

**ACTITUD DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA ANTE LA ENSEÑANZA DE CINÉTICA Y DISEÑO DE REACTORES A TRAVÉS DE MAPAS CONCEPTUALES.**

**ATTITUDE OF CHEMICAL ENGINEERING STUDENTS TO THE TEACHING OF KINETICS AND REACTOR DESIGN CONCEPT MAPS THROUGH.**

\*Rafael Hernández

Correo:rshernan@gmail.com

\*\*Gilberto Bastidas

Correo:bastidasprotozoo@hotmail.com

**Universidad de Carabobo.**

---

\*Departamento de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.

\*\*Departamento de Salud Pública, Escuela de Salud Pública y Desarrollo Social, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo.

---

**Sección:** Artículo.

## **RESUMEN**

En la enseñanza de las ciencias destacan los modelos centrados en el papel activo del estudiante en su formación. El objetivo fue determinar la actitud de los estudiantes ante la utilización de mapas conceptuales en la enseñanza-aprendizaje de cinética y diseño de reactores. Fue un estudio transversal, descriptivo y de campo; y la muestra de 29 estudiantes del octavo semestre de ingeniería química de la Universidad de Carabobo. Como instrumento se recurrió al cuestionario, donde 75,9% de los estudiantes tienen actitud positiva hacia los mapas conceptuales y 24,1% son indiferentes. Se concluye que los estudiantes tienen actitud positiva hacia la implementación de los mapas conceptuales, porque les permite jerarquizar contenidos y extraer conceptos centrales indispensables para el razonamiento lógico.

**Palabras Clave:** Mapas conceptuales, aprendizaje significativo, cinética y diseño de reactores.

**Recibido:** Febrero 2015

**Aprobado:** Abril 2015

## **ABSTRACT**

In science education centered models emphasize the active role of students in their training. The aim was to determine the student's attitude to the use of concept maps in teaching and learning kinetics and reactor design. It was a cross-sectional descriptive study field; and the sample of 29 students in the eighth semester of chemical engineering at the University of Carabobo. Was used as an instrument to the questionnaire, of 75.9% of students have positive attitude towards concept mapping and 24.1% are indifferent. We conclude that students have positive attitude towards the implementation of concept mapping approach because it allows

them prioritize contents and extract key concepts necessary for logical reasoning.

**Keywords:** Conceptual maps, meaningful learning, kinetics and reactor design.

## Introducción

En el campo de la enseñanza de las ciencias y en lo referente a los aspectos psicopedagógicos, destacan actualmente los modelos centrados en el papel activo de los estudiantes en su propia formación sobre aquellos donde se ven obligados a realizar tareas arbitrarias y sin significado (Ausbel, 1960; Novak y Gowin, 1984; Tattersall, Powell; Stroud y Pringle, 2011). Esto es particularmente importante, porque si bien es cierto, existen investigaciones como aval de la utilización de estrategias pedagógicas basadas en la construcción del conocimiento por parte del propio estudiante a cualquier nivel educativo, no lo es menos, el que en la educación superior aún persiste la metodología centrada en el profesor (Ausubel, op. Cit.), donde los alumnos mantienen una actitud pasiva (Darder, De Benito, Escandell y Salinas, 2006).

En este sentido se recomienda que todo estudiante debe generar su propia estructura de conocimiento a partir de su esfuerzo, pero sobre la base del aprendizaje significativo (constructivista) y no del memorístico, es aquí donde tiene cabida la utilización de los mapas conceptuales (representaciones gráficas jerárquicas de conceptos o conductas y de sus relaciones) por ser una herramienta eficaz para la optimización de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Novak y Gowin, ob. Cit., Novak, 1998; Bransford, Brown y Cocking, 1999; Novak y Cañas, 2004), al posibilitar la construcción del conocimiento, el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, la identificación de ideas erróneas y la visualización de patrones e interrelaciones entre diferentes conceptos (Moreira, 1988; Costamagna, 2001; Koch y Reid, 2012).

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, los mapas conceptuales parecen ser un procedimiento útil, al ofrecer a los que estudian un método para organizar su propio pensamiento y para ayudarles a establecer conexiones entre los conceptos propios del área y mejorar la relación con otras áreas del conocimiento (Gayle y Nakleh, 2001; Do Lam Axmacher, Fell, Staresina, Gauggel, Wagner, Olligs y Weis, 2012), especialmente porque las principales variables de los problemas químicos, matemáticos y físicos, son de naturaleza lingüística, es decir, sintácticos o semánticos, esto supone un concepto, por ser la representación simbólica de un dato, de allí se desprende lo provechoso de los mapas conceptuales para la clara expresión de todos los conceptos subyacentes en el interior de cualquier problema, como los que pueden presentarse en la asignatura cinética y desarrollo de reactores de la ingeniería química (Painter, Nyholt y Montgomery, 2011).

Así el mapa conceptual es una herramienta para verificar los contenidos semánticos explícitos e incluso aquellos que no lo están, porque supone una reflexión crítica sobre los componentes y funciones del proceso enseñanza-aprendizaje (Pérez, Suero, Montanero y Pardo, 2004).

Por tanto el objetivo de la presente investigación fue determinar la actitud de los estudiantes frente al modelo pedagógico de mapas conceptuales en el aprendizaje de la asignatura cinética y diseño de reactores. Con el fin de apuntalar el mejor desempeño estudiantil; ampliar la gama de estrategias pedagógicas al estudiante para facilitarle la mayor comprensión, planteamiento y desarrollo de problemas, toda vez que puede ser accionada como una herramienta eficaz para la construcción de datos, teorías, teoremas, axiomas, todos estos aspectos necesarios en la solución de cualquier problemas de cinética y en el diseño de reactores; asimismo se cree en los mapas conceptuales para estimular y desarrollar la creatividad

en los estudiantes, porque son ellos los protagonistas de su propio aprendizaje y quienes los enseñan son facilitadores o mediadores.

### Metodología

Se trató de un estudio transversal, descriptivo y de campo. La población de sujetos considerados en el estudio fueron estudiantes del octavo semestre de ingeniería química de la Universidad de Carabobo, Venezuela. La muestra estuvo conformada aleatoriamente por 29 de 39 estudiantes de ambos géneros (14 mujeres y 15 hombres), que corresponde a una de las dos secciones semestrales de la asignatura cinética y diseño de reactores de la mencionada ingeniería, en quienes se había centrado la enseñanza del resto de las asignaturas de la ingeniería química en técnicas netamente memorísticas, en consecuencia pueden establecer diferencias con la técnica didáctica de mapas conceptuales, una vez se les expliquen y apliquen sus conceptos fundamentales. El instrumento fue previamente validado a través de juicios de expertos. Previa explicación de los objetivos de la investigación se obtuvo el consentimiento informado y se aseguró la confidencialidad de los datos.

Como instrumento de recolección de información se recurrió a un cuestionario con 16 ítems para indagar la actitud del estudiante ante la estrategia pedagógica de los mapas conceptuales, con alternativas de respuestas cerradas y escala tipo Likert (Cuadro 1). Para la evaluación de la prueba piloto se seleccionó el método “confiabilidad por mitades”. El valor que alcanzó el cuestionario fue  $r_{tt} = 0.64$  y con la corrección de Spearman Brown de  $r_{tt} = 0.77$ .

Cuadro 1: Ítems empleados para determinar la actitud frente al empleo de mapas conceptuales del estudiante de la asignatura cinética y diseño de reactores de la carrera de ingeniería química de la Universidad de Carabobo. Venezuela.

Nro.	Ítems
1	Me ha gustado la forma de trabajar el tema.
2	Me gustaría que los contenidos del tema siempre se trabajasen así.
3	De esta manera tengo el control sobre el proceso de aprendizaje, pues con los mapas conceptuales puedo organizar los contenidos a mi manera.
4	Me permite trabajar en casa y según mis preferencias y, por tanto, tengo más control sobre mi proceso de aprendizaje.
5	Con esta manera de trabajar he aprendido a resolver los problemas de la asignatura.
6	Trabajando el tema de esta manera he aprendido habilidades que podré utilizar en otras asignaturas o experiencias profesionales.
7	Esta manera de trabajar supone menos esfuerzo.
8	En general, valoro la experiencia de trabajo y estudio de este tema como positivo.

9	Me ha resultado fácil realizar esta actividad.
10	Creo que el profesor tiene un adecuado manejo de la estrategia de mapas conceptuales.
11	La elaboración de jerarquizaciones de conceptos por uno mismo facilita la asimilación de los mismos.
12	El tiempo asignado para la asignatura para realizar la actividad de enseñanza se hace suficiente con la estrategia de mapas conceptuales.
13	A partir de ahora elaborare mapas conceptuales para estudiar los temas.
14	Creo que con los mapas conceptuales se evita la deformación involuntaria de las explicaciones verbales del profesor sobre la información que se lee en los libros de texto.
15	Concibo que los objetivos deben ser organizados y jerarquizados según el grado de dificultad según la técnica de los mapas conceptuales y que este debe ser el instrumento esencial que dirija la práctica educativa.
16	Creo que los mapas conceptuales es una herramienta básica que implica un recurso esquematizado de un tema y facilita la integración de conocimientos.

**Fuente:** los autores.

El instrumento constó de 5 alternativas de respuesta, a cada respuesta correspondió un puntaje, desde 1 hasta 5. Las alternativas de respuesta para la variable actitud ante la conceptualización de los mapas conceptuales fueron: muy desfavorable (1), desfavorable (2), indiferente (3), favorable (4) y muy favorable (5) según el orden de presentación de alternativas presentado. Para el análisis de la escala de Likert respecto a la actitud hacia la estrategia pedagógica empleada se recurrirá a la siguiente tabla de rangos (Cuadro 2):

**Cuadro 2:** Rango para el análisis de actitud frente al empleo de mapas conceptuales en la enseñanza de la asignatura cinética y diseño de reactores de la carrera de ingeniería química de la Universidad de Carabobo. Venezuela.

Grupos	Rango	Variable
1	1-16	Muy desfavorable

2	17-32	Desfavorable
3	33-48	Indiferencia
4	49-64	Favorable
5	65-80	Muy favorable

**Fuente:** los autores.

Los datos obtenidos fueron procesados en una hoja de cálculo en Excel creada para tal fin. A la información en frecuencias absolutas y relativas (proporciones) se le realizó estadística descriptiva, principalmente las de tendencia central (media). Para probar la dependencia entre las variables: género y actitud ante el empleo de mapas conceptuales como herramienta pedagógica se aplicó Chi cuadrado ( $\chi^2$ ) y se aceptó como significativas las pruebas con  $\alpha \leq 0.05$ . Con el propósito de realizar el análisis, las categorías favorable y muy favorable se consideraron positivas al rasgo que se mide; y desfavorable y muy desfavorable se consideraron negativas. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS 13.0.

## Resultados

Son 24/29 (82,8%) los estudiantes con actitud positiva hacia el aprendizaje a través de mapas conceptuales, de estos están a favor 20/29 (69,0%) y muy a favor 4/29 (13,8%), con diferencias estadística entre quienes tienen actitud positiva (actitud favorable y muy favorable) respecto a los que las tienen negativa (actitud desfavorable y muy desfavorable) ( $p < 0.0000001$ ). El total de las mujeres 14/29 (48,3% mujeres) prefieren (relativamente) el aprendizaje de la asignatura cinética y diseño de reactores sobre el total de los hombres en quienes solo 8/29 (27,5% hombres) ( $p = 0.070$ ) se muestran a favor o muy a favor de los mapas conceptuales para adquirir conocimiento. Ahora bien 7/15 de los hombres se muestran indiferentes ante la forma de aprender, pero ninguna mujer, con diferencia significativa entre ambos géneros ( $p < 0.0001$ ). Finalmente solo un hombre tiene una actitud muy favorable en la implementación de la didáctica a través de mapas conceptuales (Cuadro 3).

**Cuadro 3:** Actitud ante la estrategia pedagógica de mapas conceptuales del estudiante de ambos géneros de la asignatura cinética y diseño de reactores de la carrera de ingeniería química de la Universidad de Carabobo, Venezuela.

Actitud	Género				Total	
	Femenino		Masculino			
	f	%	f	%	f	%
*Muy desfavorable	0	0	0	0,0	0	0,0

*Desfavorable	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Indiferencia	0	0,0	7**	24,1	5	17,2
*Favorable	12	41,4	7	24,1	20	69,0
*Muy favorable	2	6,9	1	3,4	4	13,8
Total	14	48,3	15	51,7	29	100,0

$\chi^2$ : \* $p < 0.0000001$  con diferencia significativa entre respuestas positivas (favorable y muy favorable) y negativas (desfavorable y muy desfavorable).

\*\* $p < 0.0001$  con diferencia significativa entre ambos géneros.

## Discusión

En la enseñanza de la cinética y diseño de reactores son múltiples las dificultades que deben sortearse, desde los preconceptos por parte de los alumnos hasta problemas en el manejo didáctico por parte de los profesores. Ahora bien como se demuestra en este trabajo de investigación, 82,8% de los estudiantes tiene actitud positiva hacia el aprendizaje a través de mapas conceptuales, pues la catalogan la metodología pedagógica más adecuada y como una propuesta innovadora para el aprendizaje de la asignatura cinética y diseño de reactores en la ingeniería química (Humphreys y Bedford, 2011; Rojas, 2011).

A pesar de existir 24, 1% de indiferencia, particularmente en los hombres, a la mayoría de los estudiantes de ambos géneros les gusta trabajar con mapas conceptuales los temas de cinética y diseño de reactores, porque sienten suyo el proceso de aprendizaje y pueden organizar los contenidos a su manera, con la posibilidad cierta de obrar fuera del aula de clase según sus preferencias, al evitar la deformación involuntaria de las explicaciones verbales del docente sobre el cuerpo teórico de los contenidos de la asignatura, gracias a la posibilidad que permiten los mapas conceptuales de estructurar con organización y jerarquía los objetivos de cada tema a aprender según el grado de dificultad y capacidad de cada individuo, con ello se evita distorsiones y se integra el conocimiento (Humphreys y Bedford, op. Cit.; Rojas, op. Cit).

Con lo anteriormente descrito se entiende que en la enseñanza de la cinética y diseño de reactores puede sustituirse la pedagogía tradicional, sustentada en lo memorístico, por el aprendizaje a través de mapas conceptuales, método este último al parecer más efectivo entre propuestas de enseñanza como: el aprendizaje basado en problemas, preguntas creativas y actividades de aprendizaje, porque con los mapas conceptuales los estudiantes son actores centrales del proceso enseñanza-aprendizaje, pues aprenden procedimientos propios para llegar al resultado y poder discutir con propiedad lo hallado con sus pares y profesores (Humphreys y Bedford, op. Cit.; Rojas, op. Cit).

Los autores que están a favor de emplear en la enseñanza de la química mapas conceptuales, sustentan su opinión sobre la base de ser una herramienta versátil metacognitiva, útil para analizar, sintetizar, profundizar relaciones y jerarquías, esto posibilita al binomio estudiante-profesor el tener una visión global de la materia a aprender y por supuesto de la posición decada concepto con el fin de diferenciar entre la información fundamental de la que no lo es tanto (Refis y Albertazzi, 1996).

Según lo expresado por los encuestados, el desarrollo de destrezas para estructurar la información recibida, organizar jerárquicamente los conceptos estudiados, corregir errores conceptuales o relaciones mal establecidas y, finalmente construir un conocimiento significativo, está en total concordancia con lo señalado por Sisovic y Bojovic (2000), quienes afirman y textualmente se expresa acá:

...La introducción de cada nuevo concepto en educación debería hacerse conectándolo con otros conceptos de diferentes niveles de abstracción, animando a los alumnos a buscar similitudes y diferencias entre conceptos del mismo nivel de abstracción, orientándoles hacia las propiedades esenciales en lugar de hacia las características meramente perceptivas del fenómeno objeto de estudio, y mediante una estimulación constante de las operaciones mentales por las que se desarrolla un determinado concepto...(p. 141).

En resumen se entiende de lo hecho y/o encontrado con esta investigación que desde el enfoque constructivista, la mejora de la calidad de la enseñanza implica situar a los alumnos en un papel activo, en cuanto, los estudiantes aprenden cuando se les compromete a participar en su propio proceso de aprendizaje. Las personas no son solo recipientes vacíos esperando a ser rellenos con información, pues el único conocimiento capaz de incrementar la auto confianza exclusivamente resulta de la confluencia de las acciones individuales, los sentimientos, los pensamientos conscientes, la diferenciación progresiva (unión arbitraria de nuevos conceptos a la estructura del conocimiento del individuo) y la reconciliación integradora (nuevas relaciones entre dos grupos de conceptos), características definitorias de la estrategia pedagógica de mapas conceptuales (Moore, 1989; Novak, ob. Cit.).

En conclusión se señala que los estudiantes muestreados tienen actitud positiva hacia la implementación de los mapas conceptuales en el aprendizaje de la asignatura cinética y diseño de reactores porque les permite, esencialmente, leer los contenidos y extraer los conceptos centrales, con base en el desarrollo de los procesos mentales inductivos (de lo específico a lo general) y deductivos (de lo general a lo particular) del razonamiento lógico y al mismo tiempo les permite adquirir la destreza para situar, localizar y expresar gráficamente los conceptos, elementos integrantes de su capacidad de la orientación espacial clave para resolver problemas en el área química.

## REFERENCIAS

- Ausbel, D. (1960). *The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material*. Journal of Educational Psychology, 51, 267-272.
- Bransford, Brown y Cocking, R. (1999). *How people learn: Brain, mind experience and school*. Washington, D. C.: NationalAcademyPress.
- Costamagna, A. (2001). *Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de los alumnos universitarios*. Enseñanza de las Ciencias, 19(2), 309-318.
- Darder, De Benito, Escandell y Salinas, J. (2006). *Los mapas conceptuales como representación de los estilos de aprendizaje*. Artículo presentado a OD@06 III Simposio Pluridisciplinar sobre objetos y diseños de aprendizaje apoyados en la tecnología, realizado el 25, 26 y 27 de Septiembre del 2006.
- Do Lam Axmacher, Fell, Staresina, Gauggel, Wagner, Olligs y Weis, S. (2012). *Monitoring the mind: the neurocognitive correlates of metamemory*. PLoS One, 7(1), e30009.
- Gayle y Nakleh, M. (2001). *An Investigation of the Value of Using Concept Maps in General Chemistry*. Journal of Chemical Education, 78 (8), 1111.
- Humphreys y Bedford, J. (2011). *The relations between joint action and theory of mind: a neuropsychological analysis*. Experimental Brain Research, 211(3-4), 357-369.
- Koch y Reid, R. (2012). *Neuroscience: Observatories of the mind*. Nature, 483(7390), 397-8.
- Moore, J. (1989). *Tooling up for the 21st century*. Journal of Chemical Education, 66, 15-19.
- Moreira, M. (1988). *Mapas conceptuales en la enseñanza de la física*. Contactos, 1988; 3:38-57.
- Novak, J. y Cañas, A. (2004). *Building on constructivist ideas and CmapTools to create a new model for education*. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful*, proceedings of de First International Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Nova, J. y Gowin, D. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press. New York.
- Novak, J. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Painter, Nyholt y Montgomery, G. (2011). *Association mapping*. Methods in molecular biology, 760, 35-52.
- Pérez, M. Suero, M., Montanero, P. y Pardo, P. (2004). *Aplicaciones de la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein a la enseñanza de la Física. Una propuesta basada en la utilización del programa informático CmapTools*. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.) *Concept Maps: Making Learning Meaningful*, proceedings of de First International Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.

- Refis, A. y Albertazzi, P. (1996). *Concept mapping Chemistry Education*. Journal of Chemical Education, 78 (11), 1084.
- Rojas, S. (2011). *Aprendizaje basado en problemas (ABP), propuestas innovadoras para la enseñanza del cálculo diferencial e integral. XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática*. Recife, Brasil del 26-30 de Junio de 2011.
- Sisovic, D. y Bojovic, S. (2000). *On the use of Concept Maps at different stages of Chemistry Teaching*. Chemistry Education: Reserch and Practice in Europe, 1 (1), 135-144.
- Tattersall, C., Powell, J., Stroud, J., y Pringle, J. (2011). *Mind mapping in qualitative research*. Nursing Times, 107(18), 20-22.