

# Un Marco de Referencia para el Desarrollo Integral de los Sistemas Tutoriales Inteligentes utilizando: Análisis Cognitivo de Tareas, Organización del Conocimiento y una Arquitectura de Software

Ana Lilia Laureano Cruces

Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco  
Departamento de Sistemas  
email: clc@hp9000a1.uam.mx

*En el presente artículo se propone una metodología para el desarrollo de sistemas tutoriales inteligentes (STI), integrando al análisis cognitivo de tareas (ACT) herramientas de representación del conocimiento e ingeniería de software (IS), también se desarrolla un ejemplo mostrando su uso. El ACT es una herramienta utilizada en la Psicología Cognitiva, su uso dentro de esta ciencia se enfoca al diseño de patrones de enseñanza de diferentes tópicos, siendo útil sobre todo en aquellos cuya construcción cognoscitiva se considera difícil, como es matemáticas y programación. El ACT, desde un punto de vista de ingeniería representa la capacidad de poder llevar una tarea cognoscitiva (TC) a su mínima expresión en cuanto a desarrollo se refiere. Se entiende por tarea cognoscitiva toda aquella actividad desarrollada por nuestra mente al realizar diferentes actividades como: aprender, memorizar, comprender, resolver, analizar, clasificar, enseñar, etc. De esta forma cuando hablamos de una TC, hablamos de las diferentes etapas necesarias para llevar a cabo una determinada tarea. De aquí la importancia de un buen ACT para el desarrollo de tutoriales.*

## 1.- Análisis Cognitivo de Tareas (ACT)

El ACT, es el estudio de desarrollos complejos cuyo fin es esclarecer el proceso psicológico involucrado en la construcción cognoscitiva. Este proceso es recursivo, esto es tiene niveles de abstracción que permiten llegar tan lejos como sea necesario. De esta forma dependiendo del enfoque del STI, podríamos determinar los conocimientos necesarios para desarrollar una tarea o podríamos encontrar con las estrategias utilizadas para resolver esas tareas, de aquí su importancia valiosa en el desarrollo de los STI.

Esta herramienta dentro de la psicología tiene varias perspectivas que ahora mencionaremos:

La creación de **patrones de instrucción**. Cuando las tareas a enseñar son lo suficientemente com-

plejas, esto es, son del tipo que los psicólogos experimentales encuentran útiles y se persiguen objetivos de tipo *no instruccional*.

**Especificación Psicológica**, se refiere al hecho de saber si puede el ACT conducir a una formalización en términos de descriptores de bloques de procesos para ser reconocidos por la comunidad de investigadores en psicología.

Propiedades del ACT en la **capacidad de crear instrucción**. Esta parte se refiere a saber que si dentro del ACT están implícitos elementos que nos llevan directamente a una mejor capacidad de instrucción en las diferentes tareas.

**Reconocimiento de estados de aptitudes**. Esta parte se refiere a que dentro del ACT con fines de

enseñanza no podemos dejar de lado las características del alumno y tomar solo en cuenta las características del experto. De aquí, que este sea un medio a través del cual puedan ser relacionadas ambas partes, en esta parte se tomará en cuenta el desarrollo de un experto y las diferencias substanciales de un novato al tratar de volverse experto, esto es, el **ACT** pone en claro las relaciones que se presentan durante el aprendizaje y las aptitudes requeridas como resultado de la enseñanza.

De lo anterior podemos resumir que el **ACT** es valioso en el desarrollo de los **STI** por: la capacidad para crear patrones de instrucción así como por el reconocimiento de estados de aptitudes y ahora, nosotros aumentaremos una más que será la capacidad de encontrar los agentes y los diferentes elementos de software dentro del modelo **MultiAgentes**.

## 2.-Predecesores del ACT

Dentro de los predecesores del ACT tenemos **las conductas asociadas** (Thorndike y Gagné), **la psicología gestáltica**, (Katona, 1940, Wertheimer, 1959 y Luchins & Luchins, 1970) y el **análisis Piagetiano**.

Las características principales de estas corrientes han dado origen al actual ACT.

### *Conductas Asociadas*

Su propuesta consistía en un nuevo punto de vista con respecto al proceso general de aprendizaje, se pensaba que el aprendizaje estaba constituido esencialmente por conexiones o límites entre situaciones y respuestas, donde la satisfacción del resultado representaba la fuerza que las formaba y las reglas pertenecientes a esta acción de pensar se convertían en totales en la medida en que esta acción era ejercitada.

### *Las jerarquías del aprendizaje de los conjuntos de Gagné*

El aprendizaje por jerarquías está representado por conjuntos de tareas anidadas cuyo orden de transferencia va en sentido de lo simple a lo más complejo, ahora bien aquí se debe resaltar un punto y es el hecho de que las tareas no por ser más simples implican facilidad en el aprendizaje, sino que, éstas están incluidas en componentes de mayor complejidad, de esta forma la adquisición de habilidades complejas está representada por la acumulación de habilidades a través de niveles de complejidad creciente.

### *La Psicología Gestáltica*

Está relacionada principalmente con la percepción y particularmente con el reconocimiento de

una estructura, esta idea relacionada con el proceso complejo que se involucra en el pensamiento implica que el entendimiento o penetración será acompañado de una representación visual de un todo, una sola vez. En esta teoría se habló poco de los esquemas generales para la enseñanza, las nociones existentes implican la necesidad de basar el *análisis de tareas* en componentes perceptuales y estructurales, en forma tal que la relación con todo el problema sea clara.

### *El análisis Piagetiano*

En cuanto al trabajo realizado en Ginebra, se buscó caracterizar el desarrollo cognoscitivo en términos de una sucesión de estructuras lógicas dirigidas de forma individual en el tiempo. El desarrollo de una tarea para Piaget consistía en descriptores de estructuras lógicas, que subyacen a esa tarea y de estructuras que ontológicamente eran precedentes y daban nacimiento a las estructuras que se formaban en el curso del desarrollo de las tareas.

Una de las contribuciones más importantes de Piaget al **ACT**, es la diferencia que estableció entre niños y adultos y la forma de entrar a resolver los problemas, donde ésta depende del conocimiento previamente adquirido y de los procesos disponibles en los niños o en los adultos en el momento de enfrentar un problema.

Estas investigaciones predecesoras del **ACT**, nos permiten resaltar los siguientes puntos, de interés por ser útiles en el desarrollo de los **STI** estas son:

- Un **ACT**, nos resalta lo delicado de un proceso cognoscitivo, así como la enseñanza de esa tarea.
- Es necesario identificar los conceptos o procesos subyacentes a la ejecución de una tarea y encontrar caminos efectivos para su enseñanza.
- Tratar de identificar algún concepto subyacente que sea suficiente para llegar al éxito en la enseñanza, con el objetivo de reducir el efecto de la existencia de muchas habilidades, que deben ser combinadas y donde la ausencia de cualquiera de ellas conduce a la incapacidad del aprendizaje de esa tarea.
- La enseñanza es delicada por el hecho de que no existen reglas para construir situaciones que conduzcan al aprendizaje mágico de una tarea cognoscitiva (**TC**).
- Aún con un **ACT**, bien hecho y apropiado, la capacidad para identificar los componentes para crear estrategias de enseñanza nos lleva al descubrimiento de la utilización de astucia y maña para resolver

esa tarea.

- Las diferencias en los estados de competencia entre los novatos y los expertos, se piensa que están representadas por enlaces creados en la realización de una tarea, donde éstas han sido aprendidas con el tiempo y reafirmadas con la práctica, una forma sugerida para encontrarlas es jerarquizar por niveles de dificultad la realización de esa tarea.
- Es necesario considerar los cambios de los diferentes estados en el desarrollo intelectual de las personas durante el aprendizaje de una tarea, así como la historia de los cambios de esos estados y con lo que se cuenta (habilidades y conocimiento) en el instante de comenzar el aprendizaje.

Por todo lo anterior podemos concluir que, la psicología dentro de la rama "procesamiento de información" representa una herramienta muy útil en el desarrollo de los **STI**, dado que nos permite descubrir los elementos medulares en su construcción como son: los diferentes *planes instruccionales* enlazados a sus *estrategias instruccionales*, llegar a las *abstracciones* deseadas en función de la *jerarquización de dificultad* de una tarea o en función del *reconocimiento de diferentes habilidades* para la realización de esa tarea, conocer los diferentes *puntos críticos* dentro de la estrategia general y la *competencia de los diferentes niveles de dificultad* o de las *diferentes habilidades* según sea el caso.

### 3.- Cómo se obtiene un ACT

Una vez que ya sabemos lo que es el **ACT**, daremos una breve explicación de los puntos básicos en su obtención [CASS93].

Se desarrollará una tabla cuyas columnas serán:

- 1- Pasos del Desarrollo
- 2- Contenido de los pasos
- 3- Formas de Evaluación
- 4- Tipo de Representación
- 5- Complejidad de los Procesos que subyacen a la evaluación

Y la información de estas columnas se analizará en cada una de las etapas del desarrollo de la tarea (**TC**) en cuestión.

1- *Pasos del desarrollo*, tenemos que empezar por co-

nocer los pasos requeridos para el desarrollo de la tarea, este paso nos va guiar hacia al descubrimiento de los diferentes conjuntos de conocimiento que interactuarán para darle vida al módulo TUTOR.

- 2- *Contenido de los pasos*, en esta columna tenemos que saber qué tipo de conocimiento va a contener cada uno de los pasos y lo vamos a clasificar en: factual, conceptos, procedimientos y estrategias, esta columna nos ayudará a encontrar la mejor representación del conocimiento dentro del sistema.
- 3- *Formas de Evaluación*, el poder conocer como se va a evaluar una determinada actividad dentro del tutorial, nos conduce a establecer la competencia de los diferentes niveles de abstracción. Esta parte está representada por la comunicación entre los diferentes conjuntos de conocimiento, en caso de que exista.
- 4- *Tipo de Representación*, esta columna va unida a la columna de contenido de los pasos, su función además de la mencionada con anterioridad, es conocer el tipo de *planes instruccionales* y sus *estrategias instruccionales* (acciones pedagógicas) en las que se verá involucrado el alumno, para aprender un determinado conocimiento o herramienta.
- 5- *Complejidad de los procesos que subyacen a la evolución*, en esta columna se clasificará la complejidad en: discriminación simple y múltiple, integración del conocimiento en micro y macro estructuras, generalización, lo anterior nos lleva a poder encontrar los elementos esenciales para poder estructurar las *estrategias instruccionales* que conduzcan al alumno a poder aprender el conocimiento o la herramienta necesaria para el desarrollo de una determinada tarea.

El siguiente ejemplo muestra el desarrollo del **ACT** de *análisis de armaduras* por el método de los nodos, que es una tarea de nivel de complejidad bastante alto y que se estudia en el cuarto semestre de ingeniería. La **TABLA - 1** muestra un abstracto del **ACT** de dicha tarea.

La subdivisión de los pasos es:

- P1.** Identificar límites de la estructura
- P2.** Conceptualizar a la estructura en un Diagrama de Cuerpo Libre (D.C.L.)
- P3.** Obtener las fuerzas necesarias para el análisis (reacciones)
- P4.** Integrar el resultado de estas incógnitas al D.C.L.
- P5.** Realizar una inspección visual para aplicar reglas de simplificación de trabajo de barras
- P6.** Obtener el resto de fuerzas que actúa en las barras

#### **ESPECIFICACION DEL ACT DE LA TAREA**



**ANÁLISIS DE ARMADURAS  
TOMANDO EN CUENTA EL CONOCIMIENTO INVOLUCRADO**

<i>Pasos de desarrollo</i>	<i>Contenido de los Pasos</i>	<i>Formas de Evaluación</i>	<i>Tipo de Representación</i>	<i>Complejidad de los procesos que subyacen a la evaluación</i>
<b>P.1</b>	1	1	1	1
<b>P.2</b>	2	2	2	2
<b>P.3</b>	2	2	2	1 y 2
<b>P.4</b>	1	1	1	1
<b>P.5</b>	1	1	1	1
<b>P.6</b>	3	2	2	3

Tabla - 1 -

Los números tienen un diferente significado de acuerdo a la columna a la que pertenezcan.

Contenido de los pasos:

- 1: Factual
- 2: Conceptos
- 3: Procedimientos y Estrategias

Formas de Evaluación:

- 1: Analogías y Preguntas
- 2: Problemas propuestos por el sistema y Miniexámenes

Tipo de representación:

- 1: Analogías (ejemplos)
- 2: Representación en reglas

Complejidad de los procesos que subyacen a la evaluación:

- 1: Discriminación simple y múltiple
- 2: Integración del conocimiento en micro y macro estructuras
- 3: Generalización
- 4: La gráfica genética (GG)

La *gráfica genética (GG)*, es una herramienta para representar el conocimiento, que nació de la inspiración de Ira Goldstein basada en la epistemología genética de Jean Piaget [GOLI79] y [BREB87]. En una descripción general esta **GG** nos muestra el conocimiento (de cualquier tipo) agrupado en *islas* y

*enlaces* uniéndolos para relacionarlas, ahora bien estas relaciones pueden ser de orden o de inclusión como en el caso de las jerarquías anidadas de Gagné, en esta gráfica también podemos registrar la historia y el estilo de aprendizaje de un estudiante, al tomar en cuenta las islas visitadas y la predilección de enlaces utilizados en el recorrido del estudiante durante el aprendizaje.

Los enlaces que se están utilizando en esta gráfica son:

**PRE:** este enlace implica un orden de precedencia "antes que".

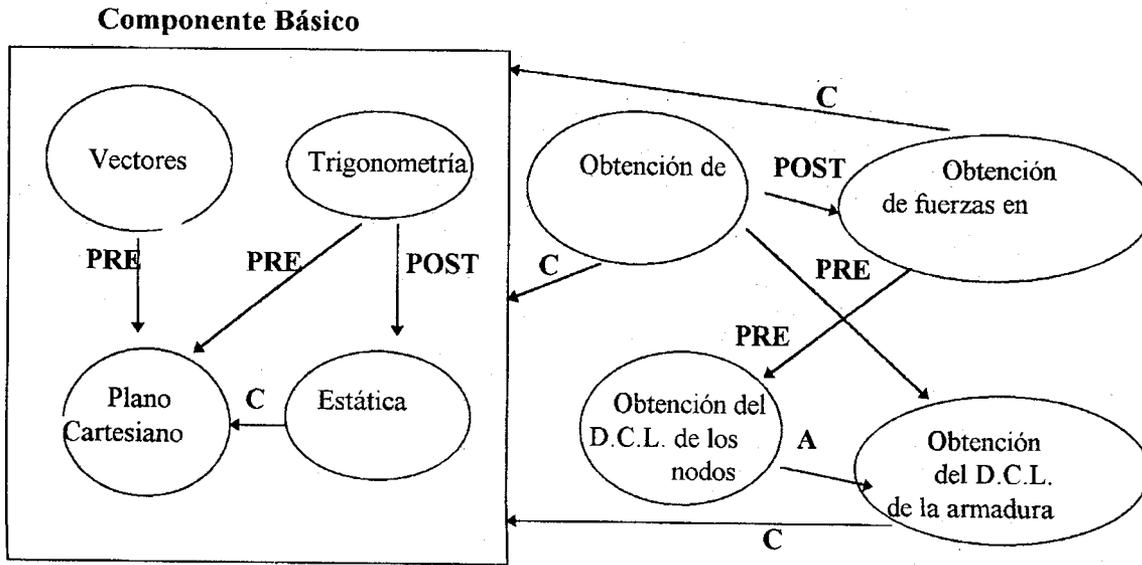
**POST:** este enlace implica un orden de posterioridad un conocimiento al que se puede acceder "después de", cubrir el conocimiento al que esta enlazado.

**A:** "analogía", cuando dos islas están enlazadas por este tipo de enlace lo que implica es que existe un mapeo de las constantes de una isla a las constantes de la otra isla.

**C:** "componente", esta enlace implica que un conocimiento está "compuesto por".

Nos ayudaremos de este tipo de representación para organizar la tarea después de un primer acercamiento con el **ACT** (TABLA -1-), la **FIGURA -1-** muestra esta representación.

**REPRESENTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO UTILIZANDO LA GRÁFICA GENÉTICA**



**FIGURA -1**

Esta figura está compuesta básicamente por dos partes, una llamada *Componente Básico*, que representa los elementos mas simples del dominio, es decir aquí estamos almacenando el dominio de: trigonometría, vectores, plano cartesiano y estática.

En la otra parte estamos representando el orden del procedimiento de la tarea *análisis de armaduras*, basándonos en los enlaces existentes entre las diferentes islas.

Los enlaces entre las islas, además de implicar el orden de ejecución de la tarea, implican las relaciones y los datos de entradas y salidas que habrá entre las islas y los diferentes niveles de abstracción (pueden o no existir) a los cuales representan dentro de la ejecución del STI. Esta parte también está relacionada con la obtención de: los *puntos críticos* de la estrategia general y de la *competencia* de los diferentes niveles.

**4.- Arquitectura de MultiAgentes en Software**

Los STI, pueden ser clasificados como sistemas interactivos. Dentro del proyecto de investigación Espirit BRA 3066 AMODEUS, se diseñó una arqui-

tectura **MultiAgentes**. Uno de los propósitos de esta investigación era el proporcionar una guía efectiva para el desarrollo de sistemas interactivos, así como representar al sistema en un marco de diferentes niveles de abstracciones con el fin de poder lograr una organización paralela de **MultiAgentes**.

Una de las principales investigadoras de este proyecto es Nigay Lawrance del Laboratorio de Génie Informatique de Grenoble, Francia.[NIGL93], [NIGL94].

En esta sección realizaremos una fusión de los productos obtenidos del **ACT** y la Gráfica Genética (**GG**) para transponerlos a la arquitectura **MultiAgentes** y desarrollar el análisis del software de los **STI**.

Las implicaciones de esta arquitectura **MultiAgentes** en términos de ingeniería de software son:

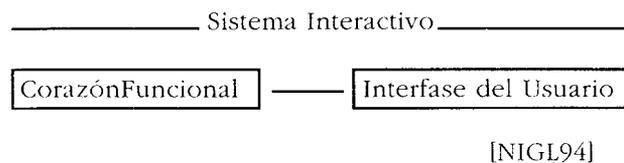
- + un agente es una unidad modular.
  - + un agente es una unidad computacional.
  - + un agente mantiene un estado local.
  - + en un instante dado un agente puede escuchar varios eventos o producir varios eventos.
- Dentro de las ventajas de estos agentes está el



hecho de que soportan el desarrollo oportunístico del usuario final así como múltiples entradas y salidas paralelas. En este punto es necesario aclarar que las especificaciones externas son un punto primordial para poder llegar a la división de estos sistemas en agentes, en este artículo revisaremos como estos agentes pueden ser modelados con la ayuda del **ACT** y de la **GG**.

## Organización de un Sistema Interactivo

La arquitectura **MultiAgente** fue desarrollada tomando como base la *arquitectura para un sistema interactivo*.



**El corazón funcional** representa la implementación de los conceptos dependientes del dominio.

**La interfase del usuario** representa la cara del sistema.

Del modelo anterior nace el modelo **MultiAgente**.

La anatomía de un agente consta de tres partes básicamente:

- + una presentación (**P**)
- + una abstracción (**A**)
- + un control de dialogo (**CD**)

*La presentación* representa la parte del agente que es vista por el mundo, esta relacionada con alguna técnica de presentación.

*La abstracción* representa el estado local del agente, es la parte donde se encuentran los objetos conceptuales para poder acceder el dominio.

En cuanto a la parte llamada *controlador de diálogo*, es aquí donde se lleva a cabo la coordinación entre la abstracción y la presentación y la coordinación con otros agentes en caso de ser necesaria.

Este tipo de arquitectura además soporta la jerarquía como se observa en la **FIGURA -2-**, que es útil porque puede expresar:

- + La continuidad en los niveles de abstracción.
- + Algunas relaciones entre agentes.
- + Coordinación de sub-agentes por un agente de nivel superior.

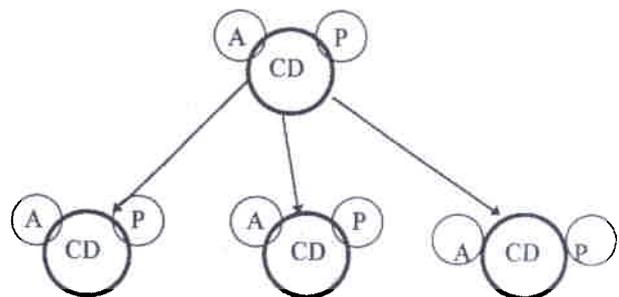


FIGURA -2-

Ahora bien cada *parte de la abstracción* de un agente consta de un componente que representa la *interfase con el corazón funcional (ICF)* que será el puente entre lo que el agente debe hacer con el dominio (los objetos conceptuales) y el *corazón funcional (CF)*, que está constituido por los elementos del dominio y cada *parte de la presentación* consta de un componente que contiene las *técnicas utilizadas en la presentación (CTP)* del sistema hacia el exterior quien a su vez consta de un componente que será el receptor directo de los *elementos en el mas bajo nivel de abstracción (CIBN)*, esto es: mouse, teclado, etc..

Lo anterior queda representado en la siguiente **FIGURA - 3 -**.

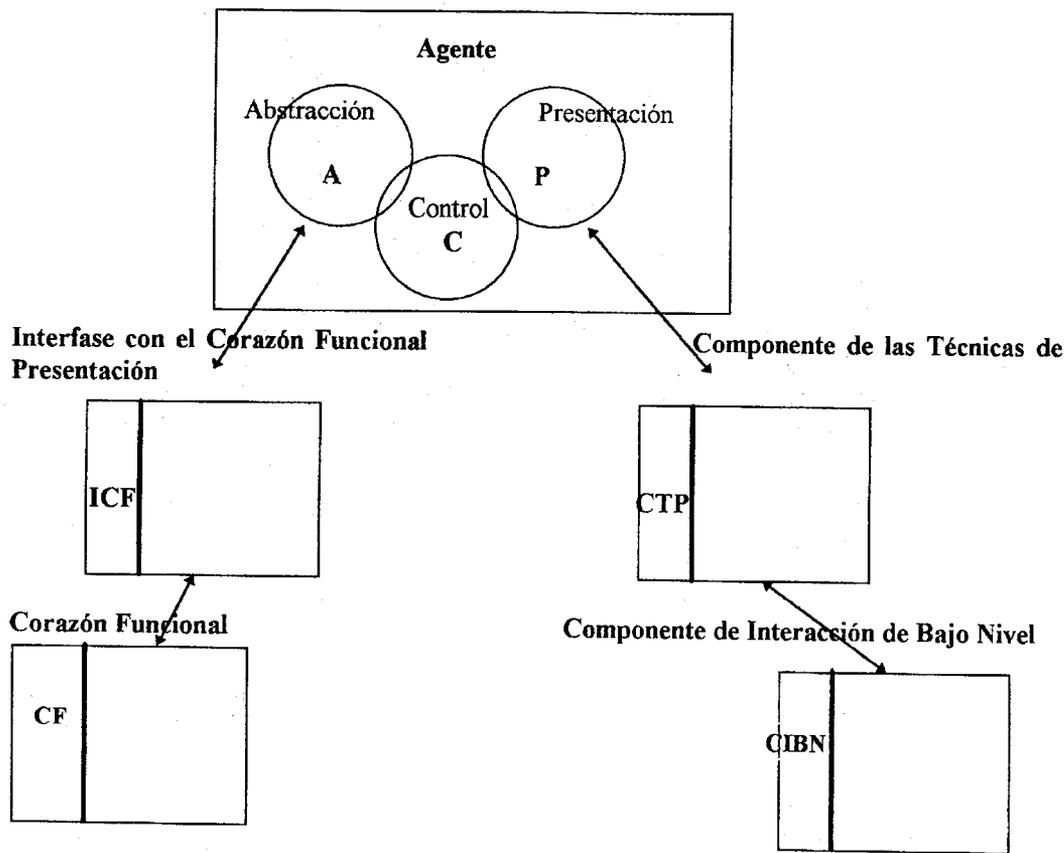


FIGURA -3-

Una vez logrado lo anterior tenemos que implementarlo en el ordenador, la siguiente sección tratará la forma en que se pueden transponer los productos obtenidos del ACT y la GG a una arquitectura de software **MultiAgentes**.

## 5.- Encontrando los elementos del software

¿Cómo nos puede ayudar el ACT a encontrar estos elementos?

Dentro de cada uno de los pasos secuenciales del ACT, podemos encontrar elementos para implementar el software:

1.- *Pasos del desarrollo*, esta columna nos ayuda

a modelar el componente de las técnicas de presentación (**CTP**), que es la cara del sistema al alumno, y nos ayuda a encontrar la interacción de los diferentes niveles de dificultad en caso de existir y/o la comunicación entre las diferentes etapas del desarrollo.

2.- *Contenido de los pasos*, esta parte está relacionada con el corazón funcional (**CF**).

3.- *Formas de evaluación*, esta columna está relacionada con los niveles de dificultad, en otras palabras no se puede pasar a aprender a manipular los conceptos en fases del desarrollo más complejas si aún no se dominan las anteriores.

4.- *Tipo de representación*, esta columna representa el poder encontrar la mejor representación del conocimiento para aquello que se va a enseñar, esto



es el dominio que esta representado por el corazón funcional (CF), tomando en consideración como se va a manipular este dominio, esto es, la interfase con el corazón funcional (ICF).

5.- Complejidad de los procesos que subyacen a la evolución, esta columna y la anterior están unidas ya que es necesario saber que se va a enseñar (CF) y cómo se va a enseñar (ICF) para de esta forma hilar *planes instruccionales* y *estrategias instruccionales AD-HOC*.

¿Cómo nos puede ayudar la GG a encontrar estos elementos?

En el ejemplo trabajado si nos abocamos al *Componente Básico* de la FIGURA -1-, allí encontraremos los elementos mas simples del dominio y esta parte estará representada con el CF, lo que significa que será aquí donde almacenaremos el dominio de: trigonometría, vectores, plano cartesiano y estática. La otra parte la del procedimiento, la vamos a relacionar con los agentes del esquema **MultiAgente**,

lo que significa que tendremos agentes de: obtención de reacciones, fuerzas en las barras, D.C.L. de los nodos y D.C.L. de la armadura, quienes finalmente quedarán inmersos en un agente que los controlará y que será el **módulo Tutorial** representado en la FIGURA -5-.

Los enlaces que salen de las islas de conocimiento hacia el componente básico están relacionadas con el componente *interfase con el corazón funcional (ICF)*, que viene siendo las diferentes vistas conceptuales que los agentes tienen de un mismo dominio y serán las diferentes formas en que de acuerdo a sus propósitos los agentes lo manipularán (plano cartesiano, vectores, trigonometría, estática). Estos enlaces también implican las relaciones entre los agentes y los datos de entrada y salida que existirán entre los agentes dentro de los diferentes niveles de abstracción los cuales están representados en las etapas de la ejecución.

La siguiente figura muestra la anatomía de cada uno de los sub-agentes.

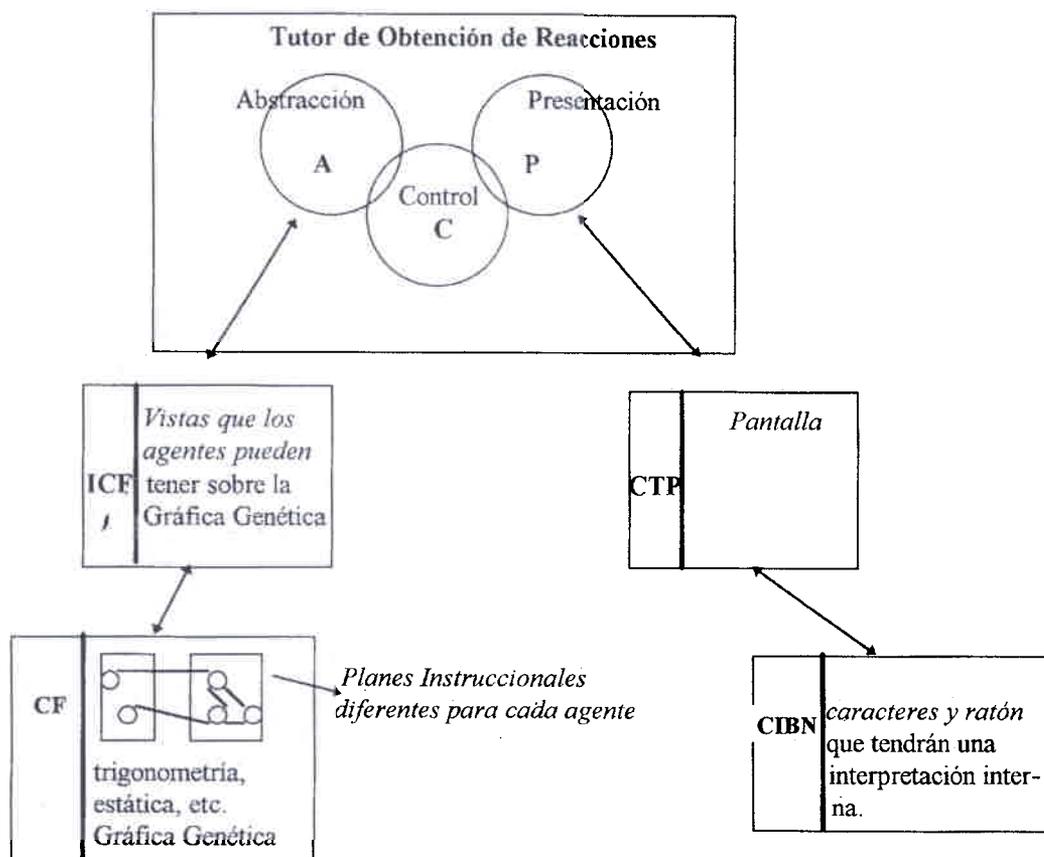
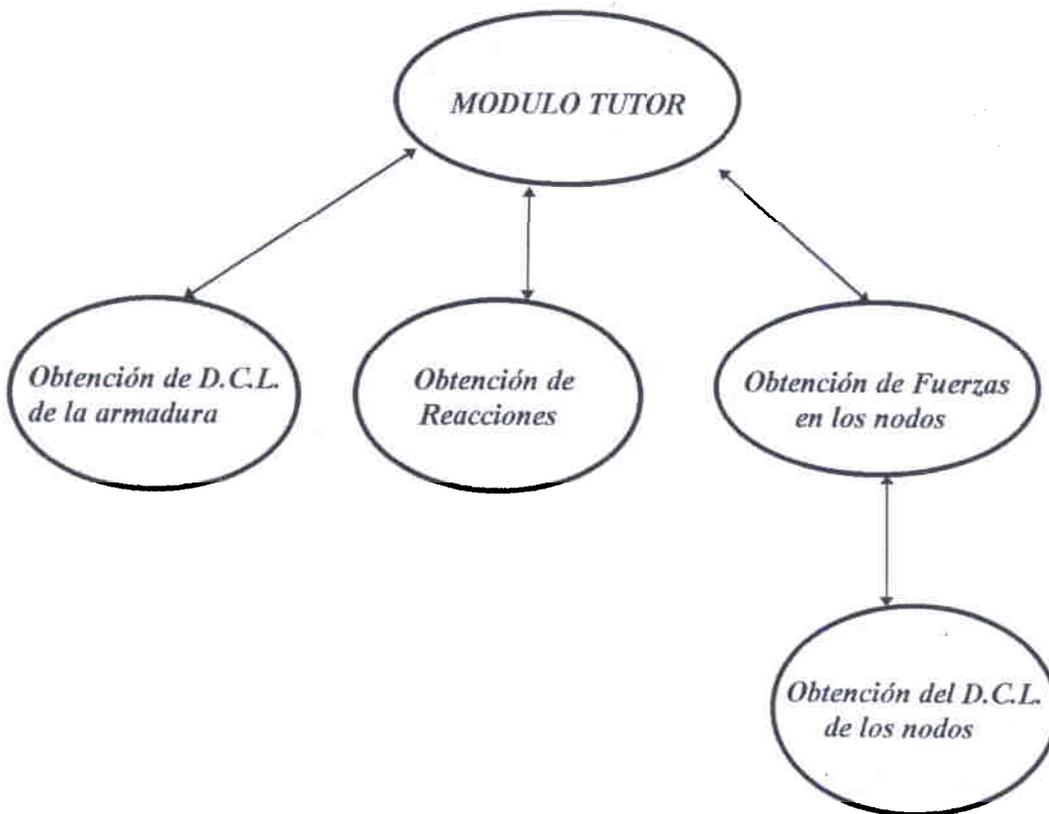


FIGURA - 4 -

Dado que todos los agentes son iguales con respecto a su anatomía y son autónomos es decir no existe comunicación entre ellos, exceptuando el de obtención de fuerzas donde si existe una jerarquía, (**FIGURA -5-**) lo único que variaría en estos diagramas serán los nombres de los diferentes agen-

tes.

De esta forma podremos organizar finalmente el **Modulo Tutorial** quien controlará el proceso tutorial, el que ha sido descompuesto en agentes y sus relaciones. esto lo podemos observar en la **FIGURA - 5-**.



### MODULO TUTORIAL

FIGURA - 5 -

¿ Y los demás módulos del STI ?

Estos módulos son *la interfase, el modulo del dominio, el modelo del alumno y módulo experto*. De estos la *interfase* y el *domino* tienen una representación explícita en esta arquitectura y son la *abstracción (A)* y la *presentación (P)*, de la anatomía del agente (**FIGURA -3-**). El modelo del estudiante quedaría inmerso en el desarrollo y seguimiento de los enlaces en tiempo de ejecución de la **GG** y el que debería tener un tratamiento especial sería el módulo experto que a final de cuentas no sería mas

que otro agente y habría que analizar y determinar la interacción con el agente tutorial.

## Conclusiones

Realizar **STI**. es una labor titánica, todo esto por la complejidad en el desarrollo que entrañan cada uno de sus elementos (modelo del alumno, modelo tutorial, dominio, interfase). además de la complejidad de la tarea cognoscitiva a modelar, así como de

la in  
artíc  
de t  
cer  
logr  
(  
la b  
lisis  
mer  
el s  
  
los  
gru  
de  
nec  
real  
incl  
cor  
ma  
cie.  
de  
du  
  
nie  
var  
**Gr**



la implementación del software. A través de este artículo, se desea hacer hincapié en la importancia de utilizar herramientas que nos permitan esclarecer lo que en un principio parece difuso y difícil de lograr.

Considero que el **ACT**, es un punto primordial y la base en cualquier desarrollo de un **STI**, este análisis es el principio de un arduo camino para comenzar a esclarecer los puntos e hilvanarlos hacia el sistema de software.

Así también se hace patente la diferencia entre los grupos que se dedican al instruccionalismo, los grupos que se dedican a la pedagogía y los grupos de inteligencia artificial por separado y se resalta la necesidad de la colaboración interdisciplinaria para realizar los Sistemas Tutoriales Inteligentes, todo esto incluyendo al experto en el dominio que se elija como material de enseñanza. En este trabajo se manifiesta la colaboración y la importancia de las ciencias no computacionales en un producto final de software, quiero remarcar, que sin ellas, el producto de software sería de ínfima calidad.

Por todo lo anterior en este artículo estoy proponiendo una metodología de desarrollo utilizando varias herramientas: **Análisis Cognitivo de Tareas, Gráfica Genética y Modelo MultiAgentes.**

## REFERENCIAS

- [BREB88].- Bretch B. et al.- **Student Models: the genetic graph approach.**- Man Machine Studies 1988. 28, 483-504.
- [CASS93].- Castañeda, Sandra.- **Procesos Cognitivos y Educación Médica.**- Facultad de Medicina UNAM.- Serie Seminarios No.1.
- [CASS93].- Castañeda, Sandra.- **Cátedra José Gómez Robledo.- UNIDAD 3 y UNIDAD 4.**- Facultad de psicología - UNAM 1993.
- [GARA93].- García Angélica.- **Agentes computacionales cognitivos reactivos en la modelación de la conducta visuomotora de la rana.**-Tesis de Maestría Universidad Nacional Autónoma de México IIMAS-UNAM.- 1993
- [GOLI79].- Godstein I.- **The Genetic graph: a representation for the evolution of pocedural knowledge.**- Man Machine Studies 1977, 11,51-77.
- [LAUA94].- Laureano Ana.- **Inteligencia Artificial e Inducción.**- Revista EN LINEA UAM-A marzo de 1994.
- [LAUA96].- Laureano Ana et al.- **Una Arquitectura Reactiva en Sistemas de Enseñanza Inteligentes .-** Memorias de Informática Educativa 96.- UNED. Madrid 1996.
- [MILD76].- Mills Dale.- **Cognition and Instruction.**- capítulo 3 "Task Analysis in Instructional Design: Some Cases from Mathematics".- 1976.
- [NIGL91].- Nigay Lawrence, et al .- **Building User Interfaces: Organizing Software Agents.**- Espirit'91, Conference Proceedings.- Commission of the European Communities.
- [RYDJ93].-Ryder M. Joan et al.- **Integrating Cognitive Task Analysis into Instructional Systems Development.**- Borrador del trabajo presentado en la V Conferencia Europea de Investigación sobre Aprendizaje e Instrucción. **¶**