

Modelo Conceptual de un Sistema Basado en Conocimiento para la Selección de Estrategias Educativas en Carreras de Ingeniería

Alejandro Hossian¹, Lilian Cejas¹, Ramón García Martínez², Verónica Olivera¹

⁽¹⁾Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional del Neuquén

⁽²⁾Universidad Nacional de Lanús, Grupo de Investigación en Sistemas de Información

Abstract

El objetivo principal del presente artículo se focaliza en el diseño de un “Modelo Conceptual” de un Sistema Basado en Conocimiento (SBC), que le permita al educador efectuar una adecuada selección de aquellas estrategias educativas que mejor se ajusten al ambiente de aprendizaje en el cual deben interactuar educadores y educandos. En este sentido, el modelo conceptual propuesto, el cual se intenta implementar desde el punto de vista informático mediante un SBC o también llamado “Sistema Experto”, contempla la interacción de determinadas variables educativas que se consideran vitales para la obtención de dichas estrategias. Entre estas variables se pueden citar: características del estudiante, tipo de contenido a enseñar, objetivos educativos y ambiente de aprendizaje entre otras. Mediante el desarrollo de esta investigación se intenta encontrar estrategias y actividades de instrucción que le permitan a los estudiantes elevar su nivel de abstracción para poder afrontar con éxito el abordaje de aquellos casos de estudio que dificultan su proceso de aprendizaje, sobre todo en los años iniciales de las carreras de ingeniería. Las conclusiones más relevantes que este equipo de investigación está en condiciones de relevar en esta primera etapa de implementación del proyecto, se focalizan en una leve mejora en los niveles de aprobación de exámenes parciales, como así también en una mayor cooperación entre los estudiantes; lo cual hace posible que aquellos que presenten mayores dificultades en la asimilación de conocimientos, se vean beneficiados como consecuencia de este proceso de cooperación. En un futuro próximo, se espera extender el alcance del presente proyecto al ciclo superior de las carreras de ingeniería, rediseñando el modelo conceptual a tal efecto.

Palabras Clave

Estudiante, Modelo Conceptual, Nivel de Abstracción, Sistema Experto y Modelo de Instrucción.

1. Introducción

La base conceptual que actúa de soporte del presente artículo de investigación, se

focaliza en el trabajo de tesis de maestría dentro del campo disciplinar de la Ingeniería del Conocimiento, la cual fue desarrollada y defendida por el autor en la Universidad Politécnica de Madrid y cuyo título es: “Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias y Actividades de Instrucción”. La idea rectora de dicha tesis, y sobre la cual está trabajando este grupo de investigación radicado en la Facultad Regional Neuquén (FRN) de la Universidad Tecnológica Nacional, consiste en la construcción de un sistema experto que recomienda estrategias y actividades de enseñanza en función de variables educativas tales como: los objetivos de aprendizaje, el tipo de contenido a enseñar, las características del estudiante, y el entorno en el cual tiene lugar el aprendizaje, entre otras [1]. La implementación gradual y progresiva de este proyecto de investigación y mejora en el seno de la FRN, aspira a que docentes y estudiantes concentren sus esfuerzos en el perfeccionamiento de los procesos de enseñanza de los contenidos temáticos pertenecientes al ciclo básico de las carreras de ingeniería. En esta línea de análisis, cabe señalar que el contexto en el que se ha originado este trabajo, se ha ido delineando en base al análisis de las diferentes etapas que debe atravesar el estudiante del ciclo básico de la carrera de ingeniería hasta adquirir el grado de madurez suficiente para confeccionar y resolver un modelo simplificado de la realidad asociada con un determinado problema que se le plantea. En este sentido, se consideró apropiado hacer uso del mencionado sistema experto como una herramienta informática que le sirva de

soporte al cuerpo docente para adoptar un modelo de instrucción que esté acorde con la fase de desarrollo cognitivo en la que se encuentra el educando; de esta manera, la estructura cognitiva¹ del estudiante estaría en condiciones de abordar casos de estudio correspondientes a los años superiores.

1.1 Aspectos Teóricos

Es importante hacer mención a las principales herramientas teóricas que han servido de base para la construcción del sistema experto, a saber:

Concepto de Instrucción: la idea central del significado de este término, se basa en la creación intencional de condiciones en el ambiente de aprendizaje a los fines de obtener aquellos objetivos educacionales que se consideran primordiales para él instructor [2]. De esta forma, se logran motorizar los mecanismos de interacción del estudiante con las experiencias de aprendizaje que suministra el ambiente en el cual tiene lugar la instrucción, tales como materiales de respaldo, herramientas y personas; con la idea de facilitar el proceso de aprendizaje [3]. Desde un enfoque más didáctico, puede considerarse a la instrucción como un conjunto de actividades de aprendizaje, las cuales están diseñadas para facilitar al estudiante la obtención de las metas curriculares y los objetivos que la componen [4]. Las actividades pueden definirse como todo lo que se espera que hagan los educandos para aprender, practicar, aplicar, evaluar o de cualquier otro modo responder al contenido curricular, incluyendo lectura y escritura entre otras cosas. En esta línea de razonamiento, estas actividades se articulan en determinadas estrategias de instrucción y son las encargadas de hacer operativas dichas estrategias. Las estrategias a las que se hace referencia, consisten en métodos educativos (técnicas didácticas) que ofrecen una guía explícita sobre la mejor forma de ayudar a los estudiantes aprendan los conocimientos y los puedan aplicar en la

confección de modelos para problemas de ingeniería [5].

Bases Teóricas para el Diseño de la Instrucción: diseñar una instrucción consiste en establecer un conjunto de procedimientos sistemáticos para el desarrollo de ambientes educativos, siendo altamente recomendable que dicho diseño esté sustentado en principios teóricos que justifiquen estos procedimientos; así como también, aquellas estrategias que el diseñador considere adecuadas para ser embebidas en el diseño de la instrucción [6]. En este sentido, un diseño de instrucción que se precie de ser efectivo, debe emerger de la aplicación deliberada de alguna teoría particular de aprendizaje (conductista, constructivista, etc). Conforme a este concepto, los métodos (estrategias) de instrucción deben incorporar una teoría de aprendizaje y, fundamentalmente, reflejar una epistemología [7]. En línea con este enfoque, las bases teóricas que actúan a modo de soporte en el diseño de una instrucción, se pueden analizar desde dos perspectivas: “*descriptiva o prescriptiva*” [8]. Las teorías que se encuadran dentro de la perspectiva **descriptiva**, constituyen un conjunto de descripciones que describen el tipo de resultados que se observan como consecuencia de la aplicación de un determinado modelo de instrucción y bajo ciertas condiciones del ambiente de aprendizaje en el cuál se desenvuelve el educando. En otros términos, estas teorías describen los efectos que se producen cuando tiene lugar una determinada clase de sucesos causales. Al respecto, pueden ser de utilidad para *predecir* (dado un suceso causal, predecir qué efecto tendrá, o, dado un suceso en un proceso, predecir cuál es el efecto que se va a producir a continuación) o para *explicar* (dado un efecto que ha tenido lugar, explica que es lo que lo debe haber causado o la ha precedido)” [9]. En este sentido, se puede citar por caso la teoría del tratamiento de la información como un tipo de teoría descriptiva, dado que la información nueva ingresa en la

¹ Se entiende por *Estructura Cognitiva* como la red semántica de conceptos y sus relaciones existentes en la mente del educando, que será tanto más flexible cuanto más asimilable sea la experiencia educativa por la que este debe atravesar.

memoria inmediata antes de entrar en la memoria a largo plazo, pero está indicando que es lo que se debe hacer para facilitar el proceso de aprendizaje. Por su parte, las teorías que se encuadran dentro de la perspectiva **prescriptiva** no se orientan hacia la descripción, sino que son de carácter prescriptivo; o lo que se dice, están orientadas hacia la *práctica* o hacia un objetivo y proporcionan orientación acerca de los métodos más apropiados para obtener un objetivo determinado [8]. Por ejemplo, si un determinado “*objetivo educativo*” se focaliza en fomentar la retención a largo plazo de algún tipo de información nueva que va a tener lugar, entonces se considera adecuado aplicar un “*método educativo*” que proporcione ayuda al educando para que este relacione esa información con otro tipo de conocimientos pertinentes que haya recibido con anterioridad. A continuación, y en función de estos aspectos teóricos, se pasa a describir el problema central del presente trabajo de investigación.

1.2 Descripción del Problema

Para una descripción adecuada del problema que se aborda, cabe recordar que uno de los principales disparadores de este trabajo lo constituye el elevado índice de deserción que se produce en los años correspondientes al ciclo básico de las carreras de ingeniería, atento a las dificultades que debe atravesar el estudiante de esos años para adquirir el suficiente nivel de maduración y abstracción conceptual, que le permita continuar con éxito sus estudios. En este contexto, es que se debe contar con entornos educativos que se ajusten al estadio cognitivo de los educandos en esos años iniciales. Por consiguiente, el problema principal consiste en obtener un diseño adecuado para un entorno de instrucción, en el cual se produce la interacción de determinadas variables educativas que se tienen en cuenta para un diseño efectivo de la instrucción. Entre estas variables cabe citar: objetivos de la instrucción, perfiles del educando, naturaleza del dominio, contenido a

enseñar, contexto del aprendizaje y entorno tecnológico, entre otras. Ahora bien, el problema central recientemente citado, puede ser desmenuzado en las siguientes dificultades que involucra la tarea de identificar aquellas estrategias y actividades que hagan operativas a las mismas [11]:

- ❖ La cantidad de variables que interactúan entre sí y que constituyen los datos de entrada que conforman el escenario de la instrucción [1].
- ❖ En una consideración inicial, las principales variables que influyen en el ambiente de aprendizaje y que convergen en el escenario de instrucción son los siguientes: *el contenido curricular, los objetivos curriculares, las características del educando, el contexto en el que tiene lugar el aprendizaje y los recursos tecnológicos*. Tanto el análisis extensivo de cada una de estas variables, así como la interacción entre ellas, resultan ser de gran complejidad [10].
- ❖ Existen diversas estrategias de instrucción (métodos educativos), a saber: las que están relacionadas con las teorías del aprendizaje, las que se infieren de acuerdo al dominio de conocimiento al cual pertenece el contenido, las que se infieren en función del contexto en que se da el aprendizaje, las que se ajustan al nivel de desarrollo y al estilo de aprendizaje del educando, y al entorno tecnológico, entre otras variables. Es muy complejo hallar una estrategia que funcione para determinados datos del escenario de la instrucción; por lo que en líneas generales, el diseñador identifica un conjunto de métodos que se consideran los adecuados para el caso en cuestión [10], [11].
- ❖ De acuerdo a lo expresado, el problema del diseño instruccional es considerado como complejo; habida cuenta de que en función de la

cantidad de variables interdependientes a ser tomadas en consideración, resulta muy difícil estandarizar el proceso de solución [1], [6].

- ❖ Asimismo, la literatura disponible en el campo del diseño de instrucción, aún si menciona el juego de variables a ser tomado en consideración en el proceso de diseño, no presenta el conocimiento organizado en una forma sistemática y no ofrece una metodología para la construcción de sistemas de instrucción que logren un funcionamiento adecuado para diversas condiciones del entorno de aprendizaje [10], [12].

A la luz del análisis de este conjunto de dificultades, cabe considerar que el estado actual del diseño de instrucción no parece incorporar procedimientos sistemáticos para el desarrollo de estrategias de aprendizaje óptimas que satisfagan las necesidades de los dominios específicos y de los objetivos de aprendizaje para los educandos [12].

1.3 Solución del Problema

La solución que se propone consiste en la descripción de la estructura conceptual de un “*sistema experto*” [13] que en función de las características más relevantes de un ambiente de aprendizaje, tales como educando, contexto, contenido y objetivos educativos; sea capaz de recomendar las estrategias y actividades educativas más adecuadas para embeber en el diseño de una instrucción. En figura 1 se ilustra esta idea.

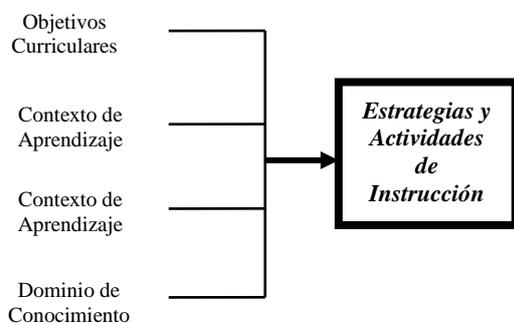


Figura 1: Estructura conceptual del Sistema Experto

2. Elementos del Trabajo y metodología

Cada una de estas características, incluyendo las estrategias y actividades de instrucción que se seleccionen, constituye los elementos sustanciales que permiten modelar el sistema experto desde el punto conceptual. Es importante destacar, que en el presente trabajo se coloca el énfasis en los aspectos conceptuales del sistema experto, sin entrar en los detalles de carácter informático que posibilitaron su construcción. No obstante cabe destacar, que la concepción de este sistema constituyó una tarea de carácter interdisciplinario teniendo en cuenta la labor conjunta de profesionales del dominio educativo y de las ciencias de la computación, especialmente la “*inteligencia artificial*”, que han actuado como soporte informático para su desarrollo y construcción.

2.1 Metodología de Desarrollo

La metodología utilizada para la construcción de este sistema es la IDEAL [14]. Esta metodología se compone de cinco fases, a saber:

- Fase I: Identificación de la Tarea
- Fase II: Desarrollo de los Prototipos
- Fase III: Ejecución de la Construcción del Sistema Integrado
- Fase IV: Actuación para Conseguir el Mantenimiento Perfectivo
- Fase V: Lograr una Adecuada Transferencia Tecnológica

Como se puede observar las siglas IDEAL coinciden con cada una de las letras de comienzo de cada fase. Cada una de estas fases se compone a su vez de etapas, atendiendo al detalle de la fase II, en la cual cada una de sus seis etapas se repite al modo de un ciclo de vida en espiral hasta llegar a un prototipo que satisfaga los requerimientos del usuario. En el caso del desarrollo de este sistema, se desarrolló por completo la fase II hasta esta instancia, y se continúa trabajando sobre las demás fases. Con el objetivo de dotar de mayor claridad a lo que expone, se presentan las seis etapas correspondientes a la fase II que se implementaron hasta obtener un prototipo satisfactorio:

Etapa II.1: Concepción de la Solución
Etapa II.2: Adquisición y
Conceptualización de los Conocimientos
Etapa II.3: Formalización de los
Conocimientos y Definición de la
Arquitectura.
Etapa II.4: Selección de la Herramienta e
Implementación
Etapa II.5: Validación y Evaluación del
Prototipo
Etapa II.6: Definición de nuevos Requisitos
y Diseño

Las etapas 2 A 6 se llevan a cabo para cada uno de los prototipos que se desarrollan [1].

2.2 Elementos Conceptuales para el Desarrollo del Sistema Experto

Los elementos conceptuales que se consideran vitales para el desarrollo y construcción del sistema son las características del ambiente de aprendizaje (objetivos curriculares, dominio de conocimiento, tipo de educando y contexto de aprendizaje). A su vez, para cada una de estas características se tienen atributos con sus respectivos valores; por ejemplo, para la característica correspondiente al **Tipo de Educando** se tienen atributos tales como: “*nivel de conocimiento previo*”, “*estilo de aprendizaje*”, “*nivel de motivación*” y “*nivel de desarrollo*”. A su vez, este juego de atributos inherentes a la dimensión del educando puede tomar la siguiente combinación de valores: **bajo** para el nivel de conocimiento previo, **visual** para el estilo de aprendizaje), **alto** para el nivel de motivación y **operacional abstracto** para el nivel de desarrollo. La figura 2 ilustra este concepto para determinados valores de estos atributos:



Figura 2: Diagrama de la característica Tipo de Educando con sus atributos y valores

Para la característica correspondiente a los **Objetivos Curriculares** se entiende que estos pueden describirse en

términos del atributo “*nivel de procesamiento cognoscitivo*” que requieren las operaciones mentales activadas en el educando en función de la tarea que éste debe procesar, el cual puede tomar valores tales como: **bajo**, **medio** o **alto**. La figura 3 ilustra esta idea donde el valor del atributo toma el valor **bajo**:

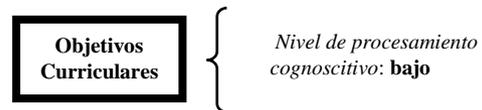


Figura 3: Diagrama de la característica Objetivos Curriculares con sus atributos y valores

Es importante destacar, que el experto determinó este valor para este atributo tomando como base una clasificación de los comportamientos estudiantiles que representan los resultados deseados del proceso educativo [15]. El ordenamiento de los comportamientos desde los más simples (conocimiento y comprensión), pasando por los de complejidad intermedia (aplicación y análisis) y hasta los más complejos (síntesis y evaluación), se sustenta en la idea de que un comportamiento simple particular puede integrarse junto con otros, también simples, para llegar a formar uno de mayor complejidad.

Para la característica correspondiente al **Contexto de Aprendizaje** se establecieron atributos tales como: “*modalidad de uso*” y “*modalidad de estudio*”. El primer atributo puede tomar los valores **individual** o **grupal**; mientras que en el caso del segundo atributo se contemplaron los valores (**tutorial** o **distancia**). La figura 4 ilustra este concepto para determinados valores de estos atributos:

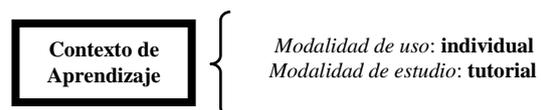


Figura 4: Diagrama de la característica Contexto de Aprendizaje con sus atributos y valores

Estos atributos con sus valores fueron determinados por el experto en el proceso de construcción del sistema, con el objeto de consignar ciertas limitaciones inherentes

a las condiciones del ambiente de aprendizaje. En tal sentido, se desea significar que se pueden citar otros atributos referidos al contexto, como las características del instructor, variables que reflejan la interacción entre los estudiantes y entre estos y el instructor; lo cual hacía mucho más compleja la tarea de construcción del sistema. Por este motivo, es que se consignaron estos atributos para esta característica.

Para la característica correspondiente al **Dominio de Conocimiento** se establecieron atributos tales como: “*tipo de dominio*” y “*dominio específico*”. El primer atributo puede tomar los valores **estructurado** o **complejo**; mientras que en el caso del segundo atributo se contemplaron como valores ciertos dominios de conocimiento (**Computación, Medicina, Ingeniería, y Matemática**, entre otros campos disciplinares). La figura 5 ilustra este concepto para determinados valores de estos atributos:



Figura 5: Diagrama de la característica Dominio de Conocimiento con sus atributos y valores

De acuerdo al pensamiento del experto, un dominio estructurado o también llamado “bien definido” (weell – defined), presenta la particularidad de que la interdependencia de conceptos se da a nivel de organización jerárquica. Es decir, que en este tipo de dominio, es necesario que el educando conozca un determinado concepto para poder aprender otro. Por ejemplo, primero se debe aprender a sumar y luego a multiplicar; en tal sentido, se puede considerar a la Física y a la Matemática dominios de carácter estructurado. Por su parte, el dominio complejo se caracteriza por la existencia de múltiples conceptos que a su vez dependen de otros conceptos para su adecuada comprensión. Un dominio como la Medicina se considera complejo, pues por ejemplo, un estudiante de esta área debe relacionar el funcionamiento de

determinados sistemas del cuerpo humano para poder llegar a comprender como trabaja un sistema particular, tal como el sistema nervioso donde convergen el cerebro, médula espinal, etc. A tal efecto se puede afirmar, que esta clase de dominios presentan una alta interdependencia entre conceptos.

A las consideraciones anteriores cabe agregar, que el dominio de conocimiento al cual pertenece el contenido también contribuye a definir estrategias de instrucción específicas a tal efecto; en otros términos, las estrategias generales que se determinen para el caso de que el dominio sea de tipo complejo o estructurado, se complementan con estrategias específicas que son ajustables para un dominio de conocimiento particular; como por ejemplo, management, matemáticas, medicina, computación, entre otros tantos [16].

El Modelo Conceptual propuesto en este artículo de investigación asesora al educador sugiriendo un conjunto de **Estrategias de Instrucción** que mejor se adapta al conjunto de valores ingresados para cada atributo de cada una de las características que conforman este modelo. La figura 6 ilustra un conjunto de estrategias que han sido recomendadas por el sistema experto:

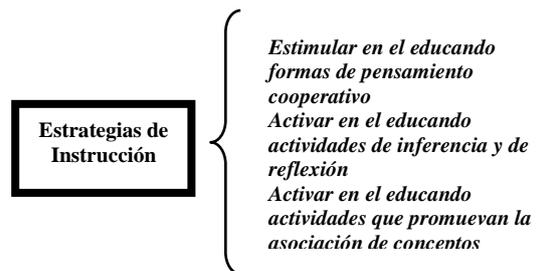


Figura 6: Diagrama correspondiente a la característica Estrategias de Instrucción

Con la exposición de estos elementos conceptuales, es posible pasar a explicar el modo de funcionamiento del sistema.

2.2 Funcionamiento del Sistema Experto a base de Reglas de Inferencia

Siempre en un todo de acuerdo con la metodología IDEAL empleada para el desarrollo del sistema, el diseño de la base

de conocimientos de este sistema experto constituye el núcleo del mismo [14]. Esta base está constituida por reglas de inferencia del tipo *Si...Entonces...*, las cuales constituyen el soporte de programación del sistema. Asimismo, mediante esta forma de representación del conocimiento del experto, es posible emplear los elementos conceptuales que se desarrollaron en el punto anterior para poner en funcionamiento el sistema experto. Una forma de regla de inferencia haciendo uso de los elementos conceptuales podría ser:

Si el *Tipo de dominio* es **complejo** y el *Nivel de procesamiento cognoscitivo* es **medio** y la *Modalidad de uso* es **individual** y la *Modalidad de estudio* es **tutorial** y el *Nivel de conocimiento previo* es **bajo** **Entonces** se recomienda *Estimular en el educando actividades de inferencia y de reflexión* y

Estimular en el educando actividades que promuevan la asociación de conceptos

Desde una perspectiva más general y teniendo en cuenta la información de entrada al sistema experto, el procesamiento de las mismas y las salidas que éste proporciona [1], [6], la estructura general de funcionamiento del sistema experto se ilustra en figura 7:

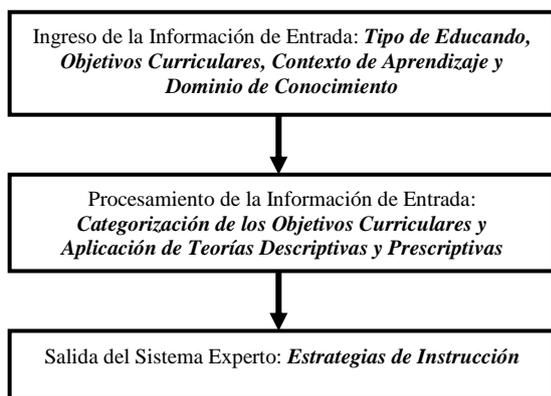


Figura 7: Funcionamiento del Sistema Experto a partir de la información de entrada

La idea central que subyace en la representación del esquema de la figura 7, consiste en ilustrar las bases del funcionamiento del sistema. En el cuadro de arriba se observan las variables que

conforman la información de entrada al sistema representadas por los valores de los atributos que componen las características del modelo de instrucción y que son ingresadas por el usuario; en el cuadro del medio se refleja el procesamiento de estas variables por medio de la implementación de reglas de inferencia que son las que conforman la llamada “*Base de Conocimiento*” del sistema experto (12). Para la confección de estas reglas se hace uso de los elementos que se visualizan en este cuadro (Categorización de Objetivos Curriculares y Aplicación de Teorías Descriptivas y Prescriptivas entre otros factores de menor relevancia). Finalmente y como consecuencia del procesamiento de las variables que el usuario ingresa en el sistema, este proporciona como elementos de salida el conjunto de estrategias de instrucción que mejor se ajustan conforme a las variables ingresadas. La obtención de las Actividades de Instrucción es posible mediante el análisis exhaustivo de las estrategias obtenidas [17].

3. Resultados

Teniendo en cuenta que el presente proyecto se encuentra en pleno desarrollo y lleva un semestre de implementación en asignaturas correspondientes al ciclo básico de la carrera e ingeniería, y que aún no se poseen estadísticas que permitan cuantificar los avances registrados, se estima prudente citar resultados de tipo cualitativo que se han obtenido y otros que se esperan obtener en un futuro próximo.

3.1 Resultados Obtenidos

- Se observa un ligero incremento de la maduración cognitiva de los educandos cuando se les presentan situaciones problemáticas en las cuales se les solicite que profundicen en las mismas.
- Se observa un incremento lento pero progresivo en la capacidad de abstracción de los educandos.
- En conformidad con lo expresado en los puntos anteriores, se observa un mayor grado de motivación en los

estudiantes a la hora de abordar las situaciones de problema con espíritu analítico.

- Se observa un fortalecimiento con la conexión de los conocimientos previos que posee el educando.

3.1 Resultados que se esperan Obtener

- Se espera que ciertos estudiantes logren ubicarse en niveles cognitivos similares a otros que se encuentran en un nivel mayor.
- Se espera observar un incremento en el nivel de motivación en las actividades de laboratorio y las relacionadas con el empleo de software.
- Se espera poder potenciar el grado de interacción entre las diferentes asignaturas del ciclo básico.

4. Discusión

Es importante destacar, que la implementación del sistema experto propuesto no pretende en modo alguno constituir una solución de carácter global a los principales problemas que aquejan a estudiantes y cuerpo docente en el ciclo básico de las carreras de ingeniería. No obstante el aspecto citado y a los efectos de establecer la discusión en relación a los resultados señalados, se considera apropiado analizar esta discusión de acuerdo a las siguientes cuestiones relevantes:

- I. Desarrollo de una herramienta informática, como lo es el sistema experto, que permite automatizar la estructuración del conocimiento de expertos en el campo del diseño instruccional, a los efectos de asistir a los docentes universitarios en el dictado de sus cátedras en función de las características que presentan sus cursos.
- II. No obstante la complejidad que caracteriza a un proceso de diseño de instrucción, el modelo multidimensional planteado permite procesar las diferentes variables de entrada al sistema por medio de

elementos que son relevantes para llevar a cabo el dicho proceso, tales como las Teorías Descriptivas, Teorías Descriptivas y la Categorización de los Objetivos Curriculares.

- III. Como cuestión a discutir en relación al punto I, cabe citar que la presente herramienta informática no contempla los “niveles de incertidumbre” presentes en las recomendaciones que proporciona el sistema, propias de un dominio altamente impredecible.
- IV. Como cuestión a discutir en relación al punto II, cabe citar que la presente herramienta informática solo contempla la dimensión cognitiva, dejando de lado para una futura versión los dominios Psicomotor y Afectivo; de muy difícil manejo para ser incorporados en el sistema experto.
- V. Otra cuestión a discutir en relación al punto II, consiste en la omisión de las distintas interacciones que tienen lugar en el entorno de instrucción; tales como la relación entre los educandos y la relación de estos con el instructor.

Los puntos de discusión III, IV y V constituyen aspectos de generalización de los distintos resultados que proporciona el sistema experto, y establece pautas concretas para lograr resultados más generales. Es decir, *manejo de la incertidumbre, incorporación de los dominios Psicomotor y Afectivo e inclusión de la relación entre educandos y de estos con el instructor.*

5. Conclusión

Se confecciona esta sección de acuerdo a dos criterios fundamentales; las conclusiones propiamente dichas y las futuras líneas de investigación propuestas.

5.1 Conclusiones

En lo que respecta a las principales conclusiones del presente artículo, se pueden citar las siguientes:

- ✓ La consolidación de un Modelo de Instrucción que haga posible la vinculación entre las principales características de un ambiente educativo; tales como *Tipo de Educando, Objetivos Curriculares, Dominio de Conocimiento y Contexto de Aprendizaje*.
- ✓ El desarrollo de un *Sistema Experto* que permite procesar información ingresada por el usuario, para proporcionar como salida un conjunto de estrategias instrucción que mejor se ajustan conforme a las variables ingresadas.
- ✓ Se considera la implementación de un proceso metodológico focalizado en modelos pedagógicos adecuados a la enseñanza de la ingeniería, que permitan custodiar en forma permanente que las estrategias y actividades sugeridas por el sistema experto tengan como soporte principios fundamentales para la formación del ingeniero; tales como la “construcción de modelos”, el “análisis crítico” y la “pericia en la aplicación de los diferentes procedimientos de cálculo”.

5.2 Futuras Líneas de Investigación

En lo que respecta a las principales líneas de investigación futuras del presente artículo, se pueden citar las siguientes:

- ✓ Extender el modelo de diseño de instrucción a los dominios Psicomotor y Afectivo, a los efectos de tener en cuenta su influencia en el diseño del modelo de instrucción.
 - ✓ Incorporar razonamiento aproximado en el proceso de inferencia, con objeto de poder modelar niveles de incertidumbre presentes en las recomendaciones emitidas por el sistema experto.
 - ✓ Incorporar conceptos de lógica difusa al sistema, a los efectos de poder modelar mediante funciones de pertenencia la incertidumbre presente en la interacción de las variables que intervienen en el modelo de diseño de instrucción.
- ✓ En lo concerniente a la implementación del modelo de instrucción, se pretende promover una mayor articulación con los ciclos superiores de la carrera de ingeniería a los efectos de realizar un seguimiento adecuado del modelo en dichos ciclos.

Agradecimientos

Se agradece a la Facultad Regional Neuquén para la confección de este artículo de investigación.

Referencias (Times New Roman, 10, negrita).

1. Hossian Alejandro., *Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias Instruccionales.*, Tesis de Magíster en Ingeniería del Software., Instituto Tecnológico de Buenos Aires., Universidad Politécnica de Madrid, 2003.
2. Gagné R. M., Briggs L. J. & Wager W. W., *Principles of Instructional Design.*, Ed. Wadsworth/Thomson Learning. Belmont, CA. USA., 1992.
3. Adler, M. The Paedeia proposal: *An Educationmanifesto.*, Ed. Nueva York: Mc Millan., 1982.
4. Jonassen, D. H. Certainty., *Determinism and Predictability in Theories of Instructional Design: Lessons from Science.*, Ed. Educational Technology., 1997.
5. Brophy, J. & Alleman, J. (1991, May) *Activities as instructional tools: A framework for analysis & evaluation.* Educational Researcher, pp. 9 – 22.
6. Sierra E. Hossian A. García Martínez R, *Sistemas Expertos que recomiendan estrategias de instrucción. Un modelo para su desarrollo.* Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa Vol 1 (1) pp. 19-30. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura, 2002.
7. Schuel, T. J., *Cognitive Conceptions of Learning.*, Ed. Review of Educational Research., Vol 56 (4) pp. 411-436., 1996.
8. Reigeluth, Charles. M. *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory.*, Ed. Lawrence Erlbaum Associates., 1999.
9. Perkins, D. N. *Smart schools: Better thinking and learning for every child.*, Ed. Nueva York: The Free Press., 1992.
10. Merrill, M. D., *Instructional Transaction Theory: Instructional Design Based on Knowledge Objects.*, Ed. Educational Technology, 36, 30-37., 1996.
11. Wilson, B. G. (1996). *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design.* Educational Technology Publications. Englewood Cliffs, New Jersey.
12. Hossian, A., Cejas, L., Rubesa, A. (2011). *“Modelo de Instrucción para la enseñanza en el*

Ciclo Básico de las carreras de Ingeniería. Un enfoque hacia la construcción de modelos". I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática (I CIECyM). Argentina.

13. Giarratano, J y Riley, G. (2001). *Sistemas Expertos. Principios y Programación*. International Thomson Editores.

14. Gómez, A., Juristo, N., Montes, C, y Pazos, J. *Ingeniería del Conocimiento*. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. 1997.

15. Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. Handbook I: cognitive domain. New York: Davis McKay.

16. "Theory into Practice (TIP)", Greg Kearsley, The Walden Institute, George Washington University).

17. Hossian A., Cejas Lilian., *"Una propuesta de diseño instruccional para su aplicación en carreras de ingeniería. Un caso de estudio en asignaturas del ciclo básico"*. Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería. JEIN 2011.

Datos de Contacto:

Alejandro Armando Hossian. Facultad Regional Neuquén – Universidad Tecnológica Nacional. Av. Pedro Rotter S/N Barrio Uno – Plaza Huincul – Pcia de Neuquén - Argentina. E-mail: alejandrohossian@yahoo.com.ar.