

La solución de problemas cognitivos. Una reflexión cognitiva sociocultural

ROSALÍA MONTEALEGRE*
Universidad Externado de Colombia

Abstract

This work was done based on the Historical-Cultural Psychology perspective. It emphasizes the Problem Solving as a High Psychological Function linked with other psychological functions such as: language, thinking, reasoning etc. It presents a sociocultural reflection on Cognitive Problem Solving when approaching: 1. The productive thinking (creative): the research methods and the instruments (tools, artefacts) of mediation; 2. The cognitive science: the information process system, the distributed cognition and the mental actions formation; 3. The sociocognitive conflict: the social interactions, the structuring conflict, the sociocognitive regulation and the zone of proximal development. It concludes with the need of forming the problem solving by: developing the productive thinking, the cognitive strategies, and the analysis of concepts and social facts.

Key words: cognitive problem solving, productive thinking, cognitive science, sociocognitive conflict.

Resumen

Este artículo, que se basa en la psicología histórico-cultural, enfatiza la solución de problemas como función psicológica superior ligada con otras funciones psíquicas: lenguaje, pensamiento, razonamiento, etc. Presenta una reflexión sociocultural sobre la solución de problemas cognitivos al abordar: 1. El pensamiento productivo (creativo): los métodos de investigación y los instrumentos (artefactos) de mediación; 2. La ciencia cognitiva: el sistema de procesamiento de información, la cognición distribuida y la formación de acciones mentales; 3. El conflicto sociocognitivo: las interacciones sociales, el conflicto estructurante, la regulación sociocognitiva y la zona de desarrollo próximo. Concluye en la necesidad de formar la solución de problemas desarrollando: el pensamiento productivo, las estrategias cognitivas y el análisis de conceptos y hechos sociales.

Palabras clave: solución de problemas cognitivos, pensamiento productivo, ciencia cognitiva, conflicto sociocognitivo.

Introducción

La vida cotidiana y social, en general, el ambiente educativo y laboral, en particular, exigen que los individuos resuelvan problemas. Enfrentar un obstáculo, superar una situación social difícil, realizar tareas de estudio, encontrar la solución a un ejercicio de cálculo, resolver juegos y acertijos, analizar hechos sociales, entre otros, implica un

proceso cognitivo de resolución de problemas, de pensamiento, de procesamiento de información, de resolución del conflicto.

Para la psicología histórico-cultural, de Vygotski, Luria, Leóntiev y seguidores, *la solución de problemas es un perfecto modelo de función psicológica superior o proceso mental complejo*. En la solución de problemas cognitivos, como en toda función psicológica superior, existe el entrelazamiento con

¹ Agradezco a la psicóloga Vanessa de León, auxiliar de la investigación, por su colaboración.

* Correspondencia: Rosalía Montealegre, Ph.D, docente investigadora. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad Externado de Colombia, Calle 12 N° 1-17 Este, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: rosaliamh@yahoo.com.

otras funciones psíquicas: lenguaje, pensamiento abstracto o razonamiento (deducción, inducción), etcétera.

Vygotski (1989), al estudiar la solución de problemas en el niño, enfatiza el lenguaje como un instrumento de planificación y regulación intelectual de la acción. Al plantear la relación entre el lenguaje y la acción práctica en el niño, considera dos hechos. Primero, en el niño, hablar es tan importante como actuar para lograr una meta. La acción práctica y el habla son una misma función psicológica dirigida hacia la solución del problema planteado. Segundo, en el niño, entre más compleja sea la acción exigida en la solución de una tarea y menos directa sea su solución, mayor es la importancia del lenguaje. Si a los niños pequeños no se les permite hablar, no pueden realizar la tarea encomendada. El autor concluye que los niños resuelven tareas prácticas con la ayuda del lenguaje, así como con la ayuda de sus ojos y de sus manos. Por medio del lenguaje: a) el pequeño, por una parte, busca y prepara instrumentos que puedan ser útiles en la solución de la tarea; por otra, planea acciones futuras, el niño aprende a utilizar el lenguaje de modo que le permita ir más allá de las experiencias anteriores; b) el niño planea cómo resolver el problema a través del lenguaje y luego lleva a cabo la solución, y c) El lenguaje no sólo facilita la manipulación efectiva de objetos por parte del niño, sino que también controla el comportamiento del pequeño.

Sin embargo, en un primer estadio, el lenguaje acompaña a las acciones del niño pequeño reflejando la situación de la resolución del problema de forma caótica y desorganizada; en un segundo estadio, el lenguaje precede a la acción ayudando a un plan que ha sido concebido, pero no realizado aún. Un ejemplo de relación entre el lenguaje y la acción práctica es la interacción lenguaje-dibujo. Desde hace tiempo se ha observado que el niño primero dibuja y luego habla; a una edad más avanzada habla y dibuja; y a fines de la edad preescolar se hace posible la planificación del dibujo y el acompañamiento verbal de su realización (Montealegre, 1990, 1994).

Por lo tanto, para Vygotski, el lenguaje ayuda al niño a planear la solución del problema antes de su ejecución, a vencer acciones impulsivas y a dominar la propia conducta. Esto no se produce de

manera uniforme, es así como cualquier obstáculo que se interponga a los esfuerzos del niño en la solución del problema puede interrumpir su actividad. Aquí el pequeño al ser incapaz de realizar todas las operaciones necesarias se dirige al adulto para obtener su ayuda mediante súplicas o formulación de preguntas. A través de repetidas experiencias de este tipo, los niños aprenden mentalmente a planear sus actividades y a conseguir la ayuda de otra persona de acuerdo con los requerimientos del problema.

Desde la psicología histórico-cultural, el dominio del sistema del lenguaje garantiza el salto desde el conocimiento sensorial al racional. Por medio del lenguaje el ser humano puede: a) salir de los límites de la impresión inmediata; b) organizar su pensamiento dirigido a un fin; c) descubrir los enlaces y relaciones complejas, los cuales no son alcanzables por medio de la percepción inmediata; d) transmitir la información, y e) permitir sacar conclusiones con base en razonamientos lógicos, sin tener que dirigirse a la experiencia sensorial inmediata. Esta última operación lleva a crear formas complejas del pensamiento discursivo, como los razonamientos deductivos e inductivos (Luria, 1980a).

El concepto actual de deducción constituye una generalización que rebasa la idea aristotélica de inferencia silogística (de lo general a lo particular). Los dos procesos fundamentales del razonamiento deductivo son el análisis y la abstracción. En el amplio sentido de la palabra, por deducción se entiende toda inferencia en general, en donde la inducción siempre se presenta unida a la deducción.

Siguiendo a Johnson-Laird (1986), la deducción está basada en los principios de la lógica y es un proceso sistemático de pensamiento que conduce de un grupo de proposiciones a otro grupo. En toda inferencia deductiva, la conclusión está justificada si no existe ningún contraejemplo que lleve a una conclusión falsa. Una deducción es válida si y sólo si la certeza de sus premisas es suficiente para asegurar la certeza de su conclusión.

Por otra parte, siguiendo a Pellegrino (1986), la inducción se basa en el desarrollo de reglas, ideas o conceptos generales a partir de grupos específicos de ejemplos. Al analizar las similitudes y las diferencias entre las experiencias específicas, se

pueden extraer las características generales de las clases de objetos, sucesos y situaciones. Las generalizaciones, al aplicarlas a nuevas experiencias, se refinan y se modifican, y así pasan a formar parte de nuestra base de conocimientos permanentes. En síntesis, la inducción es la capacidad cognitiva de generalizar a partir de experiencias específicas para formar conceptos nuevos y más abstractos.

La tarea o problema que debe resolver el sujeto origina el pensamiento. La peculiaridad del pensamiento de expresarse predominantemente como solución de problemas es reconocida por muchos autores (Berlyne, 1966; Gurova, 1976; Bolton, 1978; Luria, 1980b, 1985; Yakimanskaya, 1985, y otros). La referencia a que *el pensamiento* puede considerarse como *proceso de solución de problemas*, no significa la identificación de ambos.

En esta reflexión, teniendo como base la psicología histórico-cultural de L.S. Vygotski, se analiza la solución de problemas en aspectos cognitivos y sociocognitivos partiendo de la conceptualización de solución de problemas como función psicológica superior, la cual hace referencia a la combinación de instrumentos y signos culturales que median en la actividad psíquica humana. Desde este punto de vista se considera:

1. El proceso del pensamiento en la solución de problemas como una actividad especial, teórica o teórica, de carácter productivo que lleva al sujeto a nuevas conclusiones.
2. La solución de problemas en la ciencia cognitiva, la cual enfatiza en el análisis de una serie de procesos y estrategias heurísticas utilizadas en la solución. En primer lugar, la ciencia cognitiva compara el pensamiento humano con el funcionamiento del ordenador, posteriormente introduce la noción de cognición distribuida. La actividad cognitiva se encuentra distribuida dentro de las redes sociales y entre las personas. Llegar a saber algo es una acción a la vez distribuida y situada dentro de un continuo de un mundo cultural determinado.
3. La solución de problemas en el conflicto sociocognitivo, desde la psicología social cognitiva genética, que analiza el conflicto operatorio piagetiano sobre una base social. Existe conflicto

sociocognitivo cuando en una misma situación se producen socialmente diferentes enfoques o puntos de vista para solucionar un problema. En el conflicto sociocognitivo se estudian los efectos de la interacción en el desarrollo cognitivo y las modalidades de resolución (regulación relacional y regulación sociocognitiva).

La resolución de problemas es un tema de reflexión teórica e investigativa de los enfoques cognitivo genético vygotskiano y piagetiano, y del enfoque cognitivo computacional.

El objetivo que ha guiado este trabajo se puede concretar en: precisar aspectos conceptuales y metodológicos, de la solución de problemas en la psicología histórico-cultural, en la ciencia cognitiva y en la psicología social cognitiva genética, que conduzcan a pensar el diseño de un procedimiento para formar acciones mediadas por artefactos y procesos de interacción social, indispensables en el desarrollo de la función psicológica superior de solución de problemas.

La solución de problemas y el pensamiento productivo

La psicología histórico-cultural enfatiza que la forma más peculiar del pensamiento, tal vez la más importante para el ser humano bajo la cual se manifiesta, es la solución y la formulación de problemas. Para Luria (1985) el pensamiento humano permite: a) ordenar, analizar y sintetizar la información; b) relacionar los hechos perceptibles con determinadas categorías; c) rebasar los marcos de la información directa, el sujeto puede hacer deducciones y llegar a conclusiones, incluso sin disponer de hechos directos, basándose en la información verbal obtenida, y d) razonar y resolver problemas lógicos, sin incluir el proceso de resolución en la actividad práctica. En concreto, el proceso del pensamiento es una actividad especial, teórica o teórica, que lleva a nuevas conclusiones y que entraña carácter productivo (creativo).

Wertheimer (1945/1991), desde la psicología de la Gestalt, enfatiza el pensamiento productivo. Considera que para llevar a cabo los procesos productivos se debe: a) encontrar factores y operaciones (agrupamientos, centramientos, reorganizaciones,

etcétera) adecuados para la estructura de una situación; b) proceder según directrices y operaciones, no por partes, sino según las características globales y las relaciones entre ellas; c) relacionar las características globales con las operaciones que intervienen en el proceso; d) manifestar procesos de pensamiento de manera coherente y no arbitrariamente, y e) desarrollar expectativas y suposiciones sensatas que puedan verificarse. Wertheimer concluye que el análisis de la situación no implica llegar a una simple verdad objetiva por partes, sino a una verdad estructural.

Para Luria (1980b, 1985) los métodos de investigación del pensamiento productivo se dividen en dos grupos: primero, los encaminados a estudiar las premisas del pensamiento verbal como discursivo (razonador); segundo, los dedicados a las operaciones genuinas del pensamiento productivo razonador o al *análisis psicológico detallado del proceso resolutivo del problema* con descripción del carácter de las faltas cometidas y el desglose de los factores que impiden hallar la solución acertada.

En el primer grupo de métodos estudia: a) el proceso de dominio de conceptos y los procesos de interpretación, por ejemplo, las matrices lógicas de relación de analogía y el silogismo. El silogismo no es el resultado de una experiencia práctica personal, sino que emana como deducción de las correlaciones entre las premisas mayor y menor; b) los sistemas de conexiones lógicas; ejemplo, el método de completar frases propuesto por el psicólogo alemán Ebbinghaus. Al sujeto se le dan frases sueltas o textos en los que se omite una palabra (en cada frase) que él debe precisar; c) la extrapolación de números, se le facilita al sujeto una serie de cifras omitiendo un grupo de números que él debe encontrar; d) la evaluación del sentido de los refranes, el sujeto debe ser capaz de abstraerse del significado situacional directo del refrán y destacar su sentido intrínseco, y e) todas las variedades posibles de estos tipos de problemas.

Respecto al silogismo, existen tres tipos: a) silogismo categórico, ejemplo: “todos los A son B, todos los B son C, luego todos los A son C”; b) silogismos lineales, ejemplo: “A es mayor que B, B es mayor que C, por tanto A es mayor que C”;

c) silogismos condicionales, ejemplo: “si p entonces q; p es verdadero, por tanto q es verdadero”. El sujeto debe aceptar las premisas como verdaderas y luego derivar una conclusión lógica.

Mayer (1986) nos presenta autores que han investigado algunos errores del sujeto en el razonamiento silogístico: a) Janis y Frick (1943), Lefford (1946) y McGuire (1960) han estudiado “los errores de contenido” que cometen los sujetos, los cuales se ven influidos por la verdad o deseabilidad de las premisas o de las conclusiones, y no tienen en cuenta las consecuencias lógicas; y b) Woodworth y Sells (1935), Sells (1936), Begg y Denny (1969), Chapman y Chapman (1959) han trabajado “los errores de forma”, los sujetos se ven atraídos por la forma de las dos premisas, las cuales crean un “efecto de atmósfera” favorable a determinado tipo de conclusiones.

Luria, al analizar el segundo grupo de métodos del pensamiento productivo recurre a los problemas aritméticos, los cuales permiten estudiar el proceso psicológico que efectúa el sujeto.

Mayer (1986), en el análisis sobre “Resolución de problemas matemáticos con narración”, examina cómo la gente aprende y cómo resuelve estos problemas. Ejemplo de algunos problemas matemáticos con narración (Mayer, p. 407):

- La relación entre hombres y mujeres en un mitin era de 4:5. Si había 20 mujeres. ¿Cuántos hombres había?
a. 15 b. 16 c. 25 d. 30
- Un astronauta necesita 2.2 libras de oxígeno por día mientras está en el espacio. ¿Cuántas libras de oxígeno necesita un equipo de 3 astronautas 5 días en el espacio?
a. 13.2 b. 15.2 c. 33 d. 330
- El número de pies que un objeto recorre en t segundos (sin contar la Resistencia) está dado por la fórmula $S = \frac{1}{2}gt^2$, donde s = número de pies y $g = 32$ (aceleración por la gravedad). Suponiendo que el aire no presenta resistencia. ¿Cuánto caerá un paracaidista en una caída libre de 10 segundos?
a. 1600 pies b. 2440 pies c. 3220 pies
d. 3400 pies
e. ninguna de estas respuestas.

Una persona necesita los siguientes conocimientos para resolver estos problemas: a) conocimiento lingüístico; b) conocimiento semántico; c) conocimiento esquemático (conocimiento de los tipos de problemas); d) conocimiento operativo (conocimiento de cómo llevar a cabo la secuencia de operaciones o conocer el algoritmo exacto para llevar a cabo la tarea), y e) conocimiento estratégico (técnicas para resolver el problema). Una estrategia es una técnica general que sirve de guía para resolver problemas.

Muchas de las dificultades que tienen las personas para resolver problemas con narración pueden provenir de la utilización de esquemas equivocados. Por ejemplo, Hinsley, Hayes y Simon (1977) presentaron a seis sujetos un problema de tiempo – velocidad – distancia, con información irrelevante sobre una relación triangular. Tres sujetos de los seis prestaron atención a la información triangular irrelevante, dibujaron triángulos y trataron de determinar las longitudes de los dos catetos y de la hipotenusa. Los otros tres sujetos ignoraron la información sobre el triángulo y se concentraron en los aspectos de distancia, velocidad por hora y tiempo. Hinsley, Hayes y Simon concluyeron que los sujetos utilizaban o el esquema de triángulos o el esquema de *distancia – velocidad por hora – tiempo* como un molde para entender el problema. Estos esquemas influyen sobre lo que el sujeto busca y producen errores al interpretar la información.

Luria (1979, 1980 b, 1985), al estudiar los habituales problemas escolares, considera que representan una estructura psicológica completa cuyo objetivo final (formulado en forma de pregunta) es determinado por los datos del problema. Solamente analizando los datos el sujeto puede establecer las relaciones necesarias entre los componentes de la estructura dada, destacar las relaciones esenciales y prescindir de las no esenciales. Partiendo de una orientación preliminar en los datos del problema, el sujeto formula una estrategia de resolución o esquema lógico que determina la táctica del razonamiento y la elección de las operaciones que puede llevar a cabo. Al encontrar la resolución, el sujeto compara los resultados obtenidos con los datos que plantea el problema. Pero no en todos los casos el curso del pensamiento se determina unívocamente mediante un algoritmo (sistema de operaciones infalibles)

dado en la condición lógica del problema. En la solución de un problema complejo la situación es diferente, el sujeto ha de buscar por sí mismo cuál es la vía resolutive del problema, para esto debe desechar pasos incorrectos y destacar los correctos. Esto implica que en la solución de problemas complejos se debe tener un pensamiento creativo. Sin embargo, un problema siempre plantea, ante el sujeto, *el objeto del mismo*, el cual se da en *determinadas condiciones* en las que el sujeto ha de orientarse, destacando lo más importante, tras confrontar las partes que lo integran. La labor anterior sirve de *base orientadora* de la operación intelectual y permite establecer la estrategia de solución, su esquema general.

Una vez definida la estrategia, se recurre al desglose de las operaciones parciales, las cuales pueden ser sencillas o complejas conduciendo a determinado resultado. La operación compleja consta de una cadena de eslabones consecutivos, quien resuelve un problema ha de guardar los eslabones en su “memoria operativa”. Es necesario que el individuo retenga el problema en la mente y forme un *campo interior*, dentro de cuyos límites deben transcurrir todas sus búsquedas y operaciones. El sujeto confronta el resultado con la condición inicial, y si hay coincidencia da por terminada la operación; de lo contrario, se reanuda el proceso. En la solución, el sujeto debe inhibir las operaciones inmediatas impulsivas que no están subordinadas al esquema lógico general del problema.

La psicología histórico-cultural estudia el pensamiento como un proceso formado en la historia social. El pensamiento, inicialmente, como actividad objetiva circunstanciada emplea el lenguaje como sistema objetivo de nexos y relaciones lógicas; posteriormente, adopta formas reducidas adquiriendo el papel de operaciones mentales internas.

En concreto, la psicología histórico-cultural considera las herramientas materiales y semióticas (los signos) como instrumentos de mediación en la solución de problemas. En este contexto, emplea la conceptualización de *función psicológica superior*, o *conducta superior*, al referirse a la combinación de instrumento y signo en la actividad psíquica humana (Vygotski, 1930/1984, 1989).

Luria (1980b), conjuntamente con Vygotski, llevó a cabo una serie de investigaciones sobre la descontextualización de instrumentos de mediación, sobre todo el instrumento lingüístico. En la descontextualización las operaciones auxiliares y el significado de los signos utilizados por el sujeto no dependen de su contexto espacio-temporal o de sus prácticas habituales. Estas investigaciones fueron realizadas en el Asia Central Soviética, en la República de Uzbekistán, durante los años 1931-1932, período en el que esta región se enfrentaba a un cambio cultural con la implementación de la reforma agraria. Los sujetos considerados en las investigaciones eran campesinos analfabetos, con tradición de una economía natural; estos campesinos fueron estudiados antes y después de la implementación de la reforma que incluía programas de alfabetización, nuevos métodos de producción y una organización colectivista de las granjas.

El objetivo de las investigaciones era resolver las preguntas sobre ¿cómo discurren en estos sujetos los procesos que son fundamentales para la resolución de problemas? ¿En qué medida en ellos el proceso de resolución del problema depende de su contenido concreto?

Las respuestas de los campesinos analfabetos fueron comparadas con las de un grupo de sujetos que acaban de recibir instrucción escolarizada. Las tareas fueron diseñadas para estudiar diferentes clases de problemas. Así, por ejemplo, el experimento sobre la formación de conceptos consistía en enseñar a los sujetos cuatro tarjetas con el fin de categorizarlas. Las tarjetas contenían dibujos de diferentes objetos, tres de las cuales pertenecían a una misma categoría (categoría herramientas: sierra, hacha, pala), la cuarta tarjeta tenía un objeto ajeno a la categoría mayoritaria (un pedazo de madera). Se pide a los sujetos que elijan tres de las tarjetas, como pertenecientes a un mismo grupo. Los campesinos analfabetos solían agrupar los objetos con base a contextos concretos, incluyendo el pedazo de madera dentro de la categoría herramientas. El mismo experimento, al realizarse una vez impartida la alfabetización, muestra un cambio radical en las respuestas, ya que los sujetos pasan de responder en términos de fines prácticos (concretos) a responder en función de una generalización abstracta, es decir, descontextuali-

zada. Los resultados evidencian que antes de la reforma agraria ninguno de los sujetos analfabetos proporciona la respuesta esperada (agrupar las herramientas según la categoría).

En otro experimento, sobre la capacidad de razonamiento silogístico de un grupo de campesinos alfabetizados y otro grupo que no había recibido instrucción, se presenta una prueba compuesta por silogismos con contenidos variables.

El primer tipo de silogismos estaban relacionados con las prácticas habituales de la región. Ejemplo:

- El algodón crece allí donde hace calor y hay humedad.
- El pueblo X es caluroso y húmedo.
- ¿Crecerá allí el algodón, o no?
- El segundo tipo de silogismos se refieren a un contenido totalmente ajeno a las prácticas de los campesinos evaluados. Ejemplo:
- En el norte, donde hay nieve todo el año, los osos son todos blancos.
- La ciudad X está en el norte.
- Los osos de esa ciudad ¿son todos blancos?

La población analfabeta responde de manera correcta al primer problema de razonamiento, ya que el planteamiento estaba dado en relación directa a sus condiciones de vida. Mientras que en el segundo caso, los campesinos analfabetos se rehusaban a resolver el problema, alegando falta de conocimiento sobre las condiciones particulares por las que se les preguntaba.

Con base en los resultados empíricos, Luria concluye que existen diferencias significativas en los procesos de razonamiento descontextualizado entre los sujetos alfabetizados y los no alfabetizados. Es decir, que *el proceso de formación de las funciones psicológicas superiores* (por ejemplo, atención voluntaria, memoria activa, pensamiento abstracto) *corresponde a un proceso social e históricamente situado*. Para Luria, la alfabetización representa una ampliación del ambiente cultural en el que se sustenta el desarrollo psicológico y en la que se pone de manifiesto el papel de mediación semiótico-cultural de la escritura así como el alcance de la cultura en la formación de las funciones

psicológicas superiores.

Cole (1999), siguiendo la psicología histórico-cultural de Vygotski, amplía la conceptualización de instrumentos y signos mediatizadores por la de artefactos. Señala a los artefactos como objetivaciones de las necesidades e intenciones humanas investidas con contenido cognitivo y afectivo. Cole, citando a Wartofsky (1973), precisa una jerarquía de tres niveles de artefactos: a) artefactos primarios, utilizados de manera directa en la producción tanto material como social, por ejemplo, hachas, palabras, agujas, ordenadores (computadores), instrumentos para escribir, redes de telecomunicaciones, etcétera; b) artefactos secundarios, tienen como base las representaciones y los modos de acción de los artefactos primarios, por ejemplo, recetas, normas, creencias, constituciones, etcétera. También se clasifican como artefactos secundarios los esquemas cognitivos (representación del mundo de los objetos, de los acontecimientos y de las acciones sociales) y los guiones culturales (esquemas de acontecimientos generalizados en la sociedad), y c) artefactos terciarios o mundos imaginados, que constituyen un mundo relativamente autónomo, en donde las reglas, las convenciones y los resultados no tienen una función práctica, sino de juego libre, por ejemplo, el arte y los procesos de percepción. En conclusión, para M. Cole, la cultura es un sistema de artefactos.

Cole ha diseñado y desarrollado un sistema de actividad mediada por ordenadores, denominada la *quinta dimensión* (5.^ªD); es un lugar para jugar con los ordenadores en el que se debe leer y escribir mucho. Este programa extracurricular se diseña con el objetivo de producir cambio en las prácticas cotidianas de lectura, escritura y número, mediante la combinación de educación y juego. La 5.^ªD es un artefacto terciario o mundo imaginado en el que se crea una realidad alternativa.

Los objetivos de la 5.^ªD son: a) crear una actividad en donde se desarrolle la comunicación escrita y oral sobre las metas y estrategias utilizadas en la solución de problemas; b) incluir la telecomunicación en la actividad mediante el trabajo de la escritura comunicativa con los ordenadores; c) fundir el interés de los niños y niñas en juegos que funcionan al introducir una moneda con el

interés de la investigación en juegos con valor educativo, y d) permitir un abanico de posibilidades de acción.

Los participantes de la 5.^ªD son: un grupo heterogéneo de niños de 6 a 12 años de edad, estudiantes universitarios no graduados, investigadores principiantes y experimentados. Los universitarios desempeñan el papel de “ayudantes de un mago”, y deben interactuar con los niños y niñas teniendo en cuenta la concepción de Vygotski de la zona de desarrollo próximo (ZDP).

La 5.^ªD se realizó en tres sesiones semanales durante ocho semanas. La forma de funcionamiento del programa partía de un escenario denominado “El reino de la magia”, coordinado por el artefacto central de un laberinto (construido de cartón, de 1 m² de superficie y de 7,5 cm de alto), dividido en 21 salas con dos actividades simbólicas en cada una, y múltiples caminos a través de él. Además, la 5.^ªD incluye: ordenadores y juegos de ordenador; un ordenador unido a un módem que permite comunicarse con otros lugares y con el Mago; un reglamento; una caja con las carpetas de registros de cada niño y niña; tarjetas de funciones que especifican lo que se debe hacer para superar los diversos niveles del juego; una tabla de consecuencias con explicaciones sobre las salas siguientes en las que los niños pueden entrar; fichas llamadas “criaturas repulsivas” que se pueden mover de una sala a otra; un libro de pistas y un dado de veinte caras. Los niños y niñas avanzan en el laberinto completando las tareas asociadas con cada juego. Los diversos artefactos primarios (computadores, lápices, módems) y secundarios (reglamento, tarjetas de funciones) se crean cuando son aceptados por los participantes y utilizados para mediar acciones como parte de la actividad global. La terminación del laberinto y la “graduación”, convirtiéndose en Ayudante de Mago, permite a los niños escoger un nuevo juego dentro de la 5.^ªD.

La propuesta de la 5.^ªD ha sido adoptada y adaptada por universidades, instituciones educativas y comunidades en ciudades de los Estados Unidos. De manera más reciente, programas afines a esta propuesta se han extendido en otros países del mundo, como Suecia, Dinamarca, Australia, Rusia, España y México. Los resultados obtenidos

hasta ahora han sido satisfactorios, encontrándose efectos positivos significativos sobre el desarrollo intelectual y social de los participantes, además de las ganancias académicas en los educandos en las áreas de lectoescritura y matemática.

La habilidad humana de hacer instrumentos y usarlos para solucionar problemas es extraordinaria. Defeyter y German (2003) consideran necesario relacionar los aspectos sobre el uso de los artefactos con los aspectos relevantes en la solución de problemas. Investigan sobre la relación entre los sistemas conceptuales de organización cognitiva, el desempeño de la actividad humana de resolver problemas y el desarrollo de la capacidad para escoger instrumentos apropiados. La idea es que cada individuo tiene un concepto abstracto de la función del artefacto, este concepto desempeña un papel en la solución del problema y en la organización del conocimiento sobre las funciones posibles del instrumento.

En el experimento “*Acquiring an understanding of design: evidence from children’s insight problem solving*”, con niños y niñas de 5 a 7 años, les presentan instrumentos o artefactos familiares para resolver un problema enfatizando en la condición de demostración de su uso o función. Registran la selección de los instrumentos que emplean los sujetos en la solución del problema, lo mismo que la variedad y la manipulación de la cantidad de instrumentos. La situación experimental consistía en presentar la historia de Sam a un grupo de 120 niños y niñas, un personaje que realiza un largo viaje en su nave espacial. Los niños y niñas deben ayudar a Sam a seleccionar los objetos de su viaje, respondiendo preguntas formuladas y manipulando los objetos que se les presentan. Estos autores concluyen que la estructura del concepto de artefacto en el niño cambia entre los 5 y los 7 años. A los 7 años, la función del artefacto es definida por su empleo típico; el cambio conceptual tiene efecto en el mismo funcionamiento de la actividad en la solución del problema; y el efecto es mediado por la estructura del concepto del artefacto del niño, el concepto organiza y despliega el conocimiento.

Churchil (2005) propone la noción de aprendizaje por medio de objetos como marco de apoyo en el diseño y la reutilización del material educativo.

Este aprendizaje lo entiende como un recurso digital o una especie de profesor sustituto. Considera la tecnología como la herramienta cultural con mayor potencial educativo. Para este autor, su noción de aprendizaje por objetos es análoga a las nociones de esquema, de modelo mental y de concepto, las cuales postulan de una u otra manera la existencia de construcciones mentales mediadoras en el desarrollo de las funciones psicológicas superiores.

Para definir el aprendizaje por objetos, Churchill se apoya en la psicología histórico-cultural de Vygotski sobre la formación de las funciones psicológicas superiores y el uso de instrumentos como herramientas eficaces en la transmisión del conocimiento acumulado por la humanidad. Este autor concluye que los instrumentos amplifican nuestra capacidad intelectual y hacen posible realizar actividades más allá de nuestro alcance. El aprendizaje es una actividad mediada y el papel de cualquier tecnología en este contexto es ser una herramienta.

La solución de problemas en la ciencia cognitiva

El surgimiento de la revolución cognitiva en psicología está íntimamente unido a la aparición del programa computacional denominado Teórico Lógico (TL) de A. Newell y H. A. Simon en 1956. Por medio del programa se resuelven una serie de teoremas de lógica simbólica de Alfred North Whitehead y Bertrand Russell expuestos en el trabajo “*Principia Matemática*” (1910-1913). Con su descubrimiento, Newell, Simon y su colega C. Shaw querían demostrar la *clase de pensamiento que practican los seres humanos*. Estos investigadores muestran cómo en la solución de problemas los seres humanos y las computadoras presentan elementos básicos similares: por ejemplo, sustitución, separación; selección de subproblemas y de teoremas a partir de los cuales operan una serie de métodos.

Posteriormente, Newell y Simon (1972) presentan su proyecto denominado Solucionador General de Problemas (SGP), el cual podía utilizarse para cualquier clase de resolución de problemas: teoremas, jugar al ajedrez, resolver acertijos como el de los misioneros y los caníbales, la Torre de Hanoi, y enigmas de la criptoaritmética. Pidieron a varias personas que resolvieran estos problemas en voz

alta y, a partir de los protocolos, extrajeron las estrategias básicas que posteriormente programaron en computador.

El SGP es una simulación por computador de las estrategias usadas por las personas para enfrentar diferentes clases de situaciones. A partir de los años cincuenta, el desarrollo de los computadores sugirió a los psicólogos que la mente humana podría ser similar funcionalmente (aunque no estructuralmente) a un computador. Igual a nosotros, esta máquina posee un conjunto de almacenes de memoria, procesos de transformación, un lenguaje y, finalmente, un conjunto de estrategias heurísticas o procedimientos falibles pero suficientemente confiables (Mayer, 1985, 1986; Haugeland, 1988). Los métodos heurísticos son estrategias generales de resolución y reglas de decisión utilizadas por los solucionadores de problemas, basadas en la experiencia previa con problemas similares. Los métodos heurísticos pueden variar en el grado de generalidad, algunos son aplicables a una gran variedad de situaciones, mientras que otros pueden ser más específicos. Entre los procedimientos heurísticos generales encontramos:

1. La estrategia análisis-medios-fines consiste en descomponer el problema en submetas, seleccionar una a una las metas establecidas, hasta completar la tarea; esta estrategia propone obtener un objetivo o meta a la vez. Al respecto, Newell y Simon (1972) propusieron tres tipos de objetivos que se subordinan a la estrategia Análisis-Medios-Fines: el objetivo de transformación, implica comparar estado inicial y final; el objetivo de reducción, implica describir la diferencia entre los múltiples estados del problema, y el objetivo de aplicación, implica operar con los operadores para producir nuevos estados del problema.
2. La estrategia trabajar en sentido inverso se fundamenta en comenzar a resolver el problema a partir de la meta o metas y tratar de transformarlas en datos, yendo de la meta final a la inicial.
3. La estrategia subir la cuesta este procedimiento se basa en avanzar desde el estado actual a otro que esté más cerca del objetivo, con la intención de elegir paulatinamente el estado que lo acerque más al objetivo-meta.

4. La estrategia ensayo y error consiste en aplicar de manera aleatoria diferentes tipos de solución hasta encontrar la correcta.

El SGP establece concretamente tres componentes que configuran el marco general para la solución de problemas: el sistema de procesamiento de la información, el ambiente de la tarea y el espacio del problema. Para entender el SGP es necesario precisar algunos conceptos:

1. El espacio del problema: es el campo donde se representan todos los elementos del problema, divididos a su vez en estado inicial, estados intermedios y estado final o meta. El paso de un estado a otro, dentro del espacio, implica una operación o transformación (lógica, matemática, gramatical, etcétera); la formulación del problema debe acoplarse al espacio del problema y a un método. Los espacios del problema difieren en tamaño y estructura. La estructura del espacio del problema limita la conducta, definiendo los movimientos válidos, la meta y la dirección del movimiento, e interactúa con la memoria a corto plazo. La conducta, entonces, es entendida como la interacción entre el sistema de procesamiento de la información, el sujeto que soluciona el problema y el ambiente de la tarea.
2. El método utilizado: *combina una serie de medios para lograr un fin*, o por lo menos para intentar lograr un fin. Los medios utilizados por un sistema de solucionador de problemas son determinados por la misma naturaleza interna del sistema. Los fines se originan a partir de la formulación de metas y submetas. La meta o solución del problema puede representarse explícitamente como una estructura simbólica o puede estar implícita en la propia estructura del método. Sin embargo, debe haber algo en la estructura del método que permita la interpretación, en el sentido en que los lógicos usan este término. Simon (1974) enfatiza, en la comprensión del método, la construcción de la representación del problema como el proceso de comprensión de las instrucciones en donde se genera dos subprocesos: el de interpretación lingüística de las instrucciones

- y, de manera sucesiva, el subproceso de la construcción espacial del problema.
3. El medio ambiente de la tarea y el Sistema de Procesamiento de Información (SPI) (*Information Processing Systems* (IPS)): son componentes esenciales en la solución de problemas. El SPI es un sistema que consta de una memoria que contiene estructuras simbólicas, procesador, efectores y receptores. Una memoria es un componente del SPI capaz de almacenar y retener estructuras simbólicas. Según Newell y Simon (1972), las actividades de resolución de problemas operan como un SIP y funcionan en *un proceso secuencial*, en donde *la estructura simbólica* (perteneciente a la memoria) es la base en la que operan las entradas y salidas de información que requiere la tarea o problema. Los símbolos y relaciones son los patrones que configuran la estructura simbólica, la cual codifica el programa de procesamiento de la información.

Una estructura simbólica consiste en un conjunto de ocurrencias o tokens (término inglés) de símbolos relacionados entre sí. Un procesador de información contiene estructuras simbólicas con entradas y salidas. Newell y Simon intentan explicar cómo a partir de un medio ambiente de tarea dado, un SPI puede resolver una tarea. En otras palabras, el diseño del SPI permite ver cómo la solución de problemas corresponde a un sistema adaptativo, capaz de amoldar su conducta y redefinir sus metas dentro de límites amplios, incluso de modificar las estrategias a lo largo del tiempo, mediante el aprendizaje.

El método o la estrategia de análisis-medios-fines, al partir de la especificación exacta de todos los estados y operadores posibles, persigue tres submetas antes de llegar a la solución:

1. Estimar la diferencia (D) entre el estado inicial A y el estado final B.
2. Reducir la diferencia D entre los dos estados, probando una serie de operadores posibles. Se selecciona el operador Q apropiado para reducir la diferencia D.
3. Aplicar el operador Q adecuado al estado A.

Para acceder a esta submeta se debe comparar el operador Q con el estado A. Si no hay diferencia entre Q y A (coinciden) se consigue la solución y se llega al éxito. Si no coinciden Q y A se debe buscar la diferencia y reducir dicha diferencia.

Por otra parte, el proceso de solución de problemas desde este modelo metodológico consiste en alternar la búsqueda y el escudriñamiento (Bourne, Ekstrand y Dominowski, 1975). El esquema de búsqueda escudriñadora de Simon y Newell (1964) implica la exploración de una submeta y la generación, comparación y selección de las alternativas de búsqueda.

A continuación se presentan algunos de los problemas escogidos para el SGP por Ernst y Newell (1969)

Misioneros y caníbales

Tres misioneros y tres caníbales están en la orilla de un río y quieren pasar a la otra. El único medio de transporte es un pequeño bote en el que sólo caben dos personas. Si en algún momento hubiera más caníbales que misioneros en cualquiera de las dos orillas, los caníbales se comerían a los misioneros. ¿Cómo podrían cruzar las seis personas a la otra orilla del río sin incidentes?

Torre de Hanoi

Hay tres pivotes y tres (o más) discos. Los discos varían en tamaño y están colocados en el primer pivote de mayor a menor, es decir, el más grande debajo de los otros dos y el más pequeño encima. El problema consiste en trasladar los tres discos al tercer pivote. Los discos sólo se pueden mover de uno en uno, y ningún disco puede colocarse encima de otro aro de menos tamaño.

Padre e hijos (t3)

Un padre y sus hijos quieren atravesar un río. Utilizan un bote cuya máxima capacidad es de 90 kg. Cada hijo pesa 45 kg y el padre pesa 90 kg. Suponiendo que el padre y cada uno de los hijos sepan manejar el bote, ¿cómo podrían cruzar el río?

Tres monedas (t3)

Sobre una mesa hay tres monedas. La primera y la tercera muestran cruz y la segunda, cara. Cada jugada consiste en darle la vuelta a dos monedas. ¿Cómo conseguiría tres caras o tres cruces en exactamente tres jugadas?

Jarros de agua (t3)

Con un jarro de 5 L y otro de 8 L, ¿cómo conseguiría tener en uno de los jarros dos litros de agua?

Serie de letras

¿Cuál es la letra siguiente?

B C B D B E _____

La descripción de todos los pasos y operaciones aplicadas para cada uno de los anteriores problemas puede parecer demasiado tediosa y pormenorizada. No obstante, como bien aclara Mayer (1985), la minuciosidad permite representar con detalle y sencillez el proceso de solución de problemas. Además, esta situación demuestra la necesidad de alcanzar submetas previas a la solución definitiva. Este autor considera que puede apreciarse más fácilmente el uso de submetas cuando el sujeto resuelve el problema en voz alta.

Para Newell y Simon, el SPI funciona de manera serial, el procesador evoca y activa un método a la vez. Sin embargo, consideran que en un nivel de mayor detalle perceptual, en la exploración del ambiente de la tarea o de la representación interna, se puede realizar un procesamiento paralelo. Estos autores precisan que el solucionador del problema puede ver muchas cosas a la vez, pero sólo realiza una de ellas.

En la ciencia cognitiva el problema se ha definido como: a) una situación en la cual el individuo desea alcanzar algo, pero desconoce el curso de la acción necesaria para lograr lo que quiere (Newell y Simon, 1972); b) una situación en la cual se precisa un objetivo y se trata de encontrar un medio para conseguirlo. Los problemas abarcan un campo enorme en cuanto a su dificultad y complejidad, pero todos tienen en común un estado inicial y algún objetivo. Para poder alcanzar el objetivo es necesario realizar algunas operaciones sobre el estado inicial y precisar reglas que conduzcan a operaciones permitidas (Micheline y Chi, 1986),

y c) una situación problema en la cual una persona trata de alcanzar una meta, en los primeros intentos no logra conseguir este fin, y generalmente tiene dos o más cursos de acción alternativos (Bourne, Ekstrand y Dominowski, 1975).

Para entender la estructura mental del sujeto la ciencia cognitiva en la solución de problemas considera necesario conocer los procesos mentales empleados en las operaciones. El aporte de las teorías de procesamiento de información es específicamente relevante en lo que se refiere a proporcionar explicaciones de los procesos utilizados en la solución de problemas. El desarrollo de la ciencia cognitiva ha permitido, mediante programas de computador, el análisis de las estrategias del sujeto precisando procesos cognitivos de expertos y novatos, por ejemplo, en la resolución de ecuaciones algebraicas, en problemas de física, en problemas cotidianos, etcétera.

Además de los sistemas simbólicos propugnados por Newell y Simon, existen otros que han contribuido a ampliar el enfoque cognitivo en psicología; entre ellos se cuenta el sistema TOTE de Miller, Galanter y Pribram; la teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird; la esencia social y el carácter mediatizado de las Funciones Psicológicas Superiores (FPS) de Vygotski, teoría ha servido de base en la concepción de la cognición distribuida. Cada uno de estos enfoques lleva a plantear de diversa manera la función psicológica superior de solución de problemas.

El Sistema TOTE (*Test- Opera- Test- Exit*) de Miller, Galanter y Pribram (1960) es un sistema de realimentación para describir los procesos cognitivos necesarios para martillar un clavo. El TOTE para clavar un clavo puede ser una parte de un plan mayor para construir un armario, que es parte de un plan mayor para construir una cocina y así sucesivamente. En concreto, puede haber TOTEs dentro de otros TOTEs.

La Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird (1970, 1980, 1981) propone una comprensión teórica del pensamiento desde el proceso de elaboración mental, en el cual con base en las premisas y la búsqueda de alternativas en la solución del problema se recrea un proceso de razonamiento en donde los modelos alternativos de respuesta convierten en falsas las supuestas

conclusiones. Para este autor, los sujetos forman modelos mentales de las situaciones e imaginan los acontecimientos y van más allá de una simple representación lingüística. Johnson-Laird (1983) precisa el término de modelos mentales para referirse a *las representaciones del estado de cosas en el mundo*.

Johnson-Laird ha aplicado su teoría a la construcción de algunos programas de computador, en los que ha utilizado un modelo de proceso de inferencia silogística; por ejemplo, a partir de una premisa elabora un modelo, al que se le agrega los datos de una segunda premisa, con el fin de producir una conclusión que aplica al modelo; finalmente, el programa emplea un modelo alternativo de solución del problema, para hacer posible el proceso de refutación. Esta teoría de los modelos mentales sugiere el desarrollo de la lógica como una disciplina intelectual; supone que los seres humanos, al razonar, construyen modelos y buscan alternativas tanto aleatorias como sistemáticas.

Esta teoría postula seis supuestos fundamentales basados en las premisas:

1. Los sujetos al razonar interpretan las premisas construyendo un modelo mental.
2. La conclusión que se extrae de un modelo mental está basada en la novedad y la parsimonia: el sujeto relaciona entre sí aquellos ítems que no han sido explícitos en las premisas, es decir, que no ha utilizado directamente para establecer su modelo mental, y al subrayar las nuevas relaciones se abstiene de repetir las premisas, las cuales las da por supuestas.
3. El orden en que se expresa la información en una conclusión sigue el principio de la memoria en funcionamiento, opera con base en que lo primero que entra es lo primero que sale.
4. Las operaciones suplementarias se deben realizar cuando las premisas están en una figura que no permite una integración inmediata.
5. La carga de la memoria en funcionamiento cuando es mayor dificulta el proceso de hacer una inferencia.
6. Los sujetos normales a los cuales no se les ha enseñado lógica, no utilizan las reglas de inferencia para hacer deducciones válidas. Sin

embargo, pueden trabajar con el elemento de información semántica.

A mediados de los años ochenta aparecen las raíces de la cognición distribuida, en donde se acentúa que la cognición humana es un proceso socialmente distribuido. En esta conceptualización ha influido:

1. La obra de Vigotsky, específicamente el libro *Mind in Society*, editado en inglés en 1978, en donde Vygotski expone la idea de los orígenes sociales de las FPS y describe la ley genética del desarrollo: toda función psíquica aparece en escena dos veces, en dos planos, primero social y luego psicológico; primero entre las personas como categoría interpsíquica y luego en el interior del niño, como categoría intrapsíquica (véase también Vygotski, 1931/1995). En el proceso del desarrollo, el niño y la niña asimila no sólo el contenido de la experiencia cultural de la humanidad, sino también los medios del pensamiento cultural, los procedimientos y las formas del comportamiento cultural (Montea- legre, 2005).
2. La obra de Minsky, *Society of Mind*, publicada en 1985, a partir de la Inteligencia Artificial (IA), plantea que es posible utilizar el lenguaje de los grupos sociales para describir lo que sucede en la mente; un ejemplo es el trabajo de Hutchins (1980) en las islas Trobriand (Papua, Nueva Guinea) en el que muestra la enorme complejidad del razonamiento lógico que exhiben lo habitantes cuando debaten sus derechos territoriales.
3. La obra de Rumelhart y McClelland, *Parallel Distributed Processing*, publicada en 1986, en la que se desarrolla el enfoque del Procesamiento Distribuido y Paralelo (PDP) desde la postura neurocomputacional inspirada en el sistema nervioso; esta es la Teoría Cognitiva Conexionista. Hutchins y Hazlehurst (1991) y Hutchins (1995) muestran que es posible modelar el desarrollo cognitivo, mediado culturalmente, a través de programas informáticos como los modelos de procesamiento paralelo distribuido.

La cognición distribuida analiza lo cognitivo como un proceso distribuido y construido socialmente, enfatiza la distribución de la actividad cognitiva dentro de las redes sociales y entre las personas. La cognición de un individuo es una cognición distribuida. Este campo del saber busca comprender la organización de los sistemas cognitivos en un rango de mecanismos que participan en los procesos cognitivos de los individuos; así, la solución de problemas, la memoria, el razonamiento, la representación, el aprendizaje, etcétera, se extienden al exterior de los individuos y se distribuyen a través de los miembros, de los instrumentos y de los símbolos del grupo social (Hutchins, 2000).

El conocimiento de una persona no se encuentra simplemente en su mente, sino en las anotaciones que ha tomado, en los libros y manuales que ha consultado, en las fuentes de información, en los amigos a los que recurre en búsqueda de una referencia, en la universidad donde ha estudiado, etcétera. Las realidades que la gente construye son realidades sociales, negociadas con otros, distribuidas entre ellos. Llegar a saber algo, en este sentido, es una acción a la vez distribuida y situada. La acción situada se concibe dentro de un continuo de un mundo cultural (Bruner, 1995).

Desde una concepción cognitiva genética, la teoría histórico-cultural de Vygotski y seguidores como Luria (1980 b), Wertsch (1988), Cole (1999), entre otros, al acentuar el origen social de los procesos psicológicos, consideran que la mente humana se constituye en la internalización de procesos socioculturales (actividades socialmente arraigadas e históricamente desarrolladas). Por medio del proceso de internalización se reconstruye internamente una operación externa. Para Vygotski (1934/1993; 1931/1995), la actividad psíquica es el resultado del paso de las acciones materiales externas al plano de las representaciones y de los conceptos. Dicho paso se produce mediante la acción de emplear y apropiarse de instrumentos y signos culturales.

Galperin (1959, 1969, 1987), siguiendo a Vygotski, propone en su teoría y método de “la formación de acciones mentales” el paso de las acciones materiales externas al plano de las representaciones y los conceptos, mediante una serie de etapas: a) la base orientadora de la acción, conocimiento de la tarea y sus condiciones;

b) apoyo de la acción en objetos materiales (dibujos, diagramas, cálculos, etcétera); c) la acción basada en el lenguaje hablado social con apoyo de las representaciones gráficas; d) la acción conducida por el lenguaje externo, sin apoyo en objetos, y e) la acción realizada en el plano mental, aquí la acción se transforma en representación mental.

La creación y utilización de signos como método auxiliar en la resolución de problemas cognitivos, por ejemplo de cálculo (aritmética, juegos y entretenimientos matemáticos), implica un proceso de asimilación de estos instrumentos culturales que consiste en sustituir las operaciones con objetos por operaciones con sistemas numéricos. Lo fundamental en el desarrollo del cálculo radica en el paso de la percepción directa de la cantidad a la mediada por la experiencia; el sujeto comienza a equipar las cantidades con determinados signos, a operar con tales signos, en concreto empieza a dominar los signos, las cifras, las reglas de su designación. Se pasa de la aritmética natural a la cultural (Vygotski, 1931/1995). La operación con signos es un proceso análogo a la creación y utilización de instrumentos materiales en la actividad intelectual.

Chamoso Sánchez y colaboradores (2002), en su trabajo *Designing hypermedia tools for solving problems in mathematics*, consideran que la actividad de solucionar problemas es el objetivo fundamental de la educación en matemáticas. Entienden el proceso de solución de problemas como aquel en el cual el estudiante calcula, conjetura y sugiere explicaciones, todo para alcanzar una solución a un problema planteado. El estudiante, como no tiene un algoritmo que le permita solucionar el problema automáticamente, debe usar estrategias heurísticas. Para enseñar estrategias heurísticas se deben investigar tales estrategias, inspeccionando la manera como los estudiantes y los expertos abordan los problemas. Los autores presentan el diseño y la preparación empleados en la elaboración de instrumentos hipermedios de comunicación en un CD-ROM interactivo, para la enseñanza activa y el estudio de estrategias de resolución de diversos problemas matemáticos, en estudiantes de escuela secundaria. El empleo del CD-ROM permite a los estudiantes aprender interactivamente, el estilo heurístico de solucionar problemas. Los autores

concluyen que puede favorecer los procesos de aprendizaje si se dan cambios curriculares en la enseñanza de las matemáticas, donde se enfatice en los procesos para solucionar problemas y en el empleo de nuevas tecnologías en el aula.

Zack y Graves (2001) presentan una investigación cualitativa, con el propósito de abordar el discurso y las actividades en la resolución conjunta de problemas de los niños y profesores de quinto grado de educación básica primaria, en la construcción del significado del instrumento cultural de las matemáticas. Las autoras retoman la noción de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), de L. S. Vygotski, con el fin de replantear el papel del profesor y evaluar el desarrollo humano dentro de un contexto de interacción social, necesario para la internalización o apropiación individual de actividades cognitivas en la solución de problemas. Examinan cómo las formas sociales influyen en la cognición del individuo.

En el experimento, al analizar los registros verbales, las transcripciones de discursos dentro del aula, las pequeñas discusiones en grupo, el trabajo escrito de los estudiantes y las explicaciones orales durante las clases de matemáticas, se concluye sobre el modelo de interacción utilizado por los estudiantes y sobre los procesos de conversación en las actividades de solución de problemas. Las autoras consideran necesaria, en la relación entre el discurso y el saber matemático, la construcción de interacciones formativas profesor-alumno dentro del espacio de aprendizaje de la *zona de desarrollo próximo* (ZDP) del estudiante.

La solución de problemas en el conflicto sociocognitivo

Al analizar problemas sociocognitivos, autores del área de Psicología Social Experimental de la Escuela de Ginebra, como W. Doise, G. Mugny, J.C. Deschamps, F. Carugati, J.A. Pérez, C. Huici, B. Pierrehumbert, R. Zobel, S. Pappastamou, M. Deutsch, partiendo de las nociones de conflicto operatorio y de equilibración trabajadas por J. Piaget, en la década de los setenta abordaron el conflicto sociocognitivo. Estos autores estudian los efectos de la interacción en el desarrollo cognitivo, tomando como base la construcción social de los instrumentos cognitivos y su apropiación, la inte-

racción estructurante y el marcaje social.

En psicología, Piaget (1980, 1981, 1995) y su escuela estructuralista lógica operatoria (Inhelder, Sinclair y Bovet, 1975), al abordar el *conflicto operatorio* recurre a la noción de equilibración, la cual es definida por las actividades de compensación del sujeto en respuesta a las perturbaciones exteriores. La perturbación es aquello que constituye un obstáculo para una asimilación, para la llegada a un objetivo. Para Piaget, la equilibración es un proceso, mientras que el equilibrio no es más que un resultado. En el ser humano, la equilibración progresiva de las estructuras cognitivas (equilibrio cognitivo) es un proceso indispensable en el desarrollo ontogenético. Un proceso cuyas manifestaciones se modifican en cada estadio del desarrollo cognitivo del individuo, en el sentido de un mejor equilibrio tanto en su estructura cualitativa como en su campo de aplicación.

Piaget (1995), al precisar el “cómo” de la equilibración y de las reequilibraciones, recurre al proceso de las regulaciones, las cuales son reacciones a perturbaciones. Sin embargo, una perturbación no implica necesariamente una regulación (y, por tanto, una equilibración). No se puede hablar de regulación cuando la perturbación provoca una repetición de acción, sin ninguna modificación; aún menos cuando el obstáculo lleva a un cese de la acción, incluso cuando el sujeto, en un aspecto imprevisto de la perturbación, dirige su actividad en otra dirección.

Carugati y Mugny (1988) analizan, desde la psicología social experimental cognitiva genética, el conflicto operatorio piagetiano sobre una base social. El conflicto, al ser social, desemboca entonces en una construcción social de nuevos instrumentos cognitivos. Estos autores proponen que las actividades cognitivas individuales adquieren su significación en las interacciones sociales (reales o simbólicas). En sus actividades sociales (por ejemplo, acciones y juicios) el ser humano integra los diversos puntos de vista posibles del otro y de sí mismo.

Para esta psicología social cognitiva, la interacción tiene un rol estructurante. El desarrollo ontogenético se sostiene sobre las relaciones de interdependencia social. En otras palabras, las interacciones sociales conducen a rendimientos colectivos de

tipo cognitivo de un grado superior a los obtenidos individualmente.

El principio básico del enfoque de la psicología social cognitiva es que el desarrollo cognitivo se manifiesta en los sujetos interactuantes cuando participan en interacciones sociales, con otros niños o con un adulto, *que susciten entre ellos un conflicto estructurante o creativo de una actividad cognitiva*. El conflicto debe llevar: a) a la confrontación de respuestas heterogéneas, de respuestas incompatibles social y lógicamente, y b) a la construcción de nuevas coordinaciones cognitivas. Este enfoque considera que las actividades cognitivas individuales tienen significación en las interacciones sociales, sean estas reales o simbólicas. En conclusión, esta teoría, al determinar la solución de problemas en el conflicto sociocognitivo, tiene en cuenta toda la complejidad de las relaciones sociales interpersonales y simbólicas, que se imbrican en una interacción sociocognitiva.

No todo conflicto desemboca en la construcción (actividad estructurante) por parte de los sujetos de nuevas coordinaciones cognitivas. Para que el conflicto sea estructurante, es necesario que la actividad lleve al sujeto a implicarse en una relación social específica con el otro y a reestablecer un equilibrio de naturaleza social.

De Paolis y Mugny (1988) presentan dos tipos de regulaciones o modalidades de resolución del conflicto sociocognitivo: a) la regulación relacional, cuya función es resolver un aspecto relacional mediante un cambio a nivel público estableciendo una relación que no sea conflictiva. Así, la modificación en la regulación relacional es superficial, y b) la regulación específicamente sociocognitiva, que induce al progreso sociocognitivo. Aquí se realiza un cambio fundamental, una reorganización cognitiva que opera en uno o varios partenaires que consiste en una coordinación de puntos de vista inicialmente opuestos.

Las regulaciones sociocognitivas, aparecen en escena justamente cuando se anulan las regulaciones relacionales. El equilibrio resultante garantiza la reestructuración cognitiva. Dicha reestructuración es el producto del encuentro entre centraciones opuestas en relaciones sociales de asimetría o de igualdad. La relación asimétrica es especialmente

tensa para el sujeto que la experimenta, sobre todo cuando el niño se expone a contradecir la respuesta del adulto, si cuenta con el apoyo de un segundo adulto está en condición de lograr una regulación sociocognitiva; en estas condiciones se supera la posibilidad de eliminar la tensión y se da la posibilidad de salir del conflicto.

De Paolis y Mugny, al enfatizar la complejidad de los elementos que interactúan en las relaciones sociales, consideran necesario plantearse las condiciones de cómo *diversas dinámicas sociales modulan la elaboración cognitiva*. Para esto, retoman la noción de marcaje social, con el fin de comprender la intervención estructurante de las significaciones sociales en la resolución de problemas de una tarea cognitiva. Una situación de una tarea cognitiva se considera marcada socialmente cuando se resalta la correspondencia entre las respuestas cognitivas implicadas en la resolución de la tarea, y las respuestas resultantes de significaciones sociales que se añaden a los aspectos propiamente cognitivos de la tarea.

Echeita (1988) plantea la posibilidad de generalizar el modelo del conflicto sociocognitivo al estudio de la interacción social en el desarrollo de los conceptos sociales; por ejemplo, conceptos como la ganancia que subyace a las transacciones de compra-venta; conceptos sobre situaciones posibles en los conflictos entre amigos, etcétera. Este autor también enfatiza la necesidad de tener en cuenta que los hechos sociales se estructuran de acuerdo a ciertas categorías y reglas que no existen en las interacciones con el mundo físico. Observa cómo algunos fenómenos sociales carecen, en cierto sentido, de esa *necesidad lógica* que es innegable en el mundo no social. Recuerda que las acciones en los humanos, al ser en parte dirigidas por intenciones, es decisivo analizar cómo el sujeto comprende y vivencia sus intenciones. Hace énfasis en la incidencia de los procesos de interacción y relación en la construcción del mundo social.

Para este autor, la inteligencia es *un sistema de coordinaciones sociales*, en donde el progreso sociocognitivo requiere de la acción conjunta y coordinada del individuo con la de otros; en este mismo orden de ideas es el planteamiento de L.S. Vygotski de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).

La ZDP no es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema con la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz (Vygotski, 1989). La ZDP nos permite evidenciar aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se encuentran en proceso de maduración, funciones que en un determinado momento van a alcanzar su madurez. La ZDP es un rasgo esencial de aprendizaje que estimula una serie de procesos evolutivos internos capaces de operar sólo cuando el niño está en interacción con otro u otros. Por medio de la ZDP se caracteriza el desarrollo cognitivo o mental prospectivamente.

El concepto de ZDP se refiere, entonces, a un sistema interactivo en el que dos o más personas, de diferentes tipos de experiencias que sostienen análisis distintos, se ocupan de solucionar problemas conjuntamente y una de ellas, por lo menos, no puede resolverlos sola. Por otra parte, la interacción entre las personas que se encuentran en la zona se interioriza; de esta manera, lo interpsicológico se convierte en intrapsicológico.

Podemos decir que para Vygotski el contexto sociocultural es accesible al ser humano a través de la interacción social con otros que posean un mayor dominio de los instrumentos culturales materiales y psicológicos.

En toda actividad humana se asimila la experiencia socialmente elaborada: los procesos de orientación en el mundo objetual y sus transformaciones; los objetos de la cultura humana (materiales y simbólicos); las diversas esferas del conocimiento, de las ciencias, de la tecnología, etcétera (Montealegre, 2005).

La psicología histórico-cultural de Vygotski al ser eminentemente social, podemos estudiar conceptos y hechos sociales: relaciones sociales, roles sociales, objetos, signos y símbolos culturales, narraciones (discursos factuales y ficticios), creencias, valoraciones, acontecimientos, estructuras políticas (por ejemplo, relaciones de poder, dimensión simbólica, institucionalidad), en la conceptualización de la solución de problemas en el conflicto sociocognitivo, analizando las situaciones de interacción social.

Hall y Watson (1970), al estudiar la solución de problemas por los grupos, muestran cómo ellos afrontan abiertamente el conflicto sociocognitivo resultante de divergencias interindividuales. En uno de sus experimentos los sujetos debían resolver problemas de supervivencia: una nave espacial se ha estrellado sobre la superficie de la luna, y la tripulación debe recorrer más de 300 km para alcanzar el punto de cita con otra tripulación. Antes de emprender la expedición, los miembros de la tripulación deben decidir cuáles de los quince objetos necesarios para su supervivencia se llevarán consigo. La tarea consistía en asignar un orden de prioridad entre los quince objetos, primero de manera individual y posteriormente todo el grupo, a través de procedimiento de consenso. Al grupo experimental se le invita a afrontar y aclarar las divergencias de opinión entre sus miembros, mientras que el grupo control no recibe instrucciones específicas en la fase de trabajo conjunto.

Los resultados muestran cómo el grupo experimental con respecto al grupo control en la solución del conflicto produce soluciones cualitativamente superiores, propone soluciones más novedosas y supera el nivel del miembro más calificado del grupo. En síntesis, en la investigación se concluye que el conflicto sociocognitivo es una fuente de interacción.

Leman y Duveen (2003), en su trabajo *Gender identity, social influence and children's arguments*, investigan las interacciones sociales de niños y niñas en la solución de problemas con un dilema moral. Según los autores, por medio de las interacciones entre pares se logran descentraciones y procesos complejos de construcción en los razonamientos de tipo cognitivo. En la formulación de la situación experimental enlazan las interacciones conversacionales al cambio cognitivo. Este trabajo explora la relación entre género, procesos de argumentación y cambio cognitivo en las interacciones sociales de niños y niñas: participan 109 niños y 82 niñas, de cuarto y quinto año de educación básica primaria. Se presentan dos historias, primero de manera individual y después por parejas (niño-niña, niño-niño, niña-niña): la primera describe la historia de John, un niño que ha roto de manera accidental seis tasas que se encontraban detrás de

una puerta. La segunda historia es sobre David, un niño que ha roto una sola tasa, mientras intentaba alcanzar algunos dulces. Los niños y niñas deben responder: ¿cuál de los dos niños es el más travieso, o los dos son igual de traviesos? Los resultados fueron analizados a partir de la teoría del desarrollo moral de Piaget; así clasificaron las respuestas en dos tipos: autónomas frente a heterónomas. Los autores, con base en la teoría piagetiana, analizan las habilidades conversacionales de los sujetos y su desarrollo moral como procesos que se construyen en la interacción con otros.

En concreto, el conflicto sociocognitivo puede originarse entre los pares por la heterogeneidad de sus niveles cognitivos y por la existencia de puntos de vista opuestos. El conflicto sociocognitivo es fuente de progreso en la medida en que lleva a los pares a coordinar de modo constructivista sus acciones y juicios. La eficacia de la solución del problema en el conflicto cognitivo varía ampliamente en función de la naturaleza de la interacción social. Además, la discusión generada en la solución del problema es un proceso que va más allá de la contribución individual y un medio para lograr la comprensión compartida.

Conclusión

Este trabajo sobre la solución de problemas cognitivos presenta una serie de análisis y reflexiones sobre: a) el proceso del pensamiento teórico o teórico, de carácter productivo (creativo), que lleva a cabo el sujeto en la solución de problemas; b) la determinación del problema y las condiciones (estado inicial), la identificación de pasos y de operaciones, y la confrontación del resultado con la condición inicial, y c) la solución de conflictos sociocognitivos y el desarrollo del conocimiento social mediante la interacción con pares, con un compañero capaz o con un adulto.

Con base en este trabajo, se puede concluir en la necesidad de formar la función psicológica superior de solución de problemas, desarrollando: a) el pensamiento productivo, mediante la utilización de instrumentos materiales y semióticos (signos) para formar acciones mediadas indispensables en la solución de problemas. Los instrumentos amplían nuestra capacidad intelectual y posibilitan realizar actividades más allá de nuestro alcance. Los ejercicios relacionados con analogías, silogismos, problemas matemáticos, extrapolación de números, evaluación del sentido de los refranes, etcétera, desarrollan el pensamiento productivo; b) el cálculo, mediante ejercicios matemáticos con narración, juegos, acertijos y entretenimientos matemáticos que permitan analizar estrategias heurísticas en la solución del problema. *La teoría (modelo) de la formación de acciones mentales* permite el paso de acciones materiales externas a representaciones mentales y conceptos. Este paso se produce mediante la acción de emplear y apropiarse de instrumentos y signos culturales, y c) el análisis de conceptos y hechos sociales, a partir de la complejidad de las relaciones sociales interpersonales y simbólicas, del conflicto sociocognitivo que se origina en las interacciones sociales y de la construcción social entre los sujetos interactuantes. La resolución conjunta de problemas dentro de una zona de desarrollo próximo posibilita la solución de problemas en el conflicto sociocognitivo al permitir el contexto y las situaciones de interacción social.

En síntesis, se puede concluir en la necesidad de desarrollar en estudiantes (escolares y universitarios) la función psicológica superior de solución de problemas mediante procesos de pensamiento productivo, de estrategias cognitivas en juegos matemáticos y de construcción de nuevas coordinaciones cognitivas en la resolución de conflictos sobre hechos y conceptos sociales.

Referencias

- Begg, I., y Denny, P. (1969). Empirical reconciliation of atmosphere and conversion interpretations of syllogistic reasoning errors. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 351-354.
- Berlyne, D. E. (1966). *Structure and direction in thinking*. New York: Wiley and Sons.
- Bolton, N. (1978). *Introducción a la psicología del pensamiento*. Barcelona: Herder.
- Bourne, L.E., Ekstrand, B.R., y Dominowski, R.I. (1975). *Psicología del pensamiento*. México: Trillas.
- Bruner, J. (1995). *Actos de significado: más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza.
- Carugati, F., y Mugny, G. (1988). *La teoría del conflicto sociocognitivo*. En G. Mugny y J.A. Pérez, *Psicología Social del Desarrollo Cognitivo* (pp. 79-94). Barcelona: Anthropos.
- Cole, M. (1999). *Psicología Cultural. Una disciplina del pasado y del futuro*. Madrid: Morata.
- Chamoso Sánchez, J., Hernández Encinas, L., López Fernández, R., y Rodríguez Sánchez, M. (2002). Designing hypermedia tools for solving problems in Mathematics. *Computers & Education* 38, 303-317.
- Chapman, L.J., y Chapman, J.P. (1959). Atmosphere effect reexamined. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 220-226.
- Churchil, D. (2005). Learning objects: an interactive representation and a mediating tool in a learning activity. *Educational Media Internacional*, 42 (4), 333-349.
- Defeyter, M.A., y German, T. (2003). Acquiring an understanding of design: evidence from children's insight problem solving. *Cognition*, 89, 133-155.
- De Paolis, P., y Mugny, G. (1988). Regulaciones relacionales y sociocognitivas del conflicto sociocognitivo. En G. Mugny y J.A. Pérez, *Psicología Social del Desarrollo Cognitivo* (pp. 119-137). Barcelona: Anthropos.
- Echeita, G. (1988). Interacción social y desarrollo de conceptos sociales. En G. Mugny y J.A. Pérez, *Psicología Social del Desarrollo Cognitivo* (pp. 243-261). Barcelona: Anthropos.
- Ernst, G. W., y Newell, A. (1969). *GPS: A case study in generality and problem solving*. New York: Academic Press.
- Galperin, P. (1959). Desarrollo de las investigaciones sobre la formación de las acciones mentales. *La ciencia psicológica en la URSS*, vol. 1 (pp. 446-463). Moscú: Academia de Ciencias Pedagógicas de la RSFSR (En ruso).
- Galperin, P. (1969). Stages in the development of mental acts. En M. Cole & I. Maltzman (Eds.). *A handbook of contemporary soviet psychology* (pp. 249-273). New York: Basic Books.
- Galperin, P. (1987). Sobre la investigación del desarrollo intelectual. En M. Shuare y V. Davidov (compiladores). *La psicología evolutiva y pedagógica en la URSS*. Antología, (pp. 125-142). Moscú: Progreso.
- Gurova, L. L. (1976). *Análisis psicológico de la solución de problemas*. Voronezt: Universidad de Voronezt.
- Hall, J., y Watson, W. H. (1970). The effects of a normative intervention on group decision-making performance. *Human Relations*, 23, 299-317.
- Haugeland, J. (1988). *La Inteligencia Artificial*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Hinsley, D., Hayes, J.R., y Simon, H.A. (1977). From words to equations. En P. Carpenter y M. Just (comps.). *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Hutchins, E. (1980). *Culture and Inference: A Trobriand Case Study*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Hutchins, E., y Hazlehurst, B. (1991). Learning in the cultural process. En C. Langton, C. Taylor, J. D. Farmer y S. Rasmussen (eds.). *Artificial Life*. Redwood City, Calif.: Addison-Wesley.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Hutchins, E. (2000). Distributed Cognition. *Internacional Enciclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, IESBS. Recuperado el 14 de septiembre 2006, de <http://eclectic.ss.uci.edu/~drwhite/Anthro179a/DistributedCognition.pdf#search='Edwin%20Hutchins%2C%20Distributed%20Cognition'>
- Inhelder, B., Sinclair, H., y Bovet, M. (1975). *Aprendizaje y estructuras del conocimiento*. Madrid: Morata.
- Janis, I. L., y Frick, F. (1943). The relationship between attitudes toward conclusions and errors in judging logical validity syllogisms. *Journal of Experimental Psychology*, 33, 73-77.

- Johnson-Laird, P. N. (1970). The perception and memory of sentences. En J. Lyons (Ed.) *New Horizons in linguistics*. Harmondworth, Midds: Perguin.
- Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental model in cognitive science. *Cognitive Science*, 4, 71-115.
- Johnson-Laird, P. N. (1981). Comprehension as the construction of mental models. *Actas de la Royal Society of London B*, 295, 353-374.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mentals Models*. Cambridge: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1986). Capacidad de razonamiento deductivo. En R.J. Sternberg, *Las capacidades humanas: Un enfoque desde el procesamiento de la información*, (pp. 225-252). Barcelona: Labor.
- Lefford, A. (1946). The influence of emotional subject matter on logical reasoning. *Journal of General Psychology*, 34, 127-151.
- Leman, P. J. y Duveen, G. (2003). Gender identity, social influence and children's arguments. *Swiss Journal of Psychology*. 62 (3), 149-158
- Luria, A. R. (1979). *El cerebro en acción*. Barcelona: Fontanella. Conducta Humana, núm. 21.
- Luria, A. R. (1980 a). *Conciencia y Lenguaje*. Madrid: Pablo del Río.
- Luria, A. R. (1980 b). *Los procesos cognitivos*. Análisis Socio-Histórico. Barcelona: Fontanella. Conducta Humana, núm. 39.
- Luria, A. R. (1985). *Lenguaje y pensamiento*. Barcelona: Martínez Roca.
- Mayer, R. E. (1985). *El futuro de la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza.
- Mayer, R. E. (1986). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidós.
- McGuire, W.J. (1960). *A sillogistic analysis of cognitive relationship*. En M.J. Rosenberg y C.I. Hovland (Comp.). Attitude organization and change, Nueva Haven, Conn., Yale University Press.
- Micheline, T. H., y Chi, R. G. (1986). Capacidad de Resolución de Problemas. En R.J. Stenberg. *Las capacidades humanas: Un enfoque desde el procesamiento de la información*, (pp. 293-322). Barcelona: Labor.
- Miller, G.A., Galanter, E., y Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt, Rinehart y Winston.
- Minsky, M. (1985). *Society of Mind*. New York: Simon y Schuster.
- Montealegre, R. (1990). Papel del lenguaje en la solución de tareas espaciales por niños de edad preescolar. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 22 (2), 239-252.
- Montealegre, R. (1994). *Vygotski y la concepción del lenguaje*. Bogotá: Serie Cuadernos de Trabajo 8, Facultad de Ciencias humanas, Universidad Nacional de Colombia.
- Montealegre, R. (2005). La Actividad Humana en la Psicología Histórico-Cultural. *Revista Avances en Psicología Latinoamericana*, 23, 33-42.
- Newell, A., y Simon, H. A. (1972). *Human problem-solving*. Englewood Cliffs, N. J: Prentice-Hall.
- Pellegrino, J. W. (1986). Capacidad de razonamiento inductivo. En R.J. Sternberg, *Las capacidades humanas: Un enfoque desde el procesamiento de la información*, (pp. 253-291). Barcelona: Labor.
- Piaget, J. (1980). *Problemas de psicología genética*. Barcelona: Ariel.
- Piaget, J. (1981). *Seis estudios de psicología*. Barcelona: Seix Barral, S.A.
- Piaget, J. (1995). La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo. México, España, Argentina: Siglo Veintiuno.
- Rumelhart, D. E., y McClelland, J.L. (1986/1992). *Introducción al Procesamiento Distribuido en Paralelo*. Madrid: Alianza Psicología.
- Sells, S. B. (1936). The atmosphere effect: an experimental study or reasoning. *Archives of Psychology*, 200.
- Simon, H. A. (1974). *How big is a chunk*. Science, 183, 482-488.
- Simon, H. A., y Newell, A. (1964). Information processing in computers and man. *American Scientist*, 52, 281-300.
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge Mass.: Harvard University Press.

- Vygotski, L. S. (1930/1984). Instrumento y Signo en el desarrollo del niño. En L.S. Vygotski, *Obras Escogidas*, VI (pp. 6-90). Moscú: Pedagógica (En ruso).
- Vygotski, L. S. (1989). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica-Grijalbo.
- Vygotski, L. S. (1934/1993). Pensamiento y Lenguaje, En L.S. Vygotski, *Obras Escogidas*, II. Madrid: Aprendizaje Visor.
- Vygotski, L.S. (1931/1995). Historia del Desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores, En L.S. Vygotski, *Obras Escogidas*, III. Madrid: Aprendizaje Visor.
- Wartofsky, M. W. (1973). *Models: representation and the scientific understanding*. Dordrecht, Holland: D. Reidel.
- Wertsch, J. V. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.
- Wertheimer, M. (1945/1991). *El pensamiento productivo*. Barcelona: Paidós. Cognición y desarrollo humano.
- Woodworth, R. S., y Sells, S. B. (1935). An atmosphere effect in formal syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 451-460.
- Yakimanskaya, I. S. (1985). *Conocimiento y pensamiento en el escolar*. Revista Conocimiento, 9 (en ruso).
- Zack, V., y Graves, B. (2001). Making mathematical meaning through dialogue: “Once you think of it, the Z minus three seems pretty weird”. *Educational studies in mathematics*, 46, (1-3), 229-271.

Fecha de recepción: febrero de 2007

Fecha de adaptación: julio de 2007