



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# IMPORTANCIA DE LOS MODELOS MENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE ALGORITMOS

**Nelson Antonio Jaramillo Enríquez, Manuel Ernesto Bolaños Gonzales, Jesús Homero Insuasti**

**Universidad de Nariño  
San Juan de Pasto, Colombia**

## Resumen

En el estudio de la naturaleza representacional del conocimiento en la mente, y en la comprensión de los procesos de aprendizaje, la Psicología Cognitiva ha realizado aportes con implicaciones revolucionarias para la educación, al suministrar elementos teóricos que describen en forma detalladas las representaciones mentales y los procesos que subyacen en el desempeño de un conocimiento en particular y lograr con esto una comprensión de lo que ocurre en el individuo, abriendo de esta forma, un gran abanico de posibilidades para ser utilizados en los procesos de aprendizaje.

Bajo este contexto, el programa de Ingeniería de Sistemas, trabaja con teorías de la Psicología Cognitiva, con el propósito de mejorar las competencias analíticas en las áreas de programación de los estudiantes. En un primer momento, se trabaja con las teorías del procesamiento de Información (Teoría ACT-R de Anderson), para desarrollar una metodología para la construcción de algoritmos, fundamentados en el funcionamiento de las memorias permanente y de trabajo, en donde se toma como elemento principal en la solución de un problema, un modelo mental solución, creado con los conocimientos y destrezas almacenados por el estudiante en la memoria permanente y que por tratamientos sucesivos de este modelo, se llega a un algoritmo resultado.

En un segundo momento que es el principal objetivo de este trabajo, se busca conocer más acerca de este modelo mental solución, establecer elementos teóricos que permitan soportar su construcción y explicar de forma más acertada la importancia de éste en la construcción de un algoritmo y la forma como impactan en las competencias analíticas del estudiante. Esto lleva a los grupos de investigación, a profundizar en la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y de esta, las representaciones proposicionales, las cuales van a permitir realizar una representación recursiva de cómo trabaja la mente al solucionar un problema con un modelo mental

solución e identificar en forma más clara la importancia de este modelo que finalmente se convierte en un algoritmo.

**Palabras clave:** Teoría de los Modelos Mentales; Teoría ACT de Anderson; representaciones proposicionales

### **Abstract**

*In the study of the representational nature of knowledge in mind, and understanding of the processes of learning, cognitive psychology has made contributions with revolutionary implications for education, by providing theoretical elements described in detailed manner the mind representations and processes underlying the performance of a particular knowledge and achieve with it an understanding of what happens in the individual, thus opening a wide range of possibilities for use in the learning process.*

*In this context, the Systems Engineering program works with theories of Cognitive Psychology, in order to improve the analytical skills in the areas of programming for students.*

*At first, working with the theories of information processing (Anderson's ACT-R Theory), to develop a methodology for the construction of algorithms, based on the operation of permanent memories and work, where it is taken as a main element in solving a problem, a mind model solution, created with the knowledge and skills by the students to red in permanent memory and by successive treatments of this model, is possible to get an algorithmic result.*

*In a second stage, which is the main objective of this work, we seek to learn more about this mind model solution by setting theoretical evidence to support its construction and explain in more accurate manner its importance in the construction of an algorithm and the way how they impact the student's analytical skills. This leads to the research groups, to dig the theory of mind models of Johnson-Laird, especially about propositional representations, which will allow performing a recursive representation of how the mind works to solve a problem with a mind model solution and identify more clearly the importance of this model eventually becomes an algorithm.*

**Keywords:** Anderson's ACT-R Theory; theory of mind models of Johnson-Laird; propositional representations

## **1. Introducción**

La Psicología cognitiva se ha preocupado por realizar el estudio de la naturaleza representacional del conocimiento en la mente y la comprensión de los procesos de aprendizaje, dentro de un entorno psicológico y social, en donde la motivación interna, la significancia, el procesamiento de información, las actitudes de las personas, entre otras, se toman en cuenta como factores que promueven el aprendizaje.

En este contexto, el departamento de Ingeniería de Sistemas motivados por una disminución en las competencias analíticas de los estudiantes de ingeniería de sistemas y tecnología en computación en el área de programación, ha profundizado en algunas teorías de la psicología cognitiva, con el propósito de entender los procesos internos que se presentan durante el aprendizaje de ésta área. El conocer la forma cómo el estudiante aprende, cómo almacena lo que aprende y como hace uso de estos elementos para solucionar problemas, van a brindar al docente, elementos que le van a permitir planear de mejor manera las actividades a desarrollar por los alumnos y también las de él. Explorar lo que saben los alumnos, entender cómo se recupera la información de la memoria, conocer la capacidad de la memoria de trabajo, como se relaciona el conocimiento, entre otras, se convierte en elementos importantes para establecer estrategias que harán más eficiente el proceso de aprendizaje.

En este proceso de profundización los grupos de investigación GRIAS y Galeras.Net, del departamento de sistemas, en un primer momento, han tomado las teorías del Procesamiento de Información de la Psicología Cognitiva y más concretamente la Teoría ACT de Anderson (Control Adaptativo de Pensamiento), para entender, que la estructura mental está sometida constantemente a operaciones que involucran tratamientos sucesivos con información de diferentes características que van creando en la memoria permanente, conceptos o esquemas con elementos y relaciones proporcionados por la información, que le permiten al individuo interactuar con el medio donde se desenvuelve, ya sea para solucionar problemas o tomar decisiones, entre otras.

Con este conocimiento y con los principios de la teoría ACT, se desarrolla una metodología para la construcción de algoritmos fundamentados en el funcionamiento de las memorias permanente y de trabajo, en donde se toma como elemento principal en la solución de un problema, un modelo mental solución, creado con las destrezas desarrolladas por el estudiante y almacenados en la memoria permanente procedural y que por tratamientos sucesivos de este modelo, guiado por la metodología propuesta, se obtiene la información presente en la memoria declarativa, base fundamental para llegar al algoritmo resultado.

Este modelo mental solución producto de todas las destreza desarrolladas por el individuo, es el eje principal de la metodología y la gran importancia que adquiere en la solución de un problema computacional, es el que establece un segundo momento en los procesos de investigación, pues se busca, complementar y profundizar en las características teóricas que soportan las transformaciones de este modelo y que se ajusten a los avances obtenidos hasta el momento. Con estos planteamientos, se llega a la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird, quién profundiza más en las representaciones mentales de un individuo que se enfrenta a cualquier situación. En esta teoría la característica más saliente es que los modelos mentales son representaciones analógicas de la realidad en donde existen por lo menos tres clases de representaciones mentales distintas: las *representaciones proposicionales*, los *modelos mentales*, y las *imágenes*. Estos modelos mentales son *modelos de trabajo* de situaciones y acontecimientos del mundo y que mediante su manipulación mental, nos

permiten, comprender y explicar fenómenos de ese mundo y actuar de acuerdo con las predicciones resultantes. (Rodríguez, 2001)

La presente investigación va a hacer uso de las representaciones proposicionales de la teoría de Jhonson-Laird, para mostrar con un modelo mental solución de un problema, cómo se abarcan dos momentos importantes en la formación del área de la programación, el primer momento relacionado con la estructuración en la mente del procedimiento de solución de un problema y el segundo momento relacionado con la aplicación de éste procedimiento en la solución de un problema específico, para llegar a determinar la importancia de este modelo mental solución en un desarrollo más óptimo de las competencias analíticas de los futuros profesionales de la computación.

El desarrollo del presente proyecto, va a hacer una presentación de los fundamentos teóricos que la soportan, la metodología de construcción de algoritmos, una propuesta de las representaciones proposicionales de la metodología de construcción de algoritmos utilizando las formas Backus Naur (), la importancia de los modelos mentales en la solución de problemas, algunos resultados obtenidos y conclusiones.

## **2. Teoría del Control Adaptativo del Pensamiento (ACT) de Anderson: (John Anderson)**

Es una teoría unitaria de procesamiento de información, ya que la idea básica que subyace a la teoría es que, según Anderson, "todos los procesos cognitivos superiores, como memoria, lenguaje, solución de problemas imágenes, deducción e inducción son manifestaciones diferentes de un mismo sistema subyacente. Por tanto, los mecanismos de aprendizaje están en el ACT estrechamente relacionado con el resto de los procesos, especialmente con la forma en que se presenta la información en el sistema." (Pozo 1995)

La Teoría del control Adaptativo del Pensamiento de Anderson está totalmente traducida a un programa de computador la cual incorpora una teoría del pensamiento y su esquema se plantea en la figura 1, aquí se presentan tres tipos de memoria relacionadas: Memoria de trabajo, memoria declarativa y memoria procedural.

**Memoria de trabajo.** Es la que se comunica con el mundo exterior y procede por estímulos externos o por el propio sistema como consecuencia de la ejecución de una acción. Esta memoria se mueve con el concepto de Activación de un nodo que es central dentro de la teoría del ACT.

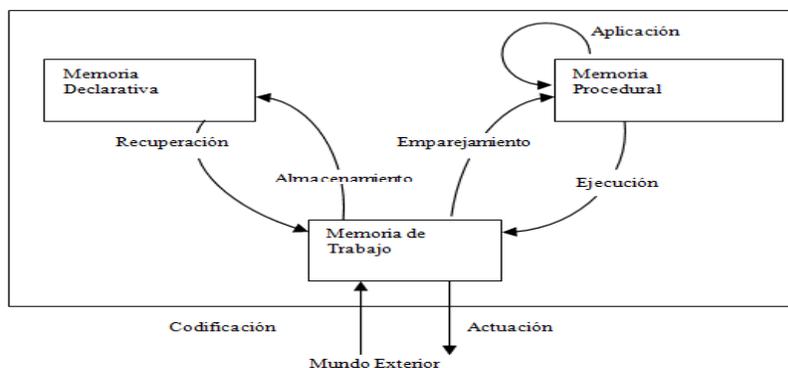


Figura 1 Marco general del procesamiento del ACT, planteado por Anderson,(1983)

**Memoria declarativa.** Almacena el conocimiento descriptivo sobre el mundo. Es la que determina el "SABER QUE". Se establece en ésta, como está organizado el mundo y lo que en él sucede. Esta organizada en forma de Red Jerárquica compuesta según Anderson de "Unidades Cognitivas" o nudos y eslabones entre esos nudos (Pozo 1995). La memoria declarativa se asemeja a los modelos de memoria semántica.

**Memoria procedural o de producciones.** Contiene información para la ejecución de las destrezas que posee el sistema, representa el "SABER COMO" y se basa en sistemas de producción desarrollados por Newell y Simon en 1972. En ésta, el conocimiento se almacena en forma de producciones o pares condición-acción (Pozo 1995) y tienen la siguiente forma:  
Si ..... Entonces

### 3. Teoría de los modelos mentales de Jhonson-Laird

Es una teoría de la mente adecuada explicativamente porque atiende tanto a la forma de la representación (proposiciones, modelos mentales e imágenes) (Johnson-Laird, 1983, 1996) como a los procedimientos que permiten construirla y manipularla: mente computacional, procedimientos efectivos, revisión recursiva y modelos mentales y todo ello construido sobre la base de un lenguaje mental propio, que da cuenta tanto de la forma de esa representación como de los procesos que con ella se producen, significado. (Rodríguez, 2001)

Johnson-Laird postula que existen por lo menos tres clases de representaciones mentales distintas: las *representaciones proposicionales*, definidas como cadenas de símbolos, similares al lenguaje natural, en el sentido que necesitan de reglas sintácticas (relaciones de la lógica formal o reglas de producción) para combinarse, pero que no se confunden con él; los *modelos mentales*, análogos estructurales del mundo y las *imágenes*, definidas como visuales del modelo.

Para Johnson-Laird los modelos mentales son *modelos de trabajo* de situaciones y acontecimientos del mundo y que mediante su manipulación mental, nos permiten comprender y explicar fenómenos de ese mundo y actuar de acuerdo con las predicciones resultantes. (Rodríguez 2001)

De las tres representaciones mentales propuestas por Jhonson-Laird toma gran importancia en la investigación las representaciones proposicionales, ya que se busca definir a través de un lenguaje, muy semejante al natural, las características de un modelo mental solución de un problema planteado.

#### 4. Metodología de construcción de algoritmos estructurada en la teoría ACT de Anderson

La metodología propuesta se enmarca en un enfoque algorítmico y hace énfasis en un análisis profundo (Cairo 1995). Va a iniciar con problemas sencillos de dominio mental generalmente por todos los sujetos.

Esta metodología toma como elemento principal de desarrollo la elaboración de un modelo mental de solución, resultado de la aplicación de las destrezas que el estudiante posee en la memoria permanente. Este modelo mental solución es el que se somete mediante un trabajo recursivo a constantes transformaciones hasta llegar a obtener el algoritmo. Algunos pasos muestran de la importancia del modelo mental de solución:

- a) **Describir el problema.** Identifica y Entiende los conceptos necesarios para la solución.
- b) **Elaborar un modelo mental de una solución.** Desarrolla una solución mental, esencia de análisis de todo el proceso de solución.
- c) **profundizar en el modelo mental solución objetivo.** Realiza una descomposición de los conceptos identificados. Se trabaja con los datos uno a uno y se establecen los tiempos de ejecución, identificando las acciones que se realizan con cada uno de los datos.
- d) **Asociar Nombres característicos a los datos del modelo.** Establece un nombre único para todo dato que aparece en el modelo de solución.

Los pasos siguientes se especifican en las memorias del WEEF 2013 donde se presenta la metodología (Weef 2013).

Cada uno de los pasos especificados en la metodología, exige un tratamiento especial de la mente, en donde el modelo inicial se ve incrementado en sus características, sin apartarse en ningún momento de las destrezas que el estudiante tiene en su memoria permanente, con lo que se garantiza que un modelo mental de solución que en un inicio es simple, se convierte en todo un proceso de solución denominado algoritmo, base fundamental de cualquier solución computacional.

#### 5. Importancia de los modelos mentales en la construcción de algoritmos

El área de programación de los programas de Ingeniería de Sistemas y Tecnología en computación tiene como objetivo principal desarrollar competencias analíticas que les permitan implementar soluciones computacionales óptimas a situaciones que así lo

requieran. Con este horizonte y con las características de los modelos mentales se determina la importancia que tienen éstos al soportar los dos momentos planteados en la formación del área de programación.

Los siguientes puntos van a establecer la importancia de los modelos mentales, el primer punto se relaciona con la solución de un problema específico y como desarrollan las competencias analíticas y el segundo con el procedimiento de solución de un problema.

### 5.1 Importancia de los modelos mentales en el fortalecimiento de las competencias analíticas.

La solución de un problema específico, como se lo ha mencionado, parte de un modelo mental solución que el estudiante realiza con las destrezas que él tiene almacenadas en la memoria permanente, y el tratamiento que se le da a este modelo es el que va a permitir fortalecer las competencias analíticas relacionadas con la descomposición de un todo en sus partes, determinación de las relaciones entre estas y comprensión de la forma como están organizadas las relaciones.

#### 5.1.1 Importancia de los modelos mentales en la descomposición de un todo en sus partes

Si bien el primer modelo mental solución es simple, la profundización que se hace de éste en el paso 3 de la metodología donde aparecen nuevas características, permite fortalecer la competencia de descomponer un todo en sus partes.

#### 5.1.2 Importancia de los modelos mentales en la identificación de relaciones

Con la aplicación del paso 5, el modelo sufre otra transformación, aquí se especifica de dónde sale cada dato, lo que determina la relación entre ellos y el fortalecimiento de la identificación de sus relaciones.

#### 5.1.3 Importancia de los modelos en la organización de las relaciones.

La transformación del modelo mental solución se va dando en un orden natural, generalmente de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha y al seguirlo se tiene un orden natural de las acciones el cual va a corresponder al orden del algoritmo resultante.

### 5.2 Importancia del modelo mental en el fortalecimiento de proceso de desarrollo del algoritmo.

Cada paso que se aplica en la transformación de un modelo mental solución, va creando en la memoria permanente una representación de un procedimiento a seguir cuando se quiera dar una solución a un problema específico. La aplicación continua de esta metodología va a establecer una destreza, con lo que se puede afirmar que se tiene un modelo mental del procedimiento de desarrollo de problemas por computador. Esto implica que internamente se tiene una representación proposicional del mismo y por tanto una destreza asociada a un procedimiento de acción que va a ser activada en el momento en que se presente resolver un problema, y lo va hacer en

forma natural, cumpliendo así con uno de los momentos planteados a ser mejorados en los estudiantes. A manera de propuesta se ha utilizado las gramáticas Independientes de Contexto o las formas Backus Naur (Aho 1990), para realizar una representación proposicional de lo que sería una metodología, esta representación es la siguiente:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. <Solución_problema>         | → Definición <solución_conceptual><Solución_lenguaje>                            |
| 2. <Solución_conceptual>       | →<Ejemplo_solución><Elementos_computacionales><Algoritmo>                        |
| 3. <Ejemplo_solución>          | →Ejemplo_especificado<Salidas_solución><Entradas_solución><br><Proceso_solución> |
| 4. <Salidas_solución>          | → Salidas_identificadas  |
| 5. <Entradas_solución>         | → Entradas_identificadas   |
| 6. <Proceso_solución>          | → Transformaciones_procesos  |
| 7. <Elementos_computacionales> | →<Salida_computacional><Entrada_computacional><br><proceso_comput>               |
| 8. <Salida_computacional>      | → Variables_salida_identificadas   |
| 9. <Entrada_computacional>     | → Variables_entrada_identificadas  |
| 10. <proceso_comput>           | →<Variables_proceso><Instrucciones_proceso>                                      |
| 11. <Variables_proceso>        | → Variables_proceso_inidentificadas  |
| 12. <Instrucciones_proceso>    | →<l_asignación><l_entrada><l_salida><l_decisiones><l_ciclos>                     |
| 13. <l_asignación>             | → Asignaciones_identificadas   |
| 14. <l_entrada>                | → Entradas_identificadas   |
| 15. <l_salida>                 | → Salidas_identificadas  |
| 16. <l_decisiones>             | → Decisiones_identificadas   |
| 17. <l_ciclos>                 | → Ciclos_identificado  |

Este conjunto de producciones permiten establecer lo que sería una representación proposicional del modelo mental de un procedimiento a seguir cuando se busca la solución a un problema con características computacionales, en donde <solución\_conceptual>, es una variable sintáctica que va a generar el modelo mental solución inicial del cual se desprenden todas las otras relaciones.

## 6. Resultados de la aplicación

La utilización de los modelos mentales en un principio utilizando la teoría ACT de Anderson se la ha realizado desde hace tres años a los estudiantes de la extensión de Túquerres, dentro de los cuales se observaron buenos resultados en aquellos estudiantes que aceptaron trabajar el análisis de un algoritmo, utilizando un modelo mental solución, la competencias analíticas sobrepasaron las competencias de los estudiantes de la sede principal de Pasto, aspecto que no es común observarlo en la universidad.

En el semestre A del 2015 se hace el proceso de aplicar modelos mentales a los estudiantes de Fundamentos de Programación de ingeniería de Sistemas, con un criterio más investigativo y se pudo observar como elemento importante, que les cuesta asumir un proceso de esta característica, pues exige que el estudiante realice el análisis de un problema con los conocimientos y destrezas que el posee, aspecto que se les dificulta mucho, pues están acostumbrados a un proceso muy magistral en donde el docente es el eje del proceso de aprendizaje y la metodología con las que vienen trabajando la gran mayoría, se basa en el conductismo, mientras que lo que se

buscaba estaba más encaminado al constructivismo aspecto que les en un comienzo mucho tiempo, lo que terminó en la gran mayoría abandonando la propuesta y refugiarse en la memorización. Sin embargo al grupo se le exige un tiempo extra de trabajo una vez finalizada las clases (1 semana), sin ninguna otra presión y los resultados fueron excelentes, pues todos los que asumieron el reto pudieron ganar su materia.

## 7. Conclusiones

- La apropiación de teorías que explican el comportamiento del individuo frente al conocimiento, como la teoría ACT de Anderson y la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird, brindan al docente elementos que los pueden aplicar en el proceso de aprendizaje y optimizar sus resultados.
- La aplicación de los modelos mentales permiten explorar lo que ya saben los alumnos para llegar a una solución propia de cada uno de ellos.
- El construir un algoritmo con un modelo mental solución en un primer momento simple y profundizarlo con el comportamiento de la memoria de trabajo y memoria permanente va creando en el estudiante destrezas y por tanto un modelo mental de un procedimiento general para la solución de problemas. La aplicación de problemas que hagan uso de conceptos que se dominan totalmente, facilitan la aplicación de la metodología y la obtención de un resultado.
- El trabajo con modelos mentales en la solución de problemas, exige del estudiante un trabajo individual propio del constructivismo al cual no se está acostumbrado, aspecto que va en contra de los resultados esperados.
- La identificación de datos y acciones que van a ser parte de un algoritmo solución se realiza con elementos estructurales de cada individuo, alcanzados con la evolución del primer modelo mental, lo que permite apropiarse en forma natural de los conceptos que forman la teoría de la programación de computadoras.
- El trabajar con modelos mentales en la solución de un problema, lo hace en forma sistémica al brindar un procedimiento analítico claro.

## 8. Referencias

- Aho Alfred, Ravi Sethi Jeffrey Ullman (1990). *Compiladores Principios, técnicas y herramientas*, Addison Wesley Longman, Nueva Jersey, 1995. pp 25
- Cairó Osvaldo (1995) *Metodología de la Programación*. Computec. Mexico DF. pp 5.
- Johnson- Laird, P. (1983). *Mental Models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness* . Harvard University Press. Cambridge. 513 p.
- Johnson- Laird, P. N. (1996). *Images, Models and Propositional Representations*. pp. 90-127. En De Vega, M; Intons-Peterson, M. J.; Johnson- Laird, P. N.; Denis, M. y Marschark, M. *Models of Visuospatial Cognition*. Oxford. University Press. 230 p.
- Pozo Juan (1995) .*Teorías Cognitivas del Aprendizaje*, Universidad Autónoma de Madrid 1995. POZO JUAN, Ignacio. Pág.119

- Rodríguez M<sup>a</sup> Luz, Marrero Javier, Moreira Marco Antonio (2001) La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con Modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências* – V6(3), pp. 243-268. Consultado el 20 de mayo del 2015 [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID76/v6\\_n3\\_a2001.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID76/v6_n3_a2001.pdf)

### Sobre los Autores

- **Nelson Antonio Jaramillo Enríquez:** Ingeniero de Sistemas, Especialista en Auditoría de Sistemas, Magister en Comunicación Educativa. Profesor tiempo completo. [njaramillo@udenar.edu.co](mailto:njaramillo@udenar.edu.co)
- **Manuel Ernesto Bolaños Gonzalez:** Ingeniero de Sistemas, Especialista en Auditoría de Sistemas, Magister en Ingeniería. Profesor tiempo completo. [mbolanosg@gmail.com](mailto:mbolanosg@gmail.com)
- **Jesús Homero Insuasti:** Ingeniero de Sistemas, Magister en Docencia Universitaria, Magister en ingeniería de computadores con énfasis en sistemas informáticos en red. Profesor tiempo completo [Jesus.insuasti@hotmail.com](mailto:Jesus.insuasti@hotmail.com)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)