

DE LA DEL A LA GENERACIÓN NUEVO MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

RESUMEN¹

Se presenta el modelo pedagógico AMBIENTE DE APRENDIZAJE CON EL APOYO DE LA EDUMÁTICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL que se ha desarrollado en la Universidad Nacional, en el marco del Proyecto EIDOS². Este modelo recoge parcialmente el producto de la investigación e integra sistémicamente un conjunto de constructos teóricos, metodológicos e informáticos. Inicialmente, se discute el modelo desarrollado con sus componentes seguido de los antecedentes y fundamentos conceptuales construidos y que soportan el modelo, citando principalmente los documentos y trabajos publicados en el Proyecto. Finalmente, se presentan las conclusiones más importantes. En el Anexo 1 analizamos someramente los prototipos, cuya arquitectura integra el concepto de Sistema y Tutor Expertos que apoyan la experiencia y en el Anexo 2 se muestra esencialmente la bibliografía generada por el Proyecto EIDOS, muestra donde se puede consultar las fuentes.

¹ RECONOCIMIENTO: Agradecemos a la U. Nacional de Colombia, a COLCIENCIAS por el apoyo financiero y de diferente orden; a los Profesores e Investigadores de EIDOS; a CYTED-D y RIBIE. También a las siguientes compañías: IBM de Colombia, ORACLE DE COLOMBIA, NUEVAS TECNOLOGÍAS, KIMERA y WAIRA SISTEMAS DE COLOMBIA, COMPAQ y MICROSOFT de COLOMBIA. De manera especial agradecemos los valiosos comentarios del Profesor ABDÓN SANCHEZ S.

² Proyecto de Investigación auspiciado por COLCIENCIAS: EDUMÁTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA HUMANA -EIDOS-.

REELABORACIÓN CONOCIMIENTO DE CONOCIMIENTO EDUMÁTICA E

EDUCACIÓN INFORMÁTICA Y POSTMODERNIDAD

El quehacer pedagógico ha sido entendido como una ciencia reconstructiva del conocimiento con la que se desea motivar al estudiante; el reto para los educadores en la *nueva sociedad del conocimiento* radica en motivar la apropiación del saber que incite al estudiante a generar nuevos conocimientos, como una manera de enfrentar los graves problemas de atraso y dependencia propios de nuestros países. Para entender el nuevo rol del docente es necesario explicar cuál es el modelo que se acude al pretender racionalizar y legitimar las prácticas educativas y, de manera especial, el papel del maestro dentro del orden producido por la modernidad y la postmodernidad en el contexto informático; es evidente que la pedagogía tradicional del maestro parece haber cumplido su ciclo de vida. La educación, con el apoyo de la informática (EDUMÁTICA), es una opción del docente desde el punto de vista de la pedagogía, la cual obedece más a la característica modificadora en la formación de futuras generaciones de ingenieros.

Ing. ALFONSO PÉREZ GAMA
Profesor Titular - Maestro Universitario
Núcleo EIDOS de Investigación - Universidad Nacional
de Colombia
Facultad de Ingeniería - Ciudad Universitaria
Santa Fe de Bogotá COLOMBIA

1. AMBIENTE DE APRENDIZAJE CON EL APOYO DE LA EDUMÁTICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El modelo pedagógico que se ha desarrollado con estudiantes de ingeniería de sistemas se puede esquematizar así:

Aprendizaje= $f (<MI>, <C>, <TP>, <PC><COM>)$

donde:

- MI:** Modelo Instruccional,
- C:** Es la gestión de conocimiento por parte del estudiante y arbitrada por el Profesor
- TP:** Texto Paralelo
- PC:** Proyecto de Curso
- COM:** Comunicación del conocimiento apropiado por el estudiante

Concretamente, el modelo se focaliza en:

- a) Incentivar la autonomía personal en el aprendizaje del estudiante y las posibilidades de desarrollar habilidades cognitivas tales como la creatividad y la innovación en la solución de problemas. Esto se logra con el apoyo del MI que se describe más adelante y la autonomía en el aprendizaje se motiva con el empleo de Sistemas y Tutores Expertos.
- b) Promover el aprendizaje basado en prácticas vivenciales, mediante constructos informáticos inteligentes que se ha desarrollado dentro del Proyecto EIDOS en temas profesionales específicos, (Véase anexo 1) además de visitas técnicas y charlas con empresas, ello se viabiliza a partir del manejo del conocimiento con los prototipos, materiales hipertextualizados y otros.
- c) Incentivar en el estudiante la construcción de su marco conceptual apoyado en textos y artículos actualizados, que al final producen un texto personal o "paralelo" como lo llaman algunos autores, pues el estudiante es motivado a sintetizar los aspectos teóricos y metodológicos: lo que él considera importante y estratégico y que además lo ilustra de acuerdo con el propio estilo que quiere comunicar. Se intenta motivar el poder cognitivo de la síntesis conceptual que debe desarrollar el estudiante.

- d) Promover la creación de un proyecto de curso debidamente orientado que exprese la solución de un problema empresarial consistente con su texto paralelo, donde se privilegia la creatividad tanto en la percepción de problemas como en la elaboración creativa de soluciones.
- e) Motivar las acciones comunicativas mediante la presentación y discusión oral y escrita de los análisis y elaboraciones del estudiante apoyado, evidentemente, con las mismas herramientas computacionales. Esto ha demostrado un poder cognitivo en términos de aprendizaje muy importante; es la consolidación del conocimiento con la puesta en marcha de la aplicación en el mundo objetivo de los conocimientos adquiridos.

El MI, MODELO INSTRUCCIONAL, consiste básicamente en un plan esquemático para el aprendizaje o criterios que se deben aplicar: **VER *DIAGRAMA OPERATIVO***

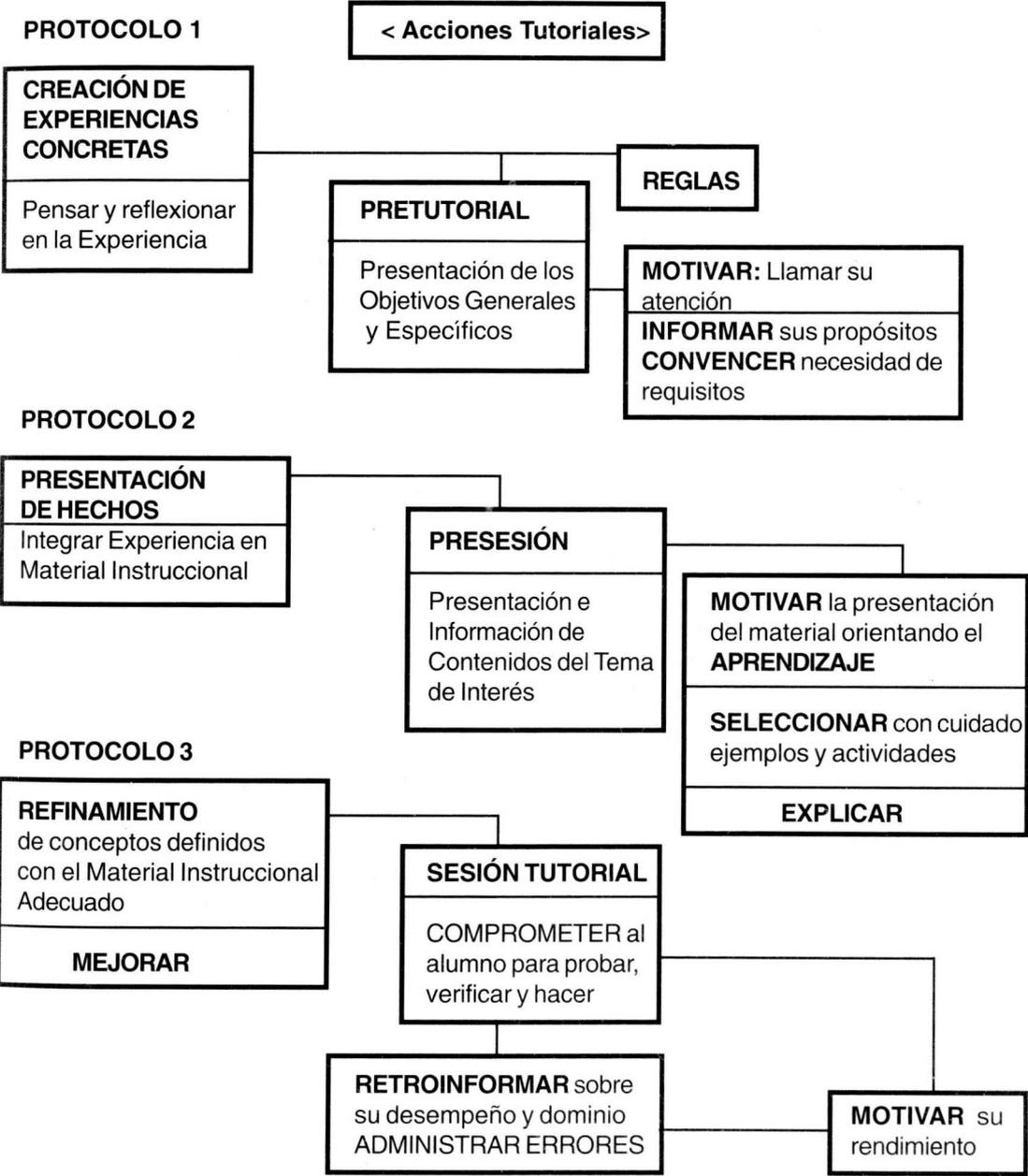
Cada esquema agrupa las disposiciones del esfuerzo de aprendizaje (actividades) y las reglas que se entienden como el principal criterio pedagógico para el diseño del software. El *modelo operacional* del MI se origina desde la misma definición de los productos o habilidades que va a desarrollar el estudiante y consiste principalmente en la aplicación de los métodos de instrucción dentro de un progreso sistemáticamente planeado.

El Modelo MI, Véase [8], se puede expresar así:

$$\begin{aligned} \text{MI} &= f[\text{plan}_i]; \\ \text{plan:} & \text{ PLAN} \\ \text{Plan}_i &= \langle \text{Actividad tutorial, Reglas} \rangle; \\ i &= \{ \text{pre-exposición, exposición, Post-exposición} \} \end{aligned}$$

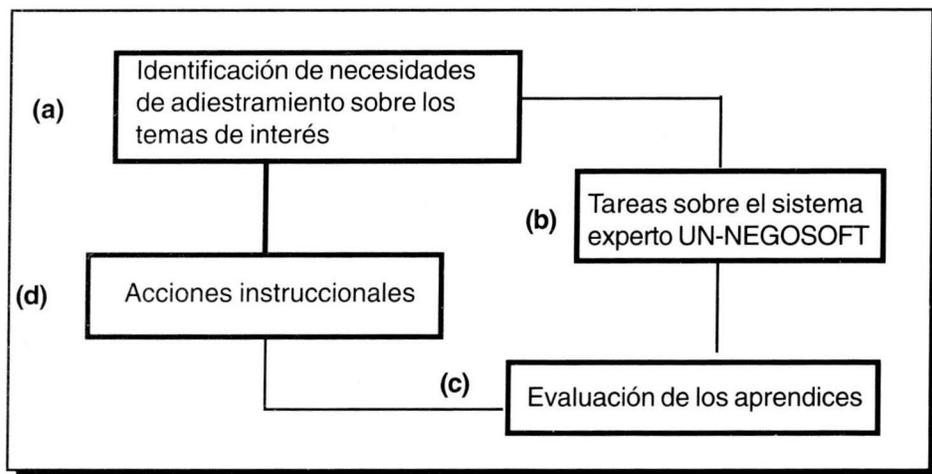
Este modelo se ha estado sistematizando y aplicando en algunos prototipos desarrollados en el proyecto EIDOS

DIAGRAMA OPERATIVO DEL MODELO INSTRUCCIONAL



En síntesis, a partir del nuevo rol del docente, como **ÁRBITRO Y PROMOTOR** del conocimiento del estudiante y además como diseñador y constructor de ambientes inteligentes, se integra sistémicamente la educación apoyada en la informática, respaldada por una propuesta de pedagogía computacional³ que se discute en la sección 3.3.

La misión⁴ de EIDOS [22] se identificó como la necesidad de construir sistemas expertos en temas profesionales de ingeniería de sistemas para ponerlos en manos de los estudiantes. Lo anterior constituye la incorporación de una capa de conocimientos de entrenamiento sobre el sistema experto, para integrar un ciclo que hemos identificado como un lazo convergente para garantizar el aprendizaje según se ilustra en la gráfica:



- (a) Identificación de necesidades de adiestramiento sobre los temas de interés
- (b) Acciones educativas e instruccionales pertinentes con apoyo del tutor experto
- (c) Planeación y ejecución de tareas sobre el sistema experto
- (d) Evaluación de los aprendices para volver a (a)

La anterior ilustración refleja el ciclo sistemático que integra los dos niveles: el nivel de pericia sobre un tema profesional y el nivel instruccional para capacitación.

2. ANTECEDENTES

Recientemente se estableció el cambio de nombre de Sistemas Tutoriales Inteligentes por el de Ambientes Inteligentes para el Aprendizaje [1], significando cambios radicales con respecto a los papeles de los agentes artificiales y posibles alternativas en el proceso de aprendizaje. El empleo del computador en Educación ha sido establecido como algo lógico; sin embargo, los resultados a la postre son muy discretos aún como lo sostienen importantes autores de USA y EUROPA[3]. Tradicionalmente, la informática ha aparecido en la esfera de la producción económica en los sectores más avanzados como la banca y comercio y, prácticamente, ha sido desconocida en la esfera de la producción social. Es así como las grandes transnacionales de la Informática ofertan impresionantes cantidades de software en todas las áreas excepto en aplicaciones educativas.

3. MARCO DE REFERENCIA DEL ESTUDIO

El marco de referencia de este estudio se presentó [20] hace algunos años, y en el se recomendaba, entre otros, que se requerían de instrumentos teóricos generales y metodológicos que condujeran a construir sistemas educativos, que, con el apoyo de la moderna informática, posibilitasen autonomía personal en el aprendizaje, la estimulación de la inteligencia y el desarrollo de habilidades cognitivas importantes para el individuo.

³ Implica uso de recursos modernos tales como el mismo computador y el proyector de pantalla (Datashow), un salón especial para las presentaciones. Para el profesor es muy exigente en la medida en que las presentaciones de los principales temas las debe hacer con las mismas herramientas computacionales.

⁴ El Proyecto EIDOS adoptó desde sus primeras etapas una triple estrategia: LA PRIMERA es la de aplicación dual o de doble uso i.e. utilización en el contexto de la EDUCACIÓN SUPERIOR como en temas PROFESIONALES. LA SEGUNDA es con aprendizaje dual hombre y máquina, i.e. donde aprende el estudiante y aprende el computador. LA TERCERA consiste en el desarrollo de sistemas adaptables a la persona y a la máquina, con interfases computacionales que aprenden subrepticamente. La adaptabilidad se ha evidenciado con los modelos de usuarios.

La misión de EIDOS se identificó como la necesidad de construir sistemas expertos en temas profesionales de ingeniería de sistemas para ponerlos en manos de los estudiantes.

Igualmente, se mencionaba que era altamente conveniente la resituación y apropiación crítica de la CALIDAD TOTAL EDUCATIVA, como filosofía que guíe el desarrollo y la construcción de sistemas de informática educativa.

Se hacía mención a las nuevas pedagogías computacionales para la sociedad del conocimiento donde el computador como medio masivo de comunicación social diferencie las acciones comunicativas instrumentales y estratégicas.

3.1 ¿INNOVACIÓN EDUCATIVA O INNOVACIÓN INFORMÁTICA?

Es unánime la consideración de que prácticamente no ha existido cambio científico o técnico que no haya tenido impacto sobre la pedagogía. El sector educativo se ha perfilado en una doble vertiente a veces contradictoria: una cambiante y modificadora dado que tiene que formar las futuras generaciones según se den los cambios científicos, sociales y tecnológicos; y la otra, conservadora, pues debe preservar las estructuras social y cultural que propicia. Asimismo se le señala como aquel rezagado de los beneficios de dichos cambios. En los tiempos actuales de veloz obsolescencia es cuando el sector educativo requiere mayor innovación y cuando necesita beneficiarse en lo posible de los desarrollos en otros sectores, posibilitando, además, la transformación de las prácticas de la apropiación de conocimientos provenientes de diferentes compartimentos de la ciencia y de variadas culturas.

Queda la cuestión de si la actividad innovativa en educación informática se debe al conjunto de investigaciones sociales; es decir, por los avances de la base científica, o por el contrario su origen está en los avances de la informática según las posibilidades de beneficio que se contemplen.

3.2 ENSEÑANZA DE LOS PROCESOS DE PENSAMIENTO

Uno de los aspectos de innovación en educación es entender que la inteligencia es una destreza que puede ser educada: aprendida (acto del individuo) y enseñada (oportunidad para el discente). Esto lo señalan numerosas investigaciones científicas y la misma práctica pedagógica

además muestran la inteligencia como resultado del pensamiento. El hecho de pensar correctamente no es función de la inteligencia innata ni tampoco de la instrucción. Fenomenológicamente se asocia el poder de algunas asignaturas en los currículos para desarrollar el pensamiento (e.g. las matemáticas). De todas maneras el enseñar a pensar es fundamentalmente otra forma de enfrentar los problemas educativos a lo largo de todo el espacio: jardín de infantes hasta los estudios superiores. Si partimos de la hipótesis de la modificabilidad de la cognición, ¿en qué medida se puede hacer más inteligente a las personas con el apoyo de la informática o sin ella?, ¿en forma significativa y duradera?

Respecto de la educabilidad de la inteligencia se plantea que la conducta inteligente tiene que ser considerada como una meta de acciones educativas, *pari passu* con otros aspectos tales como la afectividad y psicomotricidad; así mismo que la construcción de objetos informáticos, artefactos o mentefactos amplíen las posibilidades del estudiante

3.3 CONSTRUCCIÓN DE NUESTRO MARCO CONCEPTUAL Y LOS REQUISITOS A CUMPLIR DE UNA PEDAGOGÍA COMPUTACIONAL

Desde hace algún tiempo se observó la ausencia de una teoría del aprendizaje en ambientes electrónicos [15], [20] por lo cual se emprendió la labor de conceptualizar mediante el estudio y experimentación.

El investigador John Self propone por otro lado la creación de una nueva disciplina que denomina la *Matética Computacional* [5] que viene del griego *manthanein* que significa "aprender" cuyas funciones serían: estudiar los principios teóricos entre el aprendizaje y la enseñanza automáticos en ambientes computacionales y, por otro, cómo orientar el diseño de sistemas inteligentes que enseñan y aprenden; la definición de *Matética Computacional* la intenta Self cuando se refiere al "estudio del aprendizaje y cómo puede ser

estimulado empleando técnicas, conceptos y principios de la informática y de la IA". Sin entrar a estudiar en profundidad, a nuestro juicio se deberían al menos cumplir con lo siguiente:

(a) En términos generales:

(1) Tener un gran poder de explicación de los procesos de la inteligencia y del aprendizaje, respectivamente.

(2) Tener un gran poder de explicación del comportamiento y

desempeño del estudiante y de los resultados educativos.

- (3) Permitir el desarrollo de mejores métodos para la enseñanza y el aprendizaje.
- (4) Favorecer el desarrollo de nuevas estrategias tutoriales para sistemas de aprendizaje y enseñanza automáticos.
- (5) Facilitar el traslado de experiencias y conocimientos entre diferentes espacios

e.g. hombre, máquina, interacción hombre-máquina, otras inteligencias.

- (6) Posibilitar la construcción de ejemplares (instanciaciones) de las inteligencias (e.g. biológica, humana, animal) en sistemas artificiales inteligentes.
- (7) Aprovechar adecuadamente las Tecnologías de Información y de Conocimientos.
- (8) Posibilitar el diseño y construcción de mejores modelos computacionales de la cognición.

(b) En términos de las pedagogías:

- (9) Permitir aclarar el problema de la secuencia que regulariza la transmisión.
- (10) No exigir un control público explícito.
- (11) Hacer abstracciones de relaciones sociales e institucionales explícitas.
- (12) Apuntar a relaciones sociales jerárquicas implícitas.
- (13) Involucrar al docente como líder, facilitador y gestor de conocimientos.

El desarrollar una **PEDAGOGÍA COMPUTACIONAL** [12] ha implicado para el Proyecto EIDOS necesariamente tener en cuenta los requisitos base especificados anteriormente; es decir contar con el soporte teórico sugerido i.e. requisitos (1) y (2). Para la formalización de la pedagogía computacional las arquitecturas de los tutores inteligentes deberían contar principalmente:

Con un gestor de conocimientos, es decir un sistema apoyado por conocimientos o tutor experto tales como los que se mencionan en el Anexo 1. Para cumplir con (2) se requiere una adecuada representación del alumno. Un interfaz adaptable hombre-máquina para cumplir con (8) mediante la simulación de estilos cognocitivos. Véase [4].

La definición de Matética Computacional la intenta Self diciendo que se refiere al "estudio del aprendizaje y cómo puede ser estimulado empleando técnicas, conceptos y principios de la informática y de la IA".

- Una arquitectura abierta que no amarre al docente ni al estudiante a una filosofía educativa específica para cumplir con (3) y (4)
- Una estructura y base de conocimientos ampliamente reorganizable para cumplir con (5), y abierta en relación con (6) y (7)
- Un diálogo entre modelos de syllabus (contenido) y modelos de usuarios para satisfacer con (9) y (10).
- Una representación del estudiante no sólo de su estilo cognocitivo sino de sus propias condiciones personales, lo cual favorecerá sin duda alguna las acciones comunicativas para cumplir con (11) y (12)
- Una arquitectura que se apoya en el procesamiento de conocimientos en el cual las estrategias y tácticas tutoriales son deducidas del mismo sistema para cumplir con (13).

La instrumentación específica del sistema computacional educativo se concretó en EIDOS con varios prototipos que cumplen con la mayoría de las condiciones anteriores, evidenciándose una menor distancia entre lo lúdico y el factor intrínsecamente motivante que constituye el mismo computador, frente a lo obligatorio y rígido de un currículo tradicional como se plantea desde una pedagogía invisible según Basil Berstein.

4. CONCLUSIONES: LA PEDAGOGÍA COMPUTACIONAL, DE LA REPRESENTATIVIDAD POR NIVELES Y LA REELABORACIÓN DEL CONOCIMIENTO HACIA EL APRENDIZAJE ESENCIAL

Son muchas las conclusiones y síntesis que se podrían citar después de esta experiencia tan enriquecedora. Para mencionar:

- (a) El conocimiento vivenciado a través de experiencias reconstructivas en el espacio informático y de elaboraciones teóricas

registradas en varios de nuestros trabajos, nos permite afirmar la indudable ventaja de transbordar 3 mundos o espacios: el mundo real del problema, la sistematicidad de la representación abstracto-analítica y la representación computacional, lo cual genera nuevas motivaciones en el estudiante como paso previo hacia la concentración que precede al aprendizaje en ambientes electrónicos. Estos hallazgos requieren el continuar y sistematizar estas experiencias para enriquecer nuestra perspectiva sobre la **MATÉTICA COMPUTACIONAL**.

- (b) El arte de los prototipos nos convenció de la modalidad de aprendizaje experiencial y vivencial posibilitado por la reconstrucción informática del conocimiento que maneja un estudiante, lo cual refuerza nuestra estrategia de *sistema experto + tutor experto* trabajando entre actividades concretas y necesidades de entrenamiento.
- (c) El concentrarnos en estudiar y representar habilidades cognitivas nos ha posibilitado el llegar con mucha mayor confianza al

El conocimiento vivenciado a través de experiencias reconstructivas en el espacio informático y de elaboraciones teóricas registradas en varios de nuestros trabajos, nos permite afirmar la indudable ventaja de transbordar 3 mundos o espacios: el mundo real del problema, la sistematicidad de la representación abstracto-analítica y la representación computacional, lo cual genera nuevas motivaciones.

conocimiento educativo, esto nos ha dado mayor información sobre cómo acercarnos al desarrollo de habilidades mentales superiores en ambientes informáticos complejizados que ayuda a superar la concepción *naïve* de la informática educativa y que en Colombia como *educadesarrollismo informático* hace carrera.

- (d) Las consecuencias sociales [3] de las tecnologías de la Inteligencia y del Conocimiento han representado una preocupación importante, enfatizado por los estudios de campo que hemos realizado, los paneles de expertos y las discusiones con los pares en variedad de sitios, nos han señalado la trascendentalidad e implicaciones sociales en especial en el área de educación.

- (e) Finalmente, destacamos⁵ que con los desarrollos en EDUMÁTICA no se ha buscado ni sustituir al docente ni pretende por lo pronto construir una arquitectura total en un software.

El uso de sistemas expertos ha abarcado prácticamente todas las disciplinas profesionales, por lo cual esta propuesta adquiere un alto nivel de generalidad.

ANEXO N° 1

Finalmente, destacamos que con los desarrollos en EDUMÁTICA no se ha buscado ni sustituir al docente ni pretende por lo pronto construir una arquitectura total en un software.

DESCRIPCIÓN DE EXPERIENCIAS VIVENCIALES MEDIANTE CONSTRUCTOS INFORMÁTICOS

Hemos señalado las enormes dificultades y desviaciones que implica el uso del computador para mejorar la inteligencia. Varios documentos muestran el peligro del educadesarrollismo informático como Papert[15] destaca "*...era peor error, hacer las preguntas equivocadas que dar las respuestas equivocadas a las preguntas que se deberían hacer*". En aprendizaje el constructivismo promovido entre otros por el Profesor Papert desde que inventó el LOGO se refiere a las condiciones y procedimientos sobre la manera

como el sujeto construye conceptos sobre el mundo real, social y subjetivo oponiéndose al tradicional enfoque que visualiza al conocimiento como algo externo que espera ser descubierto por medio de la observación, reflexión y experimentación apropiada. Papert propone la creación de modelos y sistemas que posibilitan incorporar conocimiento, como el viejo aforismo: «hago lo que conozco; conozco lo que hago».

A continuación describimos algunos constructos con inteligencia artificial fertilizados por los constructos metodológicos mencionados en las secciones anteriores.

⁵ Los resultados de esta experiencia se pueden evidenciar con algunos indicadores para mencionar: un número importante (más de 70) de estudiantes han ingresado a EIDOS como investigadores y han realizado su tesis, habiendo sido usuarios de esta metodología; 4 de ellos fueron premiados con la beca INTERCAMPUS para hacer su pasantía en Universidades españolas: LILIANA T. MONTAÑO, JORGE E. PINZÓN, JAIRO NUVÁN y ARELLY MARGARITA DIAZ. Se han presentado varios trabajos a congresos Internacionales y locales [7] [9]. En lo personal las evaluaciones docentes por parte de los estudiantes han mejorado y la U. Nacional tuvo en cuenta estos desarrollos para otorgar la distinción de Maestro Universitario. Estamos montando en la Facultad de Ingeniería, el LIAP, Laboratorio de Inteligencia Artificial para el Aprendizaje apoyado, entre otro, con nuestras herramientas y prototipos construidos.

(a) DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA ENTRENAMIENTO EN NEGOCIACIÓN DE CONTRATOS DE SERVICIOS INFORMÁTICOS: UN-NEGOSOFT

El prototipo [2] integra dos estructuras a saber: un sistema experto en el dominio particular de la Contratación de Software a la Medida y un tutor para ENTRENAMIENTO GERENCIAL. La parte del dominio está conformada como un compendio de tres subsistemas principales: Negociación, Legislación y Contratación, interrelacionados a través del marco de Sistemas Expertos, Inteligencia Artificial e Ingeniería de Software.

Su arquitectura está conformada por dos subsistemas NEGOREC (Subsistema Recuperador de Conocimientos) y NEGOSIC (Subsistema Inferencial de Conocimientos), es un reflejo del marco desarrollado mostrando, por un lado, la información necesaria para que el usuario asimile los conocimientos necesarios, entrenándose para un proceso de negociación de contratos de software y, por otro lado, suministrando un subsistema soporte en la preparación del caso del contrato de servicios. Esta iniciativa identifica necesidades de entrenamiento, *determina* las tareas del sistema experto en este dominio particular, y *realiza* la instrucción y entrenamiento *cerrando el ciclo con una evaluación*. UN-NEGOSOFT *aconseja además, cómo integrar un equipo de negociación, identifica el estilo de negociación del usuario; una red interrelacionada esta representado por un área de diferentes modalidades de cláusulas de contratación inferidas de una investigación de campo, representa el syllabus o carta de navegación*⁶.

(b) SISTEMA Y TUTOR EXPERTO COMO SOPORTE A LAS DECISIONES EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

En la esfera de solución de problemas se desarrolló esta arquitectura[6]: un sistema para soporte a las decisiones en ambientes de Sistemas de Información Gerencial SIG, que incluye una sistematización de casos resueltos a manera de memoria institucional y evidentemente un tutor que ayuda, orienta y da explicaciones al usuario en un ciclo de entrenamiento.

El problema se plantea en lenguaje natural y se clasifica mediante un diálogo utilizando una red neuronal; el sistema identifica la clase de usuario, la información que se requiere para tomar la decisión y sugiere el instrumental analítico que se puede utilizar para este efecto. La ayuda en

El prototipo integra dos estructuras, a saber: un sistema experto en el dominio particular de la Contratación de Software a la Medida y un tutor para ENTRENAMIENTO GERENCIAL.

línea orienta al usuario y el sistema instruccional, posibilita identificar tareas sobre el componente experto para satisfacer necesidades de entrenamiento; posteriormente se hace una nueva evaluación para redefinir metas de entrenamiento. El sistema experto contiene una base de conocimientos de modelos analíticos y un sistema de explicaciones; también cuenta con un tecnolecto en línea para precisar y dar mayor claridad a la semántica. Con el prototipo construido UN-SISD⁷ se intenta también rescatar el espacio

⁶Se utilizó como herramienta principal NEXPERT OBJECT y VisualBasic.

⁷UN-SISD se desarrolló en ambiente orientado por objetos bajo WINDOWS 3.11 y con VisualBasic. La documentación del prototipo está en línea al igual que las orientaciones para navegar por el sistema. Se presentan también las pruebas evaluativas del software realizada por personas de diferentes disciplinas.

de la Investigación de Operaciones como arte racional de las decisiones que fue relativamente marginada con el auge arrollador de la informática en las empresas.

**(c) UN-AUDICONTROL:
ENTRENAMIENTO SISTÉMICO EN
AUDITORÍA DE SISTEMAS CON APOYO
DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Integra un sistema [13] y tutor experto en el tema de Auditoría de sistemas con énfasis en la gestión gerencial del control hacia el logro de los objetivos estratégicos de una institución. La estructura del prototipo se ubica en el espacio de los sistemas de información y conforma una herramienta de Auditoría, una base de conocimientos de control y una capa de entrenamiento gerencial apoyado hipertextualmente; cuenta además con un tecnolecto y un modelo de usuario con tres niveles: aprendiz, auditor y administrador de control. El sistema lleva

una historia de cada control la parte del módulo de gestión revisa el estado del control a partir de sus atributos característicos como costo, tipo cobertura, beneficio, persona responsable, funcionamiento, tiempo de operación, nivel de efectividad observado. El sistema de gestión permite encontrar fallas o posibles causas sobre un control. Se utilizaron cajas de diálogo y una gran variedad de menús para flexibilizar la interfaz hombre-máquina. UN-AUDICONTROL genera gran variedad de informes de auditoría.

**(d) UN-COGNISIM: UNA
HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN
COGNITIVA PARA GENERAR MODELOS
DE ESTUDIANTES**

Este trabajo [4] constituye un hito importante en la línea de modelos del estudiante, al ofrecer una herramienta de simulación cognitiva. UN-COGNISIM genera objetos abstractos que integran el constructo de diferentes alternativas de modelos para uso de un constructor de tutores inteligentes. Igualmente, reingenieriza el prototipo UN-ADTutor ofreciendo su nueva versión orientada por objetos. El sistema se complementa con un entrenador sobre el tema de modelos de estudiante para que el usuario pueda escoger e incorporarlo en una arquitectura tutorial y, especialmente, para lograr entendimiento consciente de su alcance con el objetivo de flexibilizar su sistema tutorial hacia un software que se adapte más a las condiciones particulares de cada sujeto.

La validación de UN-COGNISIM se hizo en primera instancia sobre el prototipo UN-ADTUTOR; así mismo se ha empleado en la construcción de otros tutores en la Universidad Nacional de Colombia. El desarrollo de UN-COGNISIM también como los anteriores es de arquitectura abierta, posibilitando la modificación de su contenido y de las librerías de objetos.

(e) OTROS PROTOTIPOS

La CREÁTICA ha representado una preocupación muy importante en esta investigación. Para mencionar están UN-AURELIA y UN-SCHEREZADA, [21] juegos basados en el Pensamiento Lateral de E. DeBono en la esfera de la creatividad hacia la solución de problemas y UN-HIPERCREAT [23] para promoción de habilidades en la solución de problemas en Sistemas de Información.

La importancia estratégica de los estudios en CREATIVIDAD, en que trabajó

⁸ Se utilizó la plataforma de WINDOWS, con VISUAL BASIC 3.0 y VBEXPERT que permite comunicar con el shell ECLIPSE. UN-AUDICONTROL es una nueva versión reingenierizada de otro prototipo construido en EIDOS.

⁹ Las referencias empleadas y la información del usuario se almacenan en tablas de Access 1.0; los archivos de ayuda y los instaladores se desarrollaron en RoboHelp e Ishield; adicionalmente se permite imprimir la definición de los objetos de los modelos la cual está implementada en Borland C 4.0.

el Proyecto EIDOS, evidencia a la necesidad sentida de responder a la deleznable unilateralidad del PENSAMIENTO LÓGICO, planteado hace muchos años cuando se pensó en el uso del computador en educación y que finalmente fue en detrimento del desarrollo del PENSAMIENTO CREATIVO. Esta metodología permite el desarrollo de Talleres de Creatividad. UN-METODREING [7] es una metodología para incorporar inteligencia, i.e. capas de

conocimientos a Sistemas de Información, mediante reingeniería de software. Esta metodología se ha comprobado en la construcción de varios prototipos: UN-REING, UN-AUDICONTROL, UN-NEGOSOFT y UN-ADTUTOR, pues posibilita el conocimiento sobre cómo hibridar datos y conocimientos. Ha tenido también aceptación en el presentación hipertextualizada.

BIBLIOGRAFÍA

(1) COSTA E., GRACA G., H. COHELO: "A FORMAL APPROACH TO ILE'S" (INTELLIGENT ENVIRONMENT LEARNING) U. DE COIMBRA IN STUDENT MODELLING; THE KEY TO INDIVIDUALIZED KNOWLEDGE BASED INSTRUCCIÓN ED. J. GREER G. MACCALLA NATO SERIES VOL.125 -1991.

(2) PÉREZ GAMA, ALFONSO; JANETH ROCIO HUERTAS MORENO Y MARÍA ANGÉLICA PELÁEZ: "DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA ENTRENAMIENTO EN NEGOCIACIÓN DE CONTRATOS DE SERVICIOS INFORMÁTICOS: UN-NEGOSOFT. - A SER PRESENTADO EN EL I CONGRESO LATINOAMERICANO DE EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA -TECNOLOGÍA EDUCACIÓN - EMPRESA. TAMBIÉN PRESENTADO EN EXPOCIENCIA 1995. BOGOTÁ.

(3) PÉREZ GAMA, ALFONSO: "LA INFORMÁTICA EN EL TERCER MILENIO: DEL JARDÍN DE INFANTES, LAS AULAS SIN FRONTERAS, A LOS SISTEMAS BASADOS EN INTELIGENCIA" REVISTA INNOVACIÓN Y CIENCIA DE LA ACAC- NÚMERO ESPECIAL: LA REVOLUCIÓN DE LA INFORMÁTICA 1996. BOGOTÁ.

(4) PÉREZ GAMA, ALFONSO; PILAR RODRÍGUEZ; MIGUEL ÁNGEL MURCIA: "UN-COGNISIM: UNA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN COGNITIVA PARA GENERAR MODELOS DE ESTUDIANTE" COMPUXPO, INFOJOVEN OCTUBRE 1995 BOGOTÁ; A ser presentado en el Congreso Internacional organizado por la Sociedad Mexicana de Sistemas e Investigación Operativa. El prototipo se construyó dentro del trabajo de Tesis de MIGUEL ÁNGEL MURCIA y PILAR RODRÍGUEZ.

(5) SELF JOHN: COMPUTATIONAL MATHEMATICS: ¿THE MISSING LINK IN

INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS RESEARCH? IN NEW DIRECTIONS FOR INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS EDITED BY ERNESTO COSTA - NATO SERIES VOL. 91 1992.

(6) PÉREZ GAMA, ALFONSO; LILIANA TERESA MONTAÑO; ING. JORGE EDUARDO PINZÓN.: "SISTEMA Y TUTOR EXPERTO PARA SOPORTE A LAS DECISIONES EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL". 1996 A SER PRESENTADO EN EL CONGRESO INTERNACIONAL "THE EFFECTIVE CHANGE ON THE ORGANIZATIONS IN AN UNCERTAIN WORLD" QUE ORGANIZA LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE SISTEMAS E INVESTIGACIÓN OPERATIVA. El prototipo se construyó dentro del trabajo de Tesis de LILIANA TERESA MONTAÑO Y JORGE EDUARDO PINZÓN:

(7) PÉREZ GAMA, ALFONSO; HADA JESSICA PÉREZ. JAVIER GARCÍA Y RAÚL ALEXÁNDER ALONSO "REINGENIERÍA DE SOFTWARE CON EL APOYO DE CONOCIMIENTOS: UN-METODREING" I CONGRESO NACIONAL DE REINGENIERÍA - SANTA FE DE BOGOTÁ DIC. 1994 - REENGINEERING. * PRESENTADO TAMBIÉN EN EL XI ENCUENTRO DE INFORMÁTICA UNIVERSITARIA SEPT. 1994 - UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE PALMIRA. El prototipo se construyó dentro del trabajo de Tesis de HADA JESSICA PÉREZ, JAVIER GARCÍA Y RAÚL ALONSO.

(8) PÉREZ GAMA, ALFONSO "MODELOS COMPUTACIONALES PARA EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA: HACIA UNA INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO" II CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EN LA EDUCACIÓN LISBOA-PORTUGAL. OCTUBRE 1994; TAMBIÉN PRESENTADO EN EL II CONGRESO

NACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA EN CALI, ABRIL 1994.

(9) *PÉREZ GAMA, ALFONSO; ALCIRA FERNÁNDEZ, JUAN M. SARMIENTO:* "IMPLICACIONES COGNITIVAS DE LAS HERRAMIENTAS CASE Y LA CREATIVIDAD EN EL APRENDIZAJE DE INGENIERÍA DE SOFTWARE". II CONGRESO

IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EN LA EDUCACIÓN LISBOA - PORTUGAL 1994.

(10) *SÁNCHEZ ABDÓN:* "SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN BRAZO MECÁNICO" -II CONGRESO COLOMBIANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA - CALI - UNIVERSIDAD JAVERIANA - RIBIE ABRIL 1994.

(11) *PAPERT SEYMOUR:* "MAKING SENSE OF THE COMPUTER'S PLACE IN THE LEARNING ENVIRONMENT: A HISTORICAL EVOLUTIONARY PERSPECTIVE" MIT-KEYNOTE ADDRESS II CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EN LA EDUCACIÓN -LISBOA - PORTUGAL 1994.

(12) *PÉREZ GAMA, ALFONSO :* "UN-SEEGSI: UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL CON APRENDIZAJE DUAL HOMBRE Y MÁQUINA" - II SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN" UIT, ITEC BOGOTÁ - NOVIEMBRE 1993 - PUBLICADO TAMBIÉN EN LA REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN Nº 30 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA 1994.

(13) *PÉREZ GAMA, ALFONSO; ALVARO JAVIER INFANTE S.; LUIS ARIEL PRIETO:* "UN-AUDICONTROL: ENTRENAMIENTO SISTÉMICO EN AUDITORÍA DE SISTEMAS CON APOYO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL"; UNIVERSIDAD NACIONAL 1996 A SER PRESENTADO EN EL CONGRESO INTERNACIONAL "THE EFFECTIVE CHANGE ON THE ORGANIZATIONS IN AN UNCERTAIN WORLD" QUE ORGANIZA LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE SISTEMAS E INVESTIGACIÓN OPERATIVA. El prototipo se construyó dentro del trabajo de Tesis de ÁLVARO JAVIER INFANTE Y LUIS ARIEL PRIETO.

(14) *PÉREZ GAMA, ALFONSO:* "UN MODELO COMPUTACIONAL DE ESTILOS COGNOCITIVOS PARA EL APRENDIZAJE" X ENCUENTRO DE INFORMÁTICA UNIVERSITARIA ASCUN 1993. BOGOTÁ.

(15) *PÉREZ GAMA ALFONSO:* DISEÑO DE SISTEMAS EXPERTOS EN EDUCACIÓN - FAC. INGENIERÍA U. NACIONAL 1989. BOGOTÁ.

(16) *PÉREZ GAMA, ALFONSO; ROBERTO OJEDA:* "PROYECTO UN-PROLOG Y EIDOS: EDUCACIÓN INFORMÁTICA E

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA HUMANA, EN LA VÍA HACIA LA VI GENERACIÓN" - I CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN INFORMÁTICA- CARACAS - VENEZUELA 1993.

(17) *PÉREZ GAMA, ALFONSO; MAURICIO VALENCIA:* "HACIA UNA PEDAGOGÍA COMPUTACIONAL" I CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN INFORMÁTICA- CARACAS - VENEZUELA 1993.

(18) *PÉREZ GAMA, ALFONSO; CLAUDIA DÍAZ; GERMÁN CARDONA:* "¿SE PUEDE INDEPENDIZAR EL ESTILO DE APRENDIZAJE EN TUTORES INTELIGENTES?" - I CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN INFORMÁTICA- CARACAS VENEZUELA 1993.

(19) *SÁNCHEZ ABDÓN:* "SIMULADOR DE LA CINEMÁTICA DE UN ROBOT; X ENCUENTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA UNIVERSITARIA NÚCLEO EIDOS DE INVESTIGACIÓN - X ENCUENTRO DE INFORMÁTICA UNIVERSITARIA ASCUN 1993 BOGOTÁ.

(20) *PÉREZ GAMA, ALFONSO:* "INNOVACIONES EDUCATIVAS E INFORMÁTICA: NUEVAS PEDAGOGÍAS, CONOCIMIENTOS E INTELIGENCIAS"; ALFONSO PÉREZ GAMA, I CONGRESO COLOMBIANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA - EDIT. POR. A. GALVIS Y FCO. RUEDA BOGOTÁ 1992. TAMBIÉN PUBLICADO Y PRESENTADO EN EL "CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA- COMPUTADORAS EDUCACIÓN Y SOCIEDAD". SANTO DOMINGO (REP DOMINICANA).

(21) *ÁLVARO GIL DÍEZ Y JOHN ROJAS* DESARROLLO DE UN JUEGO EDUCATIVO CON EL APOYO DE IA Y COGNICIÓN PARA ESTIMULAR LA CREATIVIDAD EN SOLUCIÓN DE PROBLEMAS UN-AURELIA - DIRECCIÓN ALFONSO PÉREZ GAMA - CODIRECCIÓN: DR. RUBÉN ARDILA - DEPTO PSICOLOGÍA. 1994

(22) *PÉREZ GAMA, ALFONSO:* " EDUMÁTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: REALIDADES Y POSIBILIDADES EN COLOMBIA" EN EL LIBRO LA REVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO ACAC- COLCIENCIAS 1991; UNIVERSIDAD NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA -BOGOTÁ.

(23) *RODRÍGUEZ LINA ROCÍO Y HARVEY ALFONSO RUIZ:* CÓMO PROMOVER LA CREATIVIDAD Y LA INNOVACIÓN EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS (UN-HIPERCREAT)-. DIRECCIÓN ALFONSO PÉREZ GAMA 1994