

## **Aplicación de Inteligencia Artificial para la Catedra Estructuras III de la F.A.U. – U.N.N.E.**

**Congreso Argentino en Ciencias de la Computacion -CACIC 2007**

**Arquitecta y Docente Vanina Boccolini**

I.T.D.A.Hu. (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste, 3400 Corrientes, Argentina, vnboccolini@arnet.com.ar

### **Resumen**

El presente trabajo es una adaptación de la monografía presentada para la aprobación del Módulo “Representación, Almacenamiento y Recuperación del Conocimiento” para la Maestría en “Tecnología Informática Aplicada a la Educación” de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata durante el ciclo lectivo 2006.

En oportunidad de cursar dicho módulo pude conocer y comprobar los avances que en el campo de la **Inteligencia Artificial aplicada a la Educación** se están dando a través del estudio y experimentación de diferentes aplicaciones adaptadas específicamente contextos pedagógicos.

Es así que algunas herramientas informáticas del tipo de *Procesamiento de la Información*, *Sistemas Expertos* e incluso la *Evaluación en Línea* se convierten en recursos sumamente importantes para acrecentar y afinar resultados en las etapas del proceso enseñanza-aprendizaje de cualquier institución interesada.

La consigna de este trabajo fue *adaptar* algunas de estas herramientas al funcionamiento de una Cátedra de Nivel Avanzado de la Carrera de Arquitectura de la UNNE, que luego de muchos años de investigación y práctica en *innovaciones educativas aplicadas a la enseñanza de la Arquitectura*, finalmente han incorporado durante el ciclo lectivo 2006 la Educación Semipresencial como una nueva Oferta Académica Optativa para sus alumnos.

**Palabras claves:** Inteligencia Artificial, Educación a Distancia, Sistemas Expertos, Sistemas de Evaluación en Línea, Tecnología Educativa, Innovación Educativa.

## 1. SITUACIÓN ACTUAL

### 1.1. Justificación

El objetivo principal del presente trabajo monográfico es definir cual o cuáles aplicaciones de los tipos de Inteligencia Artificial son los más *convenientes* para adaptar al desarrollo de la cátedra Estructuras III.

Dicha aplicación persigue la finalidad de alcanzar una mejora del nivel educativo tanto de alumnos como de docentes, durante el proceso mismo de enseñanza-aprendizaje como en el momento de evaluación de resultados.

### 1.2. Descripción del Ámbito de Trabajo

La cátedra en la que soy docente es Estructuras III que funciona en el I.T.D.A.Hu. (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) dependiente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste. El trabajo de docencia e investigación del cual soy auxiliar de investigación se centra en *aplicar innovaciones educativas a la enseñanza de la Arquitectura* utilizando, entre otras herramientas didácticas, la Tecnología Informática.

Las hipótesis planteadas en dicha investigación son verificadas de la experiencia directa que cada docente de las cátedras obtiene del contacto con los alumnos tanto en las aulas como en las tutorías (presenciales y vía correo electrónico). Los resultados obtenidos de esas experiencias, en los últimos 10 años, tienen como fin mejorar conceptual y experimentalmente el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto de los alumnos como de los docentes.

Como ejemplo se puede mencionar el siguiente caso: se han hecho diagnósticos del manejo que los docentes hacen de la tecnología de multimedios para desarrollar una clase presencial y a partir de los resultados obtenidos se ha determinado cómo reaccionan los alumnos en cuanto al nivel que adquieren en sus propios procesos de aprendizaje.

Además se ha obtenido información del desenvolvimiento del docente frente a una clase presencial para poder luego optimizar sus habilidades y corregir sus desaciertos.

La incorporación de recursos como los multimedios y la comunicación a distancia con el alumno constituyen una propuesta superadora para los logros que se esperan obtener en la cátedra Estructuras III, siendo las actuales tutorías vía correo electrónico y el uso de la Plataforma Educativa CLAROLINE los medios alternativos para un vínculo significativo con los alumnos.

Es entonces en este marco de trabajo en el que se quiere experimentar con otras herramientas que, como ya se menciona, intervendrán en un proceso que abarca tanto el desarrollo lectivo de la cátedra como la evaluación final de resultados y por ende la reingeniería o reformulación permanente de la propuesta pedagógica implementada.

### 1.3. Diagnóstico de la Situación

De lo descripto se desprenden dos necesidades básicas que deberán ser satisfechas para el mejor funcionamiento de la cátedra. De aquí se puede empezar a dilucidar que tipo de *inteligencia artificial* sería la más adecuada a cada caso.

Por un lado se necesita adaptar nuevas herramientas *alternativas de enseñanza-aprendizaje* que contribuyan a perfeccionar la actual modalidad presencial de forma innovadora cumpliendo con el objetivo de la cátedra de sumarse definitivamente a la red de redes (www).

Por otro lado se necesita *manejar el gran y variado volumen de información* derivado de la administración propia de la cátedra, del trabajo del docente, de su relación con el alumno, de la producción propia del alumno, de la relación de los resultados producidos en la cátedra con el resto de la carrera de Arquitectura, etc., transformándolos en conocimiento útil para cumplir los fines de la investigación.

Para ambos casos es preciso explicar cómo se manejan actualmente las tres instancias del proceso de conocimiento en la cátedra:

### 1.3.1. Obtención de la Información.

Los **alumnos** son evaluados a través de su interacción (presencial y a distancia) con la cátedra, los exámenes presenciales parciales y finales (escritos y orales) y también en la entrega de un trabajo final de campo (análisis de un diseño estructural existente conocido internacionalmente).

Los tipos de datos obtenidos son de diferente naturaleza: el seguimiento de la *interacción* alumno-docente da cuenta del interés de ambas partes así como el grado de compromiso durante el cursado de la materia; *los exámenes* son evaluados con puntajes numéricos asignados a cada pregunta o ejercicio que contestan; *el trabajo final de campo* conlleva una evaluación mucho más subjetiva ya que los conocimientos que se manejan no solo tratan de cálculos estructurales estrictos sino valores completamente abstractos que derivan de la capacidad de análisis de situaciones que hace el alumno sobre una obra determinada en base a un autor y a un contexto específico. Finalmente todos los resultados son promediados en forma numérica (sumatoria de la evaluación diagnóstica, formativa, sumativa e interna del curso).

Los **docentes** también conllevan una evaluación completamente subjetiva ya que su forma de elaborar material y de presentarlo a los alumnos y su comunicación con ellos dependen principalmente del tipo de recursos formativos y los materiales con los que cuentan y de los objetivos establecidos por la cátedra.

A todos los datos obtenidos del desempeño de cada alumno y docente se suman la información de la que dispone la cátedra (material didáctico de muy diversos tipos tanto analógicos como digitales) para el desarrollo de sus actividades.

### 1.3.2. Almacenamiento de la Información.

Toda la información mencionada en el punto anterior deja claro la variada índole de la misma lo que dificulta su unificación tanto para el almacenaje como para la consulta de resultados.

Actualmente los resultados de seguimientos, exámenes y trabajos evaluados son volcados en planillas de cálculo y procesadores de texto. Respecto de los trabajos entregados por los alumnos todo el material didáctico se almacena en bibliotecas físicas (material analógico) y en CDs (material digital) ordenados e identificados por códigos en una base de datos realizada en planillas de cálculo. Las planillas de seguimiento contienen valores de dos tipos: unos estrictamente numéricos o cuantitativos (de los que se pueden obtener estadísticas más precisas y gráficos demostrativos) y otros alfanuméricos que consideran el valor cualitativo de la observación y análisis del desempeño del docente y del alumno (a los que hay que asignarles un valor numérico estimativo para poder obtener las estadísticas y los gráficos mencionados).

### 1.3.3. Conversión, Recuperación y Consulta del Conocimiento.

El análisis de todos los datos descriptos se hacen: por un lado en forma manual visualizando los valores y estudiándolos en forma analógica; por otro lado se utilizan las herramientas de consulta y graficación disponibles en Excel para nuevamente visualizar los resultados.

Según lo anterior toda la información puede ser traducida en estadísticas pero para el caso de los valores altamente abstractos o cualitativos hay que forzarlos o traducirlos cuantitativamente para luego introducirlos al sistema de consulta (los resultados de tipo cualitativos son más bien elaborados en base a la lógica del evaluador y no de un ordenador o PC).

Se puede decir entonces que el conocimiento extraído de los datos obtenidos es manejado actualmente de manera obsoleta, ambigua e incompleta, lo que de ninguna manera significa que sean resultados equívocos o inservibles.

#### 1.4. Objetivos Generales de la Aplicación de Inteligencia Artificial en Estructuras III

1 *Implementar al funcionamiento de la cátedra nuevas tecnologías y técnicas que ayuden a optimizar los resultados educativos obtenidos tanto en docentes como alumnos.*

2 *Diseñar un nuevo proceso de trabajo que permita a la cátedra conjugar el actual modelo de enseñanza-aprendizaje con técnicas y herramientas avanzadas de trabajo on-line e inteligencia artificial aplicadas a la educación.*

3 *Diseñar un sistema de trabajo que permita a la cátedra generar una base de conocimiento única, útil y accesible para gestionar el conocimiento obtenido.*

## 2. IMPLEMENTACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

### 2.1. Objetivos Particulares de la Aplicación de I.A.

2.1.1. Personalizar la enseñanza para cada alumno de la cátedra sin interposición de límites de tiempo y/o recursos con una herramienta que a la vez de evaluadora actúe como de consulta y que almacene todo dato de la interacción con el usuario.

2.1.2. Identificar **patrones** de conductas similares de los alumnos ante sistemas de aprendizaje basados en web y de tipo de grado (convencional), con el fin de estudiar el proceso de aprendizaje que hace el alumno (incluyendo sus habilidades previas, el proceso de cambio durante el cursado de la materia, los resultados finales obtenidos).

2.1.3. Identificar **patrones** de conducta similares de los docentes a través de las técnicas de enseñanza (o técnicas didácticas) ante los dos sistemas educativos descriptos.

### 2.2. Hipótesis Iniciales

Luego de estudiar el material obtenido sobre *Inteligencia Artificial* (bibliografía básica del módulo y búsquedas en Internet) se pueden establecer dos hipótesis:

2.2.1. La aplicación de I.A. al trabajo realizado en la cátedra elegida no funciona creada ni aplicada aislada de las otras formas de trabajo de la misma. Esto significa acoplar el trabajo presencial con el no presencial sin descartar ni exaltar ni uno ni otro. Además trabajar con un equipo interdisciplinario donde los docentes expertos en el tema educativo sean apoyados por el trabajo de los especialistas en sistemas; y

2.2.2. El presente trabajo monográfico puede ser resuelto por los docente de la cátedra casi estrictamente desde el punto de vista de un **usuario entendido en el tema** limitándose a definir objetivos y fines de funcionamiento de un modelo informático y a partir de ello seleccionar los datos y otros elementos que le serán de utilidad al futuro *especialista en sistemas* que desarrollará la base de conocimiento y las aplicaciones necesarias.

Cómo se diseña el sistema y específicamente qué tipo de algoritmos son necesarios lo decidirá dicho experto ya que son demasiadas las posibilidades disponibles ya sean aplicadas en forma individual como agrupadas.

Como ejemplo de lo anterior basta mencionar que un algoritmo asociativo o uno de obtención de patrones fácilmente pueden trabajar conjuntamente con otro de tipo predictivo o genético. Pero ¿cómo definir acertadamente cuál utilizar? Eso es preferible que lo maneje el especialista en KDD.

Lo que atañe específicamente a la cátedra (docentes arquitectos e ingenieros) es estar al tanto de las posibilidades propuestas por la Inteligencia Artificial aplicables a la Educación y de ahí partir con la definición de los problemas que se quieren abarcar y que resultados se desea obtener.

### 2.3. Propuesta de Implementación de Herramientas de I.A.

Ya quedó claro que los objetivos perseguidos no solo plantean la necesidad de *organizar* la gran cantidad y variedad de **datos** operados en el curso de EIII sino también implementar nuevas herramientas informáticas que ayuden a *perfeccionar el actual proceso de enseñanza aprendizaje* de la misma.

O sea, por un lado *manejar información* de tipo cualitativa y cuantitativa y por otro lado utilizar *recursos educativos* que poseen directa influencia en el proceso de enseñar-aprender-evaluar. Todo esto aplicado a docentes, alumnos y al sistema administrativo y coordinador en general de la cátedra.

Se trata entonces de diseñar un sistema *iterativo y dinámico* híbrido que permita unificar el trabajo en paralelo entre:

- El trabajo en el aula o presencial con herramientas analógicas y digitales convencionales.
- El trabajo a distancia o semipresencial a través de la **Plataforma Educativa Claroline** (en uso) anexando un **SISTEMA EVALUADOR en LÍNEA** y un **SISTEMA EXPERTO**, y finalmente,
- Técnicas de **MINERÍA DE DATOS** que permitirán extraer todo el conocimiento necesario para cumplir con los objetivos propuestos previo almacenamiento preprocesado de ambas modalidades de trabajo.

A partir de ahora, con la inclusión de estas nuevas herramientas, el curso de Estructuras III se identifica como SISTEMA ESTRUCTURAS III y queda organizado según se describe a continuación (*figura 1*).

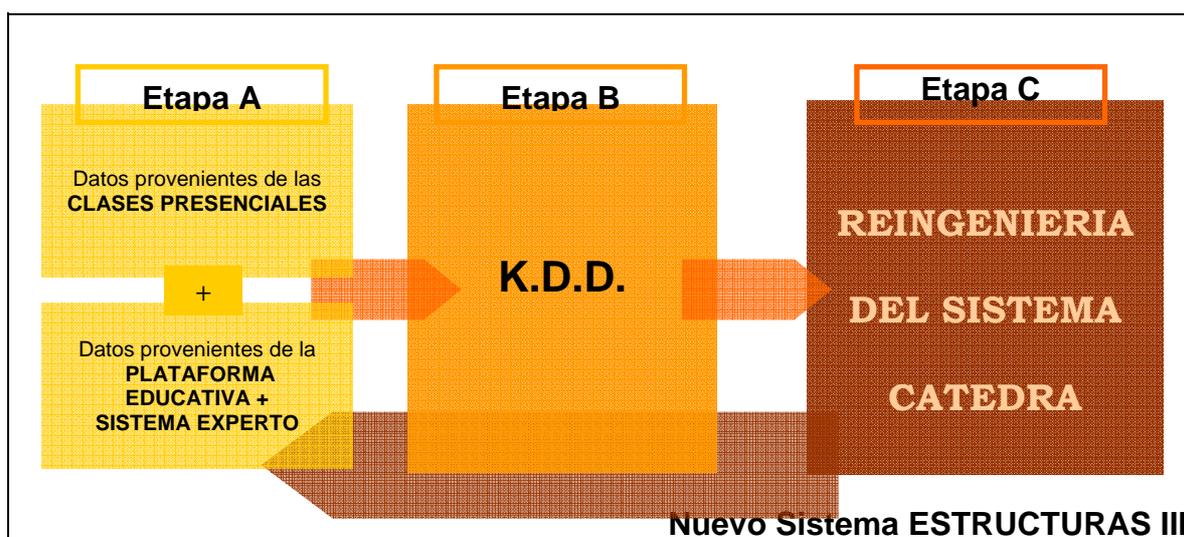


FIGURA 1. Nuevo Sistema ESTRUCTURAS III.

### 2.3.1. Modalidad de Cursado BIMODAL (PRESENCIAL+SEMIPRESENCIAL)

### 2.3.2. Modalidad de Trabajo.

#### 2.3.2.1. Clases Presenciales.

Significa presenciar un porcentaje del total del curso en las aulas de la sede de la facultad.

*Utilidad de las Clases Presenciales:* desarrollo de clases especiales del tipo Seminario-Taller de Diseño. Explicación de predimensionamiento de estructuras a través de trabajos prácticos. Debates de análisis estructural. Respuesta a consultas y defensa del Trabajo Final.

Como se explica en el siguiente punto, más adelante todo el material de estudio, de práctica y de evaluación se gestiona a través de la Plataforma Educativa.

### 2.3.2.2. Clases a Distancia o Semipresenciales.

Significa trabajar fuera de la sede de la facultad, en forma individual o grupal, según sea el caso, a través de la Plataforma Educativa Claroline. Esto no significa que el alumno necesite estar conectado a Internet el 100% del tiempo, sino solo el que le exija la tarea que este realizando (ej.: bajar material, hacer prácticas, conectarse con compañeros o docentes, etc.)

*Utilidad de las Clases Semipresenciales:* desarrollo de Seminario-Taller. Encuestas diagnósticas. Cuestionarios conceptuales. Obtención de material didáctico (apuntes digitalizados, ejemplos fotográficos, gráficos explicativos, presentaciones, videos multimediales y prácticas interactivas con laboratorios de medios), obtención y devolución de trabajos prácticos parciales y final, realización de consultas, prácticas y evaluaciones (auto-evaluaciones y evaluaciones parciales de avance), comunicación sincrónica o asincrónica con sus tutores y/u otros alumnos a través de las herramientas de comunicación.

### 2.3.3. Recursos Didácticos.

2.3.3.1. Clases Presenciales. Diseñadas especialmente para atraer la atención y el interés de los estudiantes y de los mismos docentes, estas cuentan con múltiples recursos audio visuales que convierten la típica clase de explicación de contenidos en algo dinámico e interactivo.

- Herramientas analógicas: discurso oral, grupos de discusión, pizarrón, sonido ambiente, retroproyector, puntero láser.
- Herramientas digitales: proyecciones multimediales (textos, imágenes fijas, videos, sonidos, laboratorios multimediales de práctica).

2.3.3.2. Clases a Distancia o Semipresenciales. Como recursos de trabajo a distancia se implementa el uso de una **Plataforma Educativa**, existente, a la que se propone el linkeo a un Sistema de Evaluación Automático (T.O.L.) también existente y a un Sistema de Consultas que cumple la función de un **Sistema Experto de Consultas** que actualmente no existe (por lo que se propone su diseño e implementación en este trabajo).

La plataforma se denomina Claroline y fue diseñada y es administrada en el Politécnico de Turín (con quienes se trabaja en forma multilateral). La misma se puede visitar ingresando al sitio [www.claroline.net](http://www.claroline.net)

Al Sistema Experto se accede previa evaluación en línea que se hace a través de un Sistema de Evaluación Automático diseñado en el Politécnico de Turín especialmente para evaluación de sus alumnos en diferentes cursos. El mismo se denomina T.O.L. (Test on Line) y se accede a través de un linkeo desde nuestra plataforma educativa en una nueva sección que se denominará *Evaluación y Consultas*, sumándose así como nueva herramienta a demás de las ya mencionadas.

### 2.3.4. Gestión del Conocimiento.

Una vez alimentada la gran *Base de Datos*, eje neurálgico de la cátedra, se procede toda esa información para convertirla en conocimiento reutilizable que permita realizar una reingeniería de todo el sistema Estructuras III actualizando cada ciclo año a año.

La base de datos se alimenta de los datos cargados manualmente por docentes administradores y tutores del curso, los provenientes de la retroalimentación originados en la *plataforma educativa*, el *sistema de evaluación automática*, el *sistema experto*.

Para convertir ese gran volumen de información en conocimiento útil a la cátedra el mismo será procesado con técnicas de **K.D.D.** (Knowledge Discovery Data Base) cuyos resultados permitirán al plantel docente realizar la **Reingeniería** del todo el sistema.

## 2.4. Nuevo Esquema Funcional de Estructuras III + I.A.

De acuerdo a lo anterior a continuación se detalla la nueva estructura funcional de la cátedra como

sistema y se describe cada elemento que lo compone de acuerdo a la *figura 2*.

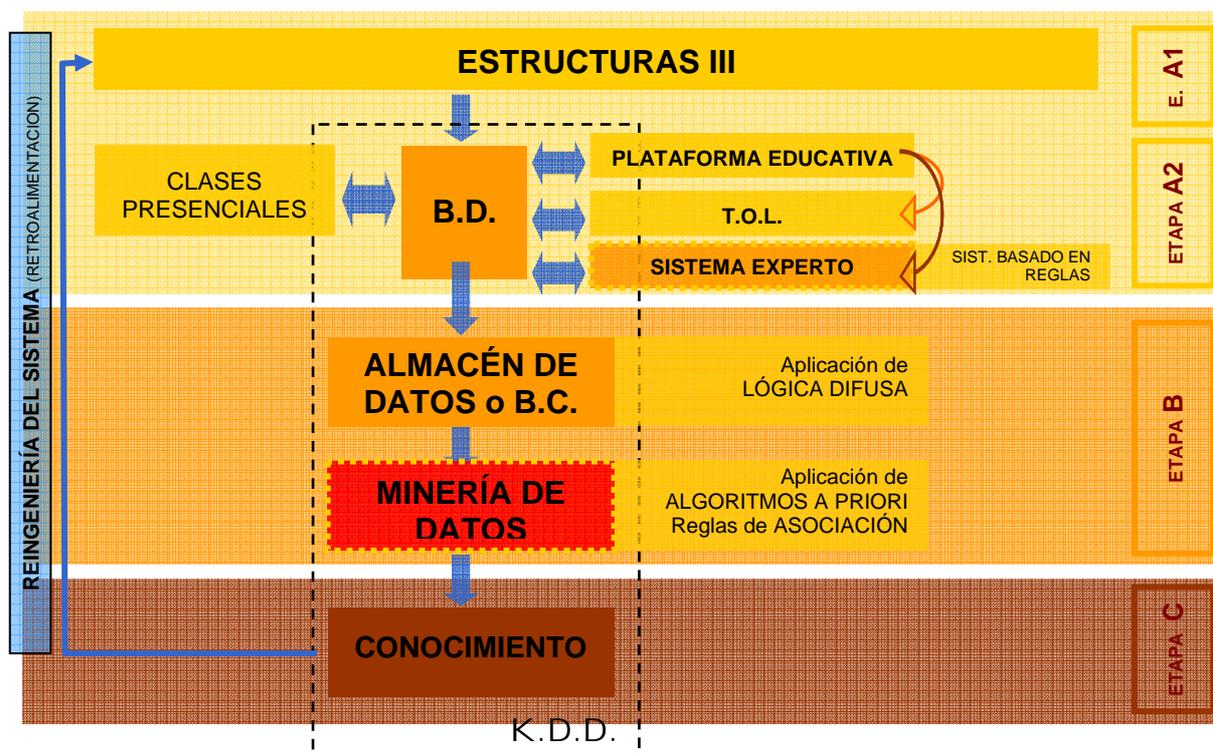


FIGURA 2. Diagrama funcional que representa mi propuesta para la generación de la nueva estructura de manejo del conocimiento en la cátedra Estructuras III habiendo incorporado al actual sistema presencial, el aprendizaje basado en web y las herramientas de Inteligencia Artificial investigadas.

#### 2.4.1. Etapa A. Etapa de Enseñanza Aprendizaje

La misma se compone de dos niveles jerárquicos.

##### 2.4.1.1. Etapa A.1. La Cátedra Estructuras III.

Esta primera etapa concentra la estructuración, administración y los recursos humanos y materiales necesarios para que la cátedra funcione. Diseño integral del funcionamiento de la cátedra. Espacio administrativo desde donde se toman todas las decisiones.

##### 2.4.1.2. Etapa A.2. Materialización del Curso.

Este segundo nivel de la Etapa A contempla las herramientas necesarias para llevar adelante la ejecución del curso (*recursos humanos*: los docentes; *recursos materiales*: elementos didácticos, analógicos y digitales)

Es en este nivel donde aparece la primera implementación de Inteligencia Artificial a través de un Sistema Experto linkado a la Plataforma Educativa.

A continuación se detalla en profundidad la materialización de cada herramienta componente de este nivel (ver *figura 2*).

##### 2.4.1.2.1. Base de Datos.

Centro neurálgico de todo el nuevo Sistema Estructuras III. Almacena todos los datos referentes a docentes, alumnos y material de trabajo de la cátedra lo que genera una gran cantidad y variedad de tipos de archivos (xls, doc, pdf, mov, mpeg, jpg, psd, gif, etc)

Este gran almacén de datos se alimenta del ida y vuelta de toda la información manejada en este nivel ya que:

En una **primera instancia** se cargan todos los datos necesarios para que funcione la cátedra en un año lectivo específico.

En una **segunda instancia** la base de datos es retro-alimentada, en este nivel A, con la información devuelta por un lado de las clases presenciales (notas, apreciaciones, dificultades, etc.) y por otro de los sistemas informáticos utilizados (plataforma y sistema evaluador experto)

#### 2.4.1.2.2. Clases Presenciales.

Ya se explicó en el punto 2.3 cómo funcionan y cuál es el fin de las mismas.

Lo que es necesario aclarar es que todo el contenido en estas expuesto es previamente diseñado, seleccionado y cargado por los docentes de la cátedra a la base de datos antes mencionada.

Con ese material ya previsto se eligen las herramientas analógicas y digitales que se usaran como medios de exposición.

#### 2.4.1.2.3. Plataforma Educativa.

Esta contempla un modelo estándar diseñado por un grupo experto e interdisciplinario del Politécnico de Turín a la que se carga el curso específico que se desea gestionar.

La plataforma ofrece herramientas de comunicación entre docentes y alumnos, de seguimiento de las mismas, de exposición de novedades y de carga y descarga de materiales multimediales.

#### 2.4.1.2.4. T.O.L. Test on Line

La cátedra actualmente está trabajando con investigadores del Politécnico de Turín, Turín, Italia en el marco de un proyecto ALFA Multilateral (Argentina, Italia, España, etc.) quienes hay desarrollado un Sistema de Evaluación Automático denominado **T.O.L. (Test on Line)**.

T.O.L. trabaja con el SQL Server de Microsoft como base de datos alimentada con preguntas y respuestas que conforman las pruebas que realiza el alumno todas tendientes a analizar los conocimientos del alumno y las habilidades y destrezas alcanzadas durante el curso.

*Se trata de un cuestionario con respuestas cerradas entregado y realizado a distancia vía informática. Las preguntas surgen de un banco predefinido de preguntas y el sistema confecciona los cuestionarios alimentándose del mismo. La seguridad del sistema está definido por el criterio de tipo estadístico adoptado donde a más formulaciones de preguntas y respuestas para un mismo tema mayor posibilidad de configuraciones.*

Terminada la evaluación el mismo T.O.L. confronta las preguntas del test con las respuestas asignando a cada punto un valor numérico que será el resultado de la evaluación. El alumno recibe en la Plataforma Virtual un reporte de los resultados y en base a ellos ingresa a interactuar con el Sistema Experto.

Caracteriza a este sistema evaluador la aparición de recursos multimediales en el proceso, según sea la necesidad, tal y como se propone también para el funcionamiento del sistema experto.

#### 2.4.1.2.5. Sistema Experto.

Al tratarse de un curso dinámico con información que deberá ser actualizada año a año lo que se necesita es un sistema informático con características que permitan darle utilidad según las necesidades de la cátedra.

A diferencia de un sistema convencional los Sistemas Expertos:

- *Separan la información almacenada en una Base de Conocimientos de los procesos lógicos que ejecuta el sistema. Esto hace más fácil modificar por separado, según sea necesario, el conocimiento cargado en la base o los procesos programados.*
- *En el proceso de ejecución hay procedimientos que explican por qué se necesitan ciertos datos y cómo se llegó a determinados resultados. Esto permite un chequeo permanente del sistema y confiabilidad en el mismo.*
- *Para operar son más tolerantes ya que lo pueden hacer incluso con información desconocida.*
- *Trabaja con datos principalmente cualitativos.*

- *Captura, amplifica y distribuye el acceso a juicios basados en conocimientos y no necesariamente datos numéricos o textuales.*

El mecanismo sugerido para la implementación de estos nuevos sistemas es: una vez realizada la evaluación o autoevaluación con el T.O.L. los resultados son reportados en la Plataforma UNNE Virtual. Así el alumno queda en conocimiento de su rendimiento y es avisado o alertado de la necesidad de ingresar en la Herramienta de Evaluación y Consulta nuevamente pero esta vez para realizar una sesión con el Sistema Experto como tutor virtual, completando así el aprendizaje. Ello es despejar dudas y comprender conocimientos mal evaluados con el Sistema Experto como tutor virtual que lo guiará en el proceso.

Este sistema de trabajo de evaluación y tutoría individualizada permite a la cátedra discernir hasta que punto el alumno está realmente aprendiendo y cual es el proceso mental realizado. Por ejemplo: ¿Por qué contestó de esta manera y no de esta otra? ¿Conocía y entendía el problema o fue tan solo suerte?

Además se automatiza todo el proceso de evaluación de resultados ahorrando tiempos de corrección de cada alumno y la posterior definición de notas.

El alumno e incluso docente que se preste a trabajar con el **Sistema Experto** estará interactuando con una máquina que no solo le solicitará que conteste preguntas sino que también le servirá de guía para entender claramente, en base a lo anterior, cuales fueron sus *debilidades y desaciertos* y trabajar sobre ello para completar sus conocimientos.

Esa interacción será individual (el sistema trabaja en base a los resultados que el alumno obtuvo de las evaluaciones con el T.O.L.), sin límites de tiempo, formulada expresamente para quien se está evaluando (personalización que ayuda al individuo y da mayor confiabilidad al sistema y contará con todo el material didáctico disponible en la base de datos de la cátedra para entender y aprehender a través de la práctica).

Ese espacio de tutoría donde el usuario se evalúa y al mismo tiempo consulta y aprende también tiene la función de guardar todo dato ingresado durante la interacción, lo que a su vez alimentará la base de conocimientos que será minada en una etapa posterior. Ello comprende todo tipo de dato que sea ingresado ya sea como texto, como imagen e incluso como parte de la interacción con un pequeño laboratorio de medios.

Como ya se mencionó este Sistema Experto no es parte de la Plataforma Educativa Claroline, sino que se linkea a través de ella dentro de un espacio denominado *Sección de Evaluación y Consultas*.

*Este sistema experto trabaja Basado en Reglas. Esta estructura de tipo determinista es la más entendible para la lógica humana y es apropiada para la realización del presente trabajo.*

En este caso el experto o especialista en sistemas, que carga la base de conocimiento, trabaja en conjunto con los docentes de la cátedra que definen las variables, las reglas y la relación entre ambas para que funcione el sistema.

#### 2.4.2. Etapa B. Obtención de Conocimiento. Aplicación de Técnicas de Minería de Datos.

Es en esta etapa donde aparece la segunda aplicación elegida de Inteligencia Artificial: la **Minería de Datos**, que es a través de la que realmente se podrán cumplir con los objetivos propuestos sobre procesamiento de información, solo si las técnicas elegidas son apropiadas y suficientes.

Los pasos a seguir en esta etapa responden a la aplicación del concepto de KDD descriptos en adelante.

Se trata de un proceso que se inicia en la etapa A integrando de ella la base de datos como centro neurálgico del funcionamiento de la cátedra (*ver figura 2*).

##### 2.4.2.1. Comprensión del Dominio de la Aplicación.

*Definición clara de los objetivos de diseño e implementación de un KDD. Identificación del problema a resolver.*

La determinación de **Objetivos** específicos para este nivel permitirá avanzar a la siguiente etapa con normas preestablecidas. Aquí es donde es importante definir qué es lo que se quiere obtener del proceso de esta etapa. Exactamente que es lo que la cátedra desea extraer del proceso. A mayor definición menor incertidumbre y menos errores en el proceso que sigue.

Estos objetivos ya fueron enumerados en el punto 2.1. de este documento.

#### 2.4.2.2. Diseño del Almacén de Datos.

*Diseñar un esquema que unifique de manera operativa toda la información con la que se trabajará.*

Se necesita para ello definir un **Modelo de Datos** (fuentes de datos, tipos de datos, su contenido, descripción y uso) que unifique y ordene el formato de los datos en la cantidad de bases de datos requeridas para que funcione el sistema. Esto es definir las variables que se van a minar.

Este Almacén de Datos se alimentará de los datos manejados en la BASE DE DATOS cargada con todo el contenido y datos que maneja la cátedra según se explicó en la etapa A. Lo que significa una amplia variedad de formatos que serán unificados a partir de la implementación del modelo de datos mencionado conformando así un almacén de datos con un formato de registros unificado.

#### 2.4.2.3. Selección y Pre-Procesamiento de Datos.

*Este paso significa suministrar los datos que se van a procesar. Primero definir los datos de entrada a explorar y analizar y luego su preparación previa unificación de formatos (previsto en el almacén de datos ya procesados), limpiando ruidos e información inútil, completando faltantes.*

Ello implica desde identificar y seleccionar a preparar los datos que requiere el modelo de datos previamente diseñado. La preparación de los datos significa su limpieza, agregación, transformación y filtrado.

Es preferible realizar esta preparación antes de aplicar un análisis con minería de datos consolidando los datos de fuentes variadas para obtener un conjunto de registro de datos consistentes. A menor ruido, valores insuficientes, valores faltantes, etc., mejor.

#### 2.4.2.4. Evaluación del Modelo de Datos.

Antes de aplicar la minería de datos y una vez cargada la base de datos según el modelo de datos elegido conviene inspeccionar como funciona el modelo de datos.

En este paso se pueden nominar las variables a permanecer y descartar aquellas que no serán útiles para el usuario final.

Esta validación incluso interviene en la toma de decisiones del tipo de algoritmos a utilizar en minería de datos y los parámetros de los mismos (como el soporte y el grado de confianza).

#### 2.4.2.5. Elección y Aplicación de Técnicas de Minería de Datos.

Descubrimiento de relaciones, tendencias y trayectorias. Aplicado con fines exploratorios en información determinada, se busca posteriormente poder generar hipótesis de trabajo válidas.

Si bien esa es la forma de trabajo que se adopta al aplicar minería de datos, un procedimiento inverso al científico como lo describen los entendidos, en el caso particular de este trabajo el curso ya está diseñado y entonces la aplicación de minería de datos, más precisamente de KDD, tiene el fin de ajustar un modelo de curso existente validando o no su funcionamiento (reflejado en el procedimiento de los docentes y el aprendizaje de alumnos).

El éxito de esta tarea depende muy estrechamente de los pasos 1 y 4. Una vez definidos los algoritmos de procesamientos aplicables, paso 1, el sistema empezará a utilizar los datos obtenidos de la etapa anterior, paso 4.

Recién ahora se puede proceder a la extracción del conocimiento deseado.

Para el caso del presente curso el tipo de algoritmos a que se podrían utilizar en esta etapa son los de tipo **no supervisados**, entre ellos los algoritmos **a priori de reglas de asociación** y

eventualmente la **Lógica Difusa** entre otros interesantes (**Web Usage Mining, Text Mining**)

A través del algoritmo a priori se busca descubrir reglas de asociación, es decir relaciones o afinidades entre conjuntos de ítems o variables expresadas en patrones que reflejen el comportamiento del alumno y del docente. Por lo tanto esas asociaciones tienen como fin descubrir patrones que permitan analizar un conocimiento útil a la cátedra según sus objetivos.

Un sistema interesante para ser aplicado es el INTELLIGENT MINER diseñado y desarrollado por IBM como un sistema completo que acompaña todo el proceso de KDD. Dicho sistema es actualmente utilizado en nuestra Universidad por el equipo de trabajo especialista en Inteligencia Artificial que funciona en la Carrera de Licenciatura en Sistemas en la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura. Este equipo ya ha hecho incluso análisis con datos provenientes de la misma Universidad para evaluar la calidad educativa de la misma.

Dado el caso ideal de trabajar con ellos como equipo interdisciplinario, sería más que obvio utilizar herramientas conocidas y ya incorporadas a su labor educativa e investigativa.

### **2.4.3. Etapa C. Aplicación del Conocimiento. EXTRAXIÓN DE RESULTADOS y su APLICACIÓN**

#### **2.4.3.1. Análisis de los Resultados.**

*Finalmente se pueden interpretar los datos descubiertos analizando los resultados obtenidos en la etapa anterior:*

- Si el diseño e implementación del curso es correcto. Contenido repartido entre las clases presenciales y las semi-presenciales, recursos didácticos utilizados, tiempo y personalización dedicada a los alumnos, etc.
- Si el diseño e implementación de la evaluación es correcta. Tipo y formulación de los puntos, cantidad de preguntas, tiempo de respuesta, comportamiento del docente ante el examen, etc.
- Si el diseño del material didáctico y su aplicación en cada situación es el correcto. El formato es accesible a todos, es entendido por todos, su extensión es adecuada, el contenido es adecuado, etc.
- Si el tiempo de trabajo de los integrantes de la materia es el adecuado.
- Si la forma de trabajo de los integrantes de la materia es la adecuada.

#### **2.4.3.2. Aplicación de los Resultados.**

*A partir de este momento se puede aplicar el conocimiento descubierto: retroalimentación del funcionamiento integral de la cátedra. Esto se traduce como la **reingeniería del curso**.*

La primer aplicación de todo el sistema diseñado en este trabajo se hará con los datos actualmente manejados en la cátedra.

La siguiente aplicación y las sucesivas irán incorporando, descartando, arreglando los datos necesarios para que el sistema realmente demuestre un proceso evolutivo previsto como reingeniería del sistema.

Esto se produciría en ciclos en un espacio de tiempo definido entre la finalización de un año lectivo y el inicio del siguiente (el cursado de la cátedra es cuatrimestral):

Ciclo 1. Aplicación del Proyecto con los Datos existentes.

Ciclo 2. Aplicación del Proyecto + Reingeniería del Sistema.

Ciclo 3, Ciclo 5, Ciclo 6,..... Ciclo n.

## **3. CONCLUSIONES**

En general los aspectos positivos y negativos de la implementación de la tecnología informática en el ámbito educativo están más que estudiados y explicados por autores especialistas en el tema tales como Edith Litwin y Beatriz Fainholc en nuestro país.

Por ello en este último punto solo me limitaré a demostrar que tiene de positivo reorganizar la

cátedra Estructuras III según el esquema de funcionamiento desarrollado en esta monografía.

Para ello necesito dividir en dos partes estos comentarios. Por una lado los referidos a la **etapa de enseñanza – aprendizaje** del curso donde la tecnología informática interviene como herramienta didáctica. Y por otro lado la **etapa de gestión del conocimiento** donde se valida o no la etapa anterior.

### **Etapa de ENSEÑANZA – APRENDIZAJE.**

En la cátedra se busca como principal objetivo que el alumno desarrolle sus capacidades de discernimiento y crítica ante el material educativo provisto por los docentes con el fin de lograr un conocimiento útil y racional que los capacite para resolver problemas de diseño de estructuras de grandes luces.

No basta con que el alumno comprenda y asimile contenido de la materia, sino que tiene que razonar lógicamente para resolver casos presentados hipotéticamente.

De allí es fácil comprender que para que el alumno alcance un conocimiento ideal es necesario no solo que *lea información y vea ejemplos* para luego ser evaluado, sino también que pueda interactuar con esa información para comprender mejor.

Por ejemplo trabajar con una simulación de física para comprobar experimentalmente que si una plegada triangular maneja ángulos muy agudos funciona mucho mejor y ahorra material que la misma estructura con ángulos mayores a 45°.

Obviamente que si, como está comprobado en las teorías de aprendizaje, el alumno puede ver la imagen de esa estructura y además modificarla, no fijará de memoria un concepto sino que lo asimilará rápidamente a través de la comprensión del fenómeno.

A ello hay que agregar que la interacción con un sistema experto no requiere de límites de tiempo, ni cantidad de consultas. Además todo lo que el usuario conteste o experimente queda registrado por el sistema para luego pasar a ser parte de la información que alimenta la base de datos que será minada.

*En resumen el objetivo principal de la cátedra queda cumplido, ya que se puede lograr un seguimiento del proceso que realiza un alumno y no solamente registrar estadísticas de notas, cantidad de alumnos, cantidad de exámenes, etc.*

De aquí surgen dos inconvenientes que deben ser previstos: 1. la formación del docente-tutor-guía ante esta nueva modalidad de trabajo y 2. el trabajo interdisciplinario entre docentes arquitectos e ingenieros, propios de la materia, los especialistas en educación y los especialistas en sistemas. Sin entrar en el tema de los escasos recursos económicos con los que contamos en cada Universidad Nacional.

Me faltaría agregar:

- La *agilidad de tiempos y recursos materiales* que se gana una vez pasada la primera etapa de diseño e implementación de todo el sistema cátedra nueva.
- *Mayor individualización del alumnado* teniendo en cuenta que cada curso lectivo cuenta con un promedio de 200 cursantes.
- Incentivo al estudio, la búsqueda, la creación y la crítica educativa gracias a la aplicación de las herramientas elegidas.
- La posibilidad de registro y seguimiento del proceso realizado por los mismos docentes.
- La disminución de errores.
- En general Se logran extraer conclusiones más completas posibilitando mejores resultados pedagógicos en alumnos y docentes.

### **Etapa de GESTIÓN del CONOCIMIENTO.**

Dado el gran y variado volumen de situaciones e información que se presentan en el desarrollo del curso, está de más afirmar que aplicar técnicas de tratamiento, manejo y extracción de conocimiento son necesarias en el proceso.

Ello se refleja en la mayor seguridad y menor margen de errores que un sistema informatizado presenta en comparación con el análisis manual de datos como se hacen en la actualidad.

El tratamiento manual de los datos y las conclusiones realizadas en base a la experiencia de una persona es una tarea muy laboriosa que exige mucho tiempo físico y resulta en conclusiones incompletas y datos mal almacenados.

Las aplicaciones de las técnicas de K.D.D. disminuyen los tiempos físicos del proceso que realiza el humano, consigue extraer no solo la información solicitada sino también encontrar información oculta y además permite que toda la información sea almacenada de manera tal que todo el proceso puede sufrir un cambio, pequeño o considerable, de manera automática sin invalidar todo el funcionamiento.

Así, la *reingeniería* del sistema cátedra Estructuras III es posible sin tener que hacer reestructuraciones completas sino solo atacar o arreglar los puntos débiles sin que esto invalide el resto.

Además la información almacenada es útil para otros usos, internos o externos, puede ser ampliada sin problemas.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

Los datos bibliográficos se seleccionaron de acuerdo al tipo de aplicación para las que fueron creadas, el medio en el que se aplicaron y teniendo en cuenta la credibilidad de las bases bibliográficas por ellos usadas. En general son trabajos de investigación aplicados específicamente a educación y se relacionan directamente con el tema de este trabajo por lo que son bibliografía específica toda ubicable en Internet.

- “*Estado actual de la aplicación de la minería de datos a los sistemas de enseñanza basada en web*”. Cristóbal Romero Morales, Sebastián Ventura Soto, Cesar Hervás Martínez. Departamento de Informática y Análisis Numérico. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Córdoba. España. Año 2005.
- “*Descubrimiento de Reglas de Predicción en Sistemas de e-learning utilizando Programación Genética*”. Cristóbal Romero, Sebastián Ventura, Cesar Hervás. Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba. España. Año 2005.
- “*Evaluación del aprendizaje en física: cinco años de experimentación en el Politécnico de Turín*”. Mateo Luca Ruggiero, Angelo Tartaglia, Elena Tresso. Departamento de Física del Politécnico de Turín. Italia. Año 2005.
- “*Minería de Datos. Trabajo monográfico de adscripción.*”. María Inés Kubski. Director Mgter. David Luís la Red Martínez. Cátedra Diseño y Administración de Datos de la Carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. Año 2004.
- “*Minería de Datos con Intelligent Miner. Trabajo monográfico de adscripción.*”. María Inés Kubski. Director Mgter. David Luís la Red Martínez. Cátedra Diseño y Administración de Datos de la Carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. Año 2004.
- “*Monografía sobre Sistemas Expertos*”. Bargiela Roberto Alejandro. Cátedra Sistemas Operativos, Departamento de Informática, Carrera de Licenciatura en Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. Año 2003.
- “*Inteligencia Artificial. Sistemas Expertos. Redes Neuronales*”. L. Arrúa y E. Meza Fernández. Carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. Año 2003.

- *“Tema II: Proceso de desarrollo de minería de datos”*. Materia: Minería de Datos. Facultad de Ciencias, Escuela de Computación, Centro de Computación Paralela y Distribuida, Laboratorio de Inteligencia Artificial, Universidad Central de Venezuela. Año 2003.
- *“Aplicación de técnicas de minería de datos en la construcción y validación de modelos predictivos y asociativos a partir de especificaciones de requisitos de software”*. María N. Moreno García, Luís A. Miguel Quintales, Francisco J. García Peñalvo y M. José Polo Martín. Universidad de Salamanca. Departamento de Informática y Automática. España. Año 2001.