



MODELADO DEL CONOCIMIENTO: LA INTERACCIÓN ESTUDIANTE-COMPUTADORA

LOYOLA Y BLANCO JOSÉ ALFONSO

El desarrollo de este modelo partió de cursos de 20 horas para profesionistas que querían utilizar el análisis y diseño de sistemas estructurado; al que se incorporaron cursos de análisis y diseño orientado a objetos con UML. En ambos casos, el alumno interactúa con una herramienta CASE (System Architect) que genera el modelo en archivos HTML, lo que permite al alumno navegar en su propio modelo de conocimiento.

Esta forma de *aprendizaje interactivo con la tecnología* se aplicó después a otros cursos: Office, Arquitectura de Negocios, Administración de Conocimiento e Ingeniería de Software.

El modelo en su evolución ha tomado la forma de Ingeniería del Conocimiento para el diseño de cursos en los niveles de Bachillerato, Licenciatura y Postgrado, en donde el estudiante modela su propio conocimiento.

El **modelado de conocimiento** se basa en el análisis estructurado [1] que establece que la comprensión de cualquier materia se da en términos de nuestros *propios* “constructos” de cosas (posteriormente objetos) y sucesos, y que al interactuar con ellos a través de la Tecnología el estudiante construye su conocimiento.

En esta ponencia se describen *antecedentes, principios y casos de uso* del modelo:

Antecedentes.....	2
Los contenidos: Estructura y Proceso.....	3
La dirección del aprendizaje: El Desarrollo del Intelecto	4
La necesidad de la Sociedad del Conocimiento: Formación e Innovación permanente.	4
El uso de la tecnología, mediante un esquema de trabajo: Modelar el Conocimiento.	5
Sintaxis y Semántica: Orientadas a Objetos.....	5
Las perspectivas del Conocimiento: Un proceso en un paradigma de cambio continuo	6
Conclusión: El producto del proceso es un modelo personal del conocimiento.....	10
Casos de Uso.....	10
Bibliografía.....	11

Antecedentes.

“Parece imposible para nosotros pensar en cualquier cosa sin tener al objeto de estudio relacionado en nuestras mentes con un tumulto de partes o piezas, (concretas o abstractas) es decir, objetos nominales que proporcionan la base para nuestra incipiente concepción del objeto como un concepto separado [1].

Optimización

Implicaciones Qué ... Si 50 Usa	Tecnologías Análisis y Diseño 51 Que	Equipos de Trabajo Innovar 52 Quien	Desafíos 53 Cuándo	Escenarios Políticas Clave 54 Dónde	Modelos Management 55 Cómo	Evolución Visión 56 Por Qué	Crear Pensamiento Crítico 57 Para Qué	Análisis Cuantitativo Dirección 58 Cuánto	Administración de Riesgo Como Debe Ser 59 Proceso
---------------------------------------	--	---	-----------------------	---	----------------------------------	-----------------------------------	---	---	---

Administración de Conocimiento

Sistemas Construcción 40 Usa	Simulación Bases de Datos 41 Qué	Jerarquías Colaborar 42 Quién	Responsabilidades 43 Cuándo	Redes Reglas 44 Dónde	Estrategias Gestión Estratégica 45 Cómo	Decisiones Cuadro de Mando Integral 46 Por Qué	Producir-Responder Producción Convergente 47 Para Qué	Indicadores Sentido 48 Cuánto	Administración del Cambio Oportunidades 49 Proceso
------------------------------------	--	-------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	---	--	---	-------------------------------------	--

Conocimiento Explícito

Arquitectura de Conocimiento Estructuras 30 Usa	Procesos Sistematización Automatización 31 Qué	Funciones Ser 32 Quién	Motivaciones 33 Cuándo	Restricciones Factores Críticos de Éxito 34 Dónde	Metodologías Gestión Funcional 35 Cómo	Desempeños Comportamiento Estándar 36 Por Qué	Anticipar Producción Divergente 37 Para Qué	Conocimiento Semántica 38 Cuánto	Re-Ingeniería de Procesos Métodos 39 Proceso
---	---	------------------------------	---------------------------	---	--	---	---	--	--

Control

Esquemas de Trabajo FrameWorks 20 Usa	Conceptos Esquemas Semánticos 21 Qué	Roles Aprender 22 Quién	Disciplina 23 Cuándo	Condiciones Aspectos Críticos 24 Dónde	Herramientas Gestión Tecnológica 25 Cómo	Objetivos Misión 26 Por Qué	Permanecer Razonamiento Memorístico 27 Para Qué	Información Sintaxis 28 Cuánto	Trabajo Colaborativo Aseguramiento de la Calidad 29 Proceso
---	--	-------------------------------	-------------------------	--	--	-----------------------------------	---	--------------------------------------	---

Heurística

Proyectos Planes 10 Usa	Objetos Requerimientos 11 Qué	Personas Hacer 12 Quién	Problemas y Necesidades Eventos y Resultados 13 Cuándo	Tareas Casos de Uso para la Acción 14 Dónde	Procedimientos Gestión por Valor 15 Cómo	Habilidades Desarrollo 16 Por Qué	Aprender Cognición 17 Para Qué	Datos Símbolos 18 Cuánto	Instrumentación Tecnológica Como Es 19 Proceso
-------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	--	---	--	---	--------------------------------------	--------------------------------	--

Modelo de Ingeniería del Conocimiento V2.0

Sin embargo, casi de forma inmediata, una vez que somos conscientes de las cosas, lo somos de los *sucesos* que ocurren a su alrededor: relaciones, cambios, transformaciones que le dan significado o interés al objeto". A partir de estas bases que se establecen en el análisis estructurado de los 80s para la construcción de sistemas de información la noción de modelado surge como un lenguaje gráfico que permite manejar las complejidades que exige la construcción de aquellos primeros sistemas computarizados.

Los contenidos: Estructura y Proceso.

En este modelo de aprendizaje-enseñanza se parte del mismo principio, el conocimiento es tanto *concepto* como *proceso*, es decir, *cosas* y *sucesos*. Y se asume el mismo enfoque para su aprendizaje: *modelarlo*.

Los conceptos se organizan y ordenan en una *estructura* que los relaciona en un contexto. Para los propósitos del aprendizaje, esta estructura debe ser completa, breve y significativa, de tal forma que el alumno pueda en una sola vista contemplar la totalidad del conocimiento que va a asimilar, como en la figura anterior.

La estructura se basa en un *esquema*, que viene a ser la estructura (o más bien la meta-estructura) de cualquier estructura de conocimiento. El esquema contiene las operaciones que se realizan con el conocimiento inmerso en la estructura, por lo tanto es el *esquema de trabajo* del conocimiento. El esquema de trabajo es el que asegura que la estructura sea completa. El esquema es la estructura del modelo de aprendizaje-enseñanza de Ingeniería del Conocimiento.

Para poder asimilar la estructura, que contiene el conocimiento, el alumno lleva a cabo un proceso, es decir, una *secuencia de operaciones* –del esquema – en las que procesa los datos contenidos en la estructura transformándolos en mensajes que recibe e interpreta obteniendo de ellos información y conocimiento.

La *sintaxis del mensaje* es la *información* y su *semántica* el *conocimiento*. Los *datos* son los *símbolos* o artefactos del lenguaje que representan conceptos.

Por tanto, el proceso emplea un *lenguaje* que configura los símbolos en mensajes, es un lenguaje gráfico, o sea, emplea *artefactos* tales como figuras: círculos, cuadrados, flechas, líneas, texto y diagramas.

Cada lenguaje gráfico tiene sus reglas para conectar sus artefactos, asociarles texto, ordenarlos en el *diagrama* que los contiene y que los puede conectar a otros diagramas; esas reglas constituyen la sintaxis del lenguaje. Sin embargo, los artefactos se disponen libremente en el diagrama. Esa disposición es la que le da la semántica al diagrama. Por tanto, el conocimiento de un diagrama es variable o propio.

El lenguaje sigue un método para describir los conceptos del conocimiento y como estos se relacionan. Cuando el método toma un concepto y lo va descomponiendo en sus partes constitutivas –constructos – se está en fase de análisis o procesamiento arriba-abajo (Top-Down); cuando el método integra conceptos para formar uno nuevo se está en fase de síntesis o procesamiento abajo-arriba (Bottom-Up).

Un concepto se describe en un diagrama o conjunto de artefactos gráficos del lenguaje. Un *modelo de conocimiento* está constituido por un conjunto de diagramas conectados mediante la sintaxis del lenguaje obteniendo a través de esas conexiones la semántica, es decir, el conocimiento.

Existen dos tipos de diagramas para describir estructuras y procesos: *estáticos* y *dinámicos*.

Un modelo completo de conocimiento incluye ambos.

La dirección del aprendizaje: El Desarrollo del Intelecto

Tradicionalmente los cursos se diseñan para que su semántica sea *exclusivamente* del contenido del conocimiento que se desea asimilar. Este enfoque es insuficiente para que el conocimiento sea asimilado. Los mensajes que el estudiante recibe y que le transmiten la semántica no pueden asimilarse a las estructuras actuales de su intelecto si no se sigue un cierto orden. Por eso, en el modelo de Ingeniería del Conocimiento se ha agregado en el *proceso de transformación* de los datos en información y conocimiento otra dimensión:

● El desarrollo de las **habilidades intelectuales**.

Desde la perspectiva de formación y de desarrollo del estudiante establece la motivación imprescindible para que el aprendizaje se lleve a cabo. Desde la perspectiva del proceso de transformación introduce operaciones adicionales que complementan el análisis y la síntesis. La primera operación es la de *cognición* que se da cuando el estudiante identifica los datos y los representa en el lenguaje gráfico en un diagrama. Cada diagrama que constituye una semántica específica, puede ser leído en diferentes ordenamientos, siendo cada uno una distribución diferente de sus artefactos. Al momento de navegar en él para recibir mensajes, el estudiante sigue patrones propios que él ha interiorizado a través de sus experiencias de aprendizaje, lo que se denomina *razonamiento memorístico*. Lo mismo ocurre cuando desarrolla los diagramas. El profesor hace hincapié en estos patrones al preguntar las secuencias que cada alumno sigue. En el momento en el que el alumno descompone un concepto en sus partes constitutivas lo hace en una lluvia de ideas, o mejor dicho, mediante una *producción divergente*. Al realizar esta actividad colectivamente, unos retroalimentan a otros con el objeto de extender el pensamiento a otras particularidades o detalles que uno no ve, pero otros sí. Dentro de las reglas de los lenguajes, un concepto no se puede descomponer en más de seis, por lo que, si la producción divergente rebasa este número se debe hacer una reconsideración o una *producción convergente* que reproduzca no más de seis partes constitutivas. Cada modelo obtenido es discutido por todos, con un *pensamiento crítico* dando tanto puntos de vista positivos como negativos sobre el modelo. Críticas que valoran la conexión de diagramas, estáticos y dinámicos, la descomposición y la integración de conceptos. El uso de estas habilidades u operaciones permite concluir el modelo y el proceso empleado comienza a delinearse como el *proceso de aprendizaje*.

La necesidad de la Sociedad del Conocimiento: Formación e Innovación permanente.

Una de las grandes *ventajas de la tecnología* es la permanencia en un medio electrónico de nuestros modelos de conocimiento. Esto nos permite revisar y modificar lo hecho anteriormente y por lo mismo nos da la posibilidad de afinar nuestras concepciones y extenderlas. Otra ventaja, es que las herramientas CASE facilitan la modificación y la navegación. Los diagramas se clasifican en categorías, y estas *clases* facilitan el acceso inmediato a los mismos. Al utilizar la herramienta tecnológica en el aprendizaje, el estudiante desarrolla estas clasificaciones mediante el uso de su capacidad de *abstracción* llevada a otro nivel de conocimiento. Interioriza el esquema de trabajo que sigue al utilizar la herramienta. El manejo de las clasificaciones las realiza a través de la estructura del modelo de conocimiento, y al navegar en él para el desarrollo de estas categorías conceptuales de otro nivel, facilitan la reproducción del proceso de pensamiento que se siguió al construirlo, por tanto la *exploración* del desarrollo del conocimiento incluye también la revisión de nuestros procesos de pensamiento.

● Este es el *objetivo del aprendizaje*: **aprender a pensar**.

Dado que el estudiante esta en una constante ejercitación del pensamiento crítico se habitúa a evaluar sus modelos, operación que realiza apoyándose en el modelo de Ingeniería del Conocimiento. Después de la creación de tres modelos y de mejorar su proceso de construcción, adquiere la habilidad suficiente para desarrollar un aprendizaje independiente y al integrar sus modelos de diferente tipo de conocimiento comienza a *innovar*. Los teóricos de la administración del conocimiento [6] subrayan el hecho de que es en las fronteras del conocimiento en dónde existe más probabilidad de crear nuevo conocimiento, al combinar uno con otro, o al aplicar uno a otro, como es el caso de la aplicación de las metodologías de análisis y desarrollo de sistemas al aprendizaje de cualquier conocimiento. El uso de la herramienta con propósitos de aprendizaje capacita al estudiante a mantenerse en una formación permanente, ya que si combina el modelado con la adquisición de nuevos conocimientos mediante una exploración adecuada de Internet llegara al objetivo de mantener completos sus modelos de conocimiento.

El uso de la tecnología, mediante un esquema de trabajo: Modelar el Conocimiento.

Tanto el eLearning como el EAD no han alcanzado el nivel de interacción con la tecnología que independice al alumno –que emplea las Tecnologías de la Información (TI), para realizar su aprendizaje – y que haga automático el proceso de interacción. El Modelado del Conocimiento es un modelo del uso de las TI con este propósito. En la aplicación de las TI al ámbito educativo se está buscando en primer término dar la facilidad al alumno para que no tenga que desplazarse al aula a recibir un aprendizaje presencial, que es el principal objetivo de la EAD. El Modelado del Conocimiento tanto se puede aplicar en un aprendizaje presencial, como en un formato de EAD o eLearning. El enfoque en el modelado del conocimiento es la construcción del conocimiento mediante un proceso que emplea una combinación de lenguajes gráficos y metodologías de análisis, síntesis, abstracción, diseño y construcción de conocimiento, que se basa en el *desarrollo del intelecto* personal del estudiante. Ahora bien, al partir del esquema de trabajo de la Ingeniería del Conocimiento (IC) para el modelado de todo conocimiento, todos los modelos construidos se integran de forma automática en IC. Al estar integrados los modelos, cada diagrama del mismo tiene acceso desde el esquema de trabajo en un segundo clic de acceso, de tal manera, que cualquier información está disponible a un máximo de tres pasos. El acceso inmediato a la información –con un mínimo de pasos – es otra de las facilidades de la tecnología que la Ingeniería del Conocimiento aprovecha. Uno de los principios de la administración del conocimiento se basa en la *disponibilidad inmediata* del conocimiento al que se requiere en un determinado momento. En este sentido el modelado de conocimiento basado en un modelo de Ingeniería del Conocimiento habilita las operaciones del procesamiento de la información al contar con una estructura ágil e impronta para localizar el conocimiento. La herramienta CASE genera, para cualquier modelo, programación en HTML para navegar a través de hipervínculos a través de ese conocimiento. Al ser el esquema de trabajo el punto de partida de todo modelo del conocimiento, la *interacción integrada* queda automatizada. El modelado del conocimiento es la infraestructura para que sea desarrollado un sistema de aprendizaje interactivo basado en el conocimiento, siguiente etapa del desarrollo del modelo.

Sintaxis y Semántica: Orientadas a Objetos.

Para modelar el conocimiento se dispone de tres categorías de metodologías-lenguajes gráficos: 1. Metodologías estructuradas. 2. Metodologías de Procesos. 3. Metodologías orientadas a objetos.

Las metodologías estructuradas están más enfocadas al modelado conceptual, como IDEF0, las metodologías de procesos como IDEF3 o Catalyst modelan mejor el comportamiento. El modelado orientado a objetos que combina tanto modelado estático,

como modelado dinámico es el ideal para el modelado que permite el desarrollo del sistema basado en el conocimiento. El modelado *orientado a objetos* se ha tomado como el centro o la **columna vertebral** del modelado de conocimiento y las otras metodologías se emplean como auxiliares tanto para el modelado conceptual, como para el del comportamiento. Esto no excluye el uso de otras tecnologías. Así, el modelado de procesos da lugar a la *simulación* del proceso, lo que permite un mejor entendimiento de las variables o parámetros que hacen variar el comportamiento de un proceso. En este sentido, tecnologías como DreamWeaver con Flash al igual que PowerPoint posibilitan el desarrollo de la *animación* por computadora que también puede explicar los aspectos de comportamiento significativo de los procesos, como pudieran ser los históricos o los de reacciones químicas, por mencionar algunos. Tanto las simulaciones como las animaciones para los procesos son elementos que un profesor incorpora y que después el alumno continúa. Las aplicaciones de oficina como Office de Microsoft u Open Office también son auxiliares que permiten *preparar* los contenidos que se integrarán en el modelado. Continuando en esta línea de pensamiento Internet también se convierte en una fuente de datos, símbolos, imágenes y texto que al pasar por una aplicación de Office se puede luego trasladar al modelado.

Las perspectivas del Conocimiento: Un proceso en un paradigma de cambio continuo

En esta época en el que las TI se convierten en herramienta para el procesamiento de datos y su transformación en información y conocimiento, se percibe que el aprendizaje y luego la enseñanza vienen a ser un proceso de construcción del conocimiento desde diferentes *perspectivas*. En este sentido el modelo de Ingeniería del Conocimiento integra en sus perspectivas, niveles de madurez de la capacidad. Cada *nivel de madurez* representa la habilidad del estudiante para realizar o aplicar ciertas operaciones características de ese nivel. El estudiante desarrolla cada nivel contestando a preguntas básicas: Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Cómo, Porqué, Para Qué, Cuánto y empleando esas habilidades intelectuales.

Cada perspectiva *aplica* ciertas operaciones del intelecto sobre los datos, la información o el conocimiento. El alumno debe ejercer todas las perspectivas sobre el conocimiento, realizando un ciclo de desarrollo, para luego repetirlo una y otra vez. Cada ciclo al ser realizado representa una *iteración* del proceso de aprendizaje-enseñanza. Al final de una iteración del proceso, el alumno vuelve a repetir el ciclo *incrementando* su conocimiento, además de efectuar de nuevo el proceso que le permite aprender. El propósito del ciclo, que es múltiple, en última instancia es que el alumno se transforme en un estudiante estratégico, ya que lo que adquiere con la experiencia de la iteración es una o varias estrategias. Por otra parte, el estudiante al seguir las fases de este ciclo donde acrecienta su capacidad y su madurez, aprende a pensar. Esto significa que en cada iteración crea una abstracción del conocimiento, junto con la del proceso que le permite construirlo; desarrolla tanto estructura como proceso. Del primero abstrae conceptos, del segundo desarrolla una **meta-abstracción**. La meta-abstracción es la que le da la posibilidad de innovar ya que desarrolla una perspectiva del conocimiento en un plano de mayor abstracción.

Perspectiva heurística del conocimiento

El primer nivel, llamado heurístico, enfoca el aprendizaje a la solución de problemas con base en la experiencia del estudiante. El segundo propósito acrecienta esa experiencia con nuevas actividades e incorpora a su acervo un proceso de aprendizaje y de desarrollo apoyado por la TI. Este nivel de aprendizaje está dirigido al *hacer*: 1. Obtener información. 2. Realizar prácticas. 3. Leer, escribir, reproducir. 4. Procesar información con Office. 5. Crear simulaciones y animaciones. En la heurística, el conocimiento es *tácito*, la

enseñanza se enfoca a la práctica, se siguen procedimientos para realizar las tareas que están encaminadas a resolver problemas básicos del área de conocimiento que se pretende adquirir. El docente establece planes para la realización de un proyecto en el que el alumno hace tareas, satisface necesidades de información y es dirigido a partir de requerimientos. Esencialmente el estudiante debe desarrollar habilidades básicas de la materia de estudio. Asocia símbolos a los conceptos implícitos en las tareas a realizar que pueden ser imágenes, símbolos numéricos, texto o el nombre del concepto. Las prácticas vienen a constituir casos de uso para la acción, es decir, debe de repetir una parte del proceso para satisfacer un requerimiento en donde realiza una unidad de tareas. El profesor realiza y muestra de esta manera los casos de uso, el alumno efectúa la misma acción, **Como Es**. Los casos de uso están dirigidos a un aprendizaje específico y por lo mismo el alumno debe ser lo más repetitivo posible en su hacer. Dado que el nivel del conocimiento es tácito, la gestión del alumno para realizar sus casos de uso, sus tareas, para resolver problemas, es *por valor*. El valor está acreditado por la experiencia del alumno. La operación que el estudiante realiza a través de todo el hacer, es únicamente de *cognición*, la cuál se identifica mediante los símbolos que el alumno utiliza para representar los conceptos que está adquiriendo.

El modelado en esta perspectiva o etapa es primario, únicamente comienza a trazar los conceptos básicos aprehendidos mediante la representación de artefactos gráficos que sustituyen a los conceptos. Es como una etiqueta que sirve para fijar este primer nivel de conocimiento, que en su mayoría son datos, conceptos elementales, símbolos. Mediante la experiencia, o la experimentación de ciertas tareas el estudiante tiene contacto con el proceso de aprendizaje por primera vez. Sigue instrucciones para realizarlo, las que no cuestiona, sobre las que no reflexiona, su *responsabilidad* en este nivel de madurez es únicamente hacer.

Perspectiva de control

En el segundo nivel, el alumno a partir de su experiencia, se conoce (auto-cognición) a nivel de traza, de símbolo y conoce el proceso que debe seguir, por tanto identifica dentro de las fases del proceso las que debe cuidar para poder repetir el proceso. Es un primer contacto con sus debilidades y fortalezas en cuanto a habilidad intelectual se refiere. Establece controles con el propósito de lograr repetir el proceso de aprendizaje apoyado por la tecnología. Comienza propiamente a modelar el conocimiento y los procesos implicados, mediante las relaciones entre los símbolos, haciendo énfasis en los puntos de control. El modelado en este nivel debe hacerse mediante *razonamientos memorísticos*, es decir, los artefactos que reproduce deben ser de lo que recuerda, al igual que sus relaciones. El propósito de este segundo nivel es identificar solamente el *conocimiento significativo*, representado por *conceptos organizadores* y *conceptos clave*. Aquellos conceptos que son organizadores son los que representan una parte de la estructura o una fase del proceso, que al ser recordados traen mediante *inducción* a los que tiene asociados. Los conceptos clave son aquellos que identifican a un diagrama, o dicho de otra manera, cada concepto clave recordado debe generar un diagrama teniendo como símbolo principal aquel que lo representa. Ya con una experiencia dirigida, se establecen objetivos para las tareas de control, el alumno debe aprender a *gestionar la tecnología* que ha venido usando, emplea sus razonamientos memorísticos para comenzar a modelar relaciones entre conceptos organizadores para constituir en un diagrama conceptos clave. La sintaxis en los diagramas es clave para el trazo de esquemas semánticos. La gestión tecnológica se basa en el *trabajo colaborativo* que está dirigido a asegurar la calidad en la hechura de los esquemas semánticos. El alumno debe realizar estas tareas en equipo y con *disciplina*. La gestión tecnológica es clave para concretar diagramas con calidad, es decir, que contengan la semántica de un concepto clave. Se deben utilizar los símbolos adecuados para representar cada concepto constitutivo que agrega semántica al concepto clave. Para realizar estas tareas de control, el alumno se basa en el esquema de trabajo de Ingeniería de Conocimiento, en donde cada símbolo, cada diagrama dirige el trabajo

que se debe realizar. En este nivel de modelado, el estudiante está condicionado por la sintaxis al elaborar los diagramas y al combinar los artefactos.

Perspectiva del conocimiento explícito

En el tercer nivel, en dónde el proceso se comienza a controlar y repetir, el conocimiento adquirido debe *hacerse explícito*, ahora la construcción es de **modelos conceptuales** para representar *estructuras* y **mapas conceptuales** para representar *procesos*. El alumno además de utilizar razonamiento memorístico para recordar tanto las estructuras conceptuales como los procesos, debe extender su pensamiento y en una producción divergente completar el modelado. Es decir, ahora conecta y relaciona diagramas. Su conocimiento va a un nuevo nivel de abstracción, después de haber pasado por la cognición de conceptos básicos que representó mediante símbolos del lenguaje gráfico, que en seguida en un segundo nivel de abstracción relacionó para obtener información mediante la sintaxis del lenguaje gráfico, *concretó* conceptos clave en diagramas, que ya contienen una semántica del conocimiento. Ahora en un tercer nivel de abstracción relaciona diagramas con contenidos semánticos para *abstraer* conocimiento. Para hacer explícito el conocimiento, el flujo de pensamiento otra vez es dirigido a partir de preguntas: Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Cómo, Porqué, Para Qué, Cuánto. Se efectúa una *producción divergente* que procede no solamente del curso de pensamiento, sino primordialmente de elaborar preguntas y contestarlas. Esta producción divergente del pensamiento dirigida por preguntas que hace explícito el conocimiento en diagramas, es lo que en el modelo se denomina aprender a pensar. Incluye el procesamiento de datos representados como símbolos, y el procesamiento de la información al seguir la sintaxis del lenguaje gráfico, para por último producir diagramas con contenido semántico representado por conceptos clave. Un procesamiento de tres niveles de abstracción. El aprendizaje está dirigido por desempeños, es decir comportamientos estándar depurados que logran alcanzar ese aprendizaje de tres niveles de abstracción que implica la obtención de un conocimiento, esto es, la *creación* de un **modelo** que relaciona a los diagramas. Según se puede observar este razonamiento es de integración, de síntesis, que eleva el pensamiento a niveles altos de abstracción. Se concluye la integración de los conceptos clave abstraídos en el nivel anterior y que se usan de control en el proceso. La síntesis se realiza de forma total, exhaustiva gracias a la producción divergente y a la motivación que al estudiante le provoca el llegar a este nivel de conocimiento explícito. Para lograr un conocimiento explícito total, cada diagrama y cada artefacto dentro de cada diagrama constituyen una pieza del rompecabezas total. Algunas partes de esa integración son secciones de la estructura, otras son secuencias de actividad con cierta funcionalidad dentro del proceso. Todo conocimiento está constituido de una estructura y un proceso que aplica una funcionalidad para descomponer y luego integrar el conocimiento contenido en la estructura. Para poder darle forma al conocimiento, el proceso impone ciertas restricciones, factores críticos de éxito que permiten alcanzar tras el análisis la integración total que demanda el conocimiento explícito. Hasta aquí, los niveles de madurez de la capacidad para *desarrollar el aprendizaje*.

Perspectiva de la administración del conocimiento

La enseñanza comienza después de hacer el conocimiento explícito, su primer nivel es la administración del conocimiento. Este nivel no implica que únicamente los docentes deben ejercitar estas capacidades y adquirir esta madurez, el propósito esencial de la enseñanza es el de transformar al estudiante en un ser estratégico y la gestión de este nivel es estratégica, es el primer nivel experto. En este contexto, ser estratégico implica realizar un proceso de toma de decisiones usando los recursos que tenemos a nuestro alcance para así poder administrar el conocimiento. Gracias al proceso de construcción seguido, en este nivel se cuenta ya con un modelo del conocimiento, que viene a ser nuestro principal

recurso junto con el desarrollo de las habilidades para efectuar esta construcción y el conocimiento y seguimiento del proceso de construcción. Ya se cuenta con un modelo, el conocimiento es explícito, lo más completo que se pudiera alcanzar en esta iteración de síntesis-análisis, es un recurso. ¿Cuál va a ser su uso? ¿Representa alguna utilidad? Pueden surgir muchas preguntas. Un docente tiene claro el sentido del conocimiento, o quizás lo reconsidere. Un experto, también. Y ¿un estudiante? Para que el conocimiento se interiorice debemos usarlo, darle una aplicación, ese es su sentido. En un flujo de pensamiento de *producción convergente*, debemos llegar a una conclusión, solo así podremos proseguir, de otra forma no tiene sentido. Debemos seguir ciertas reglas, impuestas por el mismo conocimiento, por el contexto en el que estamos interactuando con él, ¿Es una materia de mi carrera? ¿Es opcional? ¿Es un requerimiento de actualización? Estos cuestionamientos son parte de las reglas de la administración del conocimiento: Aprender a responder, a prevenir, a prospectar, a controlar, etc. Después de darle sentido, el modelo comienza a tomar forma, tiene sentido, su significado comienza a ser claro. Ese sentido de aplicación crea la semántica, genera las oportunidades que –en un esquema de colaboración en donde cada participante asume su propia responsabilidad – pueden producir un cambio. El sentido también puede ser personal, es decir, no hay colaboración explícita, pero el interesado asume la responsabilidad total y busca esa colaboración a través de consultas en Internet, en libros, revistas o toda fuente de información que le da a ese sentido un significado. En cualquier caso, el cambio está ahí, y hay que saber administrarlo, comunicarlo a los que queden involucrados. Hablando desde la perspectiva del docente, a través de esas oportunidades desarrolla una visión de cómo quiere que sea su curso, de cómo quiere desarrollarlo, establece indicadores que le informan de que también va el desarrollo de esta nueva visión. El curso y las interacciones: profesor-alumno, alumno-tecnología, profesor-modelo, alumno-modelo, profesor-tecnología crean un sistema. La implementación de esa visión con esas interacciones constituye el sistema de aprendizaje-enseñanza regulado por un *cuadro de mando integral* que contiene a los indicadores clasificados en 4 categorías. Si lo describimos desde la perspectiva del experto la única diferencia es el escenario, no será un curso, será una oficina, un laboratorio, un evento, etc. En cualquier caso los demás elementos permanecen. Ya sea la del docente o la del experto, su visión los conduce a la toma del liderazgo y por lo mismo a verse involucrados en una *gestión estratégica*, es decir, a un proceso de toma de decisiones que debe supervisar la administración del cambio, con las debidas comunicaciones a todos los involucrados.

Perspectivas de la optimización

En el nivel previo, se realizó una primera puesta en operación de la visión. Ésta ha dejado en el curso de su experimentación una serie de implicaciones sueltas, sin conexión y otras como aseveraciones probadas de lo que sí funciona y de lo que no. Este conjunto de implicaciones promueve un segundo nivel del cambio, ahora dirigido a la optimización, es como si frente a las dificultades no nos paralizáramos, sino al contrario, que los problemas nos motivaran a aportar lo mejor que tenemos. Se forman equipos de trabajo dirigidos a la innovación en la búsqueda de soluciones a los problemas planteados por ese nuevo nivel de visión. Frente a los desafíos planteados se imponen tareas de análisis y diseño apoyadas por la tecnología, el modelado prosigue pero a otro nivel, uno de un ciclo de optimización de la puesta en operación de la nueva solución.

Como resultado de este esfuerzo coordinado adicional para un empuje de la solución y con más recursos se construye el sistema. El sistema, puede ser un sistema de información por computadora, o puede ser el diseño de una colaboración en el aula, o una colaboración en la oficina, o equipos de trabajo de diferentes compañías trabajando juntos en un proyecto. El proyecto se hace explícito, se administra, el líder toma la responsabilidad del mismo. El proyecto arroja números de los indicadores establecidos en el nivel previo, se impone el management como función esencial, hay reuniones de consejo, reuniones del salón, en cualquier escenario se impone el pensamiento crítico-

constructivo de los involucrados y una aceptación fría de los números, de los quantum establecidos por el proyecto. El *aprendizaje es por proyecto* y con la solución de problemas gestados por el cambio. Se asignan prioridades a los problemas, se establece un orden de cómo el nuevo orden se irá imponiendo. Con el propósito de regular la participación crítica de los involucrados se establecen políticas. La visión incluye los riesgos de llevar a cabo tal o cuál acción, de implementar soluciones. Se administran los riesgos, la visión es clara, no hay ensueños, no hay idealismos, se impone el buen juicio y la cautela, se impone el objetivo claro del éxito más cercano. Una vez concluida esta etapa se dispone de un nuevo paradigma de conocimiento, el modelo de conocimiento se ha enriquecido como resultado de las nuevas oportunidades y los nuevos riesgos advertidos como consecuencia de alcanzar un nuevo nivel de conocimiento. Se establece una nueva heurística y se gesta un nuevo ciclo.

La enseñanza ha concluido en un nuevo modelo de conocimiento.

Casos de Uso.

En esta descripción tan breve resulta un tanto difícil mencionar al detalle que se requiere cada uno de los casos de uso sobre los que se está aplicando el modelo. Existe un rasgo común en todos ellos, se aplican al aprendizaje de la tecnología, lo cuál resulta lógico en esta etapa de su desarrollo, ya que se puede decir que se está aún en los dos primeros niveles de madurez de la capacidad: el heurístico y de control.

Se aplica a un curso de Office a nivel bachillerato, a cursos de Ingeniería de Software, análisis y diseño de algoritmos en licenciatura y de CMM a nivel de posgrado. Ha sido precisamente de su aplicación que se ha derivado lo aquí dicho, lo cuál resulta significativo ya que viene a ser, desde esta perspectiva, meta-conocimiento.

Conclusión: El producto del proceso es un modelo personal del conocimiento.

Si dos personas siguen el mismo proceso, parten de un mismo conocimiento y construyen el mismo conocimiento, su modelo será diferente.

¿Por qué? Simple, cada quién, en realidad tiene diferentes experiencias de aprendizaje y de vida, diferentes estructuras de acomodamiento de datos, información y conocimiento, tiene desarrolladas y habilitadas diferentes capacidades. Aún siguiendo los mismos principios, el resultado será diferente. Pero, ¿que implica esta diferencia o para expresarlo en términos del modelo de ingeniería del conocimiento, cuál es la **semántica** de este *concepto clave*? Probablemente:

- Que la diversidad produce riqueza.
- Que al colaborar diferentes razonamientos, todos se enriquecerán.
- Que por una parte hay que respetar las individualidades, pero que por la otra hay que promover la colaboración.
- Que el valor de la educación reside en el desarrollo de la diversidad.

A todas estas implicaciones yo quisiera agregar que el modelo de ingeniería del conocimiento posibilita este desarrollo individual y colaborativo y que la herramienta fundamental de este proceso, de esta visión de la educación es el uso de las Tecnologías de la Información con propósitos de aprendizaje-enseñanza.

Bibliografía

- [1] Couger J.D., Colter M.A., Knapp R.W.; *Advanced System Development/Feasibility Techniques*; John Wiley & Sons, 1982.
- [2] Drucker P.F.; *Managing in a time of great change*; Truman Talley Books, 1995.
- [3] Guilford J.P.; *Three faces of intellect*; American Psychologist, Vol. 14, 1959.
- [4] Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J.; *El Proceso Unificado de Desarrollo de sistemas*; Pearson Educación S.A. Madrid, 2000.
- [5] Paulk M.C., Curtis B., Chrissis M.B., Weber C.V.; *Capability Maturity Model for Software*, Version 1.1; Software Engineering Institute; CMU/SEI-93-TR-24, February 1993.
- [6] Tissen R., Andriessen D., Deprez F.L.; *El valor del conocimiento*; Pearson Educación S.A.; 2000.
- [7] Zachman J. A.; *A Framework for Information Systems Architecture*; IBM Systems Journal, Vol. 26, No. 3; 1987. IBM Publication G321-5298.

§