

# LA EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA COGNOSCITIVA: UN ESTUDIO DE CASO EN LA DIDÁCTICA DE LA CIENCIA QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

ZAPATA CASTAÑEDA, PEDRO NEL y CARDENAS, FIDEL ANTONIO

Profesores Departamento de Química.

Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Programa Interinstitucional de Doctorado en Educación.

---

**Palabras clave:** Competencia cognoscitiva; Teoría de la asimilación; Procesamiento de información.

## OBJETIVOS

- Diseñar y aplicar un sistema de pruebas de lápiz y papel para la evaluación de los procesos de pensamiento constitutivos de la competencia cognoscitiva relacionados con la codificación, inferenciación, construcción, identificación, extensión y aplicación de relaciones entre conceptos, en un grupo de estudiantes que cursa el área de química a nivel de educación superior en Bogotá, Colombia.
- Determinar si los procesos cognoscitivos que estructuran la competencia cognoscitiva conforman o no una estructura de construcción serial y jerárquica o, por el contrario, constituyen procesos de carácter independiente que se activan por la influencia de información específica.

## MARCO TEÓRICO

Según Mesa (2002), al hablar de los significados para las competencias señala que “tiene sentido aceptar la existencia de competencias cognoscitivas generales y específicas”. Las generales están relacionadas con los procesos mentales que toda persona utiliza para adquirir, crear y usar conocimientos, y las específicas se refieren a los contextos y textos particulares en donde las competencias generales se aplican.

Según Bogoya (2000) se pueden proponer tres niveles de competencia, a saber: El primero se refiere al “reconocimiento y distinción de los elementos, objetos o códigos propios de cada área o sistema de significación, en tanto campo disciplinar del saber” (p.181), el segundo nivel tiene que ver con el “...uso comprensivo de los objetos o elementos de un sistema de significación e implica aspectos como la elaboración conceptual y el uso con sentido de aquellos conocimientos ya asumidos y apropiados, en contextos situados, sean cotidianos o hipotéticos, iniciando un recorrido en el razonamiento lógico” ( p. 181) y, el tercer nivel “...comprende el control y la explicación del uso. Requiere un dialogo entre los procesos cognitivos que dan cuenta del reconocimiento y la distinción de objetos o códigos, de su utilización con sentido en determinados contextos y del entendimiento acerca de por qué se utilizan así...” (p.181)

Por otro lado, la competencia cognoscitiva implica no solo la construcción e identificación de relaciones entre conceptos, sino una extensión de las relaciones construidas a nuevos contextos. Desde este punto de

vista esta extensión representa la capacidad del sujeto para identificar nuevos conceptos en contextos diferentes que puedan ser relacionados de forma similar.

Desde esta perspectiva la competencia cognoscitiva podría ser descrita en términos de los siguientes procesos de pensamiento.

1. **Codificar:** Construcción de una relación (r) entre la nueva información (ni) con el conocimiento previo (cp) que ya se posee. La codificación puede ser una atribución o una jerarquización.
2. **Inferir:** Construir una relación (r) entre dos conceptos previamente (cp) construidos
3. **Identificar:** Identificar (i) una relación existente y ya construida entre dos conceptos
4. **Construir:** Construir una relación específica ( jerarquización o atribución) a partir de un concepto.
5. **Extensión:** 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.
6. **Aplicar:** Seleccionar conceptos para construir relaciones de segundo orden (A partir de una relación específica entre dos conceptos, construir una relación igual a partir de un nuevo concepto en un contexto diferente)

Pero ¿cómo se encuentran organizados los distintos procesos mediante los cuales se opera sobre el conocimiento construido?. Según Gardner (2001) “algunas escuelas cognoscitivas 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 que se pueda enunciar en forma clara; análisis de estructura, de escritura o de esquemas, una forma de percibir el sentido de elementos de apariencia diversa considerándolos dentro de un contexto estructurado, como el “dialogo” para un conjunto familiar de sucesos; una planeación total o unidad TOTE que emplea la retroalimentación para determinar si en efecto se ha realizado una tarea propuesta”.

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”. Allport (1980) 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 esta diseñada específicamente para determinada clase de información y activada por ella.

Fodor (1983), apoyándose en estudios sobre la competencia lingüística y del procedimiento visual, algunos inspirados por su colega Noam Chomsky, afirma que los procesos mentales se consideran mejor como módulos independientes o “encapsulados” en los cuales cada uno opera de acuerdo con sus propias reglas y mostrando sus propios procesos. Fodor rechaza los “procesos horizontales” como la percepción general, memoria y juicio, a favor de “módulos verticales” como el lenguaje, el análisis visual, o procesamiento musical, cada uno con su modo característico de operación.

Gazzaniga (1977) y sus colegas afirma que existen múltiples sistemas mentales en el cerebro, cada uno con la capacidad de producir conducta, y cada uno con sus propios impulsos de acción, que no conversan por fuerza internamente, aunque pasan luego a proponer que el sistema del lenguaje natural puede llegar a ejercer cierta clase de control sobre los otros módulos.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Como se observa, no existe de todas formas suficientes bases empíricas que demuestren el funcionamiento serial o en paralelo de los diversos procesos mentales. Por otra parte, es clara la dificultad de elaborar “experimentos” científicos lo suficientemente controlados que permitan analizar la naturaleza de los distintos “módulos” y sus posibles relaciones debido a las dificultades mismas para delimitar operativamente el funcionamiento de las distintas operaciones mentales.

No obstante, a pesar de estas dificultades, en el caso particular del modelo de competencia cognoscitiva propuesto, examinar si cada uno de los procesos de pensamiento involucrados en ella constituyen una estructura de conjunto de construcción serial y jerárquica o, por el contrario, procesos independientes sin ninguna relación, es el principal problema de la investigación adelantada.

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La población objeto de estudio de esta investigación estuvo conformada por 41 estudiantes que cursaron el segundo semestre del plan de estudios del programa de licenciatura en química durante el año 2003 en la Universidad Pedagógica Nacional, la cual es una institución ubicada en Bogotá, debidamente legalizada, de carácter público, orientada a la formación de docentes de diversas áreas y disciplinas para los distintos niveles del sistema educativo colombiano. Los estudiantes que asisten a ella pertenecen en su mayoría a los estratos 2 y 3 y la mayoría provienen y habitan en la misma ciudad. En general, la edad de los estudiantes de la población osciló entre los 16 y los 19 años de edad.

La investigación se llevo a cabo a través de un diseño longitudinal del tipo  $O_1, O_2, O_n$  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 la competencia cognoscitiva. Para el estudio de los procesos se seleccionaron ocho conceptos para cada uno de los cuales se examinó la forma como cada uno de los sujetos de la población empleo los procesos cognoscitivos relacionados con su codificación, la identificación y construcción de inferencias y la extensión o aplicación de las inferencias a nuevos campos conceptuales. 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.

## TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Las pruebas diseñadas para la caracterización de los procesos cognoscitivos son pruebas de lápiz y papel que requieren algún tipo de respuesta por el estudiante y cuyos ítems son de base semiestructurada, de respuesta guiada, en tanto que la información contenida en el ítem orienta el empleo de la habilidad cognoscitiva estudiada.

**TABLA 1**  
Número y porcentaje de estudiantes que emplean los procesos cognoscitivos según concepto.

Concepto	Proceso cognoscitivo											
	Codificar (a)		Inferir (b)		Identificar (c)		Construir (d)		Extender (e)		Aplicar (f)	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Electrolito	33	80	29	71	35	85	49	60	22	54	14	34
Enlace Ionico.	32	78	23	56	26	63	46	56	30	73	28	68
Reacc. 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 Coval.	29	71	29	71	21	51	44	54	17	41	13	32
Fza.Intemolec.	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
<b>Promedio</b>	<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>
<b>Desvi.Estand</b>	<b>3,5</b>	<b>8,2</b>	<b>4,0</b>	<b>9,9</b>	<b>5,9</b>	<b>14,3</b>	<b>7,0</b>	<b>8,5</b>	<b>4,4</b>	<b>10,6</b>	<b>6,0</b>	<b>14,5</b>

Una observación general de los resultados mostrados en la tabla 1 indica que hubo una disminución gradual en el porcentaje de estudiantes que lograron aplicar los procesos cognoscitivos estudiados para cada concepto según el orden de construcción jerárquica propuesto. Es decir, los resultados muestran que evidentemente la aplicación, según como se explico en el marco conceptual de esta investigación, representa para los estudiantes de la población un proceso cognoscitivo más complejo que la extensión y los procesos cognoscitivos precedentes. De igual manera, como parecen mostrarlo estos resultados, la codificación de un concepto no asegura que efectivamente este pueda ser relacionado con otros conceptos en la estructura cognoscitiva del estudiante.

Con el fin de examinar para cada concepto la relación entre los distintos procesos cognoscitivos se empleo el coeficiente de correlación Q de Yule para variables dicotómicas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**TABLA 2**  
**Correlación Q de Yule según procesos cognoscitivos y concepto.**

Correlación	Conceptos									
	Electrolito	Enlace Iónico	Reac. Química	Gas	Cristal Covalent	Fuerza. Interm.	Mezcla	Coloide	Promedio	Desv. Est.
a-b	0,13	0,01	0,10	0,83	0,14	0,25	0,16	0,58	0,28	0,28
a-c	0,11	0,09	0,30	0,41	0,53	0,15	0,29	0,56	0,30	0,18
a-d	0,54	0,19	0,20	0,61	0,23	0,09	0,40	0,64	0,36	0,21
a-e	0,38	0,15	0,27	0,71	0,24	0,20	0,35	0,56	0,36	0,19
a-f	0,39	0,65	0,21	0,31	0,22	0,41	0,17	0,06	0,30	0,18
b-c	0,11	0,08	0,02	0,05	0,19	0,17	0,23	0,48	0,17	0,15
b-d	0,51	0,79	0,55	0,61	0,52	0,23	0,72	0,56	0,56	0,17
b-e	0,04	0,45	0,57	0,47	0,24	0,29	0,10	0,20	0,30	0,19
b-f	0,03	0,48	0,41	0,03	0,51	0,34	0,17	0,21	0,27	0,19
c-d	0,11	0,85	0,11	0,33	0,28	0,08	0,25	0,05	0,26	0,26
c-e	0,45	0,25	0,38	0,01	0,60	0,52	0,52	0,54	0,41	0,19
c-f	0,02	0,06	0,39	0,50	0,67	0,20	0,14	0,66	0,33	0,26
d-e	0,71	0,33	0,49	0,80	0,21	0,27	0,44	0,42	0,46	0,21
d-f	0,39	0,70	0,52	0,09	0,20	0,22	0,55	0,16	0,35	0,22
e-f	0,52	0,26	0,66	0,63	0,54	0,60	0,58	0,47	0,53	0,13

Nota: a (codificación), b ( inferir ), c ( identificar ) , d ( construir), e ( extensión), f ( aplicación)

Los datos registrados en la tabla 2, muestran en algunos casos, para algunos conceptos correlaciones muy fuertes entre los procesos cognoscitivos estudiados (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)

Entre algunos de los resultados mas importantes se destacan el hecho de que efectivamente no todas las personas que codifican o asimilan un concepto pueden relacionarlo con otro, considerado como importante para la construcción de significado. Los conceptos así asimilados tienden a definirse según sus atributos propios, mas que en su relación con otros conceptos.

Por otra parte, la identificación de una relación parece ser relativamente un proceso más sencillo que la construcción de una relación. En la identificación, la relación entre los conceptos ya está construida y pre-

sentada en la oración, y el sujeto solo debe acudir a sus conocimientos sobre estas relaciones para identificar cual de ellas es (atribuciones, parte-todo, categorizaciones), mientras que en la construcción de la relación el sujeto debe no solo acudir a sus conceptos sino también al conocimiento de las relaciones entre los conceptos para construir una oración que tenga significado.

Como ocurre en el caso del aprendizaje de una segunda lengua, una persona puede leer un texto e identificar con cierta facilidad, dentro las oraciones que lo conforman, los conceptos y el orden en la estructura sintáctica de los elementos lingüísticos que conforman la oración (verbos, sujetos, adjetivos, etc.), no obstante, la persona puede tener enormes dificultades para construir, a partir de sus propios conocimientos, una oración sintácticamente bien construida.

Los resultados reflejan además la tendencia de los estudiantes a “memorizar” el conocimiento y a mantenerlo como unidades discretas de información sin operar mucho sobre ellas. La dificultad para elaborar nuevas relaciones muestra esta afirmación en tanto que los conceptos permanecen disociados debido, quizás, a las dificultades en los procesos de conceptualización y abstracción de los atributos específicos y comunes a otros conceptos.

## **CONCLUSIONES**

1. Los resultados obtenidos muestran que los procesos cognoscitivos estudiados tienen distintos niveles de dificultad para los estudiantes de la población objeto de estudio. En el caso de los conceptos estudiados, según el marco conceptual de esta investigación, se encontró que la mayor dificultad está en la aplicación de relaciones, seguida de la extensión, la construcción de relaciones, la identificación de relaciones, la elaboración de inferencias entre pares de conceptos y finalmente la codificación.
2. Los resultados muestran que estos procesos operan de forma independiente y paralela pues los coeficientes hallados señalan correlaciones bajas y moderadas entre las puntuaciones obtenidas por cada estudiante para cada uno de los conceptos estudiados.

## **BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

- ALLPORT, D.A. (1980) Patterns And Actions: Cognitive Mechanisms Are Content Especific. En: G.L. Claxton, Comp., Cognitive Psychology: New Directions ( Londres: Routledge & Kegan Paul)
- BOGOYA, D.. (2000) Evaluación de competencias. En: Revista Javeriana No. 663 Tomo 134
- FODOR, J. (1983). The modularity of mind. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- GAZANNIGA, M.S. y LEDOUX, J. (1977). Beyond commissurotomy: clues to consciousness” En: M Gazzaniga, comp., Handbook of neuropsychology (New York. Plenum).
- MESA, B.O (2002). Una propuesta de evaluación para cualificar la calidad académica en un contexto más equitativo. Medellín. Internet 2002