

LAS CIENCIAS COGNITIVAS COMO CONTEXTO PARA INTERPRETAR LAS NUEVAS CONCEPCIONES ACERCA DEL APRENDIZAJE

Fredy E. González
Universidad Pedagógica Experimental Libertador
Núcleo Maracay

Resumen

En este artículo se hace un breve recorrido por los diferentes períodos históricos que caracterizan el desarrollo de las Ciencias Cognitivas con la finalidad de proponer a éstas como un contexto válido para interpretar nuevas concepciones acerca del aprendizaje que polemizan con las interpretaciones conductistas. Se comienza planteando las limitaciones del Paradigma Conductista para estudiar el aprendizaje. Luego, se presentan los rasgos principales de la denominada Revolución Cognitiva; en este sentido, sin dejar de reconocer la importancia que, en la conformación del campo de la Ciencia Cognitiva, han tenido los numerosos aportes que se han derivado del debate entre racionalismo y empirismo, sólo se consideran los hitos más importantes en el advenimiento de la Revolución Cognitiva; seguidamente, se dilucida la ubicación de la Psicología Cognitiva en el marco referencial constituido por las Ciencias Cognitivas, haciendo énfasis en los problemas de investigación que resultan interesantes cuando se considera el Enfoque de Procesamiento de Información: (a) los aspectos arquitecturales del sistema cognitivo humano; (b) Los procesos cognitivos que las personas activan cuando operan con la información; (c) las relaciones entre los contenidos de la estructura cognitiva y los procesos activados para operar con ellos. Luego de esto se plantean las limitaciones de la visión psicométrica de la inteligencia. El trabajo culmina con un breve esbozo de la Teoría Triárquica de la Inteligencia propuesta por Robert Stenberg.

Palabras Clave: Ciencias Cognitivas, Psicología Cognitiva, Procesamiento de Información, Inteligencia, Aprendizaje, Revolución Cognitiva, Máquinas de Turing, Cibernética, Paradigma Conductista.

Abstract

In this article, a brief run through the different historical periods which characterize the cognitive sciences' development, is done, with the aim of proposing then as a context valid for interpreting new conceptions about learning which are different from the behaviorist interpretations. It is started by stating the limitations of the behaviorist paradigm to study learning. Then, the main features of the called cognitive revolution are presented. In this regard, without ignoring the importance that the several contributions derived from the debate between rationalism and empiricism have had in the conformation of the cognitive science field, the most important landmarks in the cognitive revolution arrival are only considered. Then, the position of the cognitive psychology in the reference frame formed by the cognitive sciences, is elucidated, emphasizing the research problems which arise as interesting when the approach of information processing is considered: a) the architectural aspects of the human cognitive system; b) the cognitive processes that people activate when they operate the information; c) the relationships among the contents of the cognitive structure and the processes activated to work with them. After this, the limitations of the psychometric view of intelligence are stated. The paper ends with a brief outline of the triarchic theory of intelligence proposed by Robert Stenberg.

Key Words: Cognitive Sciences, Cognitive Psychology, Information Processing, Intelligence, Learning, Cognitive Revolution, Turing Machines, Cybernetics, Behaviorist Paradigm.

Introducción

En cuanto al aprendizaje, han sido varias las concepciones que, a lo largo de la historia de la Psicología, han predominado. Antes del advenimiento de las concepciones cognoscitivistas, el paradigma más poderoso lo constituyó el conductismo skinneriano, el cual fue el reflejo en el ámbito de los psicólogos, de la visión positivista de la ciencia; con el desarrollo de las Ciencias Cognitivas, este paradigma se ha debilitado y ha dado lugar a otro que, hasta ahora, luce como más potente para explicar lo que acontece en el ser humano cuando se haya abocado a procesos propios de la adquisición y generación de conocimientos.

Este artículo comienza planteando las limitaciones del Paradigma Conductista para estudiar el aprendizaje. Seguidamente, se presentan los rasgos principales de la denominada Revolución Cognitiva; en este sentido, sólo se consideran los hitos más importantes en el advenimiento de la Revolución Cognitiva; a continuación, se dilucida la ubicación de la Psicología Cognitiva en el marco referencial constituido por las Ciencias Cognitivas, haciendo énfasis en los problemas de investigación que resultan interesantes cuando se considera el Enfoque de Procesamiento de Información; finalmente, se hace un breve esbozo de la Teoría Triárquica de la Inteligencia propuesta por Robert Stenberg.

Limitaciones del Paradigma Conductista para estudiar el Aprendizaje

La irrupción de un nuevo enfoque en el terreno de la Psicología que superara los abordajes conductistas, fue posible gracias a dos condiciones contextuales sumamente importantes. Por una parte estuvo la propia debilidad interna del enfoque conductista para llevar a cabo con éxito su propio programa de investigación y para responder satisfactoriamente a las interrogantes que, cada vez con más frecuencia y agresividad, se le formulaban al asociacionismo y al condicionamiento.

La otra condición coadyuvante a la emergencia de enfoques alternos al conductismo fue la Revolución Tecnológica, promovida a partir de la Segunda Guerra Mundial, la cual favoreció la recuperación para la Psicología de los Procesos Mentales que habían sido execrados del campo de la Psicología por los conductistas.

Sierra y Carretero (1990) señalan que las insuficiencias del conductismo se han relacionado con su posición excesivamente reduccionista y asociacionista del comportamiento humano. Es decir, su concepción de que el estudio de dicho comportamiento debía reducirse al análisis de las asociaciones entre estímulos y respuestas producidas por procesos de reforzamiento (lo que se denomina condicionamiento operante) o por asociaciones entre estímulos neutrales e incondicionales (condicionamiento clásico). A esto solía ir unido no sólo que toda conducta debía ser observable y medible, sino que todo constructo teórico debía tener también un correlato directamente observable. Esto hacía muy difícil, cuando no imposible, el estudio de los procesos mentales humanos y, por ende, la aparición de una concepción más amplia del aprendizaje.

Por su parte, Fernández-Valmayor, Fernández y Vaquero (1991) sostienen que la principal limitación del paradigma conductista es que sólo proporciona una descripción cuantitativa de la conducta. En ningún momento se pretende generar una descripción del estado interno en que se encuentra el individuo, ni descubrir los procesos internos responsables del aprendizaje, más bien intenta predecir y controlar.

Como se ve, las críticas al conductismo apuntaban en dos direcciones; por un lado se le cuestionaba la visión restrictiva de su ámbito de acuerdo con la cual la mente no debería ser objeto de estudio de la Psicología (Lohman, 1989) y, por otro lado, se evidenciaban las limitaciones del método adoptado (el asociacionismo, el condicionamiento, y la experimentación con animales en el ámbito de la investigación básica), el cual, en lugar de contribuir a la búsqueda de explicaciones para fenómenos complejos como el pensamiento y el razonamiento, se orientaba hacia una visión cada vez más reduccionista del funcionamiento intelectual humano; según esto, el conductismo resultaba un enfoque cada vez más insuficiente para dar cuenta del aprendizaje humano, situación ésta que se puso de manifiesto mediante el señalamiento de un conjunto de anomalías inexplicadas desde la perspectiva conductista (Pozo, 1989).

De modo que los años finales de la década de 1950 y los años 60's fueron testigos de una avalancha de críticas al conductismo, las cuales se vieron favorecidas, principalmente, por factores externos a la Psicología, entre los que cabe destacar el impacto de las nuevas tecnologías generadas a partir de las investigaciones que tuvieron lugar en la Teoría de la Comunicación, la Lingüística y la Cibernética (Pozo, 1989).

En efecto, desde principios de la Revolución Industrial, había existido preocupación por diseñar dispositivos, cada vez más complicados, que sustituyesen al hombre, o al menos le ayudasen, en la realización de un conjunto de tareas de rutina; y, ya desde la época de Descartes, se hacían planteamientos que apuntaban hacia la explicación del comportamiento animal y humano en términos mecánicos (Moore, 1968). Pero, como dijeron alguna vez Shannon y McCarthy, "cuando los hombres buscan máquinas análogas al cuerpo humano, las máquinas que escogen reflejan necesariamente sus propios tiempos" (citados por Moore, 1968; p. 305). Y es esto precisamente lo que ha venido ocurriendo desde finales de los años 40's cuando, desde diversos campos científicos se ha conformado todo un campo teórico, conceptual y práctico que tiene como uno de sus principales logros la concepción, construcción y desarrollo de las computadoras electrónicas, que ahora son utilizadas para explorar las relaciones entre hombre y máquina, pero con una sustancial diferencia con respecto a la primera fase de la Revolución Industrial, durante la cual la relación hombre-máquina apuntaba hacia la mecanización, y después electrificación, de la fuerza muscular, mientras que ahora se apunta hacia la mecanización y electrificación de la fuerza cerebral (Davis, 1968). Y es precisamente el advenimiento de estas "máquinas de nuestro tiempo" el que ha hecho posible el estudio de los procesos mentales que el conductismo había marginado (Pozo, 1989) y crearon las condiciones favorables para el desarrollo de la Revolución Cognitiva en el campo de la Psicología.

En efecto, señala Lohman (1989), la emergencia de la Metáfora del Computador como una metáfora de la mente y como un vehículo para probar teorías acerca del pensamiento fue lo que finalmente destronó al conductismo haciendo que la corriente principal de la psicología se moviera del condicionamiento hacia la percepción y luego al pensamiento y la solución de problemas.

La Revolución Cognitiva

Aunque muchos estudiosos ubican hacia mediados de los años 50's el período de eclosión de la Revolución Cognitiva, ésta venía incubándose desde hacía mucho tiempo y hay quienes consideran que es necesario ver en la preocupación por la génesis, desarrollo y transmisión del conocimiento, característica de los filósofos clásicos, las fuentes nutricias del desarrollo de la Ciencia Cognitiva (Lohman, 1989; Gómez, 1991).

Sin dejar de reconocer la importancia que, en la conformación del campo de la Ciencia Cognitiva, han tenido los numerosos aportes que se han derivado del debate entre racionalismo y empirismo, se ubican hacia mediados del presente siglo los hitos más importantes en el advenimiento de la Revolución Cognitiva, los cuales, según Gómez (1991) son:

1. 1936: Los aportes de Turing
2. 1948:
 - 2.1 El desarrollo de la Cibernética (Wiener)
 - 2.2 El Simposio de Hyxon, celebrado en el Instituto de Tecnología de California
3. 1956:
 - 3.1 Simposio sobre Teoría de la Información, celebrado en el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT)
 - 3.2 Publicación de A Study of Thinking por Bruner, Goodnow y Austin.
 - 3.3 Publicación, por parte de Miller, del artículo El mágico número siete más o menos dos: algunos límites de nuestra capacidad para procesar información.
 - 3.4 Publicación de los trabajos de Chomsky sobre Lingüística.
4. 1960 Creación del Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad de Harvard.
5. 1977 Nacimiento de la revista Cognitive Science
6. 1979 Fundación de la Cognitive Science Society
7. 1984 Nacimiento de la revista Cognitive and Instruction

A continuación se hará un breve esbozo de cada uno de los hitos mencionados anteriormente.

1. A. M. Turing fue un notable matemático y lógico británico que abordó el problema de crear una “máquina pensante”, diseñando un autómata que, en principio, pudiera realizar cualquier cálculo definible con precisión. Según Kemeny (1968), Turing consideró que “mediante la combinación de un pequeño número de operaciones sencillas, en cantidad suficiente, una máquina puede llevar a cabo tareas de complejidad asombrosa” (p. 257); basándose en este principio fue que Turing ideó sus famosas “Máquinas de Turing”, las cuales son “máquinas simples programadas para operar, a base de códigos binarios, y con una gran capacidad de cálculo

y de operaciones lógicas” (Gómez, 1991). En el principio sobre el cual Turing basó el diseño de sus célebres máquinas podría vislumbrarse una reminiscencia de lo que más tarde llegaría a constituir una Teoría Compenencial del intelecto humano.

Pero, a pesar de lo notable de este principio, hay otro aporte con el cual Turing contribuyó a sentar los fundamentos de la Ciencia Cognitiva, y que pudiera considerarse una de las bases de sustentación de la Metáfora del Computador. En efecto, a comienzos de los años 50's, Turing ideó un experimento en el cual el experimentador, mediante un dispositivo especial, se comunicaba con cada una de dos habitaciones (o cajas negras), en una de las cuales se hallaba un hombre y en la otra una máquina. Si, después de haber intercambiado una serie apropiada de mensajes con cada habitación, el experimentador es incapaz de decir en cuál de ellas está el hombre y en cual la máquina, entonces podría decirse que la máquina "piensa" (Oettinger, 1968). Con esto, Turing estaba sentando las bases de la Inteligencia Artificial y de sus relaciones recíprocas con la Inteligencia Humana (Vásquez, 1991).

2. Hacia fines de los años 40's tuvieron lugar dos acontecimientos importantes para el desarrollo de la Ciencia Cognitiva. El primero de ellos lo constituyó la publicación, por parte de N. Wiener, de su artículo *Cybernetics* con el cual inauguraba una nueva rama de la ciencia, que se ocupa de los problemas de la Comunicación y del Control; los primeros hacen referencia a la emisión, transmisión, recepción y almacenamiento de la información, en tanto que los segundos tienen que ver con la búsqueda, consecución y mantenimiento de la estabilidad en el comportamiento de uno o de varios sistemas que actúan interdependientemente.

En los planteamientos iniciales de Wiener puede vislumbrarse parte de la génesis del Enfoque del Procesamiento de Información que, con posterioridad, pasará a constituir el Paradigma Dominante en el campo de la Psicología Cognitiva; además, en su Teoría del Control, se anuncia ya una de las funciones que se le atribuirá a los procesos metacognoscitivos.

De acuerdo con Wiener (1968, versión original de 1948) la Cibernética:

es una palabra inventada para designar un nuevo campo científico, en el cual convergen bajo una misma rúbrica el estudio de lo que dentro de un contexto humano se denomina con cierta imprecisión pensamiento y de lo que en ingeniería se denomina control y comunicación. Dicho en otras palabras, la cibernética pretende encontrar los elementos comunes al funcionamiento de las máquinas automáticas y al sistema nervioso de los seres humanos y desarrollar una teoría que sea capaz de abarcar todo el campo del control y la comunicación en las máquinas y los organismos vivientes (p. 92)

El mismo año que Wiener publicó su, ahora célebre, artículo *Cybernetics*, tuvo lugar el Simposio de Hyxon, en el Instituto de Tecnología de California, el cual convocó a matemáticos, neurofisiólogos, psicólogos y otros especialistas que, durante este histórico cónclave, hicieron aportes que hoy se consideran fundamentales en el contexto de la Ciencia Cognitiva, se produjo aquí un significativo encuentro de perspectivas interdisciplinarias sobre el control, la información y la comunicación, cuya convergencia contribuyó a delinear el ámbito de lo que hoy constituyen las Ciencias Cognitivas.

3. Aunque Lohman (1989) reconoce que las raíces de la Revolución Cognitiva pueden encontrarse en muchas fuentes anteriores, considera que 1956 constituye un año clave de la misma, como resultado del conjunto de acontecimientos que ocurrieron durante dicho año y que forman parte de los hitos importantes en el desarrollo de la Ciencia Cognitiva, la cual cogió impulso en los años 60's y alcanzó inusitada fuerza durante los 70's.

Los sucesos acaecidos durante 1956 verdaderamente hacen mérito para que ese año sea considerado como crucial en el desarrollo de la Ciencia Cognitiva. En efecto, fue en 1956 cuando se celebró, en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, el II Simposico sobre Teoría de la Información al cual asistieron, entre otros, Newell, Simon, Chomsky y Miller.

Coincidentalmente, durante 1956, surgieron algunos de los trabajos sobre cuyo contenido se fundamenta el movimiento cognitivo en el campo de la Psicología y de las Ciencias Cognitivas. En efecto, en aquel año vió luz un artículo de G. A. Miller que ocupa un lugar propio en la historia de la psicología. El artículo se titulaba "El mágico número siete más o menos dos: algunos límites de nuestra capacidad para procesar información" y en él Miller, basándose en las ideas de la Teoría de la Comunicación de Shannon y otros autores, sostenía que los seres humanos tenemos una capacidad como canal de información limitada a siete (más o menos dos) ítemes simultáneos. También aquel año Chomsky daba a conocer sus ideas sobre la nueva lingüística, basada en reglas formales y sintácticas, tan próximas a las formalizaciones matemáticas, que desembocaría al año siguiente en la publicación de Estructuras Sintácticas. Igualmente Newell y Simon daban a conocer en el Simposio celebrado en el M.I.T. uno de sus primeros trabajos (The Logic Theory Machine) en el que presentaban por primera vez un programa de computador capaz de hacer la demostración de un teorema.

Finalmente, por aquel mismo año, fue publicado A Study of Thinking, monumental obra colectiva de Bruner, Goodnow y Austin, la cual está considerada como una obra capital en la psicología del pensamiento y la solución de problemas y posiblemente el trabajo más influyente en la investigación sobre la adquisición de conceptos artificiales.

En efecto, A Study of Thinking registra los resultados de un programa de investigación quinquenal (1951-1956) que formó parte de un Proyecto sobre el Conocimiento realizado en el Laboratorio de Relaciones Sociales de la Universidad de Harvard, que abordó uno de los fenómenos del conocimiento más simples y omnipresentes: la categorización o conceptualización; el propósito fue "describir y, en menor medida, explicar, lo que ocurre cuando un ser humano inteligente intenta agrupar el entorno en clases significativas de acontecimientos a fin de poder tratar de modo juicioso cosas diferentes como si fueran equivalentes" (Bruner, Goodnow y Austin, 1978). La concepción, desarrollo y posterior publicación tuvo como privilegiado contexto el creciente interés que, ya para la época, generaba la investigación de los procesos cognitivos, como producto de: el reconocimiento de los complejos procesos que median entre los clásicos "estímulos" y "respuestas", los avances ocurridos en la Teoría de la Información, y los cambios profundos y duraderos producidos en la Teoría de la Personalidad.

4. Otro acontecimiento relevante en la Historia de la Ciencia Cognitiva y, por ende, en la de la Psicología de este mismo signo, lo constituye la creación, en 1960, del Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad de Harvard, institución que a partir de entonces ha actuado como

punto de convergencia y encuentro de especialistas que investigan el conocimiento desde distintas perspectivas (lingüística, matemática, biológica, psicológica).

Bruner, junto con Miller, fundó este Centro con el fin de fomentar estudios interdisciplinarios sobre procesos mentales superiores. Cada año, Miller y Bruner actuaban como anfitriones de un distinguido grupo de visitantes y estudiantes de diferentes países y de distintas disciplinas que compartían el interés por averiguar la naturaleza de la cognición humana.

Guiado por el interés de Bruner en el desarrollo intelectual y la educación y la preocupación de Miller por la psicolingüística y la memoria humana, el Centro pronto se convirtió en un activo foro para crear, compartir y probar ideas. Como testimonio de las investigaciones conducidas en este Centro quedó la obra *Studies in Cognitive Growth*, publicada en 1966.

5. El esfuerzo acumulado durante las casi tres décadas anteriores, vertido en obras de carácter monográfico y en artículos, se ve coronado a finales de los años 70's con el nacimiento de la revista *Cognitive Science*, la cual constituyó un signo de la madurez alcanzada por los investigadores en el área y un medio a través del cual se potencializaba la posibilidad de lograr una convergencia e integración interdisciplinaria que contribuyera a delimitar un campo de estudio con características definitorias propias.

6. A dos años del lanzamiento de la Revista *Cognitive Science*, en 1979, nace la asociación científica que lleva el mismo nombre (*Cognitive Science Society*) interesada por estudiar los procesos cognoscitivos desde una variedad de puntos de vista (la Segunda Conferencia Anual, en 1980, cita explícitamente los campos de la Antropología, Inteligencia Artificial, Lingüística, Neurofisiología, Filosofía, Psicología y Sociología).

7. Otro acontecimiento editorial de sin igual relevancia lo constituye la aparición, en 1984, de la Revista *Cognition and Instruction*, publicación interdisciplinaria dedicada a las investigaciones cognitivas de la instrucción y el aprendizaje que intenta servir como vehículo de comunicación entre las personas de varios campos implicados en la investigación cognitivo-instruccional. El prototipo de artículo de esta revista atiende a uno de estos tres aspectos (paradigmáticamente, a la intersección de ellos): análisis cognitivo de tareas instructivas relevantes, teorías generales de adquisición de conocimiento y destrezas relacionadas con el aprendizaje de materias escolares y análisis cognitivos teóricos de intervenciones instructivas.

La década de los años 80's y lo que va de la actual, ha visto incrementar inusitadamente el trabajo de un innumerable grupo de notables investigadores, entre los que destacan nombres como los de Sternberg, Feuerstein, Greeno, Brandsfor, Meyer, Brown, y muchos otros, quienes han llevado a cabo trabajos de investigación, publicado incontables artículos y monografías y construido interesantes teorías relacionadas con el funcionamiento intelectual, todo lo cual configura un campo de indagación científica en pleno auge: las Ciencias Cognitivas y, entre éstas, la Psicología Cognitiva.

La Ciencia Cognitiva y la Psicología Cognitiva

A partir de lo que se lleva dicho hasta ahora, se puede entender que la etiqueta Ciencia Cognitiva no alude a una ciencia unitaria sino, más bien, a la actividad teórica, conceptual y

práctica llevada a cabo por un amplio espectro de investigadores y teóricos quienes usan una variedad de métodos para estudiar un conjunto, igualmente diverso, de problemas; por ello, el término Ciencia Cognitiva se usa para designar una mezcla de ciencias que incluye la computación, la psicología, la lingüística, la neuropsicología, la filosofía, y algunas otras.

Con relación a las disciplinas que conforman el ámbito de la Ciencia Cognitiva, Vásquez (1991) afirma que "no existe un acuerdo de pleno consenso acerca de cuáles son las disciplinas cognitivas. Podría decirse que las disciplinas matrices de la ciencia cognitiva son la filosofía (principalmente la lógica y la teoría del conocimiento), la psicología, la lingüística y la IA, a las que posteriormente se han sumado la antropología, y la neurociencia (como interdisciplina de ciencias tales como la neuroanatomía, la neurofisiología y neuropsicología). Estas seis disciplinas configuran una red hexagonal, con relaciones internas más o menos próximas, generalmente admitida para representar el conjunto de ciencias cognitivas. Próximas a ellas se encuentran ciertas disciplinas limítrofes como la Sociología, la Economía y la Psicología Social.

Por su parte, García-Mila y Martínez (1991) afirman que la Ciencia Cognitiva está formada por la convergencia de la IA, Psicología, Lingüística, Antropología, Filosofía y expertos en el área objeto de estudio.

Dentro de este vasto campo, la Psicología Cognitiva se ha reservado para sí el problema de comprender la inteligencia humana y cómo ella funciona, de aquí que su foco esté constituido por la comprensión, evaluación y mejoramiento de la inteligencia humana; este programa de investigación formulado por la Psicología Cognitiva se desarrolló, según Lohman (1989), en tres vertientes: (a) aportar nuevas evidencias acerca de la validez de constructo de los tests que se aplicaban para "medir" la inteligencia y otras habilidades de los sujetos humanos; (b) desarrollar nuevos métodos, procedimientos e instrumentos para medir la inteligencia; y, (c) desarrollar nuevas teorías acerca de la inteligencia humana.

Los investigadores ubicados en la primera vertiente veían que los métodos y teorías de la Psicología Cognitiva les proporcionaban una nueva manera de comprender lo que los tests de inteligencia y de otras habilidades realmente medían; para ello procedían a realizar un análisis experimental de las tareas tomadas en los tests de inteligencia y de otras habilidades, o un cuidadoso estudio de la solución de problemas u otras características de procesamiento de información de los individuos identificados como más o menos capaces por los tests existentes. En esta forma, la psicología cognitiva ofrece una nueva fuente de evidencia sobre la validez de constructo de los tests y de los factores de habilidad que ellos definen.

La segunda vertiente en el desarrollo del programa de investigación de la Psicología Cognitiva parte de una revisión del propósito para el cual se aplican los tests de inteligencia y de otras habilidades relacionadas, que consiste en predecir la ejecución que tendrá el individuo en una situación de "no-test", por ejemplo la enseñanza convencional. Pues bien, los psicólogos cognitivos procedieron a realizar un cuidadoso estudio de las exigencias de conocimiento y procesamiento de estas ejecuciones criterio para luego desarrollar nuevas estrategias de medición y sugerir cambios y refinamientos en los instrumentos de medida existentes.

Finalmente, hubo investigadores, ubicados en el ámbito de la Psicología Cognitiva, que se propusieron desarrollar nuevas teorías acerca de la cognición humana, yendo más allá de las

definiciones de inteligencia existentes y desarrollando teorías generales sobre el pensamiento y el aprendizaje.

Entre la Psicología Cognitiva y la Ciencia Cognitiva se da una relación de contenido a continente y, al respecto, García-Mila y Martínez (1991), señalan que "la investigación en la Ciencia Cognitiva difiere de la Psicología Cognitiva en que la primera se preocupa por el contenido de la información con la que se pretende razonar, entender, conocer y aprender, poniendo el énfasis en las representaciones mentales de conocimientos específicos y los procesos cognitivos que operan sobre tales representaciones mentales. Los teóricos del aprendizaje de la Psicología Cognitiva, por el contrario, realizan un tipo de investigación abstracta y libre de contenido que, según Pozo (1989), refiere la explicación de la conducta a entidades mentales, a estados, procesos y disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un nivel de discurso propio.

Como es esperable en un campo surgido de la convergencia de vertientes tan diversas, en el terreno de la Psicología Cognitiva son identificables varios enfoques los cuales, a pesar de sus diferencias, comparten un fundamento común cual es la visión de que los procesos y contenidos involucrados en la atención, la percepción y la memoria, el pensamiento, el razonamiento y la solución de problemas, y la adquisición, organización y uso del conocimiento, son los temas centrales de indagación para la ciencia psicológica. Las tareas cognitivas incluyendo las tareas de aprendizaje escolar y de los tests educacionales y psicológicos, que parecen reflejar estos fenómenos pueden ser analizados para alcanzar una comprensión más profunda de los procesos mentales y contenido de conocimientos que comprenden el desempeño complejo. Efectivamente, las tareas de aprendizaje escolar son de creciente interés para los psicólogos cognitivos precisamente porque ellas representan una clase de tareas seleccionadas y conformadas durante años para exigir y promover las funciones cognitivas de más importancia para la sociedad.

De acuerdo con Pozo (1989), en la Psicología Cognitiva se pueden identificar, al menos, dos enfoques principales: la posición racionalista y constructivista, y la posición de procesamiento de información, las cuales, según este mismo autor, constituyen dos maneras muy diferentes de entender la Psicología Cognitiva.

Desde la posición constructivista, el aprendizaje es entendido como un proceso de reestructuración del conocimiento previo; esta perspectiva es englobada bajo la denominación de Teoría del Cambio Conceptual, la cual, según García-Mila y Martínez (1991), "se fundamenta en crear un paralelismo entre la evolución de las teorías de los estudiantes y la evolución del Conocimiento Científico en la Historia de la Ciencia. La Teoría del Cambio Conceptual se basa en las Teorías Epistemológicas de T. S Kuhn y Lakatos sobre la evolución histórica del conocimiento científico. Según esto, la dificultad de los estudiantes para entender Ciencia está en la falta de esquemas mentales apropiados con los cuales integrar información científica conceptual. Estos esquemas mentales, son iguales a los esquemas mentales correspondientes al estado del conocimiento científico aristotélico y medieval y evolucionan de igual forma que la ciencia, a través de cambios radicales de paradigmas resultando en teorías inconmensurables.

Los estudiantes llegan a clase con unos esquemas mentales desarrollados espontáneamente a través del contacto con los fenómenos de la vida diaria. Estos esquemas mentales son cualitativamente muy distintos de los que poseen los expertos, contienen concepciones naive; son

intuitivos, ingenuos, erróneos, universales entre sujetos y resistentes a la instrucción. El nombre adoptado para estas concepciones es el de misconceptions [se utiliza indistintamente con el de preconcepciones, concepciones naive, concepciones espontáneas, concepciones intuitivas o concepciones erróneas]. Varios estudios han demostrado que estos conceptos previos con los que los alumnos vienen a clase interfieren con el aprendizaje de conceptos científicos, debido especialmente a su resistencia a la instrucción.

Sin embargo, afirman Snow y Lohman (1989), en su mayoría, los diversos abordajes de la Psicología Cognitiva adoptan el enfoque del Procesamiento de la Información, el cual es visto como más productivo para teorizar acerca de los aspectos arquitecturales del sistema cognitivo humano que, se supone, dan cuenta de las conexiones entre estímulos y respuesta, tanto como para experimentar sobre tales conexiones.

Los enfoques de la Psicología Cognitiva que adoptan la perspectiva del Procesamiento de Información, de acuerdo con lo dicho por Snow y Lohman (1989), tienen como propósito penetrar en la "caja negra" del Conductismo; es decir, explicar el funcionamiento interno del sistema cognitivo humano, los eventos y procesos mentales que conectan el estímulo con la respuesta en un ítem, una prueba, o la ejecución de una tarea; todos estos modelos plantean una o más secuencias de pasos o etapas de procesamiento en las cuales las operaciones cognitivas son ejecutadas sobre la información de entrada o almacenada; de acuerdo con esto, sostiene Pozo (1989) unas pocas operaciones simbólicas relativamente básicas, tales como codificar, comparar, localizar, almacenar, etc, pueden en último extremo, dar cuenta de la inteligencia humana y la capacidad para crear conocimientos, innovaciones y tal vez expectativas con respecto al futuro.

Pero, este es sólo uno de los problemas de los que se ocupa la Psicología Cognitiva basada en el modelo de Procesamiento de Información; efectivamente, de acuerdo con Pérez Gómez (1985), además de interesarse por los procesos con los que el individuo opera sobre los datos, existen otros dos tipos de problemas que atraen la atención de los psicólogos cognitivos que asumen la perspectiva del procesamiento de información: (a) la estructura de la información almacenada en la memoria, y (b) las relaciones entre estructura y procesos. Se completa así, afirma Pérez Gómez (1985), una trilogía de problemas de investigación:

1. Los aspectos arquitecturales del sistema cognitivo humano que tienen que ver con la forma como las personas organizan la información en su estructura cognitiva. Los datos e informaciones no se encuentran aislados y arbitrariamente relacionados en la memoria sino que, de forma isomórfica a la estructura de relaciones lógicas que componen las teorías científicas, también en el individuo la mayor parte de los datos se agrupan en nudos de relaciones, en esquemas o redes que permiten una comprensión significativa de la realidad que representan (red cognitiva, red semántica, esquemas).

2. Los procesos cognitivos que las personas activan cuando operan con la información. La información en la memoria manifiesta unas características estructurales, pero cuando tales datos se ponen en funcionamiento para interpretar una situación o para resolver un problema son objeto de elaboraciones y reelaboraciones conforme a unos procedimientos y operaciones peculiares. Para explicar tales procedimientos cognitivos se han desarrollado diferentes modelos (teoría del juego, solución de problemas) relacionados de alguna manera con los modos de procesar la información de los computadores, es decir, con los programas de instrucciones. De esta manera,

se llega a identificar determinadas actividades básicas que todo individuo debe realizar para adquirir, organizar y utilizar la información de la memoria.

3. Las relaciones entre los contenidos de la estructura cognitiva y los procesos activados para operar con ellos. En relación con este aspecto, señala Pérez Gómez (1985), cuando un individuo se pone en contacto con datos y conceptos organizados en teorías y asimila el significado de esos cuerpos de conocimiento se pone también en contacto con la lógica que une y organiza los datos en estructuras teóricas, y esta lógica induce la activación preferente de unas determinadas operaciones mentales.

A continuación se detallará cada una de las áreas problemáticas señaladas anteriormente.

1. La Psicología Cognitiva que adopta el enfoque según el cual el ser humano es concebido como un procesador activo de información se basa, según Pozo (1989), en la aceptación de la analogía entre la mente humana y el funcionamiento de un computador. Para ser exactos, se adoptan los programas de computadora como metáfora del funcionamiento cognitivo humano. Esta analogía está en cierto modo basada en el Test de Turing, según el cual si la ejecución de dos sistemas de procesamiento en una determinada tarea alcanza tal semejanza que no pueden distinguirse el uno del otro, ambos sistemas deben considerarse idénticos (Oettinger, 1968; pp 410-411).

El computador, como "máquina de nuestro tiempo" (Moore, 1968), ha servido de base para la construcción de una explicación de la cognición humana, sustentada en la denominada Metáfora del Computador.

De modo que, afirman Sierra y Carretero (1990), el estudio del aprendizaje desde la perspectiva de la Psicología Cognitiva que asume el enfoque de procesamiento de información se sustenta sobre la base de la comparación de la mente humana con la estructura básica de un computador; de acuerdo con esto, el ser humano tendría la capacidad para recoger información del medio, procesarla y tomar decisiones en función de algún tipo de criterio.

De la Metáfora del Computador, según Pozo (1989), se tiene dos versiones: (a) la versión fuerte; y (b) la versión débil. La versión fuerte admite una equivalencia funcional entre ambos sistemas, la versión débil se limita a aceptar parte del vocabulario y de los conceptos de la informática, sin llegar a afirmar esta equivalencia.

En cuanto a la variedad de formas que ha adoptado la Metáfora del Computador, se ha expresado más explícitamente Lohman (1989) quien afirma que "esta metáfora ha tomado varias formas. En el nivel más simple, se han hecho analogías entre el hardware del computador y el sistema cognitivo humano. Los computadores tiene dispositivos (devices) para encodificar información proveniente de fuentes externas (lectoras de tarjetas, teclados), almacenándola temporalmente (buffers de memoria), transformándola (unidad central de proceso - CPU), conservándola en dispositivos (devices) de almacenamiento a largo plazo (cintas, discos) y produciendo salidas (outputs, impresoras, pantallas de video). Los modelos del procesamiento humano de información se apoyaron fuertemente sobre esta analogía y proponen estructuras similares para el sistema cognitivo humano.

Como consecuencia de los estudios acerca del sistema de procesamiento humano de información, se ha llegado a hipotetizar un conjunto de aspectos arquitecturales que configuran un Modelo de Procesamiento de la Información en el Hombre y que, según Posner (1979), presentaría los siguientes elementos:

1. La Concepción Multialmacén de la memoria humana (Sierra y Carretero, 1990). La idea central de la concepción multialmacén es que existe una serie de fases en la adquisición de la información, la cual permanecería, por tanto, durante un tiempo en un determinado almacén correspondiente a cada fase.

Así se ha venido distinguiendo entre memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. La primera tiene una duración de medio segundo aproximadamente. Por tanto, es responsable de una primera impresión de la información. Por memoria sensorial icónica se entiende la relacionada con la información visual y por memoria sensorial ecoica la que tiene que ver con la información auditiva. La memoria a corto plazo tiene capacidad limitada. Concretamente de siete elementos (más o menos dos, según las ocasiones) y una duración que oscila entre veinte y treinta segundos. Esto quiere decir que podemos atender simultáneamente a siete elementos totalmente nuevos y que podemos retenerlos durante el tiempo citado. Si no utilizamos ninguna estrategia de recuerdo, no nos acordaremos de nada al cabo del intervalo citado. Ahora bien, ¿cómo conseguir que la información que se almacena durante medio minuto en la memoria a corto plazo pase a la memoria a largo plazo?. Es decir, a nuestro bajage de conocimientos, puesto que este último almacén se caracteriza por no poseer límites ni en su duración ni en su capacidad. De hecho, se supone que contiene toda la información que hemos ido almacenando a lo largo de nuestra vida. En este sentido conviene distinguir entre la información de la que disponemos casi inmediatamente y la que requiere algún proceso de búsqueda o recuperación.

En resumen,

- 1.1 Hay una entrada (input) de información que llega al sistema a través de los órganos de la sensibilidad y una salida (output), por la cual el individuo cambia su ambiente original.
- 1.2 Hay una clase de memoria llamada memoria a corto plazo (MCP) con capacidad limitada a 6 ó 7 fragmentos de información (el "número mágico 7 ± 2 " de Miller), la cual requiere constante ejercicio para preservar la información del desvanecimiento (por ejemplo, olvidar). La solución de problemas y las operaciones de cálculo generalmente se ejecutan a nivel de esta limitada capacidad de MCP. Esta función a la que se denomina "memoria operatoria", procesa la información en serie (o sea, una operación al mismo tiempo) y no de modo simultáneo (o sea, varias operaciones al mismo tiempo).
- 1.3 Uno de los aspectos más significativos del sistema es la memoria a largo plazo (MLP) (llamada base de datos), en la cual la gente almacena todo lo que sabe acerca del mundo. Uno de los rasgos más interesantes de esta "base de datos" estriba en dos hechos: su capacidad aparentemente ilimitada y la dificultad encontrada hasta ahora

Las ciencias cognitivas como contexto para interpretar las nuevas concepciones acerca del aprendizaje para recuperar la información almacenada. Otro aspecto muy significativo de la MLP es su alto grado de organización. Casi todo lo que se sabe acerca de algo está relacionado de algún modo con cada una de las cosas que se conocen.

2. Los Procesos de Control. Hay dos conjuntos de procesos de control. Uno de ellos dirige las búsquedas en la base de datos, opera con ella y difunde la información entre los almacenes de información. Este conjunto de procesos de control recibe el nombre común de procesos interpretativos. Estos desempeñan un papel significativo en la solución de problemas, en el recuerdo y en el reconocimiento, así como en la comprensión del lenguaje y en las operaciones de cálculo. Estos procesos capacitan a los seres humanos para pensar de un modo deductivo, inductivo, analógico y algorítmico. Sin ellos, la mayor parte de lo que conocemos sería información inútil, no importa cuán bien ni cómo haya sido aprendida.

El otro conjunto de procesos de control opera como un supervisor del sistema, que toma decisiones ejecutivas orientadas a que la búsqueda rinda buenos resultados; supervisa también la localización en la MLP de partículas específicas de información así como la cantidad de esfuerzo requerida para la búsqueda y otras operaciones. Este conjunto de procesos de control es conocido como sistema monitor; este sistema es el que tiene la capacidad de metamemoria (la de conocer lo que sabe).

2. La Psicología Cognitiva también se ha ocupado de estudiar los procesos con los que el individuo opera sobre los datos. Para García-Mila y Martínez (1991), una de las líneas de investigación más fructíferas en esta área se ha orientado hacia la determinación de las diferencias entre expertos y novatos en la solución de problemas de texto y la ejecución de tareas específicas, con el fin de desarrollar modelos explícitos de procesamiento y representación de la información. Estos modelos son de dos tipos: 1) los modelos psicológicos, los cuales pretenden simular la forma del pensar humano y, por tanto, entender mejor los procesos de aprendizaje, y 2) los modelos de Inteligencia Artificial, los cuales apuntan a resolver los problemas o tareas con éxito, independientemente del proceso seguido para conseguirlo. El fin de estos últimos es diseñar sistemas expertos para facilitar el aprendizaje de los seres humanos o bien, automatizar su razonamiento [la metodología más usada es el análisis de protocolos obtenidos al pensar en voz alta].

Los trabajos pioneros en esta área consisten en determinar las diferencias cuantitativas en los procesos de solución de problemas entre los expertos y los novatos; estas diferencias cuantitativas permiten inferir las distintas estrategias utilizadas en las solución de problemas tales como: 1) el tiempo empleado por expertos en hacer un análisis cualitativo previo a las operaciones algebraicas; 2) la forma de trabajar de los novatos y la de los expertos; sin embargo, para determinar las distintas representaciones mentales de conocimiento elaboradas por novatos y expertos es necesario estudiar sus diferencias cualitativas cuando solucionan problemas. Estas diferencias cualitativas se han determinado mediante el método de categorización de problemas.

La transformación de novato a experto se da, no por medio de la acumulación de conocimientos, sino a través de una mejor estructuración cualitativa de este conocimiento.

3. En cuanto a las relaciones entre estructura y procesos, se ha encontrado que, afirma Pérez Gómez (1985), en el conocimiento científico cabe distinguir entre la estructura semántica de una disciplina (el conjunto de contenidos conceptuales relacionados entre sí de una manera determinada) y la estructura sintáctica (el conjunto de métodos y procedimientos que definen la lógica de la investigación específica en tal área del conocimiento). Del mismo modo, en la estructura de la memoria humana cabe diferenciar los cuerpos organizados de conocimiento y los procesos metodológicos que utiliza el individuo para adquirir, incrementar y aplicar dicha información.

Así, se tienen dos tipos de conocimiento; (a) Conocimiento proposicional (figurativo) la estructura organizada de cuerpos de conocimiento, los datos almacenados de la memoria; se refiere a información relacional sobre los conceptos; (b) Conocimiento operativo, algorítmico, capacidades de actuación mental, métodos y estrategias de procesamiento; se refiere a procedimientos en el sentido de configurar operaciones.

De modo que, en cuanto a la vinculación entre estructura y procesos, la Psicología Cognitiva basada en el Modelo de Procesamiento de Información, ha desarrollado dos vertientes; por una parte, está la díada "conocimiento declarativo-conocimiento procedimental", que alude al contenido de la estructura cognitiva; y, por la otra, está la controversia entre "procesamiento controlado y procesamiento automatizado", la cual tiene que ver con el modo como el individuo opera con los datos que están contenidos en aquella estructura.

El conocimiento declarativo es conocimiento factual acerca del significado o las características perceptuales de las cosas; mientras que el conocimiento procedimental es conocimiento de cómo hacer algo, desde pronunciar una palabra, manejar un carro, transformar y recitar (rehearsing) información en la memoria de trabajo, ensamblar nuevos métodos de solución de problemas y monitorear la efectividad con la cual dichos métodos son implementados. Organizar teoremas geométricos en una secuencia para lograr una cierta demostración, por ejemplo, requiere conocimiento procedimental. Así que la Psicología Cognitiva ha definido dos tipos de conocimientos: el conocimiento declarativo [el saber qué], el cual corresponde a conocimientos sobre hechos y cosas, y el conocimiento procedimental [el saber cómo], el cual se refiere a cómo llevar a cabo ciertas actividades cognitivas

La Visión Psicométrica de la Inteligencia y sus Limitaciones

Desde un punto de vista psicométrico, se considera que la inteligencia comprende una o más entidades estables, fijas, llamadas factores, las cuales son las que explican las diferencias individuales que se observan, tanto en la ejecución de los tests para medir Coeficiente Intelectual como en la ejecución de los estudiantes en las pruebas y demás tareas escolares.

Sternberg (1984, Septiembre) cuestiona el inmovilismo de esta visión por cuanto que la misma sugiere muy poco acerca de la modificabilidad de la inteligencia; por ello, plantea un enfoque alternativo el cual concibe a la inteligencia como constituida por un conjunto de procesos

y de estrategias subyacentes para combinar esos procesos; de esta manera Sternberg arriba a una visión no estática sino dinámica de la inteligencia concibiéndola como mejorable por la vía de la intervención a nivel de esos procesos mentales y enseñándole a los individuos qué procesos usar, cuándo y cómo usarlos, y cómo combinarlos en estrategias que puedan aplicarse y funcionar en la ejecución de tareas intelectualmente exigentes.

Inicialmente, Sternberg (1980, Septiembre; 1984, Septiembre) planteaba una teoría que buscaba "comprender la inteligencia en términos de los procesos componentes que constituyen la ejecución intelectual" (1984, Septiembre; p. 38). Sus estudios e investigaciones posteriores lo llevaron a formular una concepción más global, holística, de la inteligencia a la cual denominó Teoría Triárquica de la Inteligencia (Sternberg, 1985). Plantea Sternberg (1988) que el modelo triárquico de la inteligencia lo integran tres partes básicas. La primera parte de la teoría, una subteoría contextual, trata de las relaciones de la inteligencia con el mundo externo del individuo; la segunda parte de la teoría, una subteoría experiencial, trata de las relaciones de la inteligencia con la experiencia; y, la tercera parte, una subteoría componencial, la cual trata de las relaciones entre la inteligencia y el mundo interno del individuo.

La subteoría contextual especifica que la conducta inteligente es definida, en gran parte, por el contexto sociocultural en donde tiene lugar dicha conducta, así que las conductas son consideradas inteligentes en función de la cultura particular que les sirve de contexto; desde este punto de vista, la inteligencia se relaciona con el mundo externo del individuo planteándose la interrogante de qué conductas son inteligentes, para quién y dónde estas conductas son inteligentes. Esta subteoría especifica el conjunto potencial de contenidos de conductas que pueden ser caracterizadas como inteligentes.

Por ello, dice Sternberg (1985), "la subteoría contextual es relativística con respecto tanto al individuo como al ambiente y escenarios socioculturales donde él vive. Lo que constituye un acto inteligente puede diferir de una persona a otra.

La subteoría experiencial, por su parte, vincula la inteligencia para llevar a cabo una determinada tarea o enfrentar una situación dada, con el monto de experiencia que tenga el individuo con respecto a dicha tarea o situación. El propio Sternberg (1988) señala que la inteligencia de una persona con las tareas o situaciones que demandan o exigen una conducta contextualmente inteligente por parte de un sujeto, se evidencia en: (a) su habilidad para tratar con tareas o situaciones relativa (pero no totalmente) nuevas; y, (b) el grado de automatización con el cual ejecute las respuestas que la tarea o situación exige. Así, Sternberg (1985) relaciona la conducta inteligente con la experiencia que el sujeto tenga con la situación o tarea que demanda dicha conducta; y en este continuo identifica una zona dentro de la cual la situación o tarea no es enteramente nueva y, tampoco, tan conocida por el sujeto como para automatizadamente afrontarla de modo exitoso; es en este espacio entre la relativa novedad y la preautomatización donde más se evidencia la inteligencia, experiencialmente considerada. Se tiene entonces que, señala Lohman (1989), la inteligencia está relacionada con la experiencia que cada individuo tiene con respecto a una tarea o situación; de aquí que la subteoría experiencial sea relativística con respecto a los puntos del continuo de experiencias del sujeto en los cuales la novedad y la automatización sean relevantes para éste. En resumen, como lo plantea Sternberg (1985) la subteoría experiencial relaciona la inteligencia tanto con el mundo interno como con el mundo externo del individuo; responde la interrogante de cuándo la conducta es inteligente. Esta

subteoría especifica la relación entre inteligencia (tal como es exhibida en una tarea o en una situación), por un lado, y el monto de experiencia que el sujeto tenga con respecto a la tarea o situación, por el otro.

Para completar la "triarquía" de especificaciones que definen la medida en la cual una conducta dada es inteligente, Sternberg postula una subteoría componencial con la cual se plantea "describir los mecanismos de pensamiento que podrían ser usados en cualquier acto inteligente" (Lohman, 1989; p. 355); en efecto con la subteoría componencial, Sternberg (1984, 1985, 1988) se propone especificar los mecanismos mentales (estructuras y procesos cognoscitivos) que son responsables de la conducta inteligente.

A diferencia de las subteorías contextual y experiencial, que son relativísticas, Sternberg (1985) considera que la subteoría componencial es universal porque, según él aunque los individuos pueden diferir en cuanto a los mecanismos mentales que ellos aplican a una tarea o situación dada, el conjunto potencial de mecanismos mentales que subyacen a la inteligencia es el mismo a través de todos los individuos y escenarios socioculturales.

El carácter triárquico de la inteligencia humana queda de manifiesto cuando las tres subteorías (contextual, experiencial y componencial) se utilizan conjuntamente en la explicación de los actos inteligentes de los seres humanos; de este modo, señala Sternberg (1985) una conducta contextualmente apropiada, emitida en los puntos relevantes del continuo experiencial del sujeto, es inteligente en función de la medida en la cual dicha conducta involucra cierta clase de procesos mentales: los componentes. Así que la subteoría componencial relaciona la inteligencia con el mundo interno del individuo y responde la interrogante de cómo es generada la conducta inteligente. En particular, la subteoría especifica el potencial conjunto de mecanismos mentales que subyacen a la conducta inteligente, independientemente del contenido conductual particular.

Pero, ¿qué son los componentes?. Estos constituyen la unidad básica de análisis para explicar las fuentes de diferencias individuales en la conducta inteligente; así que los componentes son mecanismos mentales de procesamiento de información que operan sobre representaciones internas de objetos o símbolos, llevando a cabo alguna de las siguientes acciones: traducir un input sensorial en una representación mental, transformar una representación conceptual en otra, o traducir (translate) una representación mental en un output motor.

Los componentes pueden ser clasificados según la función que cumplen: (a) planificar, supervisar, evaluar y tomar decisiones con respecto a la ejecución de una tarea; (b) ejecutar efectivamente alguna tarea; y, (c) aprender cosas nuevas. Estas funciones cumplidas por los componentes dan lugar a sendas clases: (a) metacomponentes; (b) componentes de ejecución; y, (c) componentes de adquisición de conocimientos. A continuación se describirá cada una de estas clases de componentes.

1. Metacomponentes: son procesos de orden superior o ejecutivos que usamos para planear lo que vamos a hacer, supervisar lo que estamos haciendo y evaluar lo que hemos hecho.

Luego, los metacomponentes controlan el procesamiento de información de uno y lo capacitan para monitorearlo y, más tarde, evaluarlo

2. Componentes de Ejecución: mientras que los metacomponentes deciden qué hacer, los componentes de ejecución efectivamente lo hacen. Esto quiere decir que los componentes de ejecución son los que efectivamente ejecutan los planes construidos por los metacomponentes.
3. Componentes de adquisición de conocimientos: son los procesos usados para aprender nuevo material. Estos son los componentes que codifican y combinan selectivamente nueva información y comparan selectivamente la nueva información con la vieja información, a fin de permitir que el aprendizaje de la nueva información tenga lugar.

En resumen, la subteoría componencial hipotetiza la existencia de tres tipos de procesos que, por sus funciones, se clasifican en: metacomponentes: los cuales controlan el procesamiento y lo capacitan a uno para monitorearlo y evaluarlo; componentes de ejecución, los cuales ejecutan planes ensamblados por los metacomponentes; componentes de adquisición de conocimientos, los cuales codifican y combinan selectivamente la nueva información y selectivamente comparan la nueva información con la vieja información.

A continuación se muestra una breve caracterización de los diferentes componentes que conforman la subteoría componencial, tal como Sternberg (1985) lo hace en la obra donde este autor presenta su teoría de la inteligencia humana (Sternberg, 1985).

Metacomponentes.

1. Decisiones en cuanto, justamente, a lo que hay en el problema que necesita ser resuelto. Esto tiene que ver con el reconocimiento y la definición de la naturaleza del problema.
2. Selección de los componentes de orden inferior. Seleccionar los procesos necesarios para resolver el problema. Un individuo debe seleccionar un conjunto de componentes de orden inferior para usarlos en la solución de una tarea dada. Seleccionar un conjunto de componentes no óptimos puede conducir a una ejecución incorrecta o ineficiente de la tarea. En algunos casos, la elección de componentes puede ser atribuible parcialmente a la disponibilidad o accesibilidad diferencial de varios componentes. Por ejemplo, los jóvenes pueden carecer de ciertos componentes que son necesarios o deseables para llevar a cabo tareas particulares, o ellos aún no pueden ejecutar estos componentes en la forma que sea suficientemente eficiente para facilitar la solución de la tarea. Otras veces la falla para ejecutar los componentes necesarios para resolver una tarea puede deberse a una deficiencia en el conocimiento necesario para la ejecución de esos componentes.
3. Selección de una o más representaciones u organizaciones de la información. Un componente dado frecuentemente puede operar sobre una cualquiera de varias representaciones u organizaciones posibles diferentes de la información. La elección de la representación u organización (lingüística, visual, espacial) puede facilitar o impedir la eficacia con la cual los componentes operan.
4. Selección de una estrategia para combinar los componentes de orden inferior (secuenciar los procesos en una estrategia óptima). En sí misma, una lista de componentes es insuficiente para ejecutar una tarea. Uno debe también secuenciar estos componentes en una forma que

facilite la ejecución de la tarea, decidir cómo cada componente será usado, y decidir cuáles componentes ejecutar en serie (uno a continuación de otro) y cuáles ejecutar en paralelo (simultáneamente).

5. Decisiones respecto a la distribución (allocation) de los recursos atencionales. Cada una de las tareas y componentes usados en la ejecución de tareas recibe sólo una limitada proporción de los recursos de atención totales del individuo. Mayores limitaciones pueden dar lugar a una calidad reducida en la ejecución. En particular uno debe decidir cuánto tiempo invertir (asignar) a cada tarea componente y cuánto la restricción de tiempo afectará la calidad de la ejecución del componente particular. Uno trata de distribuir el tiempo a través de varios componentes de ejecución de tareas de manera que maximice la calidad del producto total.
6. Monitoreo de la solución (monitorear y evaluar el proceso de solución de uno). A medida que un individuo procede a la solución de un problema, debe conservar la pista de lo que ya ha hecho, lo que está actualmente haciendo, y lo que aún necesita hacer. Si las cosas no están progresando como uno espera, es necesario un enjuiciamiento del progreso de uno, y uno puede aun tener que considerar la posibilidad de cambiar de metas. Frecuentemente la persona necesita formularse metas más realistas a medida que comprende que las viejas metas no pueden ser alcanzadas. En la solución de problemas, los individuos algunas veces encuentran que ninguna de las opciones de respuestas disponibles proporciona la respuesta correcta. El individuo debe entonces decidir si reejecuta ciertos procesos que pudieron haber sido ejecutados erróneamente o elegir la mejor de las opciones disponibles.
7. Sensibilidad ante el feedback externo (responder adecuadamente al feedback externo). Este tipo de feedback proporciona un valioso medio para mejorar la ejecución de la tarea. La habilidad para comprender el feedback, para reconocer sus implicaciones, y luego actuar en función de ello es una habilidad clave en la ejecución de tareas.

Componentes de ejecución

Son usados en la ejecución de varias estrategias para llevar a cabo la tarea. Tienden a organizarse a sí mismos en etapas de solución de tareas que parecen ser bastante generales a través de las tareas: codificación de estímulos, comparación de o combinación entre estímulos, y respuesta.

Componentes de codificación: son aquellos que tienen que ver con la percepción inicial y el almacenamiento de la nueva información. Cambios cualitativos y cuantitativos en la codificación parecen constituir una fuente principal de desarrollo intelectual.

Componentes de comparación y combinación. Estos componentes están involucrados en la conjunción (putting together) o comparación de información.

Componentes de respuesta. (responder efectivamente a nuevas clases de tareas y situaciones, aplicar viejas relaciones a nuevas situaciones).

Componentes de adquisición de conocimientos

Son procesos usados para ganar nueva información.

Codificación selectiva. implica la separación de la información relevante de aquella que es irrelevante. Cuando la nueva información es presentada en un contexto natural, la información relevante para un propósito dado de uno, está inmersa en medio de una gran cantidad de información irrelevante para nuestro propósito. Una tarea clave para el aprendiz es la de separar "el trigo de la paja": reconocer justamente aquella información entre todas las piezas de información presentadas que es relevante para los propósitos de uno.

Combinación selectiva. Implica la combinación de información selectivamente codificada de manera tal que forme una totalidad integrada, plausible. Simplemente separar la información relevante de la irrelevante no es suficiente para generar una nueva estructura de conocimiento. Uno debe conocer cómo combinar las piezas de información en una totalidad internamente conectada.

Comparación selectiva. Implica relacionar la información recientemente adquirida o recuperada con la información adquirida en el pasado. En el caso de la información recientemente adquirida, se ve una relación entre algo que acaba de ser codificado y algo que fue codificado en el pasado. En el caso de la información recientemente recuperada, un ítem ya almacenado en la memoria es relacionado con algún otro ítem y de ese modo llega a ser comprendido de una nueva manera. Decidir cuál información codificar y cómo combinarla no ocurre en el vacío. Por el contrario, la codificación y combinación de nuevo conocimiento son guiados por la recuperación de la vieja información. La nueva información será totalmente inútil si no puede ser relacionada de algún modo con el viejo conocimiento con el fin de formar una totalidad externamente conectada.

Síntesis

En este trabajo se ha brindado una panorámica del surgimiento, desarrollo y estado actual de las Ciencias Cognitivas, con el fin de ofrecerlas como un contexto en cuyo marco pueda ser interpretada una visión del aprendizaje que abre la caja negra skinneriana, y considera los procesos de pensamiento que el aprendiz activa cuando lleva a cabo Tareas Intelectualmente Exigentes (González, 1998). Se entatiza la Teoría Triárquica de la Inteligencia propuesta por Robert Sternberg por su potencia para abordar los procesos de monitoreo, supervisión y control de la actividad cognitiva propia, correspondientes al ámbito de la Metacognición (González, 1996).

Referencias

- Bruner, J., Goodnow, J. y Austin, G. (1978). El Proceso Mental en el Aprendizaje. Madrid: Narcea, S. A. de Ediciones.
- Carpenter, T. (1989). Teaching as Problem Solving. En Charles, R. y Silver, E. (Eds). The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving. Reston, Virginia (USA): Lawrence Erlbaum Associates / National Council of Teachers of Mathematics, pp 187-201.

- Davis, H. (1968). Máquinas Matemáticas. En AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid: Editorial Blume. Parte V, Cap. 45, pp 365-377.
- Fernández-Valmayor, A., Fernández, C. y Vaquero, A. (1991). Panorama de la Informática Educativa: De los Métodos Conductistas a las Teorías Cognitivas (1991). Revista Española de Pedagogía, XLIX (188), Enero-Abril, 8-37.
- García-Mila, M. y Martínez, M. (1991). Ciencia Cognitiva, Habilidades del Pensar y Pedagogía de la Ciencia. Revista Española de Pedagogía, XLIX (188), Enero-Abril, 147-162.
- González, R. (1996). Acerca de la Metacognición. Paradigma XIV al XVII, (1-2), 109-135.
- González, F. (1998). Metacognición y Tareas Intelectualmente Exigentes: el caso de la resolución de problemas matemáticos (en prensa).
- Greeno, J.g. (1989). El Pensamiento desde una Perspectiva Alternativa. Acción Pedagógica, 1(2), 51-69.
- Kemeny, J. G. (1968). El Hombre Considerado como Máquina. En AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid: Editorial Blume. Parte V, Cap. 51, pp 432 - 440.
- Lohman, D. (1989). Human Intelligence: An Introduction to Advances in Theory and Research. Review of Educational Research, 59, 4, pp 333-373.
- Lester, F. Jr. (1989). Reflections about Mathematical Problem Solving Research. En Charles, R. y Silver, E. (Eds). The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving. Reston, Virginia (USA): Lawrence Erlbaum Associates / National Council of Teachers of Mathematics, pp 115-124.
- Moore, E. (1968). Matemáticas en las Ciencias Biológicas. En AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid: Editorial Blume. Parte V, Cap. 45, pp 305-314.
- Oettinger, A. (1968). La Utilización de los Computadores en la Ciencia. En AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid: Editorial Blume. Parte V, Cap. 48, pp 405-414.
- Pérez Gómez, A. (1985). Conocimiento Académico y Aprendizaje Significativo: Bases Teóricas para el Diseño de Instrucción. Cuadernos de Educación, 123-124. Caracas: Laboratorio Educativo, pp 84-128.
- Posner, G. (1979). Instrumentos para la investigación y desarrollo del currículo: Aportaciones potenciales de la ciencia cognoscitiva. Perfiles Educativos, 6 (Octubre, Noviembre, Diciembre de 1979), pp 17-40.
- Pozo, J. I. (1998). Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata. Capítulo III, pp 39-60.

- Sierra, B. y Carretero, M. (1990). Aprendizaje, Memoria y Procesamiento de la Información: la Psicología Cognitiva de la instrucción. En C. Cool, J. Palacios y A. Marchesi (Comp). Desarrollo Psicológico y Educación, II, Psicología de la Educación. Madrid: Alianza Editorial, pp 141-158.
- Snow, R. y Lohman, D. (1989). Implications of Cognitive Psychology for Educational Measurement. En Linn, R. (Ed). Educational Measurement (Third Editon). New york: American Council on Education & Macmillan Publishing Company, pp 263 - 331
- Sternberg, R. (1980, Septiembre). Factor Theories of Intelligence are All Right Almost. Educational Researcher, 9(8), pp 6-18.
- Sternberg, R. (1984, Septiembre). How Can We Teach Intelligence?. Educational Leadership, 42(1), pp 38 - 48.
- Sternberg, R. J. (1985). Beyond IQ. A triarchic theory of human intelligence. New york: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. (1988). Applying Cognitive Theory to the Testing and Teaching of Intelligence. Applied Cognitive Psychology, 2, 231-255.
- Vázquez Gómez, G. (1991). La Pedagogía Como Ciencia Cognitiva. Revista Española de Pedagogía, XLIX (188), Enero-Abril, 123-145.
- Wiener, N. (1968 - original de 1948). Cibernética. En Carnap, R., Morgenstern, D., Wiener, N. y Otros. Matemáticas en las Ciencias del Comportamiento. Madrid: Alianza Editorial, S. A., Segunda Parte, pp 92-105.

EL AUTOR

Fredy E. González

Apartado 512, Código Postal 2101

Maracay, Estado Aragua

Venezuela

Correo-e: fgonzalez@ipmar.upel.edu.ve

Datos de la Edición Original Impresa

- González, F. (1999, Diciembre). Las ciencias cognitivas como contexto para interpretar las nuevas concepciones acerca del aprendizaje. Paradigma, Vol. XX, N° 2, Diciembre de 1999. / 7-43.