

**EL ESTUDIO INDEPENDIENTE Y LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMA EN LA ASIGNATURA SIMULACIÓN PARA EL
INGENIERO INDUSTRIAL.**

Dr. C. Maritza Petersson Roldán¹, MSc. Odalys Falcón Acosta¹

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca
Km.3, Matanzas, Cuba.*

Resumen.

La presente monografía expone el resultado del trabajo metodológico de un colectivo docente responsable de la enseñanza de la disciplina Matemática Aplicada para los ingenieros industriales. El resultado se refiere a la planificación y orientación del estudio independiente de la asignatura Simulación teniendo en cuenta la resolución de problema como una habilidad a desarrollar en cualquier eslabón del proceso enseñanza-aprendizaje.

Palabras claves: resolución de problema, orientación del estudio independiente..

Introducción.

La resolución de problemas es una de las tareas más creativas, exigentes e interesantes para la mente humana y es un área que ha atraído el interés de los científicos cognitivos desde siempre, en especial en ciencias y matemáticas. (Polya, 1957); (Newel & Simon, 1972); (Larkin & Reif, 1979)

Las estrategias que se diseñen para la resolución de problemas constituyen metodología para lograr el aprendizaje del área del conocimiento que se aborde, pero además permite desarrollar habilidades y competencias en el estudiante. Por lo dicho, la resolución de problemas, debe constituir una meta de la enseñanza de la matemática.

La disciplina de Matemática Aplicada dentro del plan de estudio del Ingeniero Industrial es responsable de abordar un conjunto de técnicas matemáticas de amplia aplicación en la solución de problemas que se presentan en la práctica profesional de este graduado. El desarrollo de la habilidad resolver problema es una meta, no solo manifiesta en las competencias a formar para las asignaturas que integran la disciplina, sino también en las competencias profesionales del ingeniero industrial.

Es por ello que el proceso de enseñanza debe ser planificado sin limitar el desarrollo de esta habilidad en aquellos eslabones destinados a la asimilación y fijación del contenido y considerarse alternativas para su desarrollo que contemplen todos los componentes del proceso enseñanza-aprendizaje.

La presente monografía expone el diseño de la autopreparación de los estudiantes como forma de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Simulación, como parte de la disciplina Matemática Aplicada en función del desarrollo de la habilidad resolver problema.

Desarrollo.

Al referirse a lo esencial del quehacer matemático son muchos los que han insistido, en diferentes épocas, en que "hacer matemáticas es por excelencia resolver problemas"¹, que

¹ Nota Editorial. En Educación Matemática. Vol 4 (3). Grupo Editorial Iberoamérica. México. Diciembre. 1992. P. 5

resolver problemas no es repetir conceptos o procedimientos, es construir el conocimiento matemático, buscarlo y utilizarlo.

Es por ello necesario que la filosofía de la matemática contemporánea se fundamente a partir del carácter cuasiempírico de la actividad matemática, el papel de esta ciencia en la cultura de la sociedad y la insistencia en que la Matemática es saber hacer, es “una ciencia en la que el método claramente predomina sobre el contenido” y, por tanto, los esfuerzos se encaminan a la transmisión de estrategias heurísticas adecuadas para la resolución de problemas, más que a la transmisión de teorías ya acabadas. (De Guzmán, 1992)

Resolver problemas es considerado, actualmente, una actividad de especial importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje, por su valor instructivo y formativo. Lo esencial para comprender la particularidad de esta actividad está en la idea siguiente: resolver un problema es hacer lo que se hace cuando no se sabe qué hacer pues si se sabe lo que hay que hacer ya no hay problema. Esto, evidentemente, rompe con la idea de que sea una actividad basada en la repetición de acciones o estrategias ya asimiladas y deja claro el reto de que el individuo se enfrenta a situaciones que lo deben poner a prueba, por su novedad, por la diversidad de posibilidades al cambiar las condiciones en que se manifiesta esa situación.

Como señalan L. Campistrous y C. Rizo el problema es “toda situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo”, pero que en su solución hay al menos dos condiciones necesarias: la vía de solución tiene que ser desconocida y el individuo quiere hacer la transformación, es decir, quiere resolver el problema. (Campistrous & Rizo, 1996)

El estudio del pensamiento matemático, la actividad matemática y la resolución de problemas, en su interrelación, revela en los trabajos de A. H. Schoenfeld, cuatro categorías: (Schoenfeld, 1985)

- Los recursos se refieren a los conocimientos matemáticos que el sujeto posee y cómo accede a ellos para su utilización.
- La heurística se refiere a las estrategias matemáticas generales para resolver exitosamente problemas, teniendo en cuenta la naturaleza de cada una y el tipo de conocimiento que requiere para implementarlas.
- El control se refiere a cómo lograr un hacer competente y poder evaluar de qué depende la actuación matemática.
- El sistema de creencias se refiere al conjunto de entendimientos acerca de qué es lo que la Matemática establece y el contexto psicológico en el que el sujeto hace Matemática, aquí se argumenta que la visión matemática de las personas determina su orientación hacia los problemas, los instrumentos y cómo las técnicas en las cuales la persona cree son relevantes, incluso su acceso inconsciente está potencialmente relacionado constituyendo un material útil.

Consideramos que, las categorías descritas, reflejan más la responsabilidad del alumno, y no del profesor, en el proceso de enseñanza aprendizaje, aquellas condiciones que él debe ser capaz de desplegar para poder enfrentar el objetivo formativo fundamental que es resolver los problemas, que en cada nivel de su desarrollo se plantean.

Lo dicho fundamenta que las autoras del presente trabajo compartan el planteamiento de González al decir que los problemas permiten la adquisición de enfoques generales que ayudan a enfrentar situaciones matemáticas diversas, ayudan a “aprender a aprender”. (González, 1987)

Un aspecto de interés en la labor docente metodológica es el estudio de las condiciones que poseen los alumnos para encontrar vías de solución, para construir o utilizar estrategias de razonamientos, elaborar esquemas, y particularmente cuál es su disposición para enfrentar los procesos de búsqueda de forma individual o colectiva. Todos estos elementos han de tenerse en cuenta desde la concepción del proceso enseñanza-aprendizaje y mantenerse presente en su organización, ejecución y control.

Al asumir que las habilidades constituyen el domino de acciones (psíquicas y prácticas) que permiten la regulación racional de la actividad, con ayuda de los conocimientos y hábitos que el sujeto posee (Brito, 1987), estamos adoptando el paradigma que considera la habilidad como acción creadora en constante perfeccionamiento.

Al constituir la resolución de problemas una habilidad entonces es susceptible de formación y desarrollo con la sistematización de las acciones subordinadas a cada uno de los componentes que la estructuran, atendiendo su conceptualización en el problema y las condiciones del sujeto que lo resuelve.

En el momento del diseño y organización del proceso enseñanza-aprendizaje el docente identificado con lo anteriormente expuesto debe asumir la habilidad resolver problema como expresión de la preparación del alumno para elaborar y aplicar el sistema de acciones inherentes a situaciones problémicas presentadas durante el proceso enseñanza-aprendizaje en cualquiera de sus formas de organización, incluida la autoperparación.

La autoperparación de los estudiantes es una forma organizativa del proceso enseñanza-aprendizaje contemplada en el Reglamento Docente de la Educación Superior del 2007, que se caracteriza por el trabajo independiente de los alumnos sin la presencia del profesor y se constituye en la forma de organizar el proceso por excelencia para garantizar la independencia cognoscitiva del estudiante.

En la literatura especializada algunos autores reconocen la independencia cognoscitiva como una capacidad del hombre para plantear y resolver problemas cognoscitivos (Tejada, 1980), (Majmutov, 1983), aunque otros la consideran como una cualidad de la personalidad (Rojas, 1978), (Álvarez de Zayas, 1999), pero asumen que se manifiesta como una capacidad.

En todos los casos es posible definir un conjunto de elementos que indican la existencia de independencia cognoscitiva: a) la habilidad del alumno de alcanzar, de forma independiente, nuevos conocimientos de diferentes fuentes y la de adquirir nuevas

habilidades y hábitos; b) la habilidad de emplear los conocimientos, habilidades y hábitos adquiridos para la autosuperación ulterior; c) la habilidad de emplearlos en su actividad práctica para resolver cualquier tipo de problemas planteados por la vida. El nivel en que se hayan desarrollado estas habilidades permitirá graduar el desarrollo de la independencia cognoscitiva.

Los autores mencionados coinciden en afirmar que la independencia cognoscitiva puede ser desarrollada y el medio más efectivo para hacerlo en el proceso de enseñanza - aprendizaje es el trabajo independiente, entendiendo este como un sistema de organización de las condiciones pedagógicas, que garantiza la dirección de la actividad docente de los alumnos, que se realiza en ausencia del profesor y sin su ayuda directa, y que debe ser controlado de forma sistemática, y en correspondencia con lo que se ha asimilado individualmente.

El trabajo independiente tiene tres rasgos esenciales: actividad, creatividad e independencia, es decir, la participación de los alumnos como ejecutantes, el uso de sus habilidades y conocimientos y el trabajo por sí mismo, sin la orientación directa y constante del profesor.

Suele clasificársele atendiendo a la naturaleza de la actividad que se realiza. Por ejemplo: elaboración de resúmenes, cuadros sinópticos, esquemas, ejemplos, ejercicios y problemas. El uso de problemas es frecuente pues su eficiencia radica en su vinculación con la vida y las experiencias de los alumnos, la variedad de situaciones y una dirección que permite la asimilación de procedimientos generales de solución.

En el trabajo independiente se incluye tanto la aclaración del contenido del material docente, como su consolidación, la que se realizará a través de tareas de búsqueda para detectar las regularidades, encontrar los principios para resolver los problemas, etc., con la presencia de informaciones, e indicaciones indirectas para los alumnos.

De esta manera la tarea docente se presenta como el recurso didáctico idóneo para desarrollar la independencia cognoscitiva de los alumnos.

Las tareas pueden estar dirigidas a:

- fijar el contenido elaborado durante la clase y ejercitar las habilidades adquiridas,
- posibilitar la preparación de condiciones necesarias para el tratamiento de la nueva materia de enseñanza,
- facilitar que se realicen ejercicios de carácter creador y
- propiciar la atención diferenciada de la enseñanza.

La organización, planificación y orientación del estudio independiente no debe dejarse a la espontaneidad sino que debe ser el resultado de un serio trabajo metodológico del docente y debe ser regido por los siguientes principios: (Arteaga, 2001)

1. Principio de la diferenciación e individualización de las tareas creativas.

2. Principio del incremento gradual del grado complejidad y el grado de dificultad de las tareas creativas.

3. Principio del incremento sistemático de la actividad y la independencia de los alumnos en el proceso docente.

4. Principio de la influencia recíproca de lo grupal y lo individual en la actividad cognoscitiva independiente creadora del alumno.

Debe diferenciarse el trabajo independiente como actividad orientada y controlada por el docente, la cual está dirigida a las necesidades de todos los estudiantes; aunque estas puedan ser atendidas de forma diferenciada, del estudio individual o actividad de autopreparación que planifica el propio estudiante dirigido a sus necesidades particulares. La relación entre estos dos conceptos está dada en que el estudiante es centro de la actividad y la tarea escolar es el medio para el aprendizaje, ya sea orientada por el docente (trabajo independiente) o seleccionada por el propio alumno (estudio individual o autopreparación).

Si bien es importante la planificación y orientación del trabajo independiente para lograr desarrollar la independencia cognoscitiva resulta también indispensable la acción del control y evaluación del trabajo independiente.

El control debe realizarse desde la propia orientación y pueden utilizarse diversas formas. Este incluye tanto el de asimilación de los conocimientos, desarrollo de habilidades, como de las operaciones y pasos orientados lo que da la oportunidad de retroalimentación y de influir en la motivación. El control sigue la marcha de la acción, confronta los resultados obtenidos con el modelo proyectado, refuerza y desarrolla el autocontrol, autovaloración, metacognición y la autorregulación. (Collazo & Puentes, 1995)

Los resultados del trabajo independiente pueden ser concretados de forma escrita, oral, de manera práctica o combinando alguna de estas alternativas, pueden confeccionarse informes, propiciar un intercambio de ideas con preguntas a través de una conversación aplicando todo aquello que le da al profesor una idea de cómo van trabajando los alumnos. Cualquiera que sea la técnica que se seleccione debe ser confiable, ajustarse a lo que es necesario evaluar, ser diferenciada, justa, aplicable y servir para potencial un aprendizaje significativo, desarrollador.

La Simulación es la asignatura que cierra la disciplina denominada Matemática Aplicada, la cual justifica su presencia en el plan de estudio de los Ingenieros Industriales al dedicarse a estudiar la modelación probabilística y estadística de los procesos de que se ocupa la ingeniería industrial para caracterizarlos a través de su variabilidad, así como modelos y métodos matemáticos de investigación de operaciones, que contribuyen a analizar, diseñar, operar, mejorar y dirigir procesos de producción servicios, posibilitando la toma de decisiones fundamentadas científicamente. De hecho, esta disciplina proporciona los métodos matemáticos de mayor uso y utilidad para el ingeniero industrial

La asignatura tiene los siguientes objetivos instructivos: (Plan de Estudio D Ingeniería Industrial, 2007)

1. Dominar los conceptos básicos necesarios para poder comprender los problemas de sistemas de servicios e inventarios, en particular y otros procesos discretos, identificando los elementos que caracterizan a estos tipos de problemas.
2. Aplicar métodos matemáticos analíticos a la solución de este tipo de problema cuando ello sea posible.
3. Analizar y resolver estos y otros problemas de decisión, a través del análisis de la simulación de las distintas alternativas planteadas con la ayuda de las computadoras.
4. Analizar e interpretar económicamente las soluciones obtenidas y evaluar con rigor estadístico las soluciones planteadas.

A partir de estos objetivos el trabajo metodológico debe encaminarse a que el estudiante comprenda los fenómenos y procesos de naturaleza estocástica, fundamentalmente discreta, contribuyendo al desarrollo de la capacidad en los estudiantes de modelarlos matemáticamente.

En el desarrollo de cada tema el profesor debe hacer referencia a ejemplos que ilustren la potencialidad de los modelos tratados, de manera que ubique al estudiante en problemas vinculados con la realidad económica, además de que sirvan al mismo tiempo para la mejor comprensión de los aspectos teóricos de la asignatura.

Los ejercicios que se utilicen en las actividades prácticas deberán estar vinculados a la práctica profesional del ingeniero industrial, donde a partir de los valores hallados de los parámetros buscados se tome una decisión, recomendándose, siempre que sea posible, utilizar un criterio económico para discriminar alternativas durante el proceso de toma de decisiones.

A continuación se muestra el plan temático de la asignatura:

Tabla 1. Plan temático

<i>Tema</i>	<i>Contenido</i>	<i>C</i>	<i>CP</i>	<i>L</i>	<i>S</i>	<i>Total</i>
I	Inventarios	4	6	-	2	12
II	Colas	2	8	2	2	14
III	Simulación	8	6	12	4	30
T O T A L		14	20	14	8	56

En los primeros temas de la asignatura se definen los problemas de inventario y colas, estudiándose los modelos matemáticos que los representan, así como los métodos analíticos de resolución para tratarlos. La utilización de estos modelos exige el cumplimiento de determinados supuestos, que con frecuencia no se cumplen lo cual limita la aplicación de las técnicas analíticas en la práctica y justifican la utilización de la simulación a pesar de adolecer de las desventajas propias de las técnicas estadísticas.

Lo dicho justifica que en la primera actividad del tema de simulación se utilice un ejemplo de cola visto en actividades anteriores, pero asumiendo nuevas condiciones que impliquen

la violación de algún supuesto de los exigidos para la aplicación de los modelos estudiados en el tema anterior, puede ser referido al patrón de llegada al sistema, como al servicio con respecto a la disciplina con que se brinde o a la distribución de probabilidad del tiempo de servicio. De esta manera se motiva el nuevo contenido a tratar, la simulación manual, demostrando su capacidad para resolver este tipo de situaciones, además de otras de naturaleza estocástica. Al resolver el problema presentado también se muestra la desventaja de la simulación en cuanto a la precisión de los resultados, que ahora son estimaciones que para garantizar su calidad se requiere un buen diseño del experimento, cuya corrida conlleva a realizar un gran volumen de cálculos, lo cual obliga a la utilización de la computadora, que será el objeto de estudio en las actividades posteriores: la simulación por computadora. A continuación se muestra el tiempo que se dedica a cada temática:

Tabla 2. Distribución del fondo de tiempo por temática en el tema de Simulación

Temática	C	CP	L	Total
Simulación Manual	2	6	-	8
Simulación por Computadora	6	-	16	22
Total	8	6	16	30

El objetivo que se persigue con la simulación manual es la comprensión de la filosofía de la técnica, pues la implementación práctica solo es posible con la computadora, lo cual justifica el contraste entre el tiempo dedicado a cada temática.

El software estudiado en clases para la simulación por computadora es el Arena, el cual combina las bondades de los lenguajes de simulación y de los simuladores. El Arena no es más que un generador de modelos Siman con un ambiente gráfico que facilita al usuario realizar experimentos de simulación sobretodo de sistemas discretos, además posee un analizador estadístico para los datos de entrada y salida y facilidades para la animación. Todas estas características contribuyen de manera positiva a la comprensión de los sistemas a estudiar con las técnicas de simulación.

En la planificación de la enseñanza referida a la simulación por computadora la estrategia recomendada está fundamentada en el principio de aprender haciendo y reflexionando sobre lo realizado, evaluando los resultados. De esta manera no se realizan actividades teóricas presenciales para la enseñanza del Siman, sino que las actividades teóricas se dedican a la comprensión de los problemas a tratar y a los comandos Arena para su modelización, además de insistirse en el diseño del experimento de simulación considerando las características del sistema objeto de estudio.

El colectivo de profesores de la asignatura confeccionó un material didáctico con las orientaciones para cada una de las actividades a desarrollar en el curso. En el caso de las conferencias con la bibliografía a consultar precisándose en cada caso los epígrafes a estudiar, los ejemplos resueltos a revisar y los propuestos a desarrollar, que luego fueron discutidos en la actividad práctica correspondiente.

Las tareas docentes orientadas a los estudiantes para su estudio independiente fueron algunas de carácter teórico, donde consultaban la bibliografía recomendada ó la localizada por ellos mismos en la Internet. Siempre se trató de que fuesen contenidos afines al perfil

del ingeniero industrial, buscando hacer significativo el conocimiento para motivar el trabajo independiente. También se diseñaron tareas aplicativas donde los estudiantes debían valerse del contenido estudiado, a veces parcialmente, por lo que debían completar el conocimiento de manera autodidacta.

En el caso de los seminarios, planificados en cada tema, vale la pena destacar que fueron orientados problemas de mayor nivel de dificultad, que en el caso de los temas de Inventario y Colas era necesario la identificación del modelo, la precisión de los parámetros que respondían a las situaciones presentadas, deducción de expresiones matemáticas para el cálculo de aquellos que no aparecen en los formularios respectivos y por último la toma de decisión en el contexto del problema considerando criterios económicos, de tiempo u otros según fuera el caso. Para el seminario del tema de simulación, los problemas presentados siempre fueron de colas donde se violaban los supuestos exigidos para la aplicación de los modelos analíticos estudiados en clases, lo cual obliga al diseño de un experimento de simulación a partir de un modelo construido sobre el simulador Arena

El curso fue montado en la plataforma interactiva de la intranet de la Universidad, lo que permitió el intercambio entre alumnos y docente fuera del aula, tanto para la discusión, aclaración de dudas y entrega de informes pedidos en la orientación de las actividades no presenciales, para las cuales fue planificado su control en algunos casos en seminarios y en otros a través de tareas en la Web.

Conclusiones.

El desarrollo de habilidades en la resolución de problemas matemáticos en los estudiantes es una aspiración en los diferentes niveles educacionales, sin embargo constituye aun una meta por alcanzar. De ahí que se requieran esfuerzo para sistematizar estrategias durante las clases de matemáticas que contribuyan a la formación de esta habilidad.

El estudio independiente puede ser planificado para que la autopreparación sirva como estructura organizativa del proceso enseñanza-aprendizaje que además de potenciar a la independencia cognoscitiva de los estudiantes contribuya al desarrollo de la habilidad resolución de problemas, todo bajo el paradigma de que los estudiantes aprendan haciendo, siempre bajo el monitoreo del trabajo llevado a través del control de las actividades orientadas, aprovechando los diferentes espacios que hoy las tecnologías ofrecen.

Bibliografía.

Álvarez de Zayas, C. (1999). *La escuela de la vida*. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

Arteaga, E. (2001). *El sistema de tareas para el trabajo independiente creativo de los alumnos en la enseñanza de la matemática en el nivel medio superior*. Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas.

Brito, H. (1987). *Psicología general para los Institutos Superiores Pedagógicos*. Ciudad de La Habana.

- Campistrous, L., & Rizo, C. (1996). *Aprende a resolver problemas aritméticos*. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.
- Collazo, B., & Puentes, M. (1995). *La orientación en la actividad pedagógica*. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.
- De Guzmán, M. (1992). *Tendencias innovadoras en educación matemática*. Buenos Aires: Olímpica.
- González, F. (1987). Trascendencia de la Resolución de Problemas de Matemática. *En Paradigma, VIII(2)*, 252.
- Larkin, J., & Reif, F. (1979). Understanding and teaching problem solving in physics. . *European Journal of Science Education, 1(2)*, 191-203.
- Majmutov, M. (1983). *La enseñanza Problémica*. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.
- Newel, A., & Simon, H. (1972). *Human problem solving*. New York: NJ Prentice Hall.
- Nota Editorial. (1992). *Educación Matemática, 4(3)*, 5.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Madrid: Tecnos.
- Plan de Estudio D Ingeniería Industrial (2007)*. Ciudad de La Habana.: Ministerio de Educación Superior.
- Rojas, C. (1978). El trabajo independiente de los estudiantes. Su esencia y clasificación. *Revista Varona, I(1)*, 5.
- Schoenfeld, H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. . California: Academic Press INC.
- Tejada, J. (Abril-Junio de 1980). Algunas consideraciones sobre el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos a través de las clases de Historia. *Educación, X(37)*.