

ESIRP: ESTRATEGIA INTELIGENTE PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Cecilio Silveira Cabrera

Escuela Colombiana de Ingeniería – Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá (Colombia)

Resumen

ESIRP es la sigla que denota Estrategia Inteligente para la Resolución de Problemas; se fundamenta en la teoría de un sistema experto, área de la inteligencia artificial y en la teoría psicológica del aprendizaje; su objeto es la resolución de problemas. Entre las competencias básicas profesionales que se pretenden integrar en los estudiantes de ingenierías se encuentran: la capacidad para identificar y proponer alternativas de solución a problemas; la de análisis y síntesis; la de aplicar los conocimientos a la práctica y la de trabajar de forma autónoma entre otras. La aplicación de ESIRP y Debate contribuye significativamente a la formación de estas competencias. El trabajo expone los aspectos teóricos y la experiencia acumulada al aplicar ambas estrategias en el proceso de formación del ingeniero. Consta de 6 fases que se señalan con: identificación del problema; búsqueda de información; marco teórico; desarrollo y cálculo; análisis del resultado y aplicación.

Palabras clave: Resolución de problemas, formación de competencias.

Abstract

ESIRP is an acronym that denotes Intelligent Strategy for the Resolution of Problems; it is based in the theory of an expert system, area of the Artificial Intelligence and in the psychological theory of the learning; its object is problems resolutions. Among the competences basic professionals that seek to be integrated in engineering students are: capacity to identify and to propose problems solution alternatives; capacity of to analyze and to synthesize; to apply knowledge to practice and to work autonomous way among others. ESIRP application and it Debates contributes significantly to formation of these competences. This paper show theoretical aspects and accumulated experience when applying both strategies in engineer's formation process. It consists of 6 phases that are pointed out with: identification of the problem; search of information; theoretical frame, development and calculation; analysis of the result and application.

Key words: Problems resolutions, competences formation.

Introducción

Unas de las cualidades de un profesional de la ingeniería es poseer las competencias necesarias para detectar los problemas que se manifiestan en su

esfera y campo de acción y hallar las vías más efectivas para su solución (Mena, 2006). Para ello, no bastan los aspectos teóricos adquiridos en su formación, sino que necesita de un método y de una estrategia donde se explicita cómo reducir un

problema real a un modelo teórico y cómo aplicar el contenido científico a la solución, en otras palabras, saber cuándo y cómo el conocimiento debe ser aplicado y si la respuesta satisface al problema original.

Los textos que se usan como bibliografía no se adecuan a estos requerimientos. Por lo general, la estrategia adoptada no es explicitada por los autores, apareciendo la aplicación teórica como natural y única elección del sistema físico o modelo, y no como una construcción intelectual conveniente y posible. La fundamentación teórica o modelo físico se selecciona sin ninguna explicación, sin justificación y sin consideración de otras alternativas.

La aplicación de un modelo o de una estrategia de resolución de problemas no deja de ser una de las principales preocupaciones de los docentes en la educación superior que buscan mejorar la calidad y la eficiencia del proceso de formación y para superar las dificultades que presentan los estudiantes en cada etapa del proceso.

El trabajo presenta los aspectos teóricos y prácticos de una estrategia que auxilia la formación de las competencias básicas para la resolución de preguntas, ejercicios y problemas mejorando su desempeño en un periodo de tiempo relativamente corto y se fundamenta en los principios de un sistema experto, técnica que utiliza la inteligencia artificial para la resolución automática de problemas, y en la teoría psicológica del aprendizaje.

La resolución de problemas

Como estrategia didáctica, la resolución de problemas es una actividad académica eficaz donde el estudiante a través de una situación planteada puede adquirir ciertas competencias profesionales, ocupando un lugar relevante en el proceso de formación profesional. A decir de Concari (2005), son considerados como problemas todos aquellos a los que el estudiante se enfrenta, tanto en situaciones ficticias como para la evaluación: problemas propuestos oralmente en el salón de clases, problemas propuestos en los textos o en las guías de estudio, problemas de tipo experimental abordados en los ambientes de laboratorio o en pequeñas investigaciones.

Se entiende como un problema, un acontecimiento real detectado que requiere un cambio, ajuste o explicación que se manifiesta en la mente del sujeto en forma de contradicción entre lo conocido y lo que está por conocer, el sujeto no posee la solución o la explicación pero siente la necesidad de la búsqueda, la consecución de procedimientos que conlleva procesos intelectuales y operativos semejantes a los que se siguen en una investigación científica lo pueden conducir a la solución. Para Reif (1981, 1987) y Reif, Larkin & Bracket (1976) en Concari (2005), estos procedimientos básicamente son: la descripción y análisis del problema, la síntesis de la solución y la evaluación de la solución.

Un impedimento que los estudiantes encuentran en la resolución de problemas suele estar en la dificultad de hacer conscientes y explícitos aspectos como: cuál es el modelo, el principio o la ley del sistema en estudio. La primera fase a enfrenar y que también es una traba para el estudiante es la identificación de la pregunta o problema a resolver que conduce a identificar el modelo físico y éste a la búsqueda de información sobre la cuestión. Este proceso de separar las partes es la clave para entender una determinada situación problemática y es fundamental para la comprensión y aplicación consecuente de un modelo, una ley o un principio físico para la resolución.

El estudio realizado por Concari y Giorgi (1999) en los libros de textos de física sobre cómo se presentan los problemas resueltos de mecánica concluye que los libros de textos de física de uso más frecuentes en el proceso de formación no se adecuan a una forma de razonamiento, los modelos físicos empleados no son prácticamente explicitados por los autores, apareciendo como natural y única la elección del sistema físico y del modelo, y no como una construcción intelectual conveniente y posible, entre otras. En la totalidad de los ejemplos de la muestra estudiada, según los autores citados, el sistema físico objeto de estudio ha sido seleccionado sin ninguna explicación, sin justificación de dicha elección y sin consideración de otras alternativas.

El diseño de una estrategia de resolución de problema se hace imprescindible para contribuir a la formación de habilidades y destrezas para identificar y proponer

alternativas de solución a problemas. La estrategia de resolución de problemas es un instrumento para contribuir a mejorar la calidad de la formación y superar las dificultades que presentan los estudiantes.

Sistema experto

Un sistema experto es una rama de la inteligencia artificial y su objeto es imitar las actividades de los humanos en la resolución de problemas de distintas áreas del saber. Igualmente, se puede interpretar como un capítulo de la inteligencia artificial que ejecuta, a partir de una base de conocimientos, algunas tareas que normalmente requieren cierto nivel de experiencia por parte del humano. Estos programas usualmente logran satisfacer inferencias usando un conjunto de reglas para interpretar entradas y generar una salida que suene a inteligente. En ambas definiciones se destaca que un sistema experto se diseña para resolver problemas.

Un sistema experto está conformado por:

- **Base de conocimientos:** Contiene un sistema de conocimiento modelado
- **Base de hechos:** contiene los hechos sobre un problema que se ha descubierto
- **Motor de inferencia:** Modela el proceso de razonamiento humano.
- **Subsistema de explicación:** Explica el razonamiento.
- **Interfaz de usuario:** es la interacción entre el SE y el usuario y se realiza mediante el lenguaje natural.

A partir de la estructura de un sistema experto es que se hace la propuesta para el diseño de la Estrategia Inteligente para la Resolución de Problemas (ESIRP) donde:

- **Base de conocimientos:** son las competencias del sujeto para resolver problemas; se refiere al sistema de conocimientos, a las habilidades, a las destrezas y a los valores necesarios para resolver un problema. Cuando se refiere al sistema de conocimientos está indicando a los modelos, los conceptos, las leyes y los principios que posee el sujeto.

- **Base de hechos:** sistema de hechos que se manifiesta en un contexto que identifican al problema y el sujeto debe identificar.
- **Motor de inferencia:** es el procedimiento mental que utiliza el sujeto para procesar los hechos e identificarlos con la base de conocimientos; es decir, que el sujeto a partir de unos hechos particulares realiza un vínculo con hechos generales e identifica el modelo adecuado que se ajusta a las condiciones descritas por los hechos.
- **Subsistema de explicación:** es la parte final del proceso donde el sujeto es capaz de analizar, procesar y llegar a resultados, obtener conclusiones y explicar la lógica de razonamiento de su propuesta de solución.
- **Interfaz de usuario:** se puede identificar con los órganos sensoriales del sujeto.

Estrategia de resolución de problemas

Según Mintzberg & Quinn (1993), la estrategia es un plan; es una ruta de acción conscientemente deseada y determinada anticipadamente, con la finalidad de asegurar el logro de los objetivos planteados. Para nuestro caso se interpreta como el conjunto de acciones o comportamientos con un fin determinado.

Las acciones que se proponen son las siguientes:

1. **Identificación del problema:** Esta acción se identifica con la interfaz del usuario. Es donde a través de los órganos sensoriales puede detectar el problema en un contexto determinado. Donde:
 - Reconoce o identifica el problema
 - Identifica la pregunta o problema a resolver
 - Expresa la pregunta o problema en un lenguaje físico – matemático
2. **Recopilación de la información:** Esta fase del proceso se identifica con la base de hechos, el sujeto recopila información sobre el problema. Donde:
 - Identifica la información esencial.
¿De quién, de qué o sobre qué se habla?
Información sobre el sujeto. ¿Qué se dice sobre el sujeto?

- Expresa la información en un lenguaje físico-matemático.
3. Fundamentación teórica: es la acción que realiza el sujeto para establecer la relación entre el problema, la información disponible y la base de conocimiento que posee, relacionada con los modelos, leyes, etc., donde:
- Identifica el campo de acción del problema.
 - Identifica la temática en que se enmarca el problema
 - Identifica el contenido según la pregunta y la información disponible.
 - Identifica el modelo, ley, concepto y/o principio necesario para la solución del problema.
 - Expresa en un lenguaje físico – matemático el contenido
4. Desarrollo y cálculo: En esta fase el sujeto es capaz de usar su base de conocimiento relacionado con las habilidades y destrezas para realizar operaciones algebraicas y cálculos matemáticos, donde:
- Argumenta a través de un lenguaje escrito u oral o ambos, el planteamiento de la solución total o parcial del problema empleando una nomenclatura matemática lógica, clara y rigurosa
 - Obtiene una expresión de la solución literal del problema
 - Realiza el cálculo matemáticos de manera manual o con apoyo de medios de electrónicos.
 - Expresa correctamente el resultado de los cálculos: cifras significativas, normas de redondeo, unidades, prefijos, notación científica y nomenclaturas
5. Análisis del resultado: Esta fase del proceso que agrupa al resto de las acciones corresponde a la etapa del subsistema de explicación de los resultados, donde:
- Reconoce la validez científica del resultado
 - Identifica la veracidad del resultado
 - Reconoce los límites de validez del resultado
6. Aplicación a la vida o la especialidad:
- Identifica las posibles aplicaciones del contenido a la vida y/o a la especialidad

- Propone una o varias aplicaciones a la especialidad

7. Presentación del resultado

- Presenta el resultado de forma oral o escrita ante el grupo
- Propicia el debate y a la reflexión colectiva
- Trabaja en equipo y cooperativamente
- Apoya la explicación con algún medio audiovisual
 - Se utiliza con eficiencia
 - Presenta calidad
- Utiliza un lenguaje físico matemático adecuado
- Utiliza el lenguaje materno adecuadamente
- Utiliza la tecnología informática como apoyo a la presentación

Ejemplo de la aplicación de la estrategia

Problema resuelto. (Metodología inteligente de resolución)

Un cuerpo sujeto a un resorte ejecuta un movimiento armónico simple a una frecuencia de 12 Hz. La amplitud del desplazamiento es de 8 cm. Escriba la ecuación para el desplazamiento como función del tiempo si para $t = 0$ el desplazamiento es cero. Ejemplo tomado de Blatt (1991).

ETAPA 1 PREGUNTA A RESOLVER

Pregunta a resolver:

Ecuación para el desplazamiento

$$X(t) = A \cos (w t + \varphi)$$

ETAPA 2. INFORMACIÓN

Información del problema

1. El cuerpo realiza un MAS
2. Frecuencia $f = 12$ Hz.

3. Amplitud $A = 8 \text{ cm}$
4. condición inicial $X(0) = 0$

ETAPA 3 FUNDAMENTACION TEÓRICA

Fundamentación teórica

De la información (1) el cuerpo realiza un MAS, nos apoyaremos en la teoría de los sistemas que realizan un MAS. De ella emplearemos:

La ecuación para el desplazamiento (para responder a la pregunta)

$$X(t) = A \cos(wt + \varphi) \quad w = 2\pi f$$

ETAPA 4 DESARROLLO Y CÁLCULO

Desarrollo y cálculo

Para determinar la ecuación $X(t) = A \cos(wt + \varphi)$ Es necesario conocer los parámetros de la misma: A , w y φ

Amplitud A

De la información (3) se conoce que $A = 8 \text{ cm}$

Frecuencia angular w

Con la expresión de la frecuencia angular $w = 2\pi f$ se determina, por la información (2)

$$w = 2\pi (12 \text{ 1/s})$$

$$w = 24\pi \text{ rad/s}$$

Fase inicial φ

De la información (4) $X(0) = 0$

$$X(0) = A \cos(w(0) + \varphi)$$

$$X(0) = A \cos(\varphi)$$

Como $X(0) = 0$

$$0 = A \cos(\varphi) \text{ por tanto } \arccos(0) = \varphi \text{ (donde el coseno vale cero)}$$

$$\varphi = \pi/2, -\pi/2, 3\pi/2, -3\pi/2, \dots$$

ETAPA 5 SOLUCIÓN

Solución

$$X(t) = 8 \text{ cm} \cos(24\pi t + \pi/2)$$

ETAPA 6 ANÁLISIS DEL RESULTADO

Análisis del resultado

Observe que el resultado también se puede expresar como:

$$\cos(24\pi t + \pi/2) = \cos(24\pi t) \cos(\pi/2) - \sin(24\pi t) \sin(\pi/2)$$

(Identidad trigonométrica de suma de dos ángulos) como $\cos(\pi/2) = 0$ y $\sin(\pi/2) = 1$

$$\cos(24\pi t + \pi/2) = -\sin(24\pi t)$$

significa que el sistema empezó en origen pero en sentido negativo

$$X(t) = -8 \text{ cm} \sin(24\pi t)$$

Conclusiones

Se ha diseñado una estrategia de la física teniendo en cuenta los objetivos de formación profesional, las características del contenido disciplinar y las dificultades que los estudiantes tienen en los procesos de modelización y de resolución de problemas, que contribuye a entender y comprender el proceso para la solución de un problema didáctico que se puede extender a una situación problemática real.

El 100% de los estudiantes una vez conocida la estrategia la utilizan en la solución de los problemas de física, falta indagar si una vez concluido el ciclo lo utilizan en otras disciplinas. La mayor dificultad de los estudiantes es establecer el marco teórico.

Referencias

- MENA LORENZO, Jorge Lorenzo, (2003). III Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria: “La Conferencia Investigativa de Física en el Marco de una Carrera Técnica”. Universidad de Pinar del Río. Cuba. Consultado el 5 de julio de 2005 en <http://www.fisica.uh.cu/tibero/fisedu/tibero2003/t6.rtf>
- CONCARI, S. y GIORGI, S. (2000). Los problemas resueltos en textos universitarios de física. Publicado en la revista Enseñanza de las Ciencias. Documento consultado el 7 de julio de 2005 en <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v18n3p381.pdf>
- CONCARI, Sonia B. (2005). El modelado y la resolución de problemas: ejes para la enseñanza de la física para ingenieros. GIDEAF, Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. Documento consultado el xx de xx de xxx en <http://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/concari.htm>
- REIF, Frederick. (1981). Teaching problem-solving. A scientific approach. The Physics Teacher, pp. 310-316.
- REIF, Frederick (1987). Instructional Design, Cognition, and Technology: Applications to the Teaching of Scientific Concepts. Journal of Research in Science Teaching, 24 (4), pp 309-324
- REIF, F.; LARKIN, J.H. & BRACKETT, G.C. (1976). “Teaching general learning and problem-solving skills”. American Journal of Physics, 44 (3), pp 212-217.
- CONCARI, S.; POZZO, R. y S. GIORGI, S. (1999). “Un estudio sobre el rozamiento en libros de física de nivel universitario”. Enseñanza de las Ciencias, 17 (2), pp 273-280.
- MINTZBERG, H. & QUINN J. (1993). El concepto de estrategia. En Destreza en la estrategia. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México. Documento consultado en julio de 2005 en <http://www.monografias.com/trabajos11/henrym/henrym.shtml>
- BLATT, Frank J. (1991) Fundamentos de Física. Prentice-Hall Hispanoamericana. 3ª. edición, México, pp 378.

Sobre el autor

Cecilio Silveira Cabrera

Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Colombiana de Ingeniería. Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad Autónoma de Colombia, csilveir@escuelaing.edu.co csilveir@fuac.correo.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.