reestructuración consciente de la situación que se desea resolver.
- **Generar estrategias de trabajo:** esta acción consiste en que el alumno se plantee una visión general del procedimiento o procedimientos que conduzcan a la solución del problema, es decir, planifique una estrategia directriz para evitar el proceder de modo prematuro sin disponer de un plan para obtener la solución.

- **Valorar las consecuencias de la aplicación de la estrategia que se considere más adecuada:** el pronosticar sobre las consecuencias de una forma específica de proceder para resolver un problema y posteriormente observar su cumplimiento, es también una acción mental. Supone la capacidad de pensar antes de actuar, de predecir cómo será la acción o ejecución y habitúa al estudiante a realizar esta “práctica cognitiva previa” con mayor eficacia. Al seleccionar entre varias estrategias “la mejor opción” se debe tener en cuenta que esta es una acción que conduce al estudiante del modo más ventajoso a la solución de un problema.
- **Ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionada:** la ejecución consiste en la aplicación sistemática de las operaciones y los medios de trabajo previstos para solucionar el problema. Su desarrollo supone el dominio eficiente de modelos, estrategias y procedimientos de resolución de problemas, que permiten realizar acciones progresivas que conducen a un resultado: la solución del problema.
- **Evaluar los logros y dificultades durante la ejecución:** esta acción consiste en ir valorando los aciertos y deficiencias a través de todo el proceso de resolución del problema matemático, de manera que se puedan realizar los ajustes necesarios, que posibiliten la correcta solución del problema.

Consecuentemente, aceptar que el desarrollo de la habilidad resolución de problemas, es un elemento de suma importancia en el PEA de la IO, implica la necesidad de que se tenga una idea clara de lo que es un problema y cómo incorporarlos en las clases.

En la revisión bibliográfica que se realizó, se plantean diferentes puntos de vista sobre este término:

Ball (citado en Labarrere, 1987a), caracteriza el problema como *“aquella situación que demanda la realización de determinadas acciones (prácticas o mentales) encaminadas a transformar dicha situación”*.

Por su parte, (Campistrous y Rizo, 1996) establecen que problema es *“toda situación en la que hay un planteamiento inicial que obliga a transformarlo. La vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la nueva situación exigida, tiene que ser desconocida, cuando es conocida deja de ser problema”*.

Desde el punto de vista didáctico, esta definición es muy importante, pues en la selección de los problemas a proponer hay que tener en cuenta no solo la naturaleza de la tarea, sino también los conocimientos que la persona requiere para su solución y las motivaciones para realizarla.

R. Delgado (1998), considerando la situación problémica de la cual es consciente el sujeto, define el término problema como: *“situación verdaderamente problémica para el resolutor, para la cual, teniendo conciencia de ella, no conoce una vía de solución”*.

I. Alonso (2001), enfoca el problema matemático desde el punto de vista de la información y estructura del problema y cómo el estudiante se lo representa y resuelve. Al respecto plantea su concepción de problema matemático como: *“una situación matemática que contempla tres elementos: objetos, características de esos objetos y relaciones entre ellos; agrupados en dos componentes: condiciones y exigencias relativas a esos elementos; y que motiva en el resolutor la necesidad de dar respuesta a las exigencia o interrogantes, para lo cual deberá operar con las condiciones, en el marco de su base de conocimientos y experiencias”*.

Por su parte, Mazarío (2002) define que un problema *“es una situación o dificultad prevista o espontánea, con algunos elementos desconocidos para el sujeto, pero capaz de provocar la realización de acciones sucesivas para darle solución”*, y sobre este particular agrega... *“otro aspecto pedagógico que deben reunir los problemas, es el que respondan en lo posible a los intereses y necesidades de los estudiantes”*.

Para Labarrere (citado en Crespo, 2007) *“un problema es determinada situación en la cual existen nexos, relaciones, cualidades, de y entre los objetos que no son accesibles directa e inmediatamente a la persona”*, o sea, y utilizando sus propias palabras *“una situación en la cual hay algo oculto para el sujeto, que éste se esfuerza por hallar”*.

Galindo (2007), a partir de las definiciones de Campistrous, Rizos y Héctor Jiménez, asumió como problema: *“toda situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo, la vía de solución es desconocida y el estudiante posee los saberes relativos a la exigencia o es capaz de construirlo”*.

Haciendo una síntesis de las ideas planteadas por los investigadores antes referidos, puede asumirse que las definiciones de *“problema”*, aunque diferentes conceptualmente; presentan elementos comunes o al menos no contradictorios. En general, todas coinciden en señalar que

un problema es aquella situación en la cual existe un estado inicial y una meta a alcanzar, que puede ser resuelta por una persona o un grupo de estas. No obstante, se necesita confiar en que las habilidades que poseen estas personas, son adecuadas para abordarlo. Otro aspecto pedagógico que deben reunir los problemas, es el que respondan en lo posible a los intereses y necesidades de los estudiantes.

### **1.2.1 Habilidad resolución de problemas de optimización**

Como cada contenido matemático por su naturaleza, exige un modo de actuar con características específicas, la habilidad resolución de problemas, ha de expresar esas particularidades, teniendo en cuenta el campo a que se refieren y los niveles de sistematicidad y complejidad de la actividad a ejecutar.

En cada habilidad se pueden determinar las operaciones cuya integración permiten el dominio por el estudiante de un modo de actuación. Las acciones se correlacionan con los objetivos, mientras que las operaciones lo hacen con las condiciones.

La autora de este trabajo, considerando las fases de los modelos de resolución de problema, la estructura propuesta por Mazarío (2009) y la experiencia adquirida a través su labor docente; identifica las siguientes **acciones y operaciones** para estructurar la **habilidad resolución de problemas de optimización**:

#### **Análisis y comprensión del problema**

**Objetivo:** Analizar el problema con el propósito de descomponerlo en sus partes, para ubicarlo en un tipo de problema determinado.

1. Leer en más de una ocasión el enunciado del problema, para aclarar el significado de todos los términos que aparecen en el texto e interpretar la información que se brinda no solamente a través del enunciado, sino también en gráficas o tablas.
2. Descomponer el problema en sus partes (lo dado y lo buscado).
3. Centrar la atención en el proceso que se desea optimizar.
4. Clasificar el problema propuesto.

### **Concepción de la estrategia de solución**

**Objetivo:** Ordenar la información que se brinda con el propósito de aplicar un método de solución.

1. Relacionar la situación dada en el problema con los conocimientos, ubicándolo en el tipo de problema seleccionado.
2. Determinar si se han resuelto en clases problemas similares al que se le ha propuesto.
3. Determinar los tipos de variables que intervendrán en el problema, según el tipo de problema identificado.
4. Evaluar los métodos disponibles para resolver el problema.
5. Seleccionar el método de solución adecuado a emplear.

### **Ejecución de la estrategia de solución**

**Objetivo:** Resolver el problema según el tipo identificado.

1. Definir las variables de decisión: son las incógnitas del problema, básicamente consisten en los niveles de todas las actividades que pueden llevarse a cabo en el problema a formular, estas pueden ser de tantos tipos diferentes como sea necesario, e incluir tantos subíndices como sea requerido; pero buscando siempre el menor número necesario de estos.
2. Determinar el objetivo del problema: consiste en seleccionar un criterio de optimización mediante una función lineal, de las diferentes actividades del problema, el cual puede ser maximización o minimización, dependiendo de la situación planteada. Bajo el criterio de optimización definido, se pretende medir la contribución de las soluciones factibles que puedan obtenerse y determinar la óptima.
3. Determinar las restricciones: son los diferentes requisitos que debe cumplir cualquier solución para que pueda llevarse a cabo. En cierta manera son las limitantes en los valores de los niveles de las diferentes actividades (variables).
4. Establecer las condiciones técnicas: en este apartado se deben garantizar los requerimientos que cada tipo de problema necesita.
5. Aplicar al modelo definido el método de solución seleccionado: esta operación pudiera realizarse de forma manual o con ayuda de un software.

### **Comprobación de los resultados del problema**

**Objetivo:** Comprobar que la solución es correcta.

1. Analizar si el resultado obtenido tiene sentido, es decir; si satisface todas las condiciones formuladas en el enunciado.
2. Realizar la interpretación económica de los resultados matemáticos obtenidos, para el apoyo a la toma de decisiones.

### **Realización del análisis de sensibilidad**

**Objetivo:** Determinar el alcance de los parámetros del modelo, de manera que la solución óptima siga siendo factible.

1. Identificar las variaciones del modelo: estas pueden ser en los precios o costos unitarios por unidad (coeficientes de la función objetivo), en los valores que limitan los recursos disponibles que pueden ser asignados (términos independientes de las restricciones) o el costo reducido de una variable.
2. Realizar análisis posóptimo: este análisis se realiza una vez encontrada la solución óptima. El mismo comprende la variación de los datos del modelo individualmente.
3. Dar una nueva interpretación económica, a partir de las variaciones realizadas.

### **1.3 Formación y desarrollo de habilidades**

En cualquier nivel de enseñanza, y particularmente en el universitario, es necesario que el estudiante desarrolle habilidades y se apropie eficientemente de los conocimientos que necesitará para el ejercicio de su profesión. Es por ello que en múltiples investigaciones pedagógicas, se aborda el tema de la formación y desarrollo de habilidades desde diferentes puntos de vista, en calidad de componentes esenciales del contenido de enseñanza.

El término **habilidad**, generalmente utilizado como sinónimo de saber hacer, ha sido concebido desde diferentes posiciones:

Petrovsky (citado en Zilberstein, 2004) reconoce por habilidad “*el dominio de un complejo sistema de actividades psíquicas y prácticas, necesarias para la regulación racional de la actividad con la ayuda de los conocimientos y hábitos que la persona posee*”.

Para M. López, (citada en Zilberstein, 2004), la habilidad *“constituye un sistema complejo de operaciones necesarias para la regulación de la actividad (...) se debe garantizar que los alumnos asimilen las formas de elaboración, los modos de actuar, las técnicas para aprender, las formas de razonar, de modo que con el conocimiento se logre también la formación y desarrollo de las habilidades”*.

Zilberstein (citado en Mazarío, 2002) plantea que *“como parte del contenido de la enseñanza, la habilidad implica el dominio de las formas de la actividad cognoscitiva, práctica y valorativa, es decir, el conocimiento en acción”*.

Para Talízina (1988), las habilidades tienen una estructura integrada por tres aspectos, el conocimiento específico de la asignatura, el sistema operacional específico (acciones) y el conocimiento y operaciones lógicas.

Los autores Avendaño y Labarrere (1989), al referirse a este término, plantearon que *“la habilidad es la aplicación de forma exitosa de los conocimientos asimilados a la solución de tareas ya sean prácticas o mentales...”*

Fuentes H. (1989) la define como *“...la expresión del modo de interacción del sujeto con los objetos o sujetos en la actividad y la comunicación, es el contenido de las acciones que el sujeto realiza, integrado por un conjunto de operaciones, que tienen un objetivo y que se asimilan en el propio proceso”*.

Investigadores del I.S.P. Frank País García, de Santiago de Cuba plantearon: *“...la habilidad es la formación psicológica ejecutora particular constituida por el sistema de acciones subordinadas a ellas”*. (Simón, 1994) De lo planteado se infiere la importancia que para el desarrollo de habilidades, tiene el hecho de precisar las acciones mediante las cuales estas se desarrollan.

Por su parte, Márquez (citado en Morales y Bravo, 2013) la define como *“formaciones psicológicas mediante las cuales el sujeto manifiesta en forma concreta la dinámica de la actividad con el objetivo de elaborar, transformar, crear objetos, resolver situaciones y problemas, actuar sobre sí mismo: autorregularse”*.

Álvarez (1999) considera desde el punto de vista psicológico a la habilidad como, *“el sistema de acciones y operaciones dominado por el sujeto que responde a un objetivo”*. Y desde el punto de

vista didáctico, *“...la dimensión del contenido que muestra el comportamiento del hombre en una rama del saber propia de la cultura de la humanidad”*.

Para la doctora González (citada en Hernández, 2011) *“las habilidades tienen por base los conocimientos, se adquieren a través de la actividad, constituyen el dominio de operaciones (psíquicas y prácticas) que permiten una regulación racional de la actividad, es la posibilidad de elegir y llevar a la práctica los diferentes conocimientos y métodos que se poseen en correspondencia con el objetivo o fin perseguidos y con las condiciones y características de la tarea”*.

En las definiciones referidas, se destaca que la habilidad es un concepto en el cual se vinculan aspectos psicológicos y pedagógicos. Desde el punto de vista psicológico se precisa de las acciones y operaciones como componentes de la actividad, que respondan a un objetivo; y desde el punto de vista pedagógico del cómo dirigir el proceso de asimilación de esas acciones y operaciones.

A los efectos de esta investigación, la autora asume la definición dada por (Brito, Castillo, Bermúdez y Rodríguez, 1990), quienes plantean que: *“la habilidad es aquel componente del contenido que caracteriza las acciones que el estudiante realiza, al interactuar con el objeto de estudio (conocimiento), es decir, están vinculadas también con la ejecución de acciones por parte del alumno”*. Además, los propios autores argumentan que... *“la habilidad incluye tanto elementos que permiten al sujeto orientarse en las condiciones en que se realiza la actividad, en los objetivos y fines de la misma, así como en los métodos a emplear; como aspectos destinados a poner en práctica los mismos y a controlar su ejecución adecuadamente”*.

Visto de esta manera; la estructura de una habilidad dada, considera siempre determinados conocimientos ya sean específicos o generales, así como un sistema de operaciones que permite aplicar concretamente dichos conocimientos.

Otro aspecto de interés en el tema de las habilidades, radica en las fases para su desarrollo. Según (Álvarez y Ríos, 2005); existe una primera fase en la cual la habilidad se forma y una segunda en la que la habilidad se desarrolla. Las habilidades solo se pueden formar y desarrollar, según Álvarez de Zayas *“...sobre la base de la experiencia del sujeto, de sus conocimientos y de los hábitos que él ya posee”*.

La doctora Ferrer Madrazo (2004), plantea que *“para formar la habilidad es preciso que se le den a los estudiantes las orientaciones de cómo proceder para que hagan consciente su actuación, conocer sus carencias y potencialidades. (...) Una habilidad está desarrollada cuando hay determinados niveles de ejecución de una acción y se consideran estos suficientes. Las veces, el tiempo y la forma en que se ejecuta la acción son requisitos a tener en cuenta, así como la rapidez, la seguridad, el nivel de precisión de la acción y las posibilidades de transferencia de esta”*.

Los doctores Machado y Montes de Oca (2004) plantean que: *“...las habilidades se forman, desarrollan y manifiestan en la actividad y la comunicación como resultado de la interacción continua entre las condiciones internas del individuo y las condiciones de vida externas, siendo la interacción social con los otros (maestros, alumnos, padres, etc.) de vital importancia para su desarrollo”*.

Por otro lado, según el criterio de Corona (2008), la habilidad se ha formado cuando el estudiante consigue apropiarse conscientemente de las operaciones, luego de haber tenido una adecuada orientación sobre la forma de proceder, bajo la dirección oportuna del docente para garantizar la corrección en la ejecución, así como el orden adecuado de esas operaciones.

De lo planteado anteriormente, la autora infiere como regularidad esencial, que las habilidades se forman con la sistematización de las acciones subordinadas a un fin consciente y se desarrollan sobre la base de la experiencia del sujeto, de sus conocimientos y de su interacción con otros sujetos, medios y entorno en donde se desarrolla.

Para ello, es necesario someter la ejecución de la acción a determinados requisitos que aseguren la adecuada sistematización de las acciones, como proponen (Brito et al, 1990):

- **Frecuencia de la ejecución de la actividad**, dada por el número de veces que se realizan la acción y la operación.
- **Periodicidad de la ejecución de la actividad**, dada por la distribución temporal de las realizaciones de la acción y la operación.
- **Complejidad de la ejecución** expresada por el grado de dificultad de los conocimientos y del contexto de actuación con los cuales funciona la acción y la operación.

- **Flexibilidad de la ejecución** dada por el grado de variabilidad de los conocimientos y del contexto de actuación con los cuales funciona la acción y la operación.

En (Machado y Montes de Oca, 2004) se establecen un conjunto de orientaciones metodológicas para la planificación y ejecución del proceso de desarrollo de las habilidades. En la planificación deben tenerse en cuenta las siguientes etapas:

1. Derivar y formular los objetivos de aprendizaje, especificando la acción concreta a ejecutar por el alumno y el sistema de conocimientos relacionado.
2. Realizar un análisis del contenido de la enseñanza.
3. Diseñar las tareas concretas con el contenido específico con que serán ejecutadas por los estudiantes en las diferentes actividades docentes para contribuir al desarrollo de la habilidad.
4. Diseñar el sistema de evaluación.

Tomando en cuenta la definición de habilidad y los elementos que permiten su desarrollo, se hace necesario estructurar los pasos a seguir en el terreno pedagógico para lograr el desarrollo de la habilidad, ocupando un papel fundamental los **métodos** diseñados por el docente para llevar a cabo la enseñanza, pues son los que garantizan las vías para las acciones y su sistematización. Es en este sentido donde la presente investigación pretende incidir.

#### 1.4 Los métodos de enseñanza en el PEA

El método de enseñanza es uno de los componentes del PEA y en torno a él se debaten varias definiciones. Pese a las diferencias teóricas, los autores consultados coinciden en que los métodos de enseñanza responden a “¿Cómo desarrollar el proceso? ¿Cómo enseñar? ¿Cómo aprender?”

Por su parte, Labarrere (1988) plantea que el método de enseñanza es “la secuencia de actividades del profesor y de los alumnos dirigida a lograr los objetivos de la enseñanza”.

Según (Colectivo de autores, 1993), el método “representa el sistema de acciones de profesores y estudiantes, como vías y modos de organizar la actividad cognoscitiva de los estudiantes o

*como reguladores de la actividad interrelacionada de profesores y estudiantes, dirigidas al logro de los objetivos”.*

Álvarez de Zayas (1999) señala que el método *“expresa la configuración interna del proceso, para que transformando el contenido se alcance el objetivo, que se manifiesta a través de la vía, el camino que escoge el sujeto para desarrollarlo”.*

Del análisis de estas definiciones, se tiene que este componente está estrechamente relacionado con el contenido y el objetivo, llegando a constituirse una relación de suma importancia en el proceso. Además, representa el orden, la secuencia y organización del proceso.

Durante el PEA, en algunas ocasiones, el método de enseñanza resulta ser el elemento más complejo y difícil de determinar, tanto para el profesor como para el estudiante. Como parte de la solución de este problema, se encuentra la selección de los métodos idóneos a emplear por uno y otro protagonista del proceso.

Según (Castellanos, y otros, 2002) para la selección de los métodos *“deben tenerse en cuenta las características de los estudiantes, del colectivo y del propio profesor. Los métodos los selecciona el profesor, pero tiene que estar dispuesto a variarlos ante las exigencias o las necesidades de sus estudiantes”.*

Además, como los métodos mantienen una estrecha relación con los objetivos, los contenidos, las actividades y los medios propios de cada materia y la disponibilidad de los mismos; es válido plantear que, a la hora de su selección, es necesario también tomar en consideración al resto de los componentes didácticos, para una mayor efectividad de éstos.

#### **1.4.1 Métodos y técnicas participativas**

En las diferentes tendencias pedagógicas que propugnan la utilización de los métodos de enseñanza, hay una coincidencia en la importancia que se le concede a la actividad que despliegan los estudiantes, a las acciones que deben llevar a cabo, así como a las relaciones que se establecen entre los participantes en el proceso docente, a la interacción e influencia mutua para la asimilación de conocimientos y la formación y desarrollo de habilidades.

Por ello, actualmente, se demandan nuevas estrategias en el ámbito docente, de forma tal que los esquemas tradicionales se vayan sustituyendo paulatinamente por una nueva forma de

aprendizaje, donde el docente hace participar al estudiante en la elaboración de su conocimiento, a través de actividades que requieren un esfuerzo personal, de creación o de búsqueda.

Los métodos y técnicas participativas, llamados por algunos autores también métodos activos, productivos o problémicos, se definen como *“las vías, procedimientos y medios sistematizados de organización y desarrollo de la actividad de los estudiantes, sobre la base de concepciones no tradicionales de la enseñanza, con el objetivo de lograr el aprovechamiento óptimo de sus posibilidades cognitivas y afectivas”*. (Colectivo de autores, 2009)

Las características más generales de los métodos participativos, según (Colectivo de autores, 2009) son las siguientes:

- Permiten el establecimiento de un estrecho vínculo entre los conocimientos teóricos y su aplicación práctica. La asimilación de conocimientos no se concibe como el único objetivo de la enseñanza, sino también como un recurso para la solución de problemas, tareas o situaciones profesionales o vinculadas con la profesión, en condiciones reales o modeladas.
- Los mismos no pretenden la aceptación acrítica de la palabra del maestro, sino que estimulan la búsqueda de la verdad a través del trabajo conjunto de indagación y reflexión, aproximando la enseñanza a la investigación científica, a la actividad productiva y social, brindando una mayor solidez a los conocimientos adquiridos.
- Las oportunidades que brindan estos métodos para la verbalización, contribuyen al análisis más detallado de los problemas y su instrumentación, promoviendo la capacidad reflexiva de los participantes.
- Promueven el desarrollo de actitudes favorables hacia el conocimiento y la profesión; tienen un importante papel motivador en el aprendizaje.
- Ayudan a la constitución del grupo, al establecimiento de relaciones interpersonales y a un mayor conocimiento mutuo. Estimulan la cooperación entre los participantes y el desarrollo de habilidades de trabajo en grupo, tales como la receptividad a los criterios de otros y la defensa de los propios, el desempeño de diversos roles como los de jefe, subordinado, u otro.

Existe una gran diversidad de métodos y técnicas participativas, así como múltiples variantes de los existentes, que permiten su empleo en diferentes niveles de enseñanza y materias de estudio. La base de todos ellos está en la concepción del aprendizaje como un proceso activo, de construcción y reconstrucción del conocimiento por los propios alumnos, mediante la solución colectiva de tareas, el intercambio y confrontación de ideas, opiniones y experiencias entre estudiantes y profesores. Además, pueden aplicarse en actividades centradas en uno sólo de estos métodos o en una combinación de varios de ellos que se complementan. (Colectivo de autores, 2009)

Como aspecto común de estos métodos, se destaca la coincidencia en la importancia que se le concede a la **actividad** que debe desplegar el estudiante, a las **tareas** que debe llevar a cabo, a las **relaciones** que se establecen entre los participantes, y a la **interacción** e influencia mutua para la asimilación de conocimientos, formación de habilidades, de actitudes y de valores. (Casal y Granda, 2003)

Tomando en cuenta la necesidad de desarrollar en los estudiantes un estilo profesional de trabajo que involucre la resolución de problemas, se decidió utilizar los métodos de situaciones y de discusión. Estos métodos están íntimamente relacionados con el trabajo en grupo, propiciando una mejor interacción entre los alumnos, y entre éstos y el profesor, lo que contribuye a lograr un aprendizaje más significativo.

El trabajo en pequeños grupos ha sido también motivo de amplia discusión en la investigación didáctica y ha sido recomendado por diversos autores, pudiéndose mencionar (Ausubel, 1991); (Vigotsky, 1981); (de Guzmán, 1993); (Ballester, 1999); (Carnero y García, 1999) y (Hernández P., 1999). En la misma línea se sitúan los trabajos de interacción cooperativa de (Klingberg, 1978) y (Gavilán, 1996).

Dentro de este marco, es importante señalar lo planteado por (de Guzmán, 1993): *“La tarea de solución de problemas será más efectiva cuando se resuelva en pequeños grupos de trabajo, pues proporciona posibilidad de enriquecimiento, el grupo proporciona apoyo y estímulo y permite contrastar los progresos”*.

### Método de situaciones

Su característica esencial es que los estudiantes enfrentan situaciones muy cercanas a la realidad, con problemas concretos vinculados a su futura actividad profesional. Esas situaciones requieren de un análisis que permita conocer la esencia del problema, y las posibles alternativas de solución al mismo. Además, la adecuada utilización de estos métodos contribuye a la asimilación de conocimientos y a la formación de habilidades, e influye en el desarrollo de la expresión oral y la comunicación entre los miembros del grupo. Es muy aplicable en asignaturas que requieren análisis de datos cuantitativos y solución de problemas de organización y control. (Colectivo de autores, 2009)

Entre sus posibilidades están:

- Manejo del sistema conceptual de la ciencia que se aplica a un problema específico.
- Identificación de la esencia del problema objeto de análisis.
- Búsqueda colectiva de la solución del problema.
- Análisis de diferentes alternativas de solución de problema, sus ventajas y desventajas hasta encontrar la alternativa óptima. (Colectivo de autores, 2009)

Los métodos de situaciones se subdividen en: casos e incidentes. La diferencia fundamental entre ellos está en la forma en que se presenta la información y el procedimiento que se sigue para su análisis. Los **incidentes** son más trabajados por el profesor y se le dedica más tiempo al trabajo individual. Los **casos** permiten, a través del trabajo individual y colectivo, llegar a la toma de decisiones, mediante el intercambio de criterios, ideas, experiencias en la solución de un problema, aplicando los elementos teóricos sobre el objeto de estudio en cuestión. (Colectivo de autores, 2009) Es esencial, además, que el **caso** se apoye en la vida profesional, intentando recrear los condicionantes reales en la práctica profesional del ingeniero.

### Métodos de discusión

Se caracterizan por el análisis colectivo de situaciones problemáticas en las que se promueve un intercambio de ideas, opiniones y experiencias, sobre la base de los conocimientos teóricos que poseen los estudiantes, lográndose una visión integral del problema, su solución colectiva, la

asimilación crítica de los conocimientos y el esclarecimiento de la posición propia y de los distintos enfoques sobre el problema. Este método contribuye, no sólo a la adquisición de conocimientos, sino también influye en el desarrollo de la expresión oral. (Colectivo de autores, 2009)

En dependencia de los objetivos que se persigan y la forma en que se desarrolle, se pueden distinguir entre ellos: discusión en pequeños grupos y discusión plenaria.

**Discusión en pequeños grupos:** el grupo de estudiantes se subdivide en equipos, quienes analizan el problema y arriban a conclusiones. Posibilita un debate amplio del problema y todos tienen la oportunidad de participar varias veces, siendo escuchadas sus opiniones por el resto del grupo.

**Discusión plenaria:** una vez concluido el trabajo en subgrupos se reúnen todos los alumnos y cada uno de los equipos expone las conclusiones a las cuales han arribado respecto al caso analizado, las que son discutidas por todos.

Para la correcta ejecución de cualquier método participativo, se requieren las siguientes etapas:

**Fase preparatoria:** es importante la selección del método que se utilizará, que depende de los objetivos que se pretenden lograr, los contenidos que se van a abordar en la clase, las características del grupo y las condiciones materiales con que se cuenta. Además, se elaborarán las tareas que se asignarán a cada estudiante o al grupo, que deben responder a las exigencias del tipo de método que se utilizará y a los objetivos de la clase. Es importante tener en cuenta el tiempo de que se dispone, las características de la actividad y la selección de la bibliografía, para garantizar el éxito de la actividad.

**Fase de ejecución:** se hace imprescindible que la actividad se realice de forma organizada, siguiendo lo que se ha planificado con anterioridad. Cuando se trabaja en grupo se hace necesario asignarles determinados roles a los integrantes, de forma tal que se cumplan con éxito las tareas propuestas y siempre exista un control adecuado.

**Fase conclusiva:** el profesor debe garantizar que se realicen conclusiones generales al finalizar la actividad, aunque éstas pueden realizarse por algún estudiante. Lo importante es garantizar que quede bien claro si se cumplieron los objetivos propuestos para la actividad y se debe hacer

énfasis en los elementos esenciales que se manejaron en la clase. Es importante conocer si no han quedado dudas al finalizar la actividad.

### 1.5 Caracterización del PEA de la IO en la UCI

El programa de formación del profesional de la UCI se ha ido adaptando a las necesidades y exigencias de los cambios en la universidad; en consecuencia, el Programa Analítico de la asignatura IO ha sufrido cambios durante los años que lleva vigente la carrera.

La asignatura se imparte por primera vez en el curso 2005-2006, en el primer semestre de cuarto año, teniendo como característica principal que incluye los contenidos de lo que serían tres asignaturas en otras carreras de ingeniería. La evaluación final se otorgaba de acuerdo a los puntos que los estudiantes acumulaban a través de las evaluaciones que se hacían en la asignatura. En la siguiente tabla se puede ver la distribución de puntos asignados a las evaluaciones en el sistema de evaluación:

Tabla 1. Distribución de puntos en el sistema de evaluación

	<b>Pruebas parciales</b>	<b>Preguntas escritas y evaluaciones frecuentes</b>	<b>Tarea final</b>	<b>Criterio</b>	<b>Total</b>
<b>Puntos</b>	20	20	15	5	60
<b>%</b>	33,33	33,33	25	8,33	100
<b>% Acumulado</b>	33,33	66,67	91,67	100	

Fuente: Elaboración propia

En el curso 2006-2007, como resultado de las modificaciones realizadas al Modelo de Planificación y Control del Proceso Docente (P1), se pudo apreciar una mejor organización de los temas, ordenados de manera lógica. Además, se planificó un mayor número de clases prácticas, y se incluyeron los laboratorios, lo que conllevó a una mejor estructuración de algunos temas.

En el curso 2009-2010, la asignatura se sometió a un proceso de rediseño. El nuevo diseño sólo se aplicó en una de las facultades de la universidad. Los principales cambios realizados fueron en los tipos de clase (se incluyó la clase por encuentro) y la organización de las mismas. Esto conllevó a que el 50 % de las actividades fueran de forma no presencial, con un alto contenido de trabajo de los estudiantes a través del Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA).

Además, se impartió por primera vez lo referente al análisis posóptimo, manteniéndose la misma evaluación final. En el curso 2010-2011, por vez primera todo el cuarto año de la UCI asumió la versión rediseñada.

A partir del curso 2013-2014, la Disciplina Matemática Aplicada asumió la inclusión de la asignatura Simulación; lo que conllevó a la sustitución de uno de los temas en la asignatura IO. Además, la asignatura pasa a ser impartida en el segundo semestre de tercer año, y se adopta como forma de evaluación final, el examen final escrito. Esta estructura es la que se mantiene actualmente e incluye los siguientes temas: (Vázquez, 2015)

1. Introducción a la modelación de problemas de Programación Lineal.
2. Métodos de solución de problemas de Programación Lineal.
3. Transporte y asignación. Modelos lineales de redes.
4. Análisis de decisiones.

Para garantizar un trabajo sistemático y de calidad del estudiante, el mismo es evaluado teniendo en cuenta tres dimensiones principales: evaluaciones frecuentes (preguntas escritas, participación en clases, trabajo en el EVEA), evaluación parcial y examen final. Además, se tiene en cuenta el descuento por errores ortográficos, establecido en la Instrucción 1/09 (Instrucción No 1.09 Errores Ortográficos).

El claustro de profesores que imparte la asignatura es heterogéneo por su formación y experiencia profesional; estando integrado en su mayoría por jóvenes graduados de la propia universidad. Dependiendo de la disponibilidad de profesores, las formas organizativas del proceso docente-educativo (conferencias, clases prácticas, seminarios) pueden ser impartidas por un mismo profesor, o por distintos profesores (conferencistas y profesores de CP).

Para la impartición de la misma, es habitual que los profesores se auxilien del Modelo de Planificación y Control del Proceso Docente (P1) de la asignatura, Programa Analítico y Libro de Texto (Introducción a la Investigación de Operaciones, Tomos 1, 2 y 3. Lieberman. Editorial Félix Varela, La Habana 2005), como documentos normativos y curriculares; así como también de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC), como medios de enseñanza, donde su rol es el de facilitador en el PEA.

### 1.5.1 Caracterización del nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la UCI

Para caracterizar el estado actual del problema que da origen a esta investigación, se utilizaron como métodos de investigación: observaciones a clases, encuestas a profesores que imparten la asignatura en la UCI y a estudiantes de tercer año de la Facultad 6; resultados que se describen a continuación.

#### Resultados de la observación a clases

Este método tuvo como propósito esencial constatar durante el desarrollo de las clases observadas: (**Anexo 1**)

- Nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes.
- Si se tienen en cuenta las etapas para la formación de la habilidad.
- Si los problemas propuestos cumplen con los requisitos para el desarrollo de la habilidad y si están vinculados a la carrera o acordes al entorno político-social-económico en que se desenvuelve el estudiante.
- Métodos de enseñanza empleados.
- Estimulación del trabajo en colectivo, que propicie una adecuada comunicación estudiantes-estudiantes y profesor-estudiantes.

Durante el diagnóstico inicial (forma directa), se observaron seis clases tomadas al azar, mediante las cuales se comprobó que los estudiantes:

- Tienen dificultades para extraer la información relevante del problema.
- Comienzan a identificar variables y determinar restricciones, sin antes haber leído e interpretado el problema completo, es decir, sin tener idea de qué tipo de problema se está tratando.
- Requieren preguntas de apoyo de forma constante para poder identificar los componentes del modelo.

- Tienen dificultades para aplicar el método de solución Simplex de forma manual.
- Es muy frecuente que no verifiquen los resultados obtenidos ni interpreten la solución obtenida.
- Tienen dificultades para identificar las variaciones realizadas al modelo, para la correcta aplicación del análisis posóptimo.

Esto podría resumirse en que se evidenció una tendencia a realizar actividades reproductivas, sin estar avaladas por un pensamiento reflexivo.

Y que los profesores:

- No propician durante la clase el trabajo en equipo.
- En algunos casos, utilizan como procedimiento de solución, ofrecer la respuesta.
- Otorgan poco tiempo para que los estudiantes resuelvan los problemas orientados.
- Orientan problemas del libro de texto, realizando en algunas ocasiones, modificaciones a dichos problemas.
- Utilizan pocos métodos activos durante el desarrollo de la clase.
- No exigen la redacción y entrega de informes escritos.

### **Resultados de la encuesta a profesores**

También se consideró pertinente conocer los criterios de algunos profesores que imparten la asignatura IO y obtener de esta forma, una visión del tratamiento didáctico que se le da a la resolución de problemas en clases. Por ello, se aplicó una encuesta (**Anexo 2**) para que expresaran sus criterios y expusieran las dificultades más frecuentes que presentan los estudiantes al resolver los problemas propuestos.

La muestra se conformó con cinco profesores de los 11 que impartieron la asignatura en el semestre, de ellos uno tiene menos de 5 años de experiencia en la Enseñanza Superior, tres entre 6 y 10 años; y uno más de 20 años, representando el 20%, 60% y 20% de la muestra, respectivamente. Vale destacar que todos han impartido la asignatura más de dos veces.

Los resultados de la encuesta a profesores (**Anexo 3**) ilustran que, en la segunda pregunta acerca de la importancia que le atribuyen a desarrollar la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes, el 100% de los profesores seleccionó el valor máximo.

En la tercera pregunta respecto a si se proponen en sus clases desarrollar la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes, un profesor (20%) respondió que a veces, mientras que cuatro profesores (80%) expresaron que siempre se lo proponen.

En la cuarta pregunta concerniente a la valoración sobre el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes, dos profesores (40%) lo consideran muy bajo, otros dos profesores (40%) piensan que es bajo, mientras que un profesor (20%) expresa que es medio.

La quinta pregunta requiere de la opinión de los profesores con relación a cuáles son las causas que limitan el desarrollo de la habilidad resolución de problemas. Los resultados arrojaron que el 20% de los profesores consideran como una de las posibles causas la falta de precisión y contextualización que tienen ellos de las acciones básicas de la habilidad. Otra de las respuestas más generalizadas entre los encuestados, indica como otra causa limitante, que los estudiantes no elaboran estrategias previas a la resolución. Es interesante destacar, que más de la mitad de los profesores expresaron que deben insistir en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Al mismo tiempo, el 100% refiere que posee escasa formación pedagógica, al ser todos graduados de la propia universidad.

Por otra parte, el 60% expuso que no planifican a los estudiantes actividades que requieran el trabajo en equipos, aunque si consideran que deben adoptarse en el aula nuevos métodos de enseñanza, que propicien el trabajo colaborativo. Además, el 100 % refiere que modifican los problemas que el libro de texto propone.

### **Análisis de los resultados de la encuesta a profesores**

A pesar de que los profesores encuestados consideran importante el desarrollo de la habilidad resolución de problemas, se constata que no todos siempre se proponen desarrollarla en sus clases. Por otra parte, la totalidad de los profesores consideran que deben modificar los problemas que se proponen el libro de texto; y además valoran el desarrollo de la habilidad de la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes entre muy bajo y medio. La mayoría de los profesores estimó que las dificultades de los estudiantes se centran en que no elaboran

estrategias previas a la resolución, ni realizan el análisis e interpretación de los resultados obtenidos. A esto se suma la escasa formación pedagógica que poseen los profesores y la imperiosa necesidad de utilizar nuevos métodos de enseñanza en las aulas, que propicien el trabajo colaborativo.

De este análisis puede concluirse que, aunque el claustro ha impartido más de dos veces la asignatura, es necesario prepararlos en la utilización de métodos activos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la universidad. Además, se precisa que los problemas que se propongan en las clases estén acordes al entorno político-social-económico en que se desenvuelve el estudiante.

### **Resultados de la encuesta a estudiantes**

Con el objetivo de conocer los intereses, motivaciones y valoraciones acerca de la habilidad resolución de problemas en la asignatura IO, se aplicó una encuesta a 45 estudiantes de tercer año de la Facultad 6 (**Anexo 4**), representado por dos grupos de clases, de los tres que componen la matrícula de esta facultad.

Los resultados de la encuesta a estudiantes (**Anexo 5**) ilustran que, en la primera pregunta relacionada con la importancia que le conceden al desarrollo de la habilidad resolución de problemas, 21 estudiantes (46.7%) consideran que tiene bastante importancia y 24 estudiantes (53.3%) que tiene mucha importancia.

En la segunda pregunta, respecto a si consideran que las actividades que realizan en las clases prácticas, ya sea en el aula o en el laboratorio, son suficientes para desarrollar la habilidad resolución de problemas, 21 estudiantes (46.7 %) consideran que en alguna medida son suficientes, cinco estudiantes (11.1%) piensan que no son suficientes y 19 estudiantes (42.2%) creen que si son suficientes.

En la tercera pregunta sobre si consideran que los problemas propuestos en clases motivan para comenzar su proceso de resolución, 29 estudiantes (64.4%) responden que en alguna medida, 13 estudiantes (28.9%) consideran que si y tres estudiantes (6.7%) plantean que no.

En la cuarta pregunta que indaga sobre los tipos de problemas que le gustaría resolver en clases, los estudiantes plantean que les gustaría resolver problemas relacionados con el desarrollo informático o con la actualidad cubana.

En la quinta pregunta acerca de cómo valoran su desarrollo en cuanto a la habilidad resolución de problemas, 15 estudiantes (33.3%) valoran que es regular, nueve estudiantes (20.0%) que es muy bueno y 21 estudiantes (46.7%) que es malo.

En la sexta pregunta, con respecto a los aspectos en que los estudiantes presentan dificultad a la hora de resolver un problema, se consideraron cinco indicadores; 22 estudiantes (48.9%) consideran la identificación de los parámetros del modelo como el indicador que más dificultad le ofrece, 12 estudiantes (26.7%) seleccionaron la realización del análisis posóptimo, 16 estudiantes (35.6%) consideran que realizar la interpretación económica de los resultados obtenidos también se les dificulta, mientras que siete estudiantes (15.6%) señalan la comprensión del enunciado del problema.

### **Análisis de los resultados de la encuesta a estudiantes**

La mayor parte de los estudiantes encuestados, le otorga mucha importancia al desarrollo de la habilidad resolución de problemas. Sin embargo, más de la mitad de ellos no se sienten motivados para resolver los problemas que se le proponen en clases, alegando que se podrían plantear problemas relacionados con el desarrollo informático o con la actualidad cubana. Éstos también consideran que las actividades que realizan en las clases prácticas (ya sean en aula o laboratorio), solo son suficientes en alguna medida para el desarrollo de la habilidad resolución de problemas. El 80% de los estudiantes encuestados valoran su desarrollo con respecto a la habilidad resolución de problemas entre regular y malo, mientras que solo el 20 % se evalúa como muy bueno. Con relación a los aspectos en que presentan más dificultad a la hora de resolver un problema, casi la mitad de los estudiantes señalan la identificación de los parámetros del modelo en primer lugar. No obstante, en menor medida, el resto de los indicadores también les ofrecen dificultad a la hora de enfrentarse a la resolución de problemas.

En la caracterización realizada, se evidencian insuficiencias del PEA de la asignatura IO, que apuntan a un bajo nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la UCI; e introducen la necesidad de implementar una estrategia didáctica, para contribuir al desarrollo de dicha habilidad, con el empleo de métodos participativos.

### **Conclusiones parciales**

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

- El estudio e impartición de la asignatura IO para la formación de Ingenieros en Ciencias Informáticas es de suma importancia, pues a través de la resolución de problemas relacionados con la conducción y coordinación de las operaciones o actividades dentro de una organización, empleando el enfoque de equipo, se propicia el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y del pensamiento estratégico, útiles para la formación del profesional.
- Existen diferentes enfoques sobre la resolución de problemas, que lo consideran como objeto de investigación desde perspectivas diferentes, distinguiéndose los siguientes: como actividad, como capacidad, como competencia en la formación básica, o como habilidad. Para los fines de la investigación se asume la resolución de problemas como habilidad, debido a que el modelo del profesional del Ingeniero en Ciencias Informáticas, está redactado en función de las habilidades que deben ser desarrolladas por los estudiantes, considerando el solucionar problemas relativos al campo específico de acción, como uno de los objetivos de mayor relevancia en la formación del futuro profesional.
- Aunque varios autores han teorizado sobre la habilidad resolución de problemas matemáticos, ninguna de las definiciones estudiadas se ajusta del todo a las necesidades del PEA de la asignatura IO. Por ello, la autora a partir del análisis de los modelos de resolución de problemas, la estructura propuesta por Mazarío y la experiencia adquirida a través su labor docente; estructura la habilidad resolución de problemas de optimización.
- El proceso de formación y desarrollo de habilidades trae consigo el dominio de acciones diversas y ocurre como un resultado de la sistematización de dichas acciones subordinadas a objetivos conscientes.
- La utilización de los métodos participativos (situación y discusión) en clases, ayuda a que los estudiantes se identifiquen con su futura profesión.
- El diagnóstico realizado arrojó que aún existen insuficiencias en el PEA de la IO en la UCI, relacionadas fundamentalmente con el desarrollo de la habilidad resolución de problemas y los métodos de enseñanza utilizados.

## CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DIDÁCTICA CON EL EMPLEO DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS, PARA CONTRIBUIR AL DESARROLLO DE LA HABILIDAD RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE LA ASIGNATURA IO EN LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ICI

El objetivo de este capítulo es proponer una estrategia didáctica que utilice métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI. Por cada una de las etapas definidas en la estrategia, se proponen acciones y recomendaciones, teniendo en cuenta las posiciones teóricas asumidas. Además, se definen 15 indicadores para evaluar el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes, según una escala de 3 niveles. Finalmente, se exponen los resultados del pre-experimento y de la aplicación del test de satisfacción de ladov, que sirvieron para mostrar la validez de la estrategia diseñada.

### 2.1 Fundamentación teórica de la estrategia

La estrategia didáctica que se propone para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI, con el empleo de métodos participativos; se sustenta en los fundamentos filosóficos, psicológicos, pedagógicos y sociológicos que a continuación se exponen:

Desde el punto de vista **filosófico**, se asume la concepción dialéctico materialista del desarrollo, particularmente su Teoría del Conocimiento, y las concepciones teóricas y prácticas acerca de las contradicciones como fuente de desarrollo.

La determinación de los problemas observables en la realidad revela las contradicciones con las aspiraciones educativas; y la sistematización teórica realizada, expresa la necesidad de la estrategia para desarrollar en los estudiantes la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO. Durante el proceso de desarrollo de la habilidad, juega un papel importante la 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 experiencias, vivencias, conocimientos e intereses.

En el orden **psicológico**, se asume el enfoque histórico-cultural de Vigotsky y los continuadores de su obra (Leóntiev, Galperin y Talízina), quienes plantean que el estudiante se apropia en

forma activa de la experiencia socio-histórica de la humanidad. Teniendo esto en cuenta, se señalan algunos principios que sustentan la estrategia didáctica que se presenta:

- Centra la atención en el sujeto activo, consciente y orientado hacia un objetivo.
- El aprendizaje se produce mejor en situaciones colectivas que favorecen conductas de cooperación. La actividad humana transcurre en un determinado contexto sociocultural, en activa interacción con otras personas a través de variadas formas de colaboración y comunicación.

En este sentido, es fundamental el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) introducido por Vigotsky, que no es más que la *“distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía del adulto o en colaboración de un compañero más capaz.”* (Vigotsky citado en Reinoso, 2002)

En la investigación, este enfoque se ve reflejado a través del diagnóstico, donde se determina lo que el estudiante puede hacer por sí solo o con ayuda de los demás. Además, en el desarrollo de la habilidad resolución de problemas, el estudiante reestructura su sistema de acciones; y en esa transformación estructural, alcanza estados superiores; apoyado en el sistema de ayudas que proviene tanto del profesor como de los demás estudiantes.

A partir de esta concepción, también resulta conveniente precisar que las habilidades constituyen elementos psicológicos estructurales de la personalidad, vinculados a su función reguladora-ejecutora; que se forman, desarrollan y manifiestan en la actividad. Esto conlleva a asumir la importancia de la Teoría de la Actividad, fundamentada por Leóntiev (1981), como base para la comprensión de los aspectos pedagógicos relacionados con la formación y desarrollo de habilidades.

De acuerdo con esta teoría, es necesario conocer, comprender e interiorizar la estructura de las habilidades en acciones y operaciones; y que para formarlas se deben realizar cara al desarrollo de una determinada actividad. En la formación de habilidades, desde el punto de vista psicológico se cuenta con una de las teorías más difundidas, la Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (Galperin, 1986). Para Galperin la acción, de acuerdo a sus funciones, se puede dividir en: orientadora, ejecutora y de control, siendo estos momentos funcionales de gran

importancia pedagógica. La primera se caracteriza por la utilización de un conjunto de condiciones que entran en el contenido de la Base Orientadora para la Acción (BOA). (Talízina, 1992)

Dentro de esta concepción, describe Talízina (1988): *“La parte orientadora de la acción está relacionada con la utilización por el hombre del conjunto de condiciones concretas, necesarias para el exitoso cumplimiento de la acción dada, que entraron en el contenido de la base orientadora de la acción. La parte ejecutora – parte de trabajo de la acción - asegura las transformaciones dadas en el objeto de la acción (ideales o materiales). La parte del control de la acción está dirigida a seguir la marcha de la acción, a confrontar los resultados obtenidos. Con su ayuda se hace la corrección necesaria tanto en la parte orientadora como en la ejecutora de la acción”.*

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, en la concepción general de la estrategia, se definen acciones para su concreción en un contexto determinado, teniendo en cuenta los requerimientos para la dirección del proceso de asimilación (orientación, ejecución y control), considerando el PEA como un proceso de comunicación y actividad. Además, la resolución de problemas forma parte fundamental de la actividad de cada sujeto, y posee como otras actividades, momentos de motivación, orientación, ejecución y control.

Además, se asume desde el punto de vista **pedagógico**, la educación en el colectivo; la utilización de métodos que propicien la activación del conocimiento, el intercambio, la comunicación, la socialización, la participación cooperativa y creadora desde una posición sistémica, flexible y dinámica y el vínculo de los contenidos con la realidad.

Desde el punto de vista **sociológico**, la estrategia propuesta contribuye a la preparación de un egresado que intervenga en el desarrollo de la sociedad, que se forme desde la misma escuela y no después de graduado, que esté presto para desempeñar un papel en el contexto social, con cualidades que se correspondan con los intereses de este, para enfrentar los retos que se le presenten; de una manera práctica, creadora y transformadora.

Otro elemento a considerar, son las relaciones sociales que se producen entre los componentes personales del proceso. En este sentido, se tiene en cuenta que la utilización de métodos participativos favorece el espíritu de solidaridad, pues propicia el establecimiento de relaciones entre los estudiantes, permite la ayuda entre ellos y el intercambio con el profesor.

Además, los problemas que se elaboran para las clases, están relacionados con la vida práctica, lo que conlleva a que el estudiante adquiera una comprensión más profunda acerca del contenido matemático en relación con el papel que desempeña en el desarrollo social.

En el marco de estos referentes teóricos, se asumen los principios didácticos que declaran (Addine, González, y Recarey, 2006):

- ***Principio de la vinculación de la educación con la vida, el medio social y el trabajo***

Con la implementación de la estrategia se posibilita que los estudiantes no se apropien solamente de un sistema de conocimientos de la IO, sino que puedan aplicarlos para resolver problemas profesionales.

- ***Principio del carácter colectivo e individual de la educación de la personalidad y el respeto a esta***

Este principio se tiene presente ya que se parte de un diagnóstico donde se precisan aspectos importantes que permiten estructurar las actividades en las que se integran las características individuales y grupales, de manera que el profesor en su función orientadora pueda desarrollar al máximo la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes; y promover el enriquecimiento de la experiencia individual y grupal a partir de la experiencia personal.

- ***Principio de la unidad de lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador***

En esta investigación se pone de manifiesto este principio, ya que se hace necesario realizar un trabajo previo de selección de los contenidos de la IO que tributan al desarrollo de la habilidad resolución de problemas; además de proponer problemas que estén en correspondencia la realidad social.

- ***Principio de la unidad de lo afectivo y lo cognitivo***

En la elaboración de la estrategia propuesta se realizan acciones que tienen en cuenta este principio, ya que se hace necesario analizar documentos que permitan a la autora conocer las necesidades e intereses profesionales de los estudiantes de la carrera de ICI.

Tomando todo esto en cuenta, la estrategia didáctica que se propone, plantea desarrollar en los estudiantes la habilidad resolución de problemas, a partir de las motivaciones e intereses de

estos, de manera que ello se lleve a cabo en una atmósfera que les permita sentirse relajados y comprender las ventajas que para ellos tiene la socialización y la retroalimentación que reciben de sus compañeros a la hora de enfrentarse a una problema, lo que revela la unidad entre lo afectivo y lo cognitivo, y a su vez, significan un nivel de ayuda que promueve el trabajo en su zona de desarrollo próximo.

## **2.2 Propuesta de estrategia didáctica con el empleo de métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI**

Etimológicamente la palabra *estrategia*, tiene sus antecedentes en la voz griega “*strategos*”, que significa “*general*”. En su surgimiento, sirvió para designar el arte de dirigir las operaciones militares y posteriormente para nombrar habilidad, destreza y pericia para dirigir un asunto.

La utilización de este vocablo en el ámbito de las Ciencias Pedagógicas comenzó aproximadamente a partir de 1960, coincidiendo con el comienzo del desarrollo de investigaciones dirigidas a describir indicadores relacionados con la calidad de la educación. En este campo, diversos autores coinciden al señalar que la estrategia se define como un sistema de acciones dirigidas al logro de los objetivos propuestos, derivadas de un diagnóstico inicial que incluye alguna forma de retroalimentación para su replanteo y control.

Valle (1999) define la estrategia como “... *las vías más efectivas para alcanzar el estado ideal alcanzable, consecuencia de la planeación. Esta estrategia contiene la misión de la institución, los objetivos, las acciones, los métodos y procedimientos, los recursos, los responsables de las acciones y el tiempo en que deben ser realizadas*”.

Para la autora Doris Castellanos (citada en Chirino, 2015) “...*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*”.

Por su parte, Regla Alicia Sierra (2002), define como estrategia “*la dirección pedagógica de la transformación del estado real al deseado en la formación y desarrollo de la personalidad de los sujetos de la educación, que condiciona el sistema de acciones para alcanzar los objetivos de máximo nivel, tanto en lo personal como en la institución escolar*”.

En estudios recientes M. A. Rodríguez y A. Rodríguez (2011) reconocen como estrategia “... cierto ordenamiento de las acciones en el curso de la resolución de un problema en el que cada paso es necesario para el siguiente. Estas secuencias de acciones están fuertemente orientadas hacia el fin a alcanzar. La persistencia en un procedimiento o su cambio está también relacionada con el éxito logrado en la consecución de un fin.”

De lo anterior se infiere que en toda estrategia se desarrolla un conjunto de acciones para transformar el estado actual en un estado deseado; y que estas son siempre conscientes, intencionadas y dirigidas a la solución de problemas en la práctica. Estas valoraciones permiten considerar a la autora de la investigación, la definición de una estrategia como una opción para la solución de la problemática planteada. Las acciones a definir deben integrar la preparación tanto de los estudiantes como la de los profesores que participarán en su desarrollo, pues en el proceso que se pretende perfeccionar existen insuficiencias en ambos sentidos.

Uno de los aspectos más discutidos por la didáctica de una asignatura en particular, es el estudio de las dificultades que presentan los estudiantes y el desarrollo de potencialidades en el PEA, para lo que es útil entre otros aspectos, la implementación de estrategias didácticas que les permitan a los estudiantes ser entes activos de su propio aprendizaje; y a los docentes, diseñar actividades que generen conocimiento para su posterior aplicación en el perfil del egresado. Por este motivo, para el desarrollo de la presente investigación, se considera la elaboración de una estrategia didáctica, asumida como:

*“La proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje en una asignatura, nivel o institución tomando como base los componentes del mismo y que permite el logro de los objetivos propuestos en un tiempo concreto.”* (Rodríguez, M. A. y A. Rodríguez, 2011)

Varios autores han estudiado y desarrollado estrategias didácticas como parte de sus trabajos científicos-docentes vinculados a la formación y desarrollo de habilidades, entre ellos: (Cuesta y Cano); (Zilberstein, 2000); (González, 2002); (Ballesteros, 2003); (Diez, 2003); (Hurtado, 2005); (Barrios, 2006); (Enrique, 2010); (Pupo, Jiménez, Alfonso, y Osorio, 2012) y (Curbeira, Bravo E., y Bravo L., 2013).

Un análisis de estas investigaciones permite definir como características generales de una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades:

1. **El carácter sistémico de la misma.** En ella se deben integrar las acciones necesarias en todos los momentos de desarrollo del proceso (definición de los objetivos, selección de los métodos y medios, planificación y control sistemático de los resultados).
2. **Su dualidad objetiva-subjetiva.** En el primer caso por estar vinculada al desarrollo de un objetivo determinado y sobre un objeto específico (el PEA), en el segundo porque el logro del objetivo depende de conocer el nivel de desarrollo de los estudiantes, la motivación hacia su cumplimiento y porque el mismo se alcanza atendiendo a las diferencias individuales de estos.
3. **Su subordinación al contenido** y éste, a su vez, al objetivo como elemento rector del proceso de enseñanza aprendizaje. Una estrategia es un método, en este sentido se manifiesta su dependencia con la lógica de la ciencia que se describe y permite establecer acciones para su desarrollo.
4. **La búsqueda de un aprendizaje significativo** a partir de la elaboración de estructuras estables y sólidas de conocimiento con actitudes tendentes a la flexibilidad, donde sea prioritario el elemento cualitativo en la apropiación de los conocimientos, aunque no se desestime su cantidad.
5. **Su carácter planificado y a la vez flexible.** Una estrategia didáctica para desarrollar habilidades debe organizarse a través de acciones graduales y teniendo en cuenta el grado de asimilación, síntesis, generalización, sistematización y rapidez de la habilidad. El profesor debe estar preparado para, en la ejecución de una estrategia didáctica, valorar las contingencias y aplicar los cambios correspondientes.
6. **En ella coexisten dos tipos de control:** los que miden su efectividad (control por resultados) y los que permiten su mejoramiento (control sistemático).
7. **La integración del trabajo individual y en grupos,** donde los roles del profesor y los estudiantes se complementan en un proceso en que enseñan y aprenden, alcanzándose actitudes positivas hacia el análisis colectivo y la autovaloración.

En lo que respecta a las orientaciones metodológicas para la elaboración de una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades, se asumen por la autora las plasmadas en (IPLAC),

cuando expresa que la misma debe lograr en los estudiantes: conocer la esfera de aplicación de las habilidades, además del contenido y secuencia de las acciones.

Los elementos antes mencionados, constituyeron una guía para el diseño de la estrategia didáctica que tiene como **objetivo**: *contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI, con el empleo de métodos participativos*, y los elementos que la constituyen son:

- Conjunto de acciones, a partir del diagnóstico inicial realizado a estudiantes y profesores.
- Propuesta de problemas vinculados a la carrera y acordes al entorno político-social-económico del país, que exige la realización por parte del estudiante de todas las acciones y operaciones que conforman la habilidad resolución de problemas de optimización.

En la estructura de la estrategia que se propone, se toma en consideración su carácter de sistema y sobre esa base, se organizan y distribuyen sus elementos y se determinan sus vínculos y conexiones. La estrategia se organiza en cuatro etapas que se relacionan entre sí: **Diagnóstico, Planificación, Ejecución y Evaluación**. (Ver Figura 1)

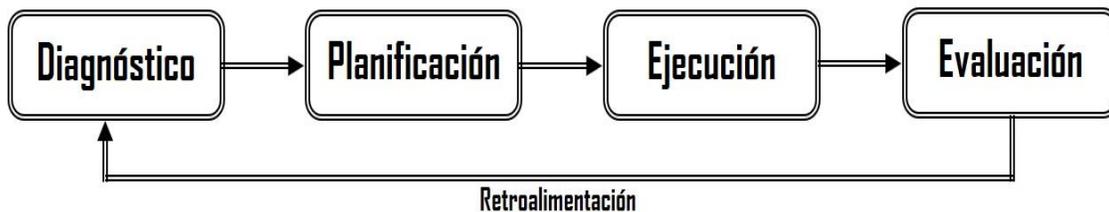


Figura 1. Etapas de la Estrategia Didáctica

### 2.2.1 Requerimientos para la aplicación de la estrategia

En correspondencia con el objetivo de la estrategia y sus fundamentos teóricos, para la aplicación de la estrategia se señalan como principales requerimientos:

- Disposición favorable del claustro hacia la incorporación de la cultura relacionada con la implementación de métodos participativos en el PEA de la asignatura IO.
- Preparación del claustro para desempeñarse como orientador y guía de las actividades a ejecutar por parte de los estudiantes, lo que favorecerá la aplicación de los métodos participativos.

- Adecuadas relaciones entre los estudiantes y entre profesor-alumno, donde prime un clima de colaboración, de respeto y confianza.

### 2.2.2 Actores de la estrategia

Se consideran como actores a los sujetos que participan en el PEA: profesor (que aplica la estrategia), colectivo de asignatura de IO y estudiantes. El primero tiene entre sus funciones: diagnosticar las necesidades del PEA, para planificar y orientar las actividades que se realizarán de acuerdo a las necesidades detectadas. También debe incentivar la participación activa del estudiante y garantizar el adecuado funcionamiento del proceso de evaluación; además de valorar y ajustar la puesta en práctica de la estrategia. Por su parte, el colectivo de asignatura tiene entre sus responsabilidades participar en el análisis y selección de las actividades y métodos participativos a utilizar, en la confección del banco de problemas que se utilizará en la asignatura; así como en la valoración y ajuste de la estrategia. Los estudiantes ejecutarán las acciones y tareas orientadas por el profesor, manteniendo un accionar activo durante todo el desarrollo de las actividades. Además, deben ser capaces de autoevaluar adecuadamente sus avances y los resultados de su trabajo.

### 2.2.3 Acciones de la estrategia por etapas

En este epígrafe se realiza una descripción de las acciones que se conciben por cada etapa de la estrategia, y se proponen algunas recomendaciones para la ejecución práctica de las mismas. Las acciones que se presentan no son las únicas posibles, sino que pueden ser enriquecidas a partir de la experiencia y creatividad de los profesores que las pongan en práctica. Además, para cada etapa se incluye un esquema general de su concepción, que refleja cada una de las acciones definidas, asociadas a los actores responsables de su ejecución.

### ETAPA DE DIAGNÓSTICO

**Objetivo:** Caracterizar el estado real del PEA de forma constante y continua, en función de lograr el estado deseado.

Una de las primeras tareas necesarias en la elaboración de una estrategia es, indudablemente, el diagnóstico. Este método permite obtener a través de la aplicación de diferentes instrumentos y técnicas, la información suficiente para caracterizar la situación problemática que se va a abordar como centro de la estrategia y la diferencia existente entre el estado actual y el estado

deseado. La realización de un diagnóstico preciso posibilitará orientar de forma adecuada, y en función de los objetivos, las acciones del profesor y de los estudiantes al concebir, planificar y dirigir el PEA.

**Acciones a realizar: (Ver Figura 2)**

**Acción 1: Estudio y análisis de los documentos rectores**

El objetivo de esta acción es identificar las habilidades que deben ser vencidas por los estudiantes que reciben la asignatura IO, y que a su vez, tributan a las exigencias del modelo del profesional; a través de la caracterización del sistema de contenidos y objetivos de dicha asignatura. Para llevar a cabo esta acción, el colectivo de asignatura debe partir de la revisión de los documentos rectores, en este caso: Programas Analíticos de la Disciplina Matemática Aplicada y de la asignatura IO, así como el Modelo del Profesional.

**Acción 2: Elaboración y aplicación del diagnóstico**

Los objetivos de esta acción son:

1. Determinar el nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes de la carrera de ICI (identificada como habilidad de gran importancia para el futuro egresado).
2. Identificar los métodos de enseñanza utilizados en clases por los profesores del colectivo de asignatura de IO.

Para el desarrollo de esta acción, el profesor debe confeccionar un conjunto de instrumentos que permitan medir el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas, e identificar los procedimientos y errores cometidos ante cada problema. A su vez, estos instrumentos deben permitir conocer los métodos utilizados en clases por los profesores del colectivo y los tipos de problemas que orientan. Se recomienda la utilización de encuestas, guías de observación a clases; entre otros que se consideren necesarios. Este diagnóstico no debe limitarse al inicio de esta etapa; sino que debe tener carácter permanente, para comprobar cómo tiene lugar la transformación de los estudiantes, y en correspondencia, ajustar la estrategia didáctica.

### Acción 3: Análisis de los resultados del diagnóstico

El fin de esta acción es informar al colectivo de asignatura los resultados obtenidos a través de los instrumentos aplicados; para establecer las necesidades y los niveles de ayuda de cada grupo, así como el reajuste de las actividades dentro del PEA. Además, en el intercambio que se produce, a partir del debate y la reflexión; se deciden los métodos, instrumentos y actividades que apoyen el proceso y contribuyan a su dinamismo.

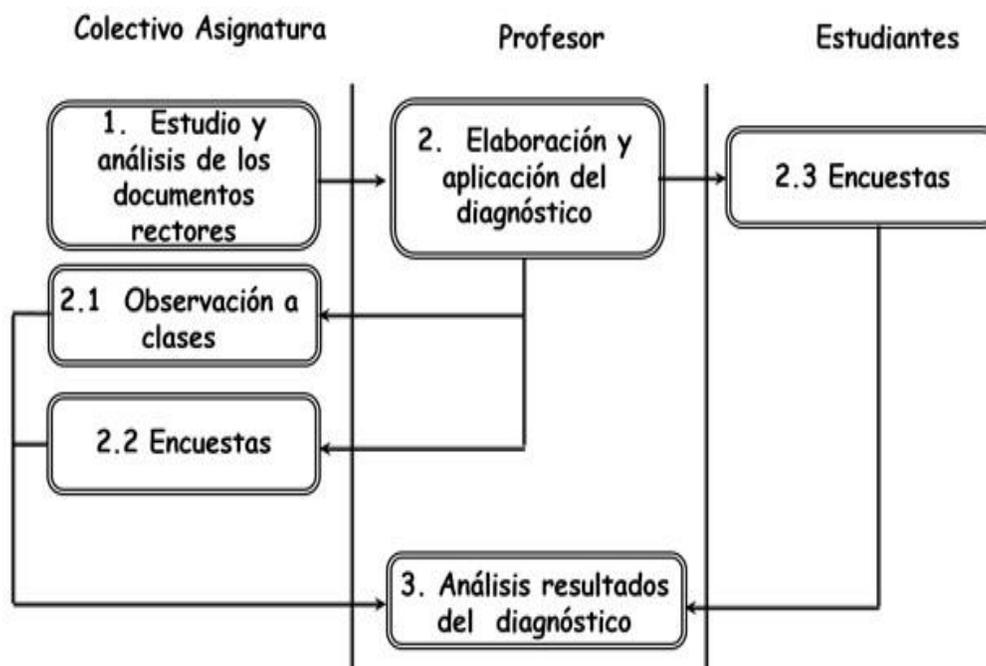


Figura 2. Acciones etapa diagnóstico

### ETAPA DE PLANIFICACIÓN

**Objetivo:** Propiciar las condiciones necesarias para la puesta en práctica de la estrategia didáctica.

Esta etapa corresponde al trabajo didáctico de mesa que deben realizar los profesores en el colectivo de asignatura. Teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico, se planifican las acciones que serán desarrolladas por los actores del PEA.

**Acciones a realizar:** (Ver Figura 3)

**Acción 1: Preparación metodológica a los profesores**

El objetivo de esta acción es preparar metodológicamente al colectivo de asignatura sobre la utilización de métodos activos en el PEA, para que conozcan los objetivos, características específicas, ventajas y limitaciones de su utilización. Además, de darles a conocer la estructura (acciones y operaciones) de la habilidad que se trabaja.

### **Acción 2: Determinación de los métodos a utilizar**

El fin de esta acción consiste en la correcta selección, por parte del colectivo de asignatura, de los métodos a utilizar en clases. La selección debe basarse en los siguientes parámetros: objetivos que se pretenden lograr, contenidos que se van a abordar en la clase, características del grupo y condiciones materiales con que se cuenta.

Se recomienda:

- Utilizar una combinación de armónica de métodos (expositivos y participativos).
- Utilizar métodos participativos que propicien el trabajo en equipo e involucren a los estudiantes en situaciones propias del desempeño profesional de un ingeniero informático.
- No hacer uso de una gran diversidad de métodos, sino considerar la repetición de aquellos con los cuales se logren los objetivos propuestos.

### **Acción 3: Selección de los temas y las actividades donde se utilizarán los métodos participativos**

El objetivo de esta acción es seleccionar los temas de la asignatura y las actividades donde se utilizarán los métodos participativos. Para llevar a cabo esta acción, es importante que el colectivo de asignatura determine del sistema de conocimientos, los más idóneos para propiciar el desarrollo de la habilidad, según el programa de la asignatura.

Se recomienda:

- Utilizar al menos un método participativo en cada turno de clase práctica o seminario, ya sean planificados en aula o laboratorio.

### **Acción 4: Elaboración del banco de problemas**

Esta acción está encaminada a la elaboración del banco de problemas que los estudiantes deberán resolver dentro o fuera de la clase. Para ello, el colectivo de asignatura debe tener en cuenta las exigencias sociales y la actividad real de los futuros egresados; además de valorar que no todos los estudiantes alcanzan los mismos niveles de asimilación. Esta acción no es exclusiva de esta etapa, pues en dependencia de las necesidades que se vayan identificando durante la etapa de ejecución; se pueden elaborar otros problemas.

Para la elaboración de los problemas se recomienda:

- Relacionarlos con la producción, los servicios o los avances científico-técnicos.
- Tener en cuenta diferentes grados de complejidad.

#### **Acción 5: Planificación de la actividad docente**

El fin de esta acción es que cada profesor planifique y diseñe adecuadamente sus actividades docentes en función de los temas, actividades y métodos seleccionados; adaptando y tratando de cumplir con las orientaciones emanadas de los análisis del colectivo de asignatura.

Se recomienda:

- Lograr la integración entre los componentes académico y laboral.
- Considerar el papel del docente como facilitador, guía, orientador y conductor del PEA.
- Elaborar los objetivos de las clases utilizando un lenguaje claro, sencillo y asequible para que sirvan como guía de orientación al trabajo del estudiante.
- Realizar las modificaciones oportunas al método participativo, de acuerdo a las exigencias del contexto educativo.
- Tener en cuenta los medios que se pueden utilizar durante cada actividad, por la correspondencia de estos con los métodos, los contenidos y los objetivos.
- Tener en consideración que los problemas propuestos en clases deben ir aumentando en complejidad, según avance cada tema y la propia clase.

## Estrategia didáctica para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en la asignatura Investigación de Operaciones de los estudiantes de tercer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas

- Tener en cuenta la concreción de las acciones y las operaciones a realizar por el alumno, al trabajar con las diferentes dimensiones de la habilidad.
- Tener presente los requisitos que aseguran la adecuada sistematización de las acciones de la habilidad.
- Concebir evaluaciones encaminadas a constatar el desarrollo de la habilidad.

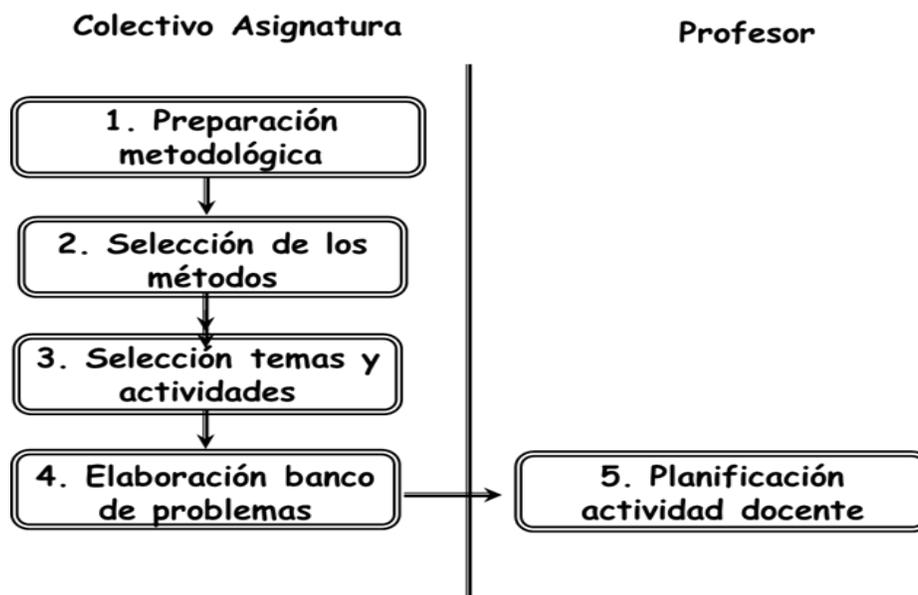


Figura 3. Acciones etapa planificación

### ETAPA DE EJECUCIÓN

**Objetivo:** Desarrollar las actividades diseñadas, dirigidas a contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO, con el empleo de métodos participativos.

En esta etapa se desarrollan las formas de trabajo seleccionadas, a través de las cuales se pretende transformar el PEA de la IO, en aras de contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas. Su esencia radica en la participación activa del estudiante y la capacidad del profesor para guiar el PEA, por lo que es preciso diferenciar qué le corresponde hacer al alumno como principal protagonista y qué al profesor con su papel mediador en la ejecución del mismo.

**Acciones a realizar:** (Ver Figura 4)

### **Acción 1: Orientar al grupo sobre el objetivo de la actividad**

El objetivo fundamental de esta acción es que el profesor logre la motivación de los estudiantes. Para ello, el profesor debe ofrecer las condiciones en que deberá apoyarse el estudiante para cumplir con la actividad (BOA), lo que va a hacer, por qué lo va a hacer, cómo lo va a hacer, qué acciones debe realizar, de qué recursos dispone para su realización y cómo se va a evaluar.

Se recomienda:

- Tener en cuenta que la orientación no debe ceñirse al momento inicial de la clase, sino que debe estar presente a lo largo de la actividad docente, para que se alcancen los objetivos propuestos.

### **Acción 2: Organizar al grupo para facilitar la ejecución de la actividad**

El objetivo de esta acción es conformar en el grupo, los equipos con los que se desarrollará la actividad docente. Esta organización puede realizarse en la propia clase o con anterioridad. En este último caso, se debe enviar a los estudiantes con antelación, la distribución realizada.

Se recomienda:

- Tomar como base para la conformación de los equipos y la asignación de roles dentro de estos, la caracterización psicopedagógica individual y colectiva de los estudiantes del grupo.
- Tener en consideración que los roles que posibilitan un mejor funcionamiento del equipo en el cumplimiento de las tareas asignadas son: jefe de grupo, facilitador, registrador y observador. (**Anexo 6**)
- Asignar las tareas dentro del equipo de trabajo de acuerdo a los resultados del diagnóstico y la caracterización de los estudiantes.
- Estructurar las tareas de manera tal, que se mantenga la participación activa de los estudiantes; y que la profundidad y complejidad obligue al intercambio y al debate; porque de lo contrario, esta distribución por equipos se convertiría en una organización formal y los estudiantes volverían al trabajo individual aunque estén agrupados.

- Tener en cuenta la rotación de los estudiantes por los diferentes roles grupales.
- No formar equipos de más de 5 integrantes.

### **Acción 3: Orientación de los problemas a resolver**

La esencia de esta acción es la distribución de los problemas por equipos de trabajo.

Se recomienda:

- La presentación de problemas variados para evitar el mecanicismo, el formalismo, las respuestas por asociación de algunas palabras, del orden o de la forma en que el problema se presenta.
- Orientar un mismo problema a dos equipos, para poder comparar resultados.

### **Acción 4: Realizar las acciones y tareas que les correspondan para la resolución de problemas**

El objetivo de esta acción es que el estudiante participe en la resolución de los problemas orientados, mediante la realización de las acciones definidas en la estructura de esta habilidad, y las tareas asignadas dentro del equipo de trabajo.

### **Acción 5: Brindar niveles de ayuda**

El fin de esta acción es que el profesor, durante el PEA, ofrezca los niveles de ayuda necesarios para cada estudiante.

Se recomienda:

- Introducir las correcciones necesarias para evitar las desviaciones que se pueden ir produciendo en la resolución de los problemas propuestos.
- Solicitar siempre que sea posible, diferentes vías de solución de los problemas propuestos, para lograr la comparación de las mismas.

### **Acción 6: Presentación y análisis de la solución del problema**

El fin de esta acción es que cada equipo de trabajo exponga la solución del problema que le correspondió; y la estrategia de solución que se planteó para ello.

Se recomienda:

- Solicitar a cada equipo la explicación de cómo solucionó el problema y cuáles fueron las vías de solución.
- Solicitar la comprobación de los resultados obtenidos o el análisis de las respuestas aportadas para confirmar la validez de las mismas.

### Acción 7: Valoración de las soluciones propuestas

El objetivo de esta acción es que el profesor dé su valoración sobre las estrategias y soluciones propuestas.

Se recomienda:

- En caso de que alguna de las soluciones propuestas sea errónea, hacer énfasis en el por qué.



Figura 4. Acciones etapa ejecución

### ETAPA DE EVALUACIÓN

**Objetivo:** Valorar la efectividad de las acciones ejecutadas para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas.

La evaluación no se puede considerar a los efectos de esta estrategia como un acto final, sino que debe ser sistemática y con un enfoque integral, es decir; que debe estar presente desde el

diagnóstico, en función de realizar valoraciones de la marcha del PEA, para la constatación de la efectividad de las acciones ejecutadas a partir del estado real y en función del objetivo trazado. Además, se utiliza como mecanismo de retroalimentación para corregir e introducir modificaciones en correspondencia con los resultados que se obtengan.

**Acciones a realizar: (Ver Figura 5)**

**Acción 1: Evaluar el nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes**

Esta acción se realiza teniendo en cuenta los indicadores definidos para medir la habilidad. Aunque también son indicadores de un buen desarrollo: la complejidad de los problemas que sean capaces de resolver, la rapidez y corrección con que ejecutan las acciones definidas en la habilidad, así como la estrategia de solución que proponen.

Se recomienda:

- Crear una atmósfera relajada en los momentos de evaluación. La evaluación debe ser un momento de alegría y disfrute para el grupo, de forma tal que les permita conocer los avances y las metas futuras.
- Realizar evaluaciones frecuentes (orales y escritas) durante el desarrollo de las clases, de modo continuo, integral y coherente; para constatar el nivel de desarrollo alcanzado y rectificar los errores de los estudiantes en el momento en que se cometan. Realizar también evaluaciones parciales al finalizar cada tema y finales (al concluir la asignatura).
- Que el estudiante evalúe la estrategia de solución utilizada por sus compañeros (coevaluación) y autoevalúe su propia estrategia de solución (autoevaluación).
- Utilizar los informes realizados en clases por los estudiantes como parte de la evaluación.



Figura 5. Acciones etapa evaluación

### 2.3 Propuesta de indicadores para evaluar el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes

Los indicadores son útiles para proporcionar información relevante sobre algún aspecto significativo de la realidad educativa. A partir de la estructura de la habilidad resolución de problemas de optimización, expuesta en la presente investigación; se consideró oportuno identificar dimensiones e indicadores que, como elementos orientadores, permitan a los profesores evaluar el desarrollo de la habilidad en los estudiantes. La autora de la investigación, propone un conjunto de 15 indicadores para establecer dicha valoración; cada uno de estos indicadores se evalúa en una escala de 3 niveles. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Indicadores para evaluar la habilidad resolución de problemas

Dimensiones	Indicadores	Niveles		
		Bajo (0)	Medio (1)	Alto (2)
<b>Análisis y comprensión del problema.</b>	1. Leer y descomponer el problema en sus partes (lo dado y lo buscado). 2. Clasificar el problema propuesto.	Lee, pero no es capaz de descomponer el problema.	Lee y al menos es capaz de identificar algunos de los elementos dados y de los buscados.	Lee e identifica con precisión los elementos dados y los buscados, por lo que clasifica correctamente el problema propuesto.

Estrategia didáctica para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en la asignatura Investigación de Operaciones de los estudiantes de tercer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas

<p><b>Concepción de la estrategia de solución</b></p>	<p>3. Determinar los tipos de variable. 4. Evaluar los métodos para resolver el problema. 5. Seleccionar el método de solución adecuado a emplear.</p>	<p>No determina los tipos de variables que intervienen en el problema, ni evalúa los métodos disponibles para la resolución del problema.</p>	<p>Determina los tipos de variables que intervienen en el problema. Aunque evalúa los métodos disponibles para la resolución del problema, no selecciona el adecuado.</p>	<p>Determina con precisión los tipos de variables que intervienen en el problema. Además, selecciona el método adecuado para solucionarlo.</p>
<p><b>Ejecución de la estrategia de solución</b></p>	<p>6. Definir las variables de decisión. 7. Determinar el objetivo del problema. 8. Determinar las restricciones. 9. Establecer las condiciones técnicas. 10. Aplicar al modelo definido el método de solución seleccionado.</p>	<p>No define las variables de decisión ni determina las restricciones y el objetivo del problema.</p>	<p>Define las variables de decisión y determina algunas de las restricciones. Sin embargo, determina el objetivo del problema, establece las condiciones técnicas y aplica el método de solución seleccionado.</p>	<p>Define con precisión las variables de decisión, determina el objetivo y las restricciones del problema, estableciendo para ello las condiciones técnicas. Además, aplica el método de solución seleccionado.</p>
<p><b>Comprobación de los resultados</b></p>	<p>11. Analizar si el resultado obtenido satisface todas las condiciones formuladas en el enunciado. 12. Realizar la interpretación económica de los resultados obtenidos.</p>	<p>No realiza reflexiones ni análisis económico sobre la solución obtenida.</p>	<p>Realiza reflexiones acerca de la solución obtenida. Sin embargo, no efectúa en su totalidad la interpretación económica de dichos resultados.</p>	<p>Realiza reflexiones sobre la solución, así como el análisis económico de los resultados obtenidos.</p>

<p><b>Realización del análisis de sensibilidad</b></p>	<p>13. Identificar las variaciones del modelo. 14. Realizar análisis posóptimo. 15. Dar una nueva interpretación económica, a partir de las variaciones realizadas.</p>	<p>No identifica los parámetros que se han variado en el modelo.</p>	<p>Identifica algunos de los parámetros que se han variado en el modelo, y realiza el análisis posóptimo de los parámetros identificados. Brinda parcialmente la nueva interpretación económica de los resultados.</p>	<p>Identifica con precisión los parámetros que se han variado en el modelo y realiza el análisis posóptimo correspondiente. Además, brinda la nueva interpretación económica de los resultados.</p>
--	---	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Descripción de la utilización de métodos participativos

### Actividad # 17: Seminario (Laboratorio)

**Tema:** Método de Ramificación y Acotación (Branch and Bound).

**Objetivo:** Aplicar el Método de Ramificación y Acotación para resolver problemas de la Programación Entera Binaria (PEB) con ayuda del software WinQSB.

**Métodos:** Situaciones (caso) y Discusión (pequeños grupos y plenaria).

**Medios:** Computadoras.

Como preparación previa para la realización de esta actividad, el colectivo de profesores se reúne y deciden los aspectos principales de la clase. Se elaboran los problemas que se orientarán, asumiendo la necesidad de vincularlos con la futura profesión de los estudiantes, por lo que se decide que tendrán que partir desde la modelación del mismo; y se eligen los métodos que se utilizarán en clases.

Además, el profesor orienta a los estudiantes en la primera actividad de la semana anterior, el estudio del Método de Ramificación y Acotación, más conocido por su nombre en inglés Branch and Bound (B&B); y les envía por correo electrónico la bibliografía donde pueden encontrar todo lo relacionado con este método.

Al inicio de la actividad, se le explica al grupo el objetivo de la misma y que se trabajará en equipos de a lo sumo 3 estudiantes. También se les informa que cada uno jugará un rol dentro del equipo y que deben entregar un informe que refleje lo realizado en clases.

Luego, se le asigna a cada equipo el problema (**situación**) que tendrá que resolver aplicando este método de solución, y se les aclara que todas las variables deben ser consideradas binarias. Durante unos 30 minutos, se realiza una **discusión en pequeños grupos** de la situación presentada y cada equipo propone el modelo del problema planteado, lo resuelve aplicando el B&B con ayuda del software WinQSB (para ir solucionando los sub-problemas que se van generando en las ramificaciones), y además; ofrece la interpretación económica del resultado.

Una vez concluido este trabajo, y considerando que dos equipos analizaron el mismo problema, cada uno de los equipos escribirá en la pizarra, de forma simultánea, el procedimiento utilizado, tomando en cuenta lo siguiente: iteraciones a realizar, árbol de enumeración y variable para la ramificación, cota de iteración, soluciones de apoyo que van encontrando hasta llegar a la solución óptima, problema de PL que resuelve en cada sub-problema, su relajamiento y solución. Luego, en **sesión plenaria**, y bajo la guía del profesor, se comparan y critican colectivamente ambos procedimientos, potenciándose así la autoevaluación y la coevaluación. El docente debe aclarar si, en algún caso, el procedimiento utilizado no resuelve el problema, y fomentar que los propios estudiantes se den cuenta del porqué. Cada equipo debe entregar un informe con lo realizado en clases.

A modo de conclusión, el profesor termina la actividad realizando una generalización sobre las acciones fundamentales a realizar en la aplicación B&B.

### **Actividad # 18: Clase Práctica (Laboratorio)**

**Tema:** Práctica apoyada en el software WQSB, sobre los métodos de solución de problemas de Programación Lineal.

**Objetivos:** Resolver problemas de Programación Lineal utilizando el software WQSB. Elaborar situaciones que conlleven al análisis posóptimo del problema resuelto.

**Métodos:** Situaciones (caso) y Discusión (pequeños grupos y plenaria).

**Medios:** Computadoras.

Como preparación previa para la realización de esta actividad, el colectivo de profesores se reúne y deciden los aspectos principales de la clase teniendo en cuenta que es la actividad que cierra el tema. Se elaboran los problemas que se orientarán, asumiendo la necesidad de vincularlos con la futura profesión de los estudiantes, por lo que se decide que tendrán que partir desde la modelación del mismo, teniendo que desempeñar los roles: **productor/cliente** del problema que resolverá. Luego se eligen los métodos que se implementarán con el fin de tener toda la atención de los estudiantes ante este tipo de clase. Además, las orientaciones de la clase con los ejercicios a resolver, se envía a los estudiantes, con dos días de antelación.

Al inicio de la actividad, se le explica al grupo que la clase tendrá 2 momentos, y que trabajará en equipos. En el primer momento tendrán que resolver problemas de PL (**situaciones**) utilizando el software WQSB (productor) y en el segundo tendrán que elaborar no menos de cuatro situaciones que conlleven al análisis posóptimo del problema que resolvieron (cliente). Además, se les informa que cada uno jugará un rol dentro del equipo y que deben entregar un informe, que refleje lo realizado en clases.

El grupo de clase práctica se divide en 4 colectivos de trabajo y a cada uno se le asigna el problema (**situación**) que tendrá que resolver, los que, a continuación, son leídos por el profesor. Durante unos 20 minutos, se realiza una **discusión en pequeños grupos** de la situación presentada y cada colectivo de estudiantes propone el modelo del problema planteado, lo resuelve con ayuda del software y da la interpretación económica del resultado. Una vez concluido este trabajo, los estudiantes se reúnen en **sesión plenaria** y cada uno de los equipos expone sus resultados.

Considerando que dos colectivos analizaron el mismo problema, cuando exponga el primero, si el otro ha presentado la misma solución, el equipo amplía la explicación y se realiza una discusión. Si el otro equipo ha propuesto otro modelo, éste debe ser argumentado y el profesor propicia el debate de cuál es el mejor, también de forma plenaria; propiciando de esta forma la autoevaluación y coevaluación.

El docente debe aclarar si, en algún caso, el modelo propuesto no resuelve el problema, y fomentar que los propios estudiantes se den cuenta del porqué. A modo de conclusión, el profesor debe dar su consideración de cuál es el modelo más acertado.

En la segunda parte de la clase, cada colectivo de trabajo debe elaborar situaciones para realizar el análisis posóptimo al problema resuelto. Los métodos de discusión en pequeños grupos y en plenaria se aplican igual que en la primera etapa de la clase. Cada equipo debe entregar un informe con lo realizado en clases.

El profesor debe garantizar que se realicen conclusiones generales al finalizar la actividad.

## **2.5 Valoración de la estrategia didáctica**

La valoración de la estrategia propuesta, se realizó mediante su puesta en práctica a través de un pre-experimento y la aplicación del test de ladov para constatar el grado de satisfacción de los estudiantes.

### **2.5.1 Aplicación del pre-experimento pedagógico**

Para valorar la efectividad de la estrategia didáctica diseñada fue aplicado un pre-experimento, durante el segundo semestre del curso escolar 2014-2015, que exigió el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Las clases se desarrollarían por el profesor – investigador.
- No se producirían modificaciones en el programa de la asignatura, sino en la concepción del sistema de clases.

La muestra estuvo conformada de manera intencional, por 28 estudiantes del tercer año de Facultad 6 de la UCI; quienes conocieron desde el comienzo las metas hacia las cuales se debían dirigir. Se les hizo saber, por tanto, los objetivos de la investigación y las características del experimento, a fin de que pudieran involucrarse tanto cognoscitiva como afectivamente en el proyecto.

A continuación, se detallan las acciones realizadas en cada una de las etapas de la implementación de la estrategia.

### **ETAPA DE DIAGNÓSTICO**

A partir de la revisión de los Programas Analíticos de la Disciplina Matemática Aplicada y de la asignatura IO, se identificó que el desarrollo de la habilidad resolución de problemas a través del

trabajo en equipo; tributa a los modos de actuación planteados en el Modelo del Profesional, al considerarse un elemento indispensable para un desempeño profesional de excelencia.

Con el objetivo de obtener una visión del tratamiento didáctico que se le da a la resolución de problemas en clases y estar al tanto de las dificultades más frecuentes que presentan los estudiantes al resolver los problemas propuestos, se aplicó una encuesta a 5 profesores que imparten la asignatura. De igual forma, fueron encuestados 45 estudiantes de tercer año de la Facultad 6, con el fin de conocer los intereses, motivaciones y valoraciones acerca de la habilidad resolución de problemas en la asignatura IO. Además, se observaron un total de 6 clases con la finalidad de constatar si los métodos utilizados por el profesor en el PEA de la asignatura eran efectivos para el desarrollo de la habilidad resolución de problemas.

Los resultados del procesamiento y análisis de los instrumentos aplicados, se corresponden con los mostrados en el epígrafe 1.2.1. A partir de estos, se determinó el estado deseado a alcanzar y se concretó el objetivo de la estrategia.

### **ETAPA DE PLANIFICACIÓN**

Se desarrolló la reunión metodológica “*Métodos y técnicas participativas en el PEA*”, con los profesores del colectivo de asignatura, con el objetivo de propiciarles los fundamentos y características generales de los métodos y técnicas participativas en el PEA. Además, la profesora-investigadora propuso como estructura de la habilidad resolución de problemas de optimización, las acciones y operaciones que deben realizar los estudiantes para resolver problemas de este tipo.

A partir de los criterios emanados de la reunión metodológica; se decidió utilizar en las actividades prácticas de la asignatura (clases prácticas y seminarios), combinados con los métodos expositivos, los métodos participativos de situaciones y discusión; con el objetivo de propiciar el trabajo en equipo e involucrar a los estudiantes en situaciones propias del desempeño profesional de un ingeniero informático. Para la selección de estos métodos se tuvo en cuenta su relación con los otros componentes del PEA.

Se identificaron a partir del estudio de los documentos normativos de la asignatura IO, los siguientes temas (y sus sistemas de conocimientos) que propician el desarrollo de la habilidad resolución de problemas.

### **Tema 1: Introducción a la modelación de problemas de Programación Lineal.**

- **Sistema de conocimientos:** Clasificación de los problemas de PL. Supuestos de la PL. Modelación matemática de los problemas de PL en sus distintas variantes atendiendo al tipo de variables de decisión.

### **Tema 2: Métodos de solución de problemas de Programación Lineal.**

- **Sistema de conocimientos:** Método Simplex. Método de la M. Método Ramificación y Acotación. Análisis de soluciones. Análisis posóptimo.

Además, el colectivo de asignatura elaboró una colección de problemas de optimización para ser resueltos en clase; teniendo en cuenta diferentes grados de complejidad, las exigencias sociales y la actividad real de los futuros egresados. (Anexo 7)

En la planificación de las actividades docentes se tuvo en cuenta el objetivo de cada clase, los métodos y medios a utilizar; así como la complejidad de los problemas a proponer. En cada una de estas clases, se consideró la concreción de las acciones y las operaciones a realizar por el alumno, para lograr el desarrollo de la habilidad, sin dejar a un lado los requisitos que aseguran la adecuada sistematización de las acciones de la habilidad y el trabajo en equipo.

### **ETAPA DE EJECUCIÓN**

Al comienzo de cada actividad se le explicó al grupo la forma en la que se procedería durante el desarrollo de la clase y el objetivo de la misma. Además, se les persuadió respecto a la importancia de mantener la disciplina en actividades de este tipo. También se les hizo saber sobre la estructura y esfera de aplicación de la habilidad resolución de problemas de optimización; además de la importancia que tiene para ellos como futuros ingenieros, el trabajo colaborativo.

Los equipos de trabajo se formaron indistintamente en las clases o con antelación a estas, nunca con más de 5 integrantes. Para la asignación de los roles y responsabilidades correspondientes, se tuvo en cuenta la caracterización que se tiene de cada uno de los estudiantes en la estrategia educativa de la brigada. Los problemas eran enviados al grupo con antelación, aunque era en la propia clase donde se les asignaban a los equipos de trabajo, teniendo en cuenta su complejidad y las características de los integrantes de cada equipo. Durante el desarrollo de la clase el

profesor brindaba los niveles de ayuda necesarios, solicitando siempre que fuera posible, diferentes vías de solución a los problemas propuestos. Luego cada equipo exponía su solución y la estrategia que se planteó para ello, realizando en todos los casos el análisis e interpretación económica de los resultados obtenidos; finalizando con una valoración por parte del profesor de las soluciones y estrategias propuestas.

De manera general, se observó un cambio de actitud en los estudiantes frente a la resolución de problemas de optimización, sintiéndose más motivados por las actividades prácticas de la asignatura.

### ETAPA DE EVALUACIÓN

Se propició que cada equipo de trabajo evaluara la estrategia de solución utilizada por los otros equipos, y que además autoevaluara su propia estrategia de solución. También se realizaron evaluaciones frecuentes individuales (en pizarra) con el fin de medir la rapidez y corrección con que los estudiantes ejecutaban las acciones definidas en la habilidad resolución de problemas. Al finalizar el semestre, se aplicó el examen final de la asignatura (**Anexo 8**), a través del cual se pudo medir el desarrollo de la habilidad, teniendo en cuenta los indicadores definidos.

La comparación de los resultados de este examen con los de las pruebas parciales de la asignatura, se muestran en la siguiente tabla comparativa:

**Tabla 3. Valoración del desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes que participaron en el pre-experimento**

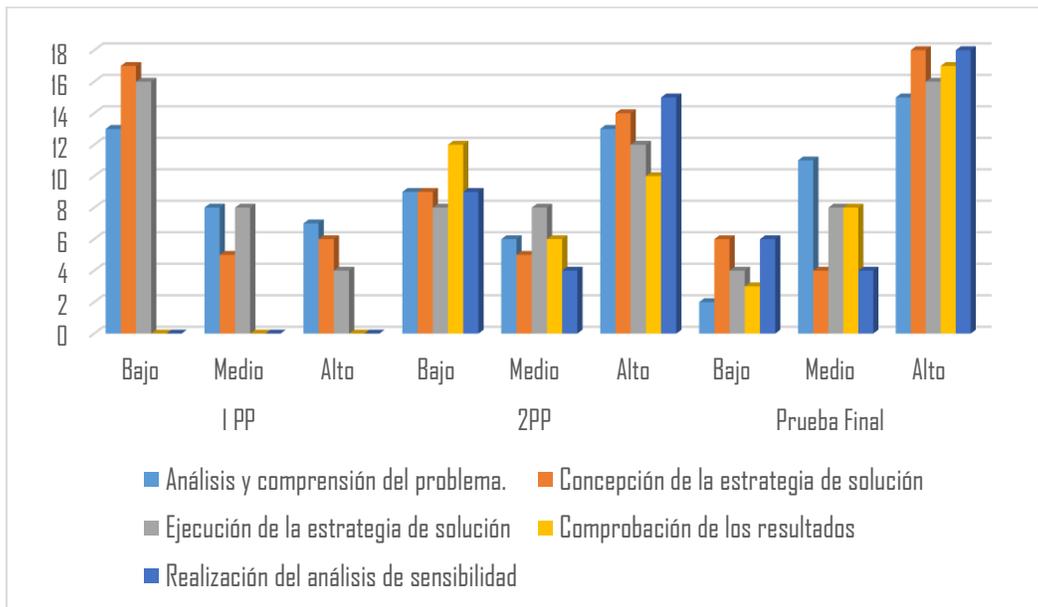
	1 Prueba Parcial			2 Prueba Parcial			Examen Final		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Análisis y comprensión del problema.	13	8	7	9	6	13	2	11	15
Concepción de la estrategia de solución	17	5	6	9	5	14	6	4	18
Ejecución de la estrategia de solución	16	8	4	8	8	12	4	8	16

**Estrategia didáctica para contribuir el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en la asignatura Investigación de Operaciones de los estudiantes de tercer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas**

Comprobación de los resultados	-	-	-	12	6	10	3	8	17
Realización del análisis de sensibilidad	-	-	-	9	4	15	6	4	18

Fuente: Elaboración propia

En la primera prueba parcial sólo se evaluaron 7 de los indicadores propuestos, distribuidos en las 3 primeras dimensiones; porque aún no se había impartido el Tema 2 de la asignatura. En la segunda prueba parcial se midieron los 10 restantes, distribuidos por todas las dimensiones. Estos resultados se compararon con los obtenidos en el examen final, donde sí se pudo medir la totalidad de los indicadores. En los 15 criterios evaluados en este examen, se destaca la disminución de estudiantes ubicados en la categoría bajo, el aumento de los que alcanzaron la categoría alto y cierta estabilidad en los estudiantes con la categoría medio.



**Figura 6. Comparación de los indicadores en la prueba realizada**

Luego de analizar estos resultados, se puede concluir que la estrategia propuesta contribuye al desarrollo en los estudiantes de la habilidad resolución de problemas.

### 2.5.2 Test de satisfacción de ladov

La técnica de V. A. ladov en su versión original, fue creada para el estudio de la satisfacción por la profesión en carreras pedagógicas (Iznaola y Gabriel, 2008). Después de esto, ha sido utilizada por otros autores con el fin de obtener el índice de satisfacción relacionado con la motivación de estudiantes y/o profesores en el PEA.

En la presente investigación, la técnica de ladov está conformada por cinco preguntas: tres cerradas y dos abiertas, las cuales fueron reformuladas e insertadas dentro de una encuesta (**Anexo 9**) que fue aplicada a los 28 estudiantes que participaron en la aplicación de la estrategia didáctica, con la finalidad de conocer su grado de satisfacción.

Los criterios que se utilizaron para el estudio de la satisfacción, se fundamentan en las relaciones que se establecen entre las tres preguntas cerradas (1, 2 y 5) y cuya relación el encuestado desconoce. Estas tres preguntas se relacionan a través de lo que se denomina “Cuadro lógico de ladov”. (**Anexo 10**)

El número resultante de la interrelación de las tres preguntas, indica la posición de cada sujeto en la siguiente escala de satisfacción:

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

El índice de satisfacción grupal (ISG) se expresa en una escala numérica que va desde +1 (máxima satisfacción), hasta -1 (máxima insatisfacción). Para obtenerlo, se trabaja con los diferentes niveles de satisfacción obtenidos para cada encuestado de la forma que se muestra en la siguiente fórmula:

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

Donde A, B, C, D y E representan el número de sujetos con índice individual 1, 2, 3 ó 6, 4 y 5 respectivamente; y N representa el número total de sujetos encuestados.

Los valores de ISG que se encuentran comprendidos entre -1 y -0,5 indican insatisfacción; los comprendidos entre -0,49 y +0,49 evidencian contradicción y los que caen entre +0,5 y +1 indican

que existe satisfacción. Estos valores representados gráficamente en un eje, se aprecian de la siguiente forma:



Figura 7. Eje de representación gráfica para los resultados obtenidos del ISG

Luego de aplicar el cuadro lógico de ladov a cada uno de los encuestados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultados del Test de ladov

Escala	Resultado	Total: 28	
		Cantidad	%
+1	Máximo de satisfacción	21	75.0
+0.5	Más satisfecho que insatisfecho	6	21.43
0	No definido	1	3.57
-0.5	Más insatisfecho que satisfecho	0	0
-1	Máxima insatisfacción	0	0
0	Contradictorio	0	0

Fuente: Elaboración propia

Por tal motivo, en esta investigación el  $ISG = \frac{21(+1) + 6(+0.5) + 1(0) + 0(-0.5) + 0(-1)}{28} = 0.86$

Como se puede apreciar, el índice de satisfacción grupal alcanzado (0.86) refleja la aceptación por la propuesta y reconoce su utilidad.

La técnica de ladov contempla además dos preguntas complementarias de carácter abierto (3 y 4), que indagan sobre lo que más le gusta o disgusta al encuestado de la actividad objeto de estudio.

Entre las razones por las que les gusta trabajar en equipo para resolver los problemas orientados en clases, expusieron:

- Cada miembro del equipo se involucra activamente en la resolución de los problemas.
- Se pueden aclarar las dudas con el resto del equipo, obteniéndose un resultado más enriquecedor.
- Se puede alcanzar la solución de un problema entre todos, y por ende, desde varios puntos de vista, lo que contribuye a no forzar las respuestas a una única solución.
- Mejora el rendimiento de todos, no sólo de los mejores. Los alumnos aventajados tienen la oportunidad de colaborar junto con el profesor en la atención diferenciada a los alumnos más rezagados; y estos a su vez, pueden adquirir más conocimientos.
- Mejora la comunicación con los compañeros del aula y el profesor. Además, les permite darse cuenta de sus recursos individuales.

Con relación a las razones por las que no gustan de esta organización para resolver los problemas orientados en clases, señalaron:

- No siempre están de acuerdo con los integrantes del equipo de trabajo.
- Para algunos es difícil seguir la disciplina del equipo de trabajo.
- Esta organización exige tolerancia y la asunción de responsabilidades dentro del equipo de trabajo.

Resulta significativo en el análisis de estas opiniones, el predominio de los aspectos positivos, lo que sirve como fundamento del alto valor obtenido en el ISG.

### **Conclusiones parciales**

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

- La estrategia didáctica elaborada para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes de la carrera de ICI, con el empleo

de métodos participativos; está en concordancia con los fundamentos en los cuales está sustentada.

- La estrategia propuesta está concebida para desarrollarse en cuatro etapas: diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación; cada una de estas etapas contempla un conjunto de acciones a ejecutar por los actores del PEA. Además, incluye una colección de problemas acordes al entorno político-social-económico del país, que exige la realización por parte del estudiante de todas las acciones y operaciones que conforman la habilidad resolución de problemas de optimización.
- Los indicadores definidos permitieron evaluar el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes.
- Con la descripción y análisis del pre-experimento, se constató que en el grupo donde se aplicó la estrategia se obtuvo un desarrollo significativo de la habilidad resolución de problemas, lo que condujo a un rendimiento académico superior en los estudiantes.
- La validación de la estrategia didáctica mediante la técnica de ladov, arrojó resultados que evidencian la factibilidad de su aplicación, expresado cuantitativamente en el ISG y cualitativamente en los criterios emitidos.

## CONCLUSIONES

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

- Los referentes teóricos-metodológicos de la presente investigación, fundamentan la importancia del desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los futuros Ingenieros en Ciencias Informáticas, con el empleo de métodos participativos; al considerarlo un elemento indispensable para lograr una formación y un posterior ejercicio profesional de excelencia.
- El análisis de los resultados de las indagaciones empíricas realizadas en la etapa de diagnóstico, permitió constatar que los estudiantes presentan un bajo nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas y que es necesario preparar al claustro de la asignatura en la utilización de métodos activos para contribuir al desarrollo de dicha habilidad. Además, se precisa que los problemas que se propongan en clases estén acordes al entorno político-social-económico en que se desenvuelve el estudiante.
- El análisis del objeto de estudio y del campo de acción realizado por la autora, permitió la fundamentación y el diseño de una estrategia didáctica que utiliza métodos participativos para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO en los estudiantes en la carrera de ICI.
- La validación de los resultados de la estrategia didáctica, a través de un pre-experimento y la aplicación del test de satisfacción de ladov; permitió corroborar que la utilización de métodos participativos en el PEA de la asignatura, contribuye a desarrollar en los estudiantes la habilidad resolución de problemas; posibilitando un mejor desempeño al futuro graduado, al prepararlo para resolver problemas de su perfil profesional.

## RECOMENDACIONES

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

- Generalizar la estrategia didáctica elaborada para desarrollar la habilidad resolución de problemas desde la asignatura IO, con el empleo de métodos participativos; a las demás facultades de la UCI.
- Poner a disposición de los profesores de IO en la UCI la colección de problemas propuestos en la investigación, para su uso en el PEA de la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Addine, F., Ginoris, O., Armas, C., Martínez, B. N., y Tabares, R. M. (1998). El proceso de enseñanza y sus componentes fundamentales. Diversidad de relaciones desde sus fundamentos teóricos. En *Didáctica y optimización del proceso de enseñanza*. Cuba.
2. Addine, F., González, A. M., y Recarey, S. (2006). Principios para la dirección del proceso pedagógico. *Pedagogía* (pp. 80-102). La Habana: ECIMED.
3. Alonso, I. (2001). *La resolución de problemas matemáticos. Una alternativa didáctica centrada en la representación. Resumen Tesis de Doctorado*. Santiago de Cuba.
4. Alonso, I., y Martínez, N. (2003). La resolución de problemas matemáticos. Una caracterización histórica de su aplicación como vía eficaz para la enseñanza de la Matemática. *Revista Pedagógica Universitaria*.
5. Álvarez, C. M. (1999). *La escuela en la vida*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
6. Álvarez, J. C., y Ríos, I. (2005). *La formación y desarrollo de habilidades desde el enfoque histórico-cultural*.
7. Arnaiz, I., y García, J. A. (2014). El desarrollo de habilidades matemáticas generalizadas. Las habilidades "resolver problemas matemáticos" y "demostrar proposiciones matemáticas". *Educación y Sociedad. Vol. 12. No. 4*.
8. Ausubel, O. P. (1991). *Psicología educativa*. México: Editorial Trillas.
9. Avendaño, R. M., y Labarrere, A. F. (1989). *Sabes enseñar a clasificar y comparar*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
10. Ballester, S. (1999). *Enseñanza de la matemática en dinámica de grupo*. La Habana: Editorial Academia.
11. Ballester, S. (2009). Estrategias para la resolución de problemas en Matemáticas. *Innovación y experiencias educativas*.

12. Ballester, S. (1993). *Metodología de la enseñanza de la Matemática. Tomo I*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
13. Ballester, R. (2003). *Estrategia didáctica para la selección y ejecución de las prácticas de laboratorio sobre sistemas supervisores en la carrera de Ingeniería en Automática. Tesis Doctoral*. Villa Clara.
14. Barrios, J. P. (2006). *Estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad diseño electrónico digital en estudiantes de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. Tesis Doctoral*. Villa Clara.
15. Blanco, M. D. (2000). *Propuesta metodológica para la formación y desarrollo de las habilidades definir, fundamentar y demostrar en la unidad de Geometría Plana de séptimo grado*. La Habana.
16. Brito, H., Castillo, C., Bermúdez, R., y Rodríguez, M. (1990). *Capacidades, habilidades y hábitos. Una alternativa teórica, metodológica y práctica*. Santiago de Cuba.
17. Campistrous, L., & Rizo, C. (1996). *Aprende a resolver problemas aritméticos*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
18. Capote, M. (2003). *Una estructuración didáctica para la etapa de orientación en la solución de problemas aritméticos con texto en el primer ciclo de la escuela primaria. Tesis doctoral*. Pinar del Río.
19. Carnero, M., y García, A. (1999). *Los métodos activos en la enseñanza de las ciencias*. La Habana: Editorial Academia.
20. Casal, I., y Granda, M. (2003). Una estrategia didáctica para la aplicación de los métodos participativos. *Tiempo de Educar*, 171-202.
21. Casar, L. A. (2001). *Propuesta didáctica para el desarrollo de las habilidades de comprensión de lectura y expresión oral en Inglés en estudiantes de Ingeniería*. La Habana.

22. Castellanos, D., Castellanos, B., Llivina, M. J., Silverio, M., Reinoso, C., y García, C. (2002). *Aprender y enseñar en la escuela: una concepción desarrolladora*. La Habana.
23. Castillo, C., y Doménech, D. (1998). *Aspectos metodológicos para la formación, desarrollo y evaluación de habilidades en una asignatura*. La Habana.
24. Chirino, D. (2015). *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 de Maestría*. La Habana.
25. Colectivo de autores. (1993). *Hacia una eficiencia educativa. Una propuesta para el debate*. La Habana: Editora Politécnica.
26. Colectivo de autores. (2009). *Los métodos participativos ¿una nueva concepción de la enseñanza?* La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
27. Corona, L. A. (2008). *La formación de la habilidad toma de decisiones médicas mediante el método clínico en la carrera de Medicina*. Cienfuegos.
28. Corona, L. A., y Fonseca, M. (2009). Aspectos didácticos acerca de las habilidades como contenido de aprendizaje. *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos*.
29. Cortés, M., y Galindo, N. (2007). *El modelo de Polya centrado en resolución de problemas en la interpretación y manejo de la integral definida*. Bogotá. Colombia.
30. Crespo, E. T. (2007). *Modelo didáctico sustentado en la heurística para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática asistida por computadora. Tesis Doctoral*. Santa Clara.
31. Cruz, M. (2002). *Estrategia metacognitiva en la formulación de problemas para la enseñanza de la Matemática. Tesis doctoral*. Holguín.
32. Cruz, M. (2006). *La enseñanza de la Matemática a través de la Resolución de Problemas. Tomo I*. La Habana: Educación Cubana.

33. Cuesta, F., y Cano, A. *Estrategia didáctica para desarrollar la habilidad evaluar la información en los estudiantes de Bibliotecología y Ciencias de la Información a través de la asignatura Búsqueda y recuperación de la información en la Universidad de Camaguey.*
34. Curbeira, D., Bravo, M. d., y Bravo, G. (2013). Estrategia didáctica para formar una habilidad profesional en Ingeniería Industrial. *Universidad y Sociedad.*
35. de Guzmán, M. (1991). *Para pensar mejor.* Barcelona. España: Editorial Labor. S.A.
36. de Guzmán, M. (1993). *Tendencias innovadoras en Educación Matemática.* Argentina: EDIPUBLI S.A.
37. Delgado, J. R. (1999). *La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración sistémica del contenido y el desarrollo de las habilidades generales matemáticas. Tesis doctoral.* La Habana.
38. Diez, 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.* La Habana.
39. Echarte, O. M. (2011). *Sistema de actividades para el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas que conducen a ecuaciones lineales con una variable.* La Habana.
40. Enrique, F. M. (2010). *Una estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad: procesar datos estadísticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística Descriptiva en el décimo grado. Tesis de Maestría.* La Habana.
41. Fernández de Castro, A., y López, A. (2014). Validación mediante criterio de usuarios del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto en los proyectos de investigación del sector agropecuario. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 77-82.*
42. Ferrer, M. (2000). *La resolución de problemas en la estructuración de un sistema de habilidades matemáticas en la escuela media cubana. Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.* Santiago de Cuba.

43. Ferrer, M. T. (2004). *Las habilidades pedagógicas profesionales en el maestro primario. Modelo de evaluación*. En Profesionalidad y Práctica Pedagógica.
44. Fonte, A. A. (2001). *Estrategias que utilizan los alumnos de Secundaria Básica para resolver problemas. Tesis en opción al grado de Máster en Didáctica de la Matemática*.
45. Fuentes, H. (1989). *Perfeccionamiento del sistema de habilidades en la Disciplina Física General para estudiantes de Ciencias Técnicas*. ISPJAM.
46. Fuentes, J. L. (2004). La formación de profesionales en las empresas: Inversión o gasto. Un dilema de actualidad en la relación universidad-empresa. *Escuela y Sociedad*.
47. Galindo, J. (2007). *Una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje 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.
48. Galperin, P. Y. (1986). Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. In *Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades*. (pp. 114-118). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
49. Gavilán, P. (1996). Historia del Álgebra en la educación Secundaria: resolución de problemas "históricos". *Revista Suma. Sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática*. No. 22. Junio.
50. Gil, D., y de Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Tendencias e innovaciones. Educación Ciencia y Tecnología*. Madrid: Editorial Popular S.A.
51. González, D. (2001). *La superación de los maestros primarios en la formulación de problemas matemáticos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*.
52. González, R. (2002). *Perfeccionamiento del sistema de habilidades para la física del nivel preuniversitario. Tesis Doctoral*. La Habana.

53. Grave de Peralta, C. H. (2008). *Propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de habilidades para la construcción de textos escritos en estudiantes de 7mo grado*. La Habana.
54. Hernández, A. R. (2013). Evaluación de la satisfacción con el servicio de capacitación del INIMET. *Boletín Científico Técnico INIMET*, 18-27.
55. Hernández, D. (2011). El trabajo independiente en la enseñanza de la Historia. *Pedagogía Profesional*.
56. Hernández, H. (1993). *Sistema Básico de Habilidades Matemáticas*. En *Didáctica de la Matemática. Artículos para el Debate*. EPN. Quito. Ecuador.
57. Hernández, P. (1999). *Metodología para el trabajo en seminario*. La Habana: Editorial Academia.
58. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones. Novena Edición*. México.
59. Hurtado, F. J. (2005). *La habilidad procesar datos cuantitativos en la enseñanza de las matemáticas de la Secundaria Básica. Tesis doctoral*. Camaguey.
60. IPLAC. *Modelo Pedagógico para la formación y desarrollo de habilidades, hábitos y capacidades*. Santa Clara: Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño.
61. Iznola, M. B., y Gabriel, J. (2008). La satisfacción del profesor de Educación Física. *Revista Educación física y deporte*, 27-35.
62. Jungk, W. (1979). *Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática 2*. La Habana: Editorial de libros para la Educación.
63. Kilpatrick, J. (1998). *A retrospective account of the past twenty-five years of research on teaching mathematical problem solving*. In E. A. Silver (pp.1-15). Hillsdale NJ.
64. Klingberg, L. (1978). *Introducción a la Didáctica General*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

65. Krulik, S., & Rudnick, K. (1980). *Problem solving in school mathematics. National council of teachers of mathematics*. Virginia: Year Book, Reston.
66. Labarrere, A. F. (1987a). *Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la resolución de problemas matemáticos en la escuela primaria*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
67. Labarrere, A. F. (1988). *Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
68. Labarrere, A. F. (1996). *Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
69. Labarrere, A. F. (1987b). Un problema matemático correctamente solucionado, pero... además qué. En *Temas de Psicología Pedagógica para maestros I*. (pp. 80-86). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
70. Leóntiev, A. N. (1981). *Actividad-Conciencia-Personalidad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
71. Llivina, M. J. (1999). *Una propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de la capacidad para resolver problemas matemáticos. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. La Habana.
72. Machado, E., y Montes de Oca, N. (2004). *El desarrollo de habilidades investigativas en la Educación Superior: la solución de problemas profesionales*. CECEDUC, (pp. 8-15). Camaguey.
73. Mazarío, I. (2002). *La resolución de problemas en la Matemática I y II de la carrera de Agronomía. Tesis en opción al grado científico de*. Matanzas.
74. Mazarío, I. (2009). *La resolución de problemas: un reto para la educación matemática contemporánea*.
75. Mazarío, I., Mazarío, A. C., y Horta, M. *El trabajo grupal y las técnicas participativas*.

76. Morales, Y. d., y Bravo, M. d. (2014). Las habilidades espaciales y los procedimientos geométricos desde la enseñanza de la Matemática Superior. *Universidad y Sociedad*, 14-24.
77. Morales, Y., y Bravo, M. d. (2013). El desarrollo de habilidades desde los fundamentos de la didáctica de la Matemática. *Revista Universidad y Sociedad*.
78. NCTM. (2000). *Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación*. Retrieved abril 15, 2015, from <http://www.nctm.org/>
79. Oramas, A., Hechavarría, J. H., Rodríguez, R., Azze, M. d., y Rodríguez, T. (n.d.). Los métodos participativos en Pedagogía. *Notas y reflexiones*.
80. Orton, A. (1996). *Didáctica de las Matemáticas*. Madrid. España: Editorial Morata.
81. Perales, F. J. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 170-178.
82. (2014). *Plan de Estudios D Ingeniería en Ciencias Informáticas*. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
83. Polya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Editorial Trilla.
84. Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton.: Princeton University Press.
85. Pupo, D. D., Jiménez, C. M., Alfonso, A. E., y Osorio, G. (2012). Estrategia para el desarrollo de habilidades en el procesamiento de la información para la investigación científica. *Innovación Tecnológica*.
86. Quintana, A. (2003). *La habilidad para procesar datos cuantitativos en la Secundaria Básica*. La Habana.
87. Rebollar, A. (2000). *Una variante para la estructuración del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, a partir de una nueva forma de organizar el contenido, en la escuela media cubana*. Tesis Doctoral. Santiago de Cuba.

88. Reinoso, C. (2002). El proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador y la comunicación interpersonal en el trabajo en colaboración. En *Nociones de sociología, psicología y pedagogía* (pp. 178-184). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
89. Rodríguez, A., y Rodríguez, M. A. (2011). La estrategia como resultado científico de la investigación educativa. En N. de Armas, & A. Valle, *Resultados científicos en la investigación educativa*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
90. Sánchez, M. (1995). *Desarrollo de habilidades del pensamiento. Razonamiento verbal y solución de problemas*. México: Editorial Trillas.
91. Santos Trigo, L. M. (1994). La resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación N°28. CINVESTAV-IPN. México*.
92. Schoenfeld, A. H. (1991a). *Ideas y tendencias en la resolución de problemas*. Argentina: EDIPUBLI S.A.
93. Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problems Solving*. New York: Academic Press.
94. Schoenfeld, A. H. (1991b). *On mathematic as sense-making: as informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics*. New Jersey: INJ.VOSS, D. PPerkins & J. Segal (Eds).
95. Schoenfeld, A. H. (1980). Teaching Problem-Solving Skill. *American Mathematical Montly. Vol.87. No.10*.
96. Sierra, R. A. (2002). Modelación y estrategia: algunas consideraciones desde una perspectiva pedagógica. *Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
97. Simón, R. (1994). *Posibilidades para el desarrollo de la habilidad fundamental- demostrar proposiciones matemáticas en la escuela media. Informe final de Investigación ISPFPG*. Santiago de Cuba.
98. Suárez, C. (2004). *La identificación de problemas matemáticos en la Educación Primaria. Tesis Doctoral*. La Habana.

99. Talízina, N. F. (1985). Conferencia sobre: *Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior*. DEPES. La Habana.
100. Talízina, N. F. (1988). *Etapas de la asimilación de los conocimientos*. En Psicología de la enseñanza. Moscú: Editorial Progreso.
101. Talízina, N. F. (1992). *La formación de la actividad cognoscitiva de los estudiantes*. México: Ángeles.
102. Torres, P. (1993). *La Enseñanza Problémica de la Matemática del nivel medio general*. La Habana.
103. Valle, A. (1999). *La dirección en educación. Apuntes*. La Habana.
104. Vázquez, E. (2015). *Programa Analítico de Investigación de Operaciones*. La Habana.
105. Viñas, S. N. (2013). *Propuesta de actividades para desarrollar la habilidad comparar en los alumnos de sexto grado desde la asignatura de Ciencias Naturales*. Tesis Maestría. La Habana.
106. Zilberstein, J. (2004). *Capítulo 4. Resolver problemas como habilidad. En El desarrollo de habilidades en los estudiantes, en una didáctica integradora*. Cuba.

## ANEXOS

### Anexo 1: Guía de observación a clases.

**Objetivo:** Constatar si los métodos utilizados por el profesor en el PEA de la asignatura IO son efectivos para el desarrollo de la habilidad resolución de problemas.

Profesor: \_\_\_\_\_ Años de experiencia: \_\_\_\_\_

Categoría Docente: \_\_\_\_\_ Categoría Científica: \_\_\_\_\_

Tipo de clase: \_\_\_\_\_ Tema de la clase: \_\_\_\_\_

El proceso de observación se realizará a partir de los aspectos que se expresan a continuación:

1. Nivel de desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes.
2. Si se tienen en cuenta las etapas para la formación de la habilidad.
3. Si los problemas propuestos cumplen con los requisitos para el desarrollo de la habilidad y si están vinculados a la carrera o acordes al entorno político-social-económico en que se desenvuelve el estudiante.
4. Métodos de enseñanza empleados.
5. Estimulación del trabajo en colectivo, que propicie una adecuada comunicación estudiantes-estudiantes y profesor-estudiantes.

### Observaciones:

---

---

---

## Anexo 2: Encuesta aplicada a profesores que imparten la asignatura IO en la UCI.

Estimado profesor:

La presente encuesta forma parte de una investigación que se está llevando a cabo en la universidad con vista a contribuir desde el PEA de la asignatura IO al desarrollo de la habilidad resolución de problemas en los estudiantes.

Le solicitamos responder a las siguientes preguntas, pues sus valoraciones permitirán obtener información valiosa sobre el tema.

Le agradecemos de antemano por su colaboración.

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Graduado de: \_\_\_\_\_

Categoría Docente: \_\_\_\_\_ Categoría Científica: \_\_\_\_\_

Años de servicio como profesor de Enseñanza Superior: \_\_\_\_\_

### CUESTIONARIO

1. **¿Cuántas veces ha impartido la asignatura? (Una sola opción).**

Nunca \_\_\_\_ Una vez \_\_\_\_ Dos veces \_\_\_\_ Más de dos veces \_\_\_\_

2. **En una escala creciente de valoración positiva, en la que 1 representa el valor mínimo y 5 el valor máximo, indique la importancia que usted le atribuye a desarrollar la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes.**

1\_\_2\_\_3\_\_4\_\_5\_\_

3. **¿Se propone usted en sus clases desarrollar la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes?**

Siempre \_\_ A veces \_\_ Casi nunca \_\_ Nunca\_\_

**4. ¿Cómo valora el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes?**

Alto \_\_\_\_ Medio \_\_\_\_ Bajo \_\_\_\_ Muy bajo \_\_\_\_

**5. En su opinión ¿cuáles son las causas que limitan el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en la asignatura IO?**

\_\_\_\_ Los enunciados no favorecen la reflexión y análisis de la situación expuesta.

\_\_\_\_ No se elaboran estrategias previas a la resolución.

\_\_\_\_ No se realiza el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

\_\_\_\_ Limitaciones en la formación pedagógica de los docentes.

\_\_\_\_ Poca motivación de los estudiantes por la Matemática Aplicada.

\_\_\_\_ Falta de precisión y contextualización por parte de los profesores de las acciones básicas de la habilidad.

\_\_\_\_ Otros. ¿Cuáles?

**6. ¿Considera una necesidad el adoptar nuevos enfoques de trabajo en el aula para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas? ¿Cuáles recomendaría?**

---

---

---

**7. ¿Utiliza libro de texto?**

\_\_\_\_ Si (Continúe, por favor) \_\_\_\_ No (Fin del cuestionario)

**8. Marque con una X según su opinión. Puede seleccionar más de una opción.**

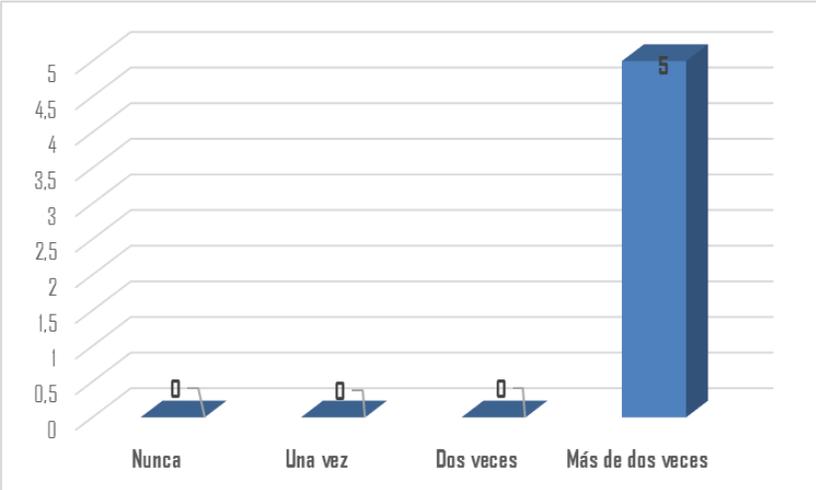
\_\_\_\_ Utiliza los problemas del texto.

\_\_\_\_ Propone problemas de mayor dificultad que los que trae el texto.

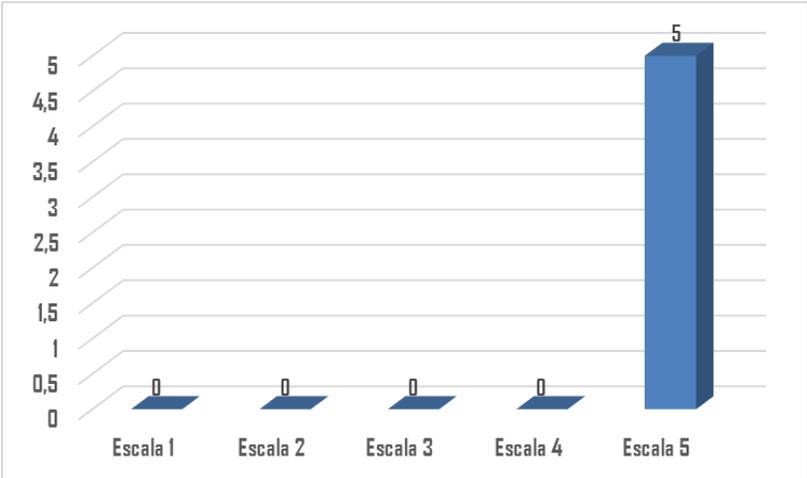
\_\_\_\_ Modifica los problemas que el texto propone.

Anexo 3: Resultados de la encuesta realizada a profesores.

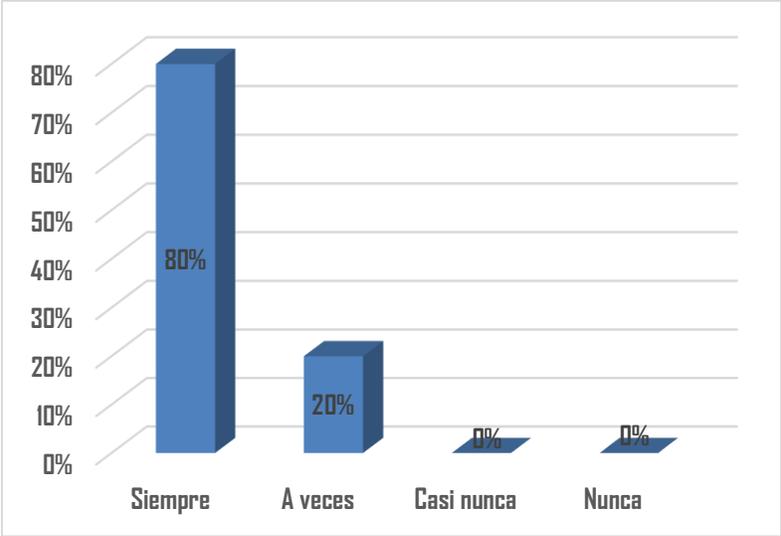
1. ¿Cuántas veces ha impartido la asignatura? (Una sola opción).



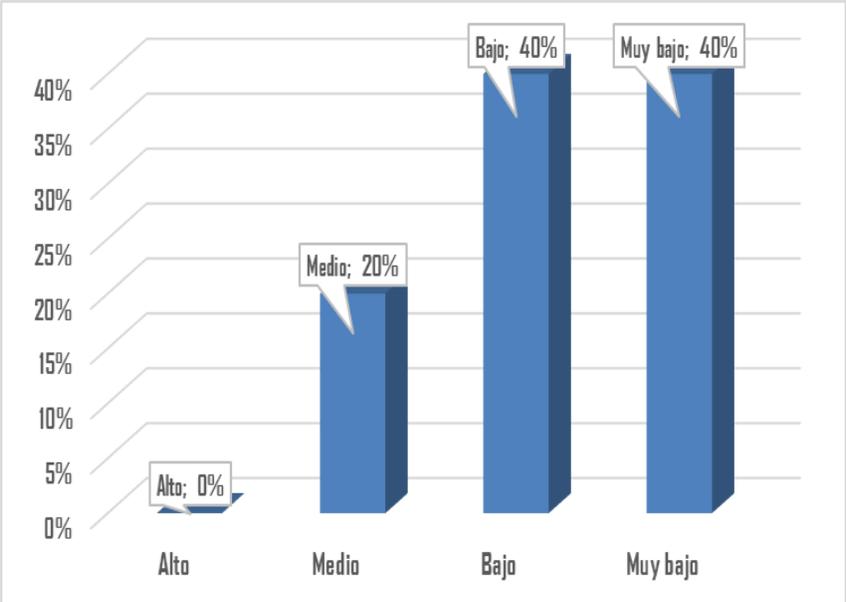
2. En una escala creciente de valoración positiva, en la que 1 representa el valor mínimo y 5 el valor máximo, indique la importancia que usted le atribuye a desarrollar la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes.



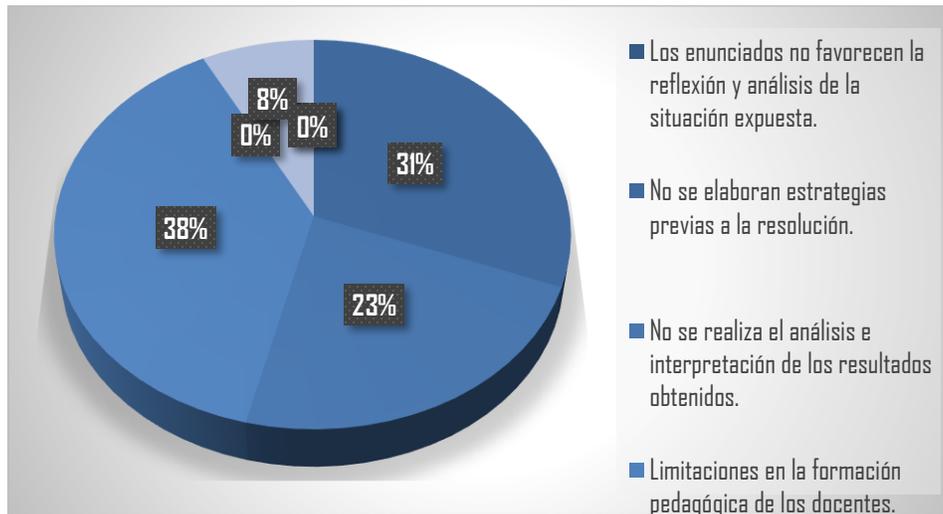
3. ¿Se propone usted en sus clases desarrollar la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes?



4. ¿Cómo valora el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en sus estudiantes?



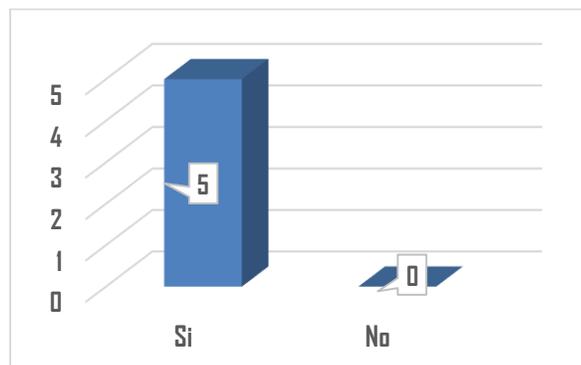
5. En su opinión ¿cuáles son las causas que limitan el desarrollo de la habilidad resolución de problemas en la asignatura IO?



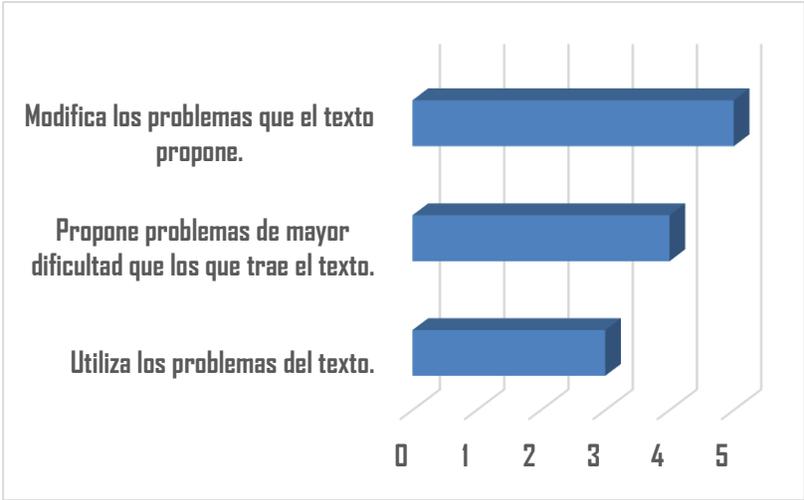
6. ¿Considera una necesidad el adoptar nuevos enfoques de trabajo en el aula para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas? ¿Cuáles recomendaría?

De forma general los profesores si consideran como una necesidad el utilizar nuevos métodos de enseñanza, que propicien el trabajo colaborativo, recomendando los métodos y técnicas participativas.

7. ¿Utiliza libro de texto?



8. Marque con una X según su opinión. Puede seleccionar más de una opción.



#### Anexo 4: Encuesta aplicada a estudiantes.

**Estimado estudiante:** La presente encuesta forma parte de una investigación que se está llevando a cabo en la universidad con el fin de contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Investigación de Operaciones. Le pedimos responda la misma con la mayor sinceridad posible y le agradecemos de antemano por su colaboración.

**1. ¿Qué importancia le concedes a la resolución de problemas?**

Mucha \_\_\_ Bastante \_\_\_ Poca \_\_\_ Ninguna \_\_\_

**2. ¿Consideras que las actividades que realizas en las clases prácticas, ya sea en el aula o en el laboratorio, son suficientes para desarrollar la habilidad resolución de problemas?**

Si \_\_\_ En alguna medida \_\_\_ No \_\_\_

**3. ¿Consideras que los problemas propuestos por el profesor en clases, te motivan a comenzar su proceso de resolución?**

Si \_\_\_ En alguna medida \_\_\_ No \_\_\_

**4. ¿Qué tipos de problemas te gustaría resolver en clases?**

---

---

---

**5. ¿Cómo valoras tu desarrollo en cuanto a la habilidad resolución de problemas?**

Excelente \_\_\_ Muy bueno \_\_\_ Bueno \_\_\_ Regular \_\_\_ Malo \_\_\_

**6. ¿En cuáles de los siguientes aspectos presentas dificultad a la hora de resolver un problema?**

\_\_\_ Comprensión del enunciado del problema

\_\_\_ Identificación de los parámetros del modelo (variables, restricciones y función objetivo).

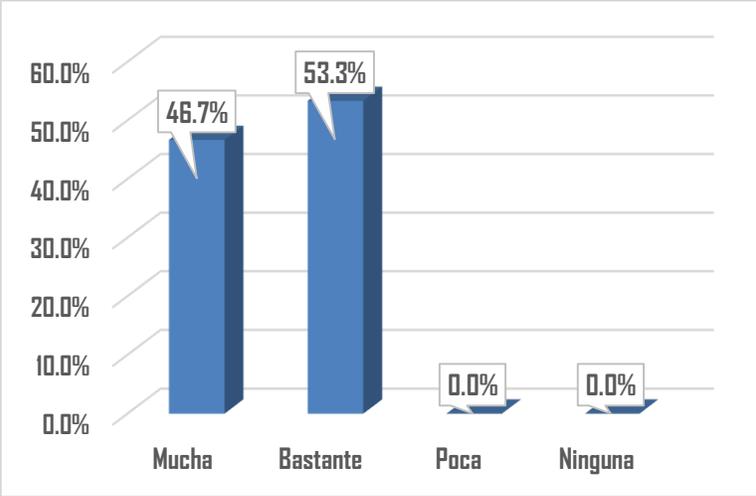
\_\_\_ Interpretación económica del resultado obtenido.

\_\_\_ Realización del análisis posóptimo.

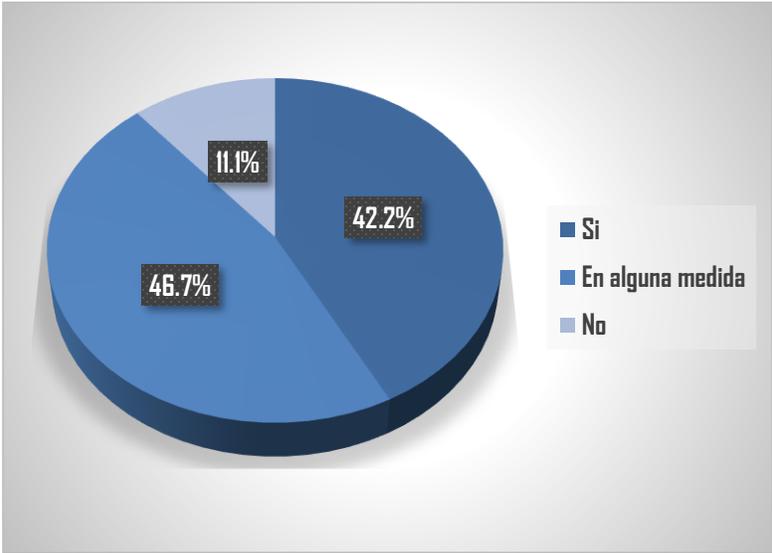
\_\_\_ Otras

Anexo 5: Resultados de la encuesta realizada a estudiantes.

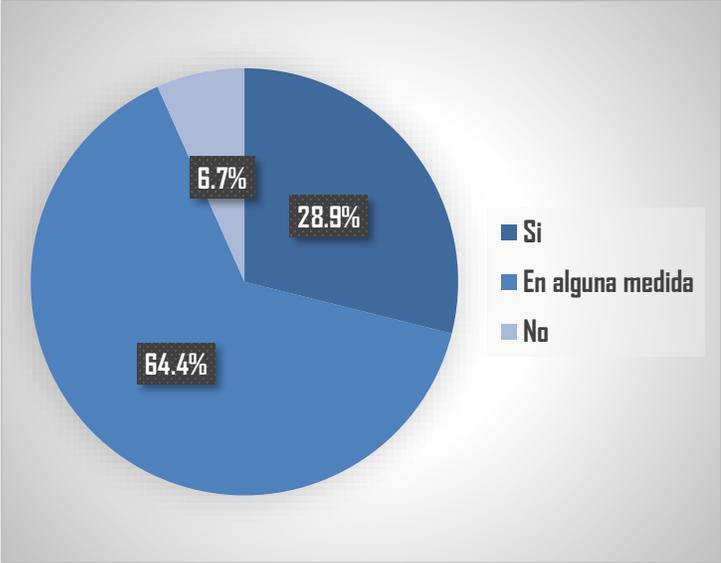
1. ¿Qué importancia le concedes a la resolución de problemas?



2. ¿Consideras que las actividades que realizas en las clases prácticas, ya sea en el aula o en el laboratorio, son suficientes para desarrollar la habilidad resolución de problemas?



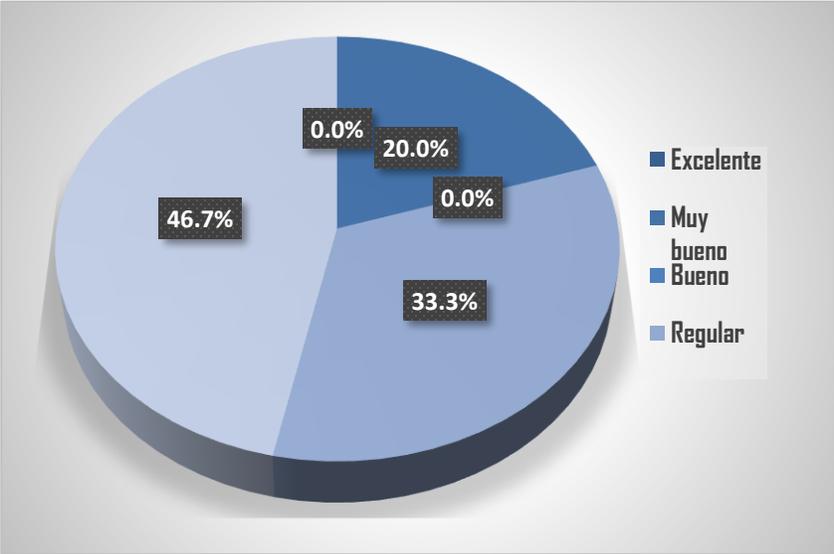
3. ¿Consideras que los problemas propuestos por el profesor en clases, te motivan a comenzar su proceso de resolución?



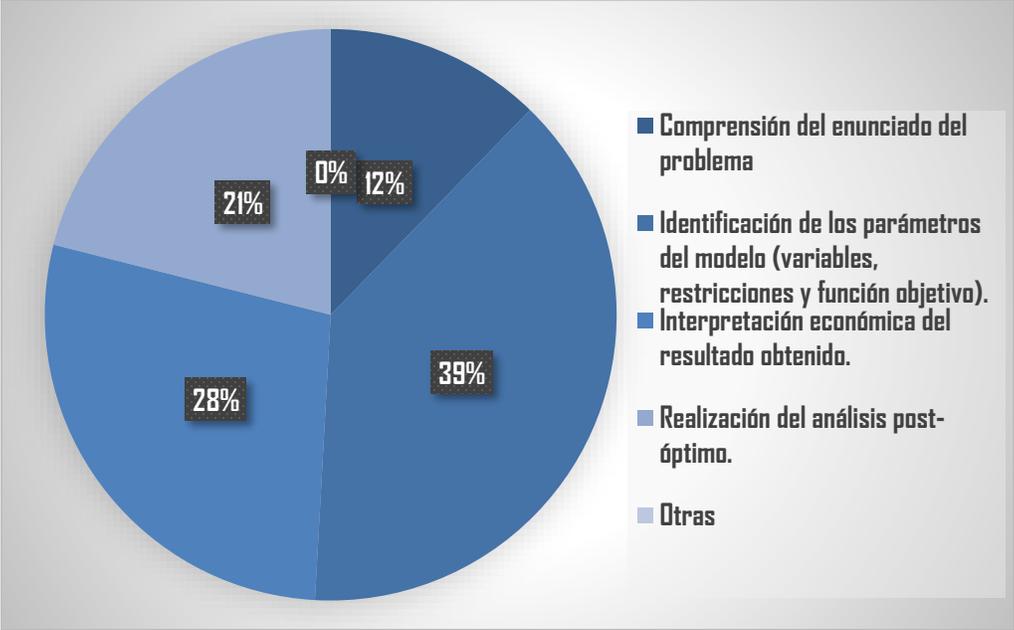
4. ¿Qué tipos de problemas te gustaría resolver en clases?

- Problemas relacionados con el desarrollo informático.
- Problemas relacionados con la actualidad cubana.

5. ¿Cómo valoras tu desarrollo en cuanto a la habilidad resolución de problemas?



6. ¿En cuáles de los siguientes aspectos presentas dificultad a la hora de resolver un problema?



### **Anexo 6: Caracterización de roles**

**Jefe de grupo.** Dirige la reunión, debe valerse del facilitador y permitirle que se desarrolle en sus funciones, aunque debe controlar que éste no pase a otro asunto hasta que no haya quedado agotado el anterior. Debe saber escuchar y propiciar la participación y aportes de los demás. Controlará que el registrador concrete adecuadamente las conclusiones a las que se vaya arribando.

**Facilitador.** Es la persona que actúa como moderador en la reunión del grupo; colabora con el jefe de grupo para que la actividad transcurra normalmente; debe ir ajustando los requerimientos que van surgiendo en cada momento, no permitirá que un participante se adueñe de la situación por mucho tiempo, deberá asegurar un flujo abierto y balanceado de comunicación, protegiendo las ideas que surjan del ataque de otros participantes.

**Registrador.** Es la persona que recoge por escrito las ideas principales de los participantes. Debe tener facilidad para resumir lo esencial de cada planteamiento y una escritura legible a partir de su comprensión de lo tratado. Al finalizar la discusión entrega por escrito la solución que el equipo dio al problema de forma consensual.

**Observador.** Debe estar atento al cumplimiento de los aspectos centrales de la actividad, para velar que las orientaciones dadas por el profesor para el trabajo en equipo durante la discusión se ejecuten correctamente. Juega un importante rol dentro del equipo, constituyendo una vía fundamental para la valoración y retroalimentación de la actividad.

### Anexo 7: Propuesta de problemas de optimización.

1. En la provincia La Habana existen dos sucursales (A y B) de la empresa DESOFT encargadas de la producción de software para la educación, el transporte y la salud (1, 2 y 3). La sucursal A posee una infraestructura de que facilita una producción anual de hasta 20 proyectos. Por otra parte, las demandas exigen que por lo menos se realicen 5 proyectos de tipo 1 o a lo sumo 6 de tipo 3; y solamente se puede realizar uno de estos dos tipos de proyectos en el período. Se conoce que la sucursal B está trabajando por debajo de su capacidad en un 5% por problemas técnicos, por lo que solo podrá producir 7 proyectos de tipo 1, u 8 de tipo 2, o 9 de tipo 3, o cualquier combinación factible (CCF) en el período. Además, en esta sucursal, en la producción se invierte un tiempo que depende del tipo de proyecto, siendo de 530, 600 y 490 horas por cada proyecto tipo 1, tipo 2 y tipo 3 respectivamente; y se sabe que se trabajan 8 horas diarias y 24 días al mes. Por necesidades de ahorro de energía, se desea decidir si se reduce el tiempo de trabajo a 6 horas diarias y 21 días al mes, lo que provocaría una disminución de los ingresos equivalente a \$380. Cada proyecto de tipo requiere 7 programadores, 4 el tipo 2 y 8 el tipo 3, existiendo una disponibilidad de 130 programadores. Se desea obtener el plan óptimo de producción para un año, conociendo que por cada software educativo se ingresan \$ 170 000; por cada software de transporte, \$155 000; y por cada software para la salud \$100 000.

2. Considere la siguiente situación:

Una empresa quiere planificar la producción mensual de dos artículos: PC tipo I y PC tipo II, para maximizar los ingresos. Las de tipo I se ensamblan con 2 módulos de memoria RAM, cada una de 512 Mb, y las de tipo II con 1 módulo del mismo tipo. Se dispone de 3500 módulos de memoria RAM al mes; y se cuenta con un fondo de tiempo para ensamblaje de 1000 horas necesitándose de 10 y 8 min respectivamente para ensamblar cada tipo de PC. La demanda mínima se ha estimado en 3000 unidades. El precio de venta es de 1010 CUC y 899 CUC respectivamente.

- a) Plantee el modelo matemático que identifica la situación anterior.
- b) Auxíliese de un software y aplique el método Simplex para hallar la solución óptima.
- c) De la tabla resumen obtenida:
  - c.1 ) Identifique los precios sombra y los costos reducidos e intérpretelos desde el punto de vista económico.

c.2 ) Identifique los parámetros sensibles.

c.3 ) ¿Cuál es el rango de variación posible para los términos independientes en cada una de las restricciones, de manera que permanezca  $X_2$  como variable básica?

c.4 ) Determine el rango de variación posible para los precios de venta de las computadoras, de manera que no se afecte la producción óptima actual.

3. En el Centro de Telemática (TLM), que pertenece a la Facultad 2 de la UCI, se producen softwares de Telecomunicaciones (T), Seguridad Informática (SI) y servicios de Centros de Datos (CD). Cada año se debe realizar un estudio de mercado en el que se analicen nuevas ofertas de desarrollo y se valoren cuál o cuáles de ellas desarrollar. Es necesario conocer que los ingresos por proyectos varían según su tipo, los de telecomunicaciones ascienden a \$700 000, los de seguridad alrededor a \$500 000 y a \$400 000 los de servicios de centros de datos. Además, se conoce que el mercado de las telecomunicaciones es mucho mayor que el de seguridad, por lo que la cantidad de proyectos de telecomunicaciones que se acepten deben de ser dos veces mayor que los de seguridad. La facultad le facilita al centro dos laboratorios de producción por cada proyecto de telecomunicaciones y uno por cada proyecto de seguridad y de centro de datos respectivamente. Pero la facultad solo tiene 15 laboratorios disponibles para asignar. Se conoce que si se producen proyectos de telecomunicaciones, no se producirán de centros de datos en un mismo trimestre debido a falta de especialistas, pero debe garantizarse que siempre se produzca uno de ellos. Otro aspecto que se debe tener en cuenta es, que una de las principales limitantes que presenta el centro es la cantidad de computadoras disponibles, por lo que COPEXTEL le propone la compra de 50 terminales más, a un precio de \$200 cada una. No se podrán desarrollar proyectos de centro de datos si no han sido desarrollados con anterioridad proyectos de seguridad. De producirse proyectos de centros de datos, no debe ser una cantidad menor de 3. A continuación se ofrecen algunos datos sobre los proyectos en el centro:

Tipo de softwares	Cant. personas/equipo	Cant. de terminales necesarias	Tiempo/ proyecto (meses)
T	7	15	3
SI	6	12	2
CD	4	8	1
<b>Disponibilidad Centro de TLM</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>1.5 (años)</b>

Se desea obtener el plan óptimo de producción para el Centro de TLM.

4. La empresa Habana Club Internacional SA tiene en su plan de producción correspondiente al año fiscal 2015 la necesidad de producir 3 tipos diferentes de bebidas (Añejo Blanco, Añejo 3 años, Añejo Reserva) a partir de 70000 litros de alcohol base. Las normas de consumo unitaria de alcohol correspondiente a cada tipo de bebida son de 0.65 litros, 0.6 litros y 0.55 litros respectivamente. Dado el marcado interés de la empresa por el mercado europeo, resulta imprescindible satisfacer las demandas de cada uno de los tipos de bebidas, las cuales, de ser producidas, se sitúan en 8800 unidades del tipo uno, 9200 del tipo dos y 5500 del tipo tres. Se sabe además, que para garantizar la rentabilidad de la empresa deben producirse no más de 6000 unidades de Añejo Reserva; por su parte, el número de unidades de Añejo Blanco no debe ser inferior a la tercera parte del total producido de Añejo 3 años y Añejo Reserva. Como requerimiento de exportación, se tiene que todas las unidades de Añejo 3 años y Añejo Reserva deben pasar por el departamento de sellado, donde existe una máquina que labora las 24 horas del día y procesa a lo sumo 50 u/h de Añejo 3 años o 35 u/h de Añejo Reserva o CCF de ellas. Debido a que se anunció la elevación de los niveles de producción para el año 2015 respecto al anterior, y para evitar cuellos de botella en la empresa se valora el montaje de una nueva máquina de sellado a un costo de 20000 pesos, con una capacidad productiva de hasta 60 u/h de Añejo 3 años o 40 u/h de Añejo Reserva o CCF. La ganancia que se obtiene por la venta de cada unidad del emblemático ron cubano es de \$10.25 si es Añejo Blanco; \$21,30 si es Añejo 3 años y \$40 si es Añejo Reserva respectivamente. Se desea obtener el plan de producción de la empresa para el año fiscal 2015 (365 días), de forma que posibilite satisfacer las demandas del mercado y proporcione a la entidad una ganancia máxima.

5. Una empresa se dedica a la fabricación de tres tipos de piezas de repuesto, A, B y C, con vistas a eliminar importaciones. De su gestión comercial diaria esta empresa debe reducir los costos para cubrir los impuestos fiscales; debiendo pagar 1, 4 y 2 unidades monetarias respectivamente por cada pieza fabricada A, B y C. En un estudio de mercado se determinó que la demanda diaria de piezas de este tipo en el mercado interno es como mínimo de 15 piezas diarias. La producción de las piezas A y B requieren de dos tipos de materias primas especiales, una es de producción nacional y la otra de importación. Los consumos unitarios de cada pieza A y B de la materia prima de producción nacional son de 6 y 4 kg respectivamente, contando la empresa con 36 kg diarios de la misma. Para el caso de la materia prima de importación los

consumos unitarios son de 2 y 1 kg respectivamente para cada pieza A y B, contando la empresa con 30 kg diarios.

- a) Plantee el modelo matemático que identifica la situación anterior.
- b) Utilice el software WinQSB y aplique el método Simplex para hallar la solución óptima.
- c) De la tabla resumen obtenida:
  - c.1 ) Diga cuál es la producción óptima de piezas a obtener y el costo mínimo de fabricación.
  - c.2 ) ¿Qué cantidad de materia prima de importación se consume para obtener el costo mínimo de fabricación en la empresa? Justifique.
  - c.3 ) ¿Sería posible aumentar la disponibilidad de materia prima nacional a 89 unidades sin que se produzcan piezas de tipo B? Justifique su respuesta.
  - c.4 ) Si se produjeran dos piezas tipo B, ¿en cuántas unidades se afectaría el costo de producción? Justifique.
  - c.5 ) Si se decidiera disminuir a 10kg la cantidad de materia prima de producción nacional necesaria para la fabricación de piezas A, B y C de esta empresa ¿cuál sería el costo total de producción?
  - c.6 ) Si se realizara una disminución de \$1 en el costo de la pieza C, ¿implicaría esto reajustes en la producción de la empresa? Justifique.

6. En la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) existen varios centros de desarrollo que se encargan de la producción de software. Cada uno de estos productos debe ser liberado por CALISOFT, antes de ser entregado a los clientes. A la empresa CALISOFT le interesa determinar el plan óptimo de liberaciones a realizar en el mes, teniendo en cuenta que libera proyectos de servicios y proyectos de desarrollo. La empresa cobra \$100 y \$150 por los proyectos de servicios y los proyectos de desarrollo respectivamente. Dentro de la empresa existen dos grupos especializados en tipos de pruebas: pruebas de unidad y pruebas de integración. Se debe tener en cuenta que no se pueden realizar pruebas de integración, si antes no se han realizado las pruebas de unidad. Los centros de desarrollo realizan un estudio de mercado para comercializar sus productos, el precio de venta de los proyectos de servicios asciende a \$1000 y de los proyectos de desarrollo nunca excede de los \$2000. CALISOFT debe pagar a sus equipos de pruebas según los tipos de proyectos que libere, al equipo de pruebas de unidad le paga \$50 por cada proyecto de servicios y \$70 por cada proyecto de desarrollo, mientras que al equipo de

pruebas de integración le paga 30% más que al equipo de pruebas de unidad. Además, CALISOFT no debe liberar menos de 10 proyectos en el mes.

7. Una pequeña empresa especializada en carpintería de aluminio desea obtener el plan óptimo de producción de puertas y ventanas para el próximo mes. Para esto cuenta con 270 kg de aluminio, 350 tornillos y una disponibilidad de tiempo de 192 horas. Se conoce que el consumo de aluminio es de 3 y 2 kg, respectivamente, mientras que se necesitan 4 y 2 tornillos por cada puerta y ventana, en ese orden. Durante la producción, la empresa emplea 2 horas por cada puerta y 1 hora en cada ventana. Asimismo, el plan de producción de la empresa será fijado en 90 unidades de productos en total, conociendo que ingresará \$300 por cada puerta y \$200 por ventana.

- a) Plantee el modelo matemático que identifica la situación anterior.
- b) Utilice el software WinQSB y aplique el método Simplex para hallar la solución óptima.
- c) De la tabla resumen obtenida:
  - c.1 ) ¿Cuál es la producción óptima de puertas y ventanas y de cuánto sería el ingreso?
  - c.2 ) ¿Cuántos artículos se produjeron por encima del plan? Justifique.
  - c.3 ) ¿Cuál o cuáles recursos no se utilizaron en su totalidad y en qué cantidades? Justifique.
  - c.4 ) ¿De cuánto será el ingreso total al aumentar en 2kg la cantidad de aluminio? Justifique.
  - c.5 ) El administrador de la empresa considera que es posible aumentar el precio de venta de las puertas sin variar la producción óptima actual. ¿Hasta qué valor (entero) será posible aumentar dicho precio?

8. Una pequeña empresa que se dedica a la fabricación de tres tipos de productos (A, B, C) en dos sucursales (1, 2), tiene un plan de producción mensual de 2000 unidades. La empresa tiene asignado 7000 Kw de energía para consumir en el mes y en la fabricación de cada producto se consumen 0.6, 1 y 1.4 Kw respectivamente, pero si se repara una máquina que está defectuosa, la cual es más económica, el consumo de energía se reduciría en un 20% aunque la reparación implicaría un costo de \$800. Para la fabricación de dichos productos se emplea una y solo una materia prima, por lo que se debe decidir cuál de las tres disponibles (Mp-1, Mp-2, Mp-3) usar. Siendo el costo asociado al uso de cada una de estas, \$60, \$40 y \$30, respectivamente, sin

embargo, generan un ingreso de \$80, \$60 y \$50, respectivamente, en caso de ser usadas. El consumo unitario y la disponibilidad de las materias primas aparecen en la siguiente tabla:

Producto	Consumo unitario de materia prima en kilogramos		
	Mp-1	Mp-2	Mp-3
<b>A</b>	3	2.5	2.5
<b>B</b>	2.5	2	1.5
<b>C</b>	1.5	1.5	1
<b>Disponibilidad Kilogramos</b>	4200	4000	3800

La sucursal 1, tiene una capacidad de producción de 900 productos tipo A o 600 tipo B o 300 tipo C o cualquier combinación factible, la cual podría disminuir en un 15%, si se realizan labores de mantenimiento en dicha sucursal. Se deben producir 2 unidades de producto tipo B por cada unidad de tipo C. La sucursal 2 tiene una capacidad de producción de 1800 productos, aunque por algunas afectaciones imprevistas, está trabajando a un 90% de su capacidad. Atendiendo a lo anterior, se desea que, no más del 40% de la producción total de la empresa, se genere en esta sucursal. Para la realización de la producción en la sucursal 2, se invierte un tiempo que depende del tipo de producto, siendo de 0.2, 1.5 y 2 horas respectivamente; se sabe que se trabajan 8 horas diarias durante 24 días al mes, pero por las afectaciones mencionadas se está valorando reducir el fondo de tiempo en una cantidad que no supere las 52 horas, lo que implicaría un costo de \$150 por cada hora que se disminuya. Además, no se puede producir productos de tipo C sin haber producido de tipo A y de tipo B. De producirse el tipo C, su cantidad debe ser al menos 450 unidades. Se desea optimizar la producción mensual de la empresa, teniendo en cuenta que cada unidad de producto genera un ingreso de \$200, \$180 y \$150, respectivamente.

9. Un taller de manufactura se dedica a la producción de 3 tipos de piezas (1, 2 y 3). Cada pieza se comercializa a \$30, \$40 y \$50 respectivamente. En la confección de las piezas se utiliza una materia prima de la que se dispone en el mes de 1500 kg, siendo el consumo unitario por pieza de 0.8 kg, 2.9 kg y 1.6 kg respectivamente. El taller dispone de un fondo de tiempo de 900 horas al mes, y en el mismo, se producen en una hora 15 unidades de la pieza 1 o 13 unidades de la

pieza 2, mientras que de utilizarse una hora produciendo piezas tipo 3, solamente pudieran hacerse 11 unidades. La cantidad de piezas tipo 2 tiene que ser al menos el 35% de la producción total del taller. La capacidad de moldeado del taller es limitada, siendo a lo sumo de 2500 unidades mensuales. Se conoce que en la semana se moldean diariamente 600 piezas tipo 1 o 625 del tipo 2 o 700 piezas tipo 3 o cualquier combinación factible. La máxima dirección del taller plantea que surgen nuevas condiciones

- a) Existe la posibilidad de aumentar la disponibilidad de materia prima en 1000kg, pero para ello tendría que pagar \$600.
- b) La dirección del taller plantea que no se pueden producir piezas tipo 3, sin producir con anterioridad piezas tipo 1.
- c) Las piezas tipo 2 han tenido muy buena aceptación, por lo que de producirse debe ser en una cantidad superior a las 200 unidades mensuales.
- d) Se valora la compra de una nueva máquina, la que reduce el consumo unitario de tiempo a la mitad, provocando un ahorro mensual de \$500.

Ayude a la máxima dirección del taller a determinar respecto a los precios de venta, la cantidad mensual óptima de piezas a producir, atendiendo a las condiciones dadas anteriormente.

**Anexo 8: Preguntas del Examen Final de IO que sirvieron para medir el desarrollo de la habilidad**

1. Cierta fábrica está considerando la puesta en marcha de tres nuevos modelos de juguetes (1, 2 y 3) para su posible inclusión en el mercado. Estos juguetes requieren de plástico y madera. Por cada unidad del juguete 1 se requieren 1 unidad de plástico y 2 unidades de madera. Por cada unidad del juguete 2 se necesitan 3 unidades de plástico y 2 unidades madera, mientras que por cada unidad del juguete 3 se requieren 3 unidades de plástico y 3 de madera. La fábrica tiene disponible 200 unidades plástico y 300 de madera. Se pudiera aumentar la cantidad de madera hasta 200 unidades más, incurriendo en un costo de \$100 por el transporte y 10 por cada unidad adicional. Por otra parte, las demandas exigen que por lo menos se fabriquen 200 juguetes del modelo 1, 300 del modelo 2 y 600 del 3. La ganancia unitaria por la fabricación de estos modelos sería de 10, 15 y 13 pesos respectivamente. La empresa dispone de tres plantas de producción para la elaboración de estos modelos, pero para evitar gastos, sólo en una de ellas se producirían los juguetes, dependiendo la elección de la maximización de las ganancias. Las plantas disponen al día 500, 600 y 630 horas de producción respectivamente. El número de horas que se precisa para producir cada juguete en cada planta es:

	Juguete 1	Juguete 2	Juguete 3
Planta 1	5	4	6
Planta 2	4	2	2
Planta 3	3	3	2

Ayude a la administración de la fábrica a determinar cuántas unidades de cada modelo de juguete debe fabricar para maximizar las ganancias.

2. Dado el siguiente modelo de Programación Lineal y su solución responda:

$x_i$ : Kg de productos de tipo $i$ a elaborar.  $max Z = 15x_1 + 25x_2 + 10x_3$ $4x_1 + 5x_2 + 7x_3 \leq 400$ $9x_1 + 7x_2 + 12x_3 \leq 650$ $4x_1 + 5x_2 + 7x_3 \geq 200$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0.$	<b>Decision Variable</b>	<b>Solution Value</b>	<b>Unit Cost or Profit <math>c(i)</math></b>	<b>Total Contribution</b>	<b>Reduced Cost</b>	<b>Basis Status</b>	<b>Allowable Min. <math>c(i)</math></b>	<b>Allowable Max. <math>c(i)</math></b>	
	X1	0	15,0000	0	-5,0000	at bound	-M	20,0000	
	X2	80,0000	25,0000	2.000,0000	0	basic	18,7500	M	
	X3	0	10,0000	0	-25,0000	at bound	-M	35,0000	
	<b>Objective</b>	<b>Function</b>	<b>(Max.) =</b>	<b>2.000,0000</b>					
	<b>Constraint</b>	<b>Left Hand Side</b>	<b>Direction</b>	<b>Right Hand Side</b>	<b>Slack or Surplus</b>	<b>Shadow Price</b>	<b>Allowable Min. RHS</b>	<b>Allowable Max. RHS</b>	
	C1	400,0000	$\leq$	400,0000	0	5,0000	200,0000	464,2857	
	C2	560,0000	$\leq$	650,0000	90,0000	0	560,0000	M	
	C3	400,0000	$\geq$	200,0000	200,0000	0	-M	400,0000	

- Si se disminuye  $b_2=650$  en 91 unidades, ¿la solución sigue siendo óptima?
- Si se aumenta en 100 unidades el parámetro  $b_1=400$ , calcule el impacto que esto tendría sobre el valor final de Z.
- La primera restricción representa consumo de cierta materia prima. ¿Es esta un recurso limitante?
- Si se decide fabricar 10 productos de tipo 1, calcule el impacto que esto tendría sobre el valor de Z.
- Si se aumenta  $b_1=400$  en 64 unidades, ¿la solución sigue siendo óptima?

**Anexo 9: Encuesta aplicada como parte del Test de satisfacción de ladov.**

Estimado estudiante: Al contestar esta encuesta, podrá expresar su nivel de satisfacción con relación al empleo de métodos participativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de la asignatura Investigación de Operaciones (IO) para contribuir al desarrollo de la habilidad resolución de problemas. Se le agradece su participación y franqueza al decir honestamente lo que piensa sobre lo que se le pregunta.

1. ¿Te gusta que se organice el aula en equipos para el desarrollo de las clases de IO?  
 Me gusta mucho.  Me disgusta más de lo que me gusta.  
 Me gusta más de lo que me disgusta.  No me gusta.  
 Me es indiferente.  No puedo decir.
  
2. ¿Consideras que esta organización te favorece para resolver los problemas orientados en clases?  
 Sí  No  No sé
  
3. Expresa a lo sumo 3 razones por las que te guste trabajar en equipo para resolver los problemas orientados en clases.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
4. Expresa a lo sumo 3 razones por las que te disguste trabajar en equipo para resolver los problemas orientados en clases.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
5. Si te dieran a escoger entre trabajar en equipo o no para resolver los problemas orientados en clases, ¿lo escogerías?  
 Sí  No  No sé

**Anexo 10: Cuadro Lógico de Iadov**

¿Te gusta que se organice el aula en equipos durante el desarrollo de las clases de IO?	¿Consideras que esta organización te favorece para resolver los problemas orientados en clases?								
	Sí			No sé			No		
	Si te dieran a escoger entre trabajar en equipo o no para resolver los problemas orientados en clases, ¿lo escogerías?								
	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 es indiferente	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	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No puedo decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4