

# TED

Tecné, Episteme y Didaxis: TED

ISSN: 2665-3184

revistated.fct@gmail.com

Universidad Pedagógica Nacional

Colombia

Zapata Castañeda, Pedro Nel; Cárdenas Salgado, Fidel Antonio; Rendón, Margarita Rosa

La asimilación de conceptos: un modelo basado en procesos cognitivos

Tecné, Episteme y Didaxis: TED, núm. 27, enero-junio, 2010, pp. 8-24

Universidad Pedagógica Nacional

Bogotá, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614265301002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## La asimilación de conceptos: un modelo basado en procesos cognitivos ■

Artículo recibido: 03-11-2009 | Artículo aprobado: 12-03-2010

Concepts Assimilation – A Model Based on Cognitive Processes

Pedro Nel Zapata Castañeda. Dr. Educación\*

Fidel Antonio Cárdenas Salgado Ph. D.\*\*

Margarita Rosa Rendón\*\*\*

■ **Resumen:** A continuación se presentan los resultados de una investigación realizada sobre los procesos cognitivos implicados en la asimilación, la inclusión y la elaboración de relaciones entre conceptos en el contexto de enseñanza y aprendizaje de la ciencia química. Los resultados muestran una mayor dificultad en el dominio de los procesos cognitivos relacionados con la elaboración de relaciones conceptuales de segundo orden, y señalan la dependencia de dichos procesos respecto a los contenidos a los que se aplica y su independencia respecto a otros procesos cognitivos, que confirman tesis como las de Allport (1980) sobre la especificidad neuronal a patrones específicos de información y el procesamiento de información en paralelo.

■ **Abstract:** This article presents the results from a research project carried out on cognitive processes involved in the assimilation, inclusion and development of relations among concepts in the teaching-and-learning context of Chemistry. Results show a great difficulty to master the cognitive processes related to the development of second-order conceptual relations, pointing out the dependence of such processes on contents in which they are applied to and an independence from other cognitive processes, supporting some thesis, such as Allport's (1980) on neuronal specificity to specific information patterns and processing parallel information.

**Palabras clave:** procesos de pensamiento, asimilación de conceptos.

**Keywords:** Thinking Processes, Concepts Assimilation

\* Profesor Departamento de Química y Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Pedagógica Nacional pzapata@pedagogica.edu.co

\*\* Profesor Departamento de Química y Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Pedagógica Nacional cardenas@pedagogica.edu.co

\*\*\* Profesora Departamento de Ciencias Básicas Universidad de la Salle mrendon@unisalle.edu.co

## Problema de investigación

Aunque si bien se han estudiado procesos como la subsunción derivada, la subsunción correlativa, los aprendizajes supraordinados y combinatorios (Ausubel, 2002) y, adicionalmente, procesos como la codificación (Alba y Hasher (1983) y la inferenciación (Amnestoy, 1998; Clark, 1977; Graesser y Bower, 1990; Domenech, 1995), éstos se han estudiado como procesos separados o siguiendo un modelo que supone una jerarquía entre ellos sin determinar a ciencia cierta el orden de su construcción jerárquica.

Así pues, parecería obvio que la codificación es un proceso previo a la inferenciación y éste, a su vez, un proceso previo a la construcción de relaciones de segundo orden (Extensión). No obstante, ¿cuál de estas perspectivas representa realmente el funcionamiento cognitivo de las personas?

Según Gardner (2001, p.331), “algunas escuelas cognitivas se apoyan fuertemente en el modelo de la computadora en serie de propósito general: (...) habilidades generales para resolver problemas que se pueden poner en movimiento para cualquier problema enunciado en forma clara. Según Gardner, “este enfoque ha tenido más éxito que los de generaciones anteriores, pero también ha demostrado que es inadecuado y, a veces, equivocado, para el análisis de los procesos psicológicos fundamentales”.

No obstante, algunos teóricos han planteado puntos de vista que ponen en duda la centralidad de un modelo que propone mecanismos generales de la mente “de amplio propósito”. El psicólogo inglés Allport, ha propuesto que la mente humana se considere mejor como innumerables sistemas de producción independientes: estas unidades de cómputo operan en paralelo (más que en serie) y cada una está diseñada

específicamente para determinada clase de información y activada por ella. Según Allport (1980) (citado por Gardner, 2001) todo sistema de información depende del contenido: nuestras actividades cognitivas no están relacionadas con la cantidad de información que debe procesarse, sino con la presencia de patrones particulares a los cuales deben resonar estructuras neurales específicas. Según este autor, los sistemas de producción sencillamente trabajan en paralelo, en los cuales los que inician las operaciones sencillamente llevan la mayor carga.

Fodor (1983) (Citado por Gardner, 2001), apoyándose en estudios sobre la competencia lingüística y del procesamiento visual, algunos inspirados por su colega Noam Chomsky, afirma que es mejor considerar los procesos mentales como módulos independientes o “encapsulados” en los cuales cada uno opera de acuerdo con sus propias reglas y mostrando sus propios procesos.

Con base en los planteamientos anteriores, el problema que orientó la investigación consistió en examinar si los procesos cognitivos relacionados con la codificación, la inferenciación y la extensión operan de forma serial o, por el contrario, son procesos que operan de forma independiente, siguiendo un modelo de procesamiento de información en paralelo.

## Metodología

### Diseño de la investigación

En esta investigación se empleó un diseño longitudinal del tipo  $O_1, O_2 \dots O_n$ , el cual se caracteriza por comprender varias observaciones realizadas a los miembros de un mismo grupo en tiempos diversos. Específicamente, a los estudiantes de la población

se les aplicaron tres instrumentos en tiempos distintos para la evaluación de cada uno de los procesos cognitivos relacionados con la codificación, identificación y construcción de relaciones o inferencias con otros conceptos y la extensión o aplicación de las inferencias a nuevos conceptos. Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron ocho conceptos en el contexto disciplinar de la ciencia química, a saber: electrolito, enlace iónico, reacción química, gases, cristal covalente, fuerza intermolecular, mezcla y coloide. Las áreas temáticas de la ciencia química en las que se trataron los conceptos seleccionados fueron: propiedades periódicas de los elementos químicos, enlace químico y estados de agregación de la materia.

**Población objeto de estudio**

Estuvo conformada por 41 estudiantes que cursaron el segundo semestre del plan de estudios del programa de Licenciatura en química en la Universidad Pedagógica Nacional ubicada en la ciudad de Bogotá.

**Sistema de indicadores**

Con base en lo señalado en el marco conceptual, en la tabla 1, se describen los indicadores tenidos en cuenta para el estudio de cada uno de los procesos cognitivos. Tales indicadores se entienden como desempeños que se evidencian a través de lo que los estudiantes de la población escriben en las distintas pruebas de lápiz y papel empleadas en la investigación.

Los procesos cognitivos son procesos mentales mediante los cuales se codifica y transforma la información exterior (estímulos, ideas, conceptos) con el fin de producir modificaciones y reestructuraciones en la estructura cognitiva. Desde esta perspectiva, algunos de los procesos cognitivos implicados en la asimilación de conceptos a la estructura cognitiva pueden describirse como sigue a continuación:

**Codificar:** Construcción de una relación (r) entre la nueva información (ni) con el conocimiento previo (cp) que ya se posee.

Proceso Cognitivo	Desempeño
Codificación	Percepción de la información
	Asociación de la información
	Formulación de un significado
Inferenciación	Construcción de relaciones entre pares de conceptos
	Identificación de relaciones entre conceptos
	Construcción de una relación específica a partir de un concepto.
Extensión	Construcción de relaciones de segundo orden
	Selección de conceptos para construir relaciones de segundo orden

**Tabla 1.** Desempeños según el proceso cognitivo

La codificación puede ser una atribución o una jerarquización.

**Inferir:** La elaboración de inferencias puede implicar varios aspectos, a saber, la construcción de una relación entre dos o más conceptos, la identificación de una relación previamente construida o la construcción de una relación específica a partir de un concepto ya asimilado a la estructura cognitiva.

**Construir relaciones de segundo orden:** A partir de una relación específica (r) entre dos conceptos (c1) y (c2), construir una relación igual (¿r?) entre dos nuevos conceptos, (c3) y (c4), en un contexto diferente. Extensión 1:

**Seleccionar conceptos para construir relaciones de segundo orden:** A partir de una relación específica (r) entre dos conceptos (c1) y (c2), construir una relación igual (¿r?) a partir de un nuevo concepto (c3) en un contexto diferente Extensión 2.

### Técnicas e instrumentos de recogida de información

Las pruebas diseñadas para la caracterización de los procesos cognitivos son pruebas de lápiz y papel cuyos ítems son de base semiestructurada, de respuesta guiada, en tanto que la información contenida en el ítem orienta el empleo del proceso cognitivo estudiado.

Todas las pruebas que se diseñaron, se aplicaron durante el desarrollo normal del curso de química general al terminar respectivamente las distintas temáticas señaladas anteriormente. La solución de cada prueba se desarrolló en forma individual. Los estudiantes no tuvieron un tiempo límite para el desarrollo de las distintas pruebas y cada uno las entregó cuando consideró que había terminado. En general, el tiempo que los estudiantes dedicaron al desarrollo de

las pruebas en cada sesión osciló entre una hora y una hora y treinta minutos.

Antes del desarrollo de las pruebas se explicó a los estudiantes cada uno de los procesos cognitivos. La orientación dada pretendió evitar la no contestación de las pruebas debido al desconocimiento por parte de los estudiantes de términos como “inferencia”, “atribución” o “categorización” cuyo significado no es claro para la mayoría de ellos.

A continuación se describen las características de los ítems diseñados para la evaluación de cada uno de los procesos cognitivos.

## A. Codificar

### Formulación de un significado

Puesto que la percepción y la asociación de la información son procesos mentales que no se pueden evidenciar, la codificación se evalúa específicamente a través de la formulación de un significado. En esta primera parte de la prueba se examinó el desempeño de los estudiantes al codificar información expresada en palabras, las cuales representan conceptos, a partir de los cuales deben construir una oración válida y correctamente escrita que exprese un significado. La consigna presentada en la prueba y algunos ejemplos se ilustran a continuación:

#### Consigna:

*A continuación encontrará un conjunto de palabras, símbolos, dibujos o gráficos. En frente de cada uno escriba lo que para Ud. significa cada uno de ellos. En lo posible, para cada significado escrito procure no sobrepasarse del límite fijado por la línea. Cada oración correctamente escrita y de contenido válido, vale 1 punto.*

**Ejemplos:***a. Fuerza intermolecular*

---

*b. Mezcla*

---

*c. Coloide*

---

**B. Inferir**

Las inferencias consisten en el establecimiento de relaciones entre diversos objetos, fenómenos o situaciones a través de los conceptos que los representan.

En esta prueba se examinaron tres aspectos relativos a la construcción de inferencias, a saber: en la primera, a través de pares de conceptos, se examinó si el estudiante puede elaborar relaciones entre ellos que expresen categorías o atribuciones; en la segunda, se examinó si el estudiante puede identificar la relación existente entre dos conceptos y, en la tercera, se examinó si el estudiante, dado un concepto, puede elaborar relaciones con otros conceptos que expresen categorizaciones o atribuciones. A continuación se describen con más detalle cada uno de estos procesos cognitivos.

**Construir una relación (r) entre dos conceptos**

Aquí se examinó el desempeño de los estudiantes al construir relaciones entre pares de palabras. La relación construida representa el proceso de inferenciación que hace el estudiante. La consigna presentada en la prueba y algunos ejemplos se ilustran a continuación:

**Consigna:**

*A continuación encontrará un conjunto de pares de palabras, símbolos, dibujos y gráficos. Escriba en frente una oración que exprese una relación entre los términos de cada par. En lo posible, para cada oración procure no sobrepasarse del límite fijado por la línea. Si no escribe se entenderá que no encuentra relaciones entre los términos de cada par. Cada oración correctamente escrita y de contenido válido, vale 1 punto.*

**Ejemplos:**

*a. Puente de hidrogeno –  
Fuerza intermolecular*

---

*b. Solución– mezcla.*

---

**Identificar (i) una relación existente ya construida entre dos conceptos**

En esta parte se examinó el proceso de pensamiento relacionado con la identificación de una relación existente entre dos términos o palabras clave involucradas en una oración. Como en el caso anterior la identificación de una relación se constituye en un proceso de inferenciación pues aunque la relación ya está dada, no se hace evidente al estudiante sino solo a través del proceso de inferirla para luego clasificarla dentro de los diversos tipos de relaciones que se pueden establecer. (Atribución, categorización, parte todo). La consigna presentada en esta prueba y algunos ejemplos se ilustran a continuación:

**Consigna:**

Para cada una de las oraciones que se escriben a continuación, escriba en frente el tipo

de relación (de acuerdo a los tipos de relaciones anteriormente descritas) que se establece entre las palabras subrayadas.

**Ejemplo:**

a. La mayor parte de los coloides tiene un aspecto turbio y opaco.

¿Tipo de relación existente entre los términos subrayados?

---

b. En una mezcla homogénea solo se observa una fase

¿Tipo de relación existente entre los términos subrayados?

---

**Construir una relación específica a partir de un concepto**

En esta parte de la prueba se examinó el desempeño de los estudiantes al elaborar una relación específica a partir de una palabra mostrada. A diferencia de las pruebas anteriores en las que el estudiante debe construir o identificar una relación entre los pares de palabras, en esta prueba se le da una palabra y se le pide que elabore una relación específica con otros términos o símbolos que él puede escoger libremente. La consigna presentada en la prueba y algunos ejemplos se ilustran a continuación:

**Consigna:**

*Para cada una de las palabras, símbolos, gráficos o dibujos que se muestran a continuación escribe en cada casilla una oración que exprese una relación de categorización y una relación predicativa. Cada oración correctamente escrita y de contenido válido, vale 1 punto.*

**Ejemplos:**

Concepto	Categorización	Predicativa
Fuerza intermolecular		
Mezcla		

**Tabla 2.** Para elaborar relaciones específicas

**C. Extensión**

Como se explicó en el marco conceptual, la extensión puede ser entendida como un proceso de “transferencia”, en el que un proceso cognitivo puede ser empleado en diversos contextos. A continuación se describen con más detalle los procesos cognitivos estudiados.

**Construir relaciones de segundo orden ( Extensión 1)**

En esta parte de la prueba se evaluó el desempeño de los estudiantes para elaborar una relación igual a una mostrada, pero en un contexto diferente. Este proceso implica primero, identificar la relación existente entre las palabras que representan los conceptos involucrados en una oración y, segundo, conocida esta relación, elaborar una nueva oración que represente esta misma relación entre dos conceptos nuevos y distintos a los mostrados. La extensión de la relación identificada a un contexto distinto, supone la elaboración de una relación entre dos términos nuevos a los que se aplica. La consigna presentada en la prueba y algunos ejemplos se ilustran a continuación:

**Consigna:**

A continuación encontrará una oración la cual expresa una relación entre los términos subrayados. Construye una nueva oración en el contexto de la ciencia química que exprese una relación similar a la señalada en la oración. Cada oración correctamente escrita y de contenido válido, vale 1 punto.

**Ejemplo:**

a. La mayor parte de los coloides tiene un aspecto turbio y opaco.

Nueva oración:

---

b. Las fuerzas intermoleculares se producen por atracciones electrostáticas entre especies positivas y negativas.

Nueva oración:

---

## Seleccionar conceptos para construir relaciones de segundo orden (Extensión 2)

En esta última parte se evaluó el desempeño de los estudiantes al elaborar una relación similar a una mostrada pero con una palabra o término considerada como básica dentro de la relación. Específicamente, el estudiante debe identificar la relación existente entre dos términos o símbolos en una oración mostrada; identificada esta relación, y dada una palabra o símbolo, debe construir una relación igual a la mostrada. La consigna presentada en la prueba y algunos ejemplos se ilustran a continuación:

**Consigna:**

A continuación encontrará una oración que representa una relación entre los tér-

minos subrayados. Adicionalmente, en frente de cada oración encontrará entre paréntesis unas palabras con las cuales debe completar o construir una oración, en el contexto de la ciencia química, que exprese una relación igual a la mostrada. Cada oración correctamente escrita y de contenido válido, vale 1 punto.

**Ejemplo:**

a. La mayor parte de los coloides tiene un aspecto turbio y opaco.

(Mezcla heterogénea):

---

b. Las fuerzas intermoleculares se producen por atracciones electrostáticas entre especies positivas y negativas.

(Tensión superficial):

---

En general, en las distintas pruebas señaladas anteriormente se examinaron las oraciones que los estudiantes de la población escribieron y se analizó, específicamente, no solo el valor de verdad de la oración en el contexto de la disciplina sino, además, la estructura sintáctica de la oración.

## Resultados

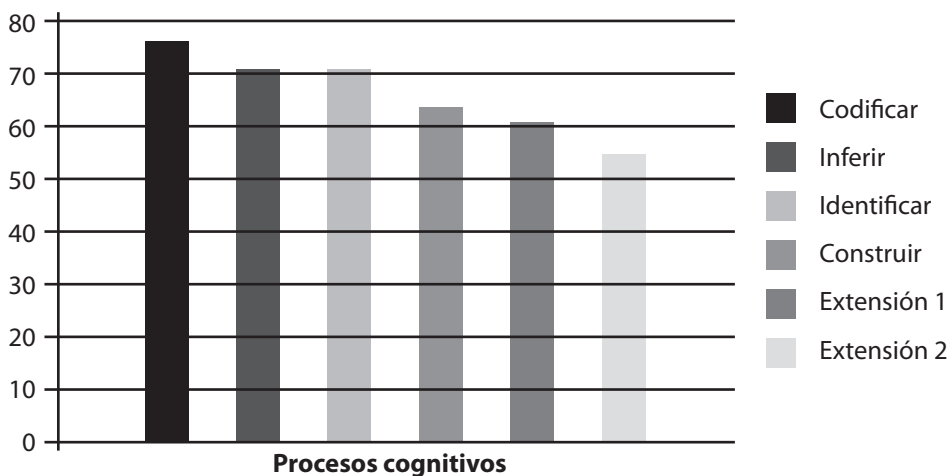
La tabla 3 representa el número y porcentaje de estudiantes que llevó a cabo cada uno de los procesos cognitivos estudiados según los conceptos empleados. Obsérvese también en esta tabla que se presenta una disminución gradual en el porcentaje promedio de estudiantes que logran llevar a cabo los procesos cognitivos a medida que se avanza desde la codificación hasta la construcción de relaciones de segundo orden.



Conceptos Clave	Proceso cognitivo											
	Codificar (a)		Inferir (b)		Identificar (c)		Construir (d)		Extensión 1 (e)		Extensión 2 (f)	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Electrolito	33	80	29	71	35	85	49	60	22	54	14	34
Enlace Ion.	32	78	23	56	26	63	46	56	30	73	28	68
Reac. Quím.	30	73	31	76	33	80	45	55	22	54	27	66
Gas	34	83	34	83	30	73	58	71	26	63	23	56
Cristal Cov.	29	71	29	71	21	51	44	54	17	41	13	32
Fza.Intemlc.	35	85	23	56	36	88	63	77	24	59	20	49
Mezcla	31	76	31	76	21	51	56	68	23	63	27	66
Coloide	24	59	32	78	30	73	56	68	30	73	26	63
Promedio	<b>31</b>	<b>76</b>	<b>29</b>	<b>71</b>	<b>29</b>	<b>71</b>	<b>52</b>	<b>64</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>22</b>	<b>54</b>
Desvi.Estand	3,5	8,2	4,0	9,9	5,9	14,3	7,0	8,5	4,4	10,6	6,0	14,5

**Tabla 3.** Número y porcentaje de estudiantes que emplean los procesos cognitivos según concepto.

**% Porcentaje promedio**



**Gráfica 1.** Porcentaje promedio de estudiantes que llevan a cabo los procesos cognitivos

La codificación se entiende como aquel proceso cognitivo mediante el cual se transforma o cambia una información en una representación mental, una condición o un nuevo estado. En el caso particular de esta investigación, la información que se presenta al estudiante está constituida por un conjunto de palabras aisladas cada una de las cuales debe ser codificada. Las palabras constituyen así la forma de representar los conceptos según el propio sistema de significación de cada persona.

Existen diversos factores que pueden afectar el proceso de codificación de los conceptos clave presentados. En primer lugar, los estudiantes que fracasan en la codificación de alguno de ellos, puede que durante el aprendizaje inicial del concepto no hayan logrado establecer los atributos definitorios y característicos del concepto. Así pues, si durante el aprendizaje inicial de un concepto el estudiante no ha tenido la oportunidad de llevar a cabo un proceso de abstracción o conceptualización propio, es posible que la información no haya sido asimilada a la estructura cognitiva por lo que fácilmente resulta olvidada. Por supuesto, la codificación posterior del concepto, cuando este es nuevamente presentado, resulta difícil pues no existen ideas previas que posibiliten la relación con la información presentada.

En este sentido, es claro que en las pruebas sobre codificación diseñadas y empleadas solo se presenta el concepto clave por lo que no existe información contextual adicional que permita a los estudiantes apoyarse en ella para codificar cada uno de los conceptos. De esta manera, el estudiante debe hacer un esfuerzo mayor al tener que codificar el concepto pues no se proporcionan conceptos ni relaciones adicionales que posibiliten su recuperación en la memoria a corto o largo plazo.

Por otra parte, puede que el fracaso de algunos estudiantes en la codificación de ciertos conceptos se deba a dificultades en la asequibilidad originadas por la diferencia entre los esquemas mentales que el estudiante pone en juego durante el aprendizaje inicial y los que pone en juego durante la realización de una prueba. Desde esta perspectiva, un esquema puede definirse de una manera algo informal como una estructura de conocimiento sobre algún tema o, de una manera más técnica, como una estructura de datos para representar conceptos genéricos en la memoria. Como tal, un esquema dirige a la vez la aceptación y la recuperación de la información; afecta la forma como procesamos la nueva información y recuperamos la información antigua de la memoria (Rumelhart, 1980).

Adicionalmente, es posible también que la dificultad para codificar los conceptos por cerca del 24% de los estudiantes se deba a un fallo en la recuperación. Así pues, la ausencia de una clave o estímulo de recuperación o la falta de relación de un concepto con otros, origina que aquel sea fácilmente olvidado o permanezca sin significado en la estructura cognitiva de la persona.

Los resultados muestran además que la codificación en la mayoría de los casos resulta ser una atribución de cualidades al concepto presentado. En menor proporción se presentan durante la codificación la construcción de jerarquías o relaciones con otros conceptos que den cuenta de subordinaciones, supraordinaciones o aprendizajes de tipo combinatorio.

En el caso de la construcción de inferencias, es claro que aun durante la codificación inicial de un término o palabra dada se establecen inferencias, las cuales se deducen más allá del concepto clave presentado. La codificación es pues un proceso que en si

mismo da cuenta de las relaciones que se establecen entre la información presentada y la información o conocimiento previo que posee la persona. No obstante, en el caso de la prueba sobre inferencias entre pares de palabras, estas relaciones se hacen mucho más específicas lo que puede traducirse en mayores dificultades para el estudiante. Adicionalmente, una vez que las palabras a relacionar son codificadas, la tarea para el sujeto consiste en encontrar la relación específica entre ellas, lo que supone una demanda cognitiva adicional.

Los resultados mostraron también que algunos estudiantes que codificaron los conceptos dados no pudieron elaborar o construir una relación con otro concepto dado, lo que podría explicarse por dos razones, la primera relacionada con la dificultad para codificar las palabras a relacionar y, la segunda, con la dificultad para hallar la relación específica entre las palabras. En este caso es posible también que una persona codifique cada concepto por separado sin que pueda establecer la relación entre ellos. Esto mostraría, en consecuencia, la tendencia durante los procesos de aprendizaje inicial a asimilar la información de manera aislada debido a la mayor demanda cognitiva que supone establecer relaciones entre conceptos.

Por otra parte, también se observan casos en los que el concepto dado inicialmente no fue codificado, pero fue involucrado en una relación válida con otro concepto. Esto supondría que el concepto que se presenta como par puede “disparar” o favorecer la elaboración, o recuerdo, del significado de un concepto, al parecer, inicialmente sin significado o con un significado erróneo. No obstante, no es posible establecer que las dificultades en la codificación inicial de un concepto determinen la imposibilidad de relacionarlo posteriormente con otros. Ahora bien, puesto que las

palabras a relacionar aparecen como pares, es claro que las inferencias elaboradas por los estudiantes son completamente extra-textuales pues no se derivan de la información proporcionada por un texto sino del conocimiento previo que poseen los estudiantes. En este sentido, la inferencia puede ser vista como una construcción que hace la persona a partir del conocimiento previo que ya posee.

Respecto a la identificación de una relación entre un par de conceptos dados en una oración, los resultados muestran que las dificultades para identificar la relación son fundamentalmente de dos tipos; la primera se refiere al hecho de que los estudiantes no logran identificar qué tipo de relación existe entre los conceptos involucrados y, la segunda, se refiere al hecho de que los estudiantes no logran distinguir una relación de atribución de otra de categorización o parte-todo.

Así pues, aunque en el lenguaje cotidiano las personas relacionan diversidad de hechos, situaciones, fenómenos y objetos, todos ellos conceptualizados de forma particular, es evidente que no son conscientes de las diversas relaciones que se pueden establecer entre los conceptos y aun así, tampoco este conocimiento (metacognición) asegura la adecuada identificación de las relaciones expresadas a través del lenguaje.

La relación de atribución o predicación se entiende como la manifestación de una o varias propiedades intrínsecas que posee un objeto o fenómeno y/o de su “capacidad” para producir (o ser producido) otro fenómeno a través de una relación general del tipo causa-efecto.

En el contexto disciplinar, por ejemplo, de la química, afirmar que el puente de hidrógeno se forma por la atracción elec-

trost tica entre un átomo de hidrógeno de una molécula de agua y un átomo de oxígeno de otra molécula de agua, es distinto de afirmar que el puente de hidrogeno es una fuerza intermolecular. Aunque ambas afirmaciones son ciertas, la primera se refiere a una atribución, mientras que la segunda se refiere a una categorización en la que se relaciona un miembro con una clase. Estas distinciones sutiles son las que permiten diferenciar los significados que las personas le atribuyen a los conceptos y sus relaciones.

Por otra parte, el contexto disciplinar plantea además una cierta especificidad de las relaciones entre los conceptos denominados científicos, pues estos, en cierta medida, están más delimitados en cuanto a sus formas de representación y comprensión lo que limita, además, las relaciones que se puedan establecer entre unos y otros.

Respecto a la construcción de relaciones de primer y segundo orden, los resultados muestran un alto número de ítems no contestados, posiblemente debido a la dificultad que supone la prueba. Parece evidente que la construcción de una relación supone mayor dificultad que la identificación pues, en la construcción, el estudiante debe "apelear" a sus conocimientos, bien o mal asimilados, relacionados o no, para construir una relación específica solicitada (categorización o atribución). La prueba así diseñada, lo mismo que las anteriores, es semiestructurada, en el sentido que impone una restricción al estudiante al tener que incluir dentro de la relación construida el concepto clave dado en la prueba.

Como en los casos anteriores, la construcción de la relación solicitada tiene como condición que el estudiante pueda codificar la palabra presentada o, de lo contrario, es muy poco probable que pueda construir cualquier tipo de relación con otros concep-

tos. Adicionalmente, aunque el estudiante pueda codificar el concepto clave presentado, debe poder comprender que significa una atribución o categorización y construir una oración que represente estas relaciones.

De la misma manera, los resultados son un indicador de la capacidad de los estudiantes para integrar proposiciones que relacionan diversos conceptos, y no solo conceptos definidos por sus atributos. Así pues, los resultados muestran que los estudiantes pueden en algunos casos elaborar extensiones a nuevos contextos mientras que en otros no, lo que reflejaría que la dificultad dependería no de la ausencia del proceso cognitivo sino de la falta de capacidad de los estudiantes para encontrar otros conceptos a los cuales se aplique la misma relación.

Finalmente, al hacer un análisis de los datos anteriores, se puede observar que no existe una regularidad en el porcentaje de estudiantes que aplican los procesos cognitivos en cada uno de los conceptos clave estudiados. Así pues, en algunos conceptos como los de gas y cristal covalente es posible observar una disminución gradual en el porcentaje de estudiantes que logran aplicar los procesos cognitivos desde la codificación hasta la extensión de las relaciones a nuevos contextos, lo que supondría un nivel de dificultad creciente en estos procesos cognitivos.

No obstante, en los demás conceptos clave estudiados no se observa esta tendencia ya que, por ejemplo, en conceptos como los de coloide, mezcla, reacción química y enlace iónico, los procesos cognitivos relacionados con la extensión de relaciones a nuevos contextos resultaron de menor dificultad que procesos como la construcción e identificación de relaciones entre conceptos.

Estos resultados muestran, por un lado, que los procesos cognitivos no operan independientemente de los contenidos a los que se aplican y confirmarían tesis no demostradas como la de Allport (1980), según la cual las actividades cognitivas no están relacionadas con la cantidad de información que debe procesarse, sino con la presencia de patrones particulares a los cuales deben resonar estructuras neurales específicas.

Por otra parte, estos mismos resultados mostrarían que los procesos cognitivos, que representan en general un mayor nivel de dificultad para las personas, no son necesariamente los relacionados con la codificación, la elaboración de inferencias y la identificación de relaciones, sino con aquellos que implican un mayor esfuerzo por elaborar relaciones nuevas y, si se quiere, transversales, entre conceptos de distintos campos o dominios. Es decir, los resultados muestran que evidentemente la selección de conceptos para la construcción de relaciones de segundo orden (Extensión 2) , según como se explicó en el marco conceptual de esta investigación, representa para los estudiantes de la población un proceso cognitivo más complejo que la construcción de relaciones de segundo orden y los procesos cognitivos precedentes.

## Los procesos de pensamiento como sistema de producción independiente

Como muestran los resultados, la codificación de un concepto no asegura que efectivamente pueda ser relacionado con otros conceptos en la estructura cognitiva del estudiante. No obstante, aunque los resultados mostrados en la Tabla 3 señalan un mayor nivel de complejidad de los procesos cognitivos a medida que se avanza desde la codificación hasta la construcción de rela-

ciones de segundo orden, se hace necesario ahora examinar para los estudiantes de la población la relación entre cada uno de los procesos cognitivos estudiados

Puesto que se ha empleado una puntuación dicotómica (0 o 1) para los resultados obtenidos, la correlación entre las puntuaciones en cada uno de los procesos cognitivos para cada concepto se puede hallar a través del coeficiente Q de Yule para variables dicotómicas. (Ver Tabla 4).

Los datos registrados en la tabla 4, muestran, para ciertos conceptos, correlaciones muy fuertes (p.ej. d-e del concepto electrolito; b-d del concepto enlace iónico), correlaciones sustanciales (p.ej. c-e de los conceptos cristal covalente, fuerza intermolecular, mezcla y coloide; a-c de los conceptos cristal covalente y coloide), correlaciones moderadas (p.ej. d-e de los conceptos enlace iónico y reacción química; a-e del concepto electrolito), correlaciones bajas (p.ej. a-b de los conceptos electrolito, cristal covalente, fuerza intermolecular y mezcla; a-d de los conceptos enlace iónico, reacción química, cristal covalente) y ninguna correlación (p.ej. a-b del concepto enlace iónico; b-c de los conceptos enlace iónico, reacción química y gas).

Con el fin de interpretar mejor los resultados obtenidos en las correlaciones entre los distintos procesos cognitivos, la tabla 5 muestra el valor de las desviaciones estándar para cada uno de los promedios señalados en la tabla 4. (Ver Tabla 5).

En general, de las 15 correlaciones calculadas, 4 se encuentra en el rango de correlación baja (0,10 a 0,29), 9 se encuentra en el rango de correlación moderada (0,30 a 0,49) y 2 en el rango de correlación sustancial (0,50 a 0,69). Como se observa, estos resultados permiten afirmar que cerca del

Correlación	Concepto								
	Elec-trolito	Enlace lónico	Reac. Quím.	Gas	Cristal Covlt	Fuerza. Interm.	Mez-cla	Coloide	Pro-medio
a-b	0,13	0,01	0,10	0,83	0,14	0,25	0,16	0,58	0,28
a-c	0,11	0,09	0,30	0,41	0,53	0,15	0,29	0,56	0,30
a-d	0,54	0,19	0,20	0,61	0,23	0,09	0,40	0,64	0,36
a-e	0,38	0,15	0,27	0,71	0,24	0,20	0,35	0,56	0,36
a-f	0,39	0,65	0,21	0,31	0,22	0,41	0,17	0,06	0,30
b-c	0,11	0,08	0,02	0,05	0,19	0,17	0,23	0,48	0,17
b-d	0,51	0,79	0,55	0,61	0,52	0,23	0,72	0,56	0,56
b-e	0,04	0,45	0,57	0,47	0,24	0,29	0,10	0,20	0,30
b-f	0,03	0,48	0,41	0,03	0,51	0,34	0,17	0,21	0,27
c-d	0,11	0,85	0,11	0,33	0,28	0,08	0,25	0,05	0,26
c-e	0,45	0,25	0,38	0,01	0,60	0,52	0,52	0,54	0,41
c-f	0,02	0,06	0,39	0,50	0,67	0,20	0,14	0,66	0,33
d-e	0,71	0,33	0,49	0,80	0,21	0,27	0,44	0,42	0,46
d-f	0,39	0,70	0,52	0,09	0,20	0,22	0,55	0,16	0,35
e-f	0,52	0,26	0,66	0,63	0,54	0,60	0,58	0,47	0,53

**Tabla 4.** Correlación Q de Yule según procesos cognitivos y concepto.

Nota: a (codificación), b (inferir), c (identificar), d (construir), e (construir relaciones de segundo orden), f (seleccionar conceptos para construir relaciones de segundo orden)

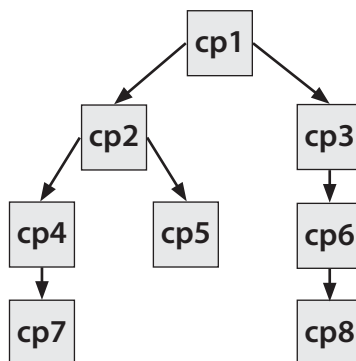
Correlación	a-b	a-c	a-d	a-e	a-f	b-c	b-d	b-e	b-f	c-d	c-e	c-f	d-e	d-f	e-f
Promedio	0.28	0.30	0.36	0.36	0.30	0.17	0.56	0.30	0.27	0.26	0.41	0.33	0.46	0.35	0.53
Desv. Std.	0.28	0.18	0.21	0.19	0.18	0.15	0.17	0.19	0.19	0.26	0.19	0.26	0.21	0.22	0.13

**Tabla 5.** Promedio de correlaciones y desviación estándar según procesos cognitivos

85% de las correlaciones analizadas están en los rangos de moderadas y bajas lo que sustenta la afirmación según la cual los procesos cognitivos no operan de forma dependiente entre sí, sino que su operación depende en mayor medida del contenido al que se aplican.

En este sentido, los valores altos de la desviación reflejan que para ciertos conceptos es posible que la codificación y la elaboración de inferencias operen como procesos dependientes, mientras que para otros conceptos operan de forma independiente. De esta manera, se refuerza la idea según la cual los procesos cognitivos operan con mucha mayor dependencia del contenido, más que de otros procesos cognitivos considerados como requisitos.

paración de rasgos, en el sentido de que los conceptos no se almacenan en redes jerárquicas sino en conjuntos de rasgos correspondientes a sus atributos comunes y específicos. Las siguientes figuras ilustran cada uno de estos modelos.

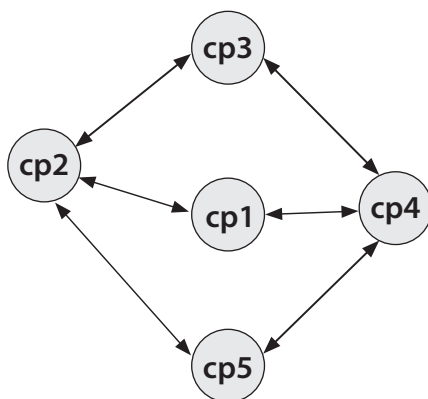


**Figura 2.** Modelo de red jerárquica de la memoria semántica.

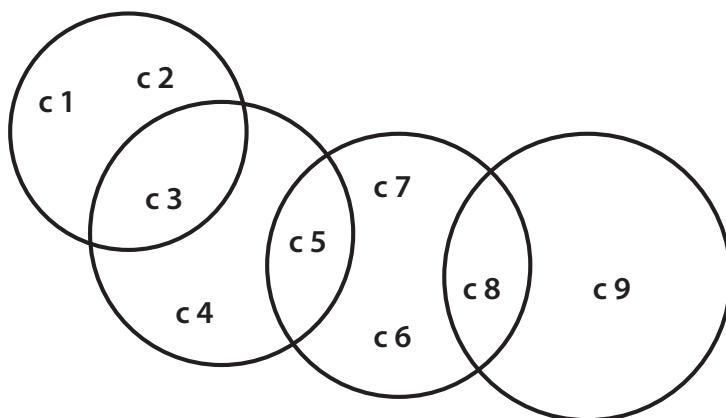
## Discusión

Los resultados así obtenidos aportan elementos a los modelos de procesamiento distribuido en paralelo en el sentido de que un sujeto puede emplear un proceso cognitivo sin necesidad de acudir a otros, para operar sobre los conceptos. Las relaciones que las personas establecen entre los conceptos no necesariamente son de naturaleza jerárquica, sino que pueden consistir en conjuntos de atributos y relaciones más o menos diferenciados unos de otros.

Siguiendo los modelos de representación de la memoria semántica, los resultados obtenidos en esta investigación hablan a favor de los modelos de com-



**Figura 3.** Modelo de red no jerárquico



**Figura 4.** Modelo de comparación de rasgos

Desde esta perspectiva, deben distinguirse dos aspectos de la estructura cognitiva, por un lado los contenidos y, por otro lado, los procesos que operan sobre dichos contenidos. Ahora bien, estos dos aspectos son indisolubles, pues los conceptos adquieren significado en la medida en que el sujeto, por una parte, puede definir sus atributos a través de reglas como la afirmación o la negación y, por otra parte, puede relacionarlos con otros conceptos en su estructura cognitiva. Estas relaciones son las que precisamente pueden construirse gracias a las distintas operaciones cognitivas cuyos resultados (proposiciones, oraciones, teorías) son contrastados, refutados o confirmados en un contexto particular.

Por otra parte, la variación en la capacidad de los estudiantes de la población para emplear los distintos procesos cognitivos, parece confirmar en parte las tesis de autores como Allport (1980), Fodor (1983) y Gazzaniga y Ledoux (1977) quienes est n a favor de concebir el funcionamiento de los procesos mentales siguiendo un modelo de ejecución en paralelo con cierta dependencia del contenido.

No obstante, aunque se acepta esta “especialización”, lo cierto es que, de una u otra forma, la cantidad de información resulta importante, como lo han demostrado las investigaciones de Miller (1956). En este sentido, la cantidad de información no está relacionada solo con los contenidos, sino también con los procesos que operan sobre dichos contenidos los cuales implican una carga cognitiva adicional en la memoria operativa.

Por otra parte, los resultados de la investigación muestran que efectivamente los significados de una oración vienen determinados no solo por el significado de las palabras que representan los conceptos sino también por las funciones sintácticas de las palabras y las relaciones que se establecen entre ellas debidas a los procesos cognitivos. A este respecto, los resultados mostraron que efectivamente los estudiantes pueden codificar o asimilar conceptos aislados, pueden construir oraciones o proposiciones sintácticamente bien construidas que representan los diversos procesos de pensamiento mediante los cuales relacionan los diversos conceptos que compo-



nen la oración, aunque, en ocasiones, no tienen un valor verdadero, por lo menos en el contexto disciplinar en el que la oración adquiere su mayor poder descriptivo o explicativo.

De esta manera, algunas personas pueden efectivamente elaborar inferencias entre pares de conceptos, aunque estas inferencias sean falaces. En este caso, aunque se hace evidente el empleo de un proceso cognitivo, la proposición resultante puede carecer de significado verdadero, por lo menos a la luz del conocimiento actual del que se dispone sobre una determinada materia o asunto. Desde esta perspectiva, las proposiciones construidas por el sujeto son sometidas no solo a un análisis sintáctico, sino también a un análisis lógico a partir del cual no solo el significado de la oración, sino también el conocimiento de las relaciones que se pueden establecer entre los conceptos que la conforman, es incorporado sustancialmente a la estructura cognitiva.

## Conclusiones

La investigación llevada a cabo muestra que evidentemente las personas emplean con distintos grados de conocimiento y desempeño cada uno de los procesos cognitivos estudiados. Efectivamente no se encontró en la población objeto de estudio algún estudiante que no llevase a cabo alguno de los procesos cognitivos, como tampoco se encontró estudiante alguno que hubiera podido aplicar los distintos procesos cognitivos con el mismo nivel de desempeño en todos los conceptos estudiados. En el caso de ésta investigación, los resultados muestran que las personas efectivamente emplean procesos como la codificación, la elaboración de inferencias y de relaciones de segundo orden, no todos con igual eficiencia.

Como se observa en los resultados obtenidos en esta investigación, los estudiantes utilizan los procesos cognitivos en algunos conceptos y en otros no. De esta manera, la facilidad para aplicar el proceso cognitivo depende del contenido al que se aplica, el cual a su vez depende de la comprensión del concepto y de la manera como éste es codificado y relacionado con otros conceptos.

En este mismo sentido, los resultados muestran que existe una dificultad creciente en el empleo de los procesos cognitivos. En orden creciente de dificultad, los procesos cognitivos se organizan partiendo de la codificación, la elaboración e identificación de inferencias o relaciones entre conceptos, la construcción de relaciones a partir de conceptos aislados, la construcción de relaciones de segundo orden y la selección de conceptos para la construcción de relaciones de segundo orden.

No obstante, los resultados de la investigación aunque muestran que existe un orden jerárquico en la dificultad de los procesos cognoscitivos, no muestran que exista un orden serial entre ellos cuando operan sobre un concepto. Es decir, los procesos cognoscitivos pueden operar de forma más o menos independiente, no dependiendo su funcionamiento de que se active en la estructura cognitiva un proceso cognitivo considerado como prerequisite, como ocurre en los modelos seriales sino, más bien, del contenido o información al que se aplica. ■

## Referencias bibliográficas

- Alba, J. W. y Hasher, L. (1983). Is memory schematic? *Psychological Bulletin*, 93, 203-231.
- Allport, D. A. (1980). *Patterns And Actions: Cognitive Mechanisms Are Content Especific*.

- G.L. Claxton, Comp., *Cognitive Psychology: New Directions*. Londres: Routledge & Kegan Paul.
- Amnestoy, M. (1998). *Desarrollo de habilidades de pensamiento, procesos directivos, ejecutivos y de adquisición de conocimiento*. Trillas, México.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Barcelona, Paidós Cognición y desarrollo humano.
- Clark, H.H. (1977). *Inferences in comprehension*. In D. Laberge y S.J Samuels. *Basic Processes in reading: Perception and comprehension*. Hillsdale, New York: Erlbaum.
- Domenech, D.B. (1995) Introducción al estudio de la inteligencia. teorías cognitivas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23, pp. 149-162.
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Gardner, H. (2001). *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. (6 ed.). Colombia. Fondo de cultura económica.
- Gazzaniga, M.S. y Ledoux, J. (1977). *Beyond commissurotomy: clues to consciousness* En: M Gazzaniga, comp., *Handbook of neuropsychology* (New York. Plenum) (Citado por: Gardner, H. *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. Fondo de cultura económica. (6 edición). Colombia, 2001.
- Graesser, A. C. y Bower G.H. (1990). *Inferences and text comprehension*. San Diego: Academic Press.
- Miller, G. A. (1956). The magical number, seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Rumelhart, D.E. (1980). *Schemata: The building blocks of cognition*. In R. Spiro. B.B. Bruce & W.F. Brewer (eds.) *Theoretical issues in reading comprehension*. Hills Dale, NJ.: Erlbaum.