



**Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



MODELOS, MAPAS MENTALES Y ESTILOS DE APRENDIZAJE: APROXIMACIÓN DESDE LA NEUROCIENCIA COGNITIVA

Cristian Julián Díaz Álvarez, Carolina Pulecio León

**Universidad Central
Bogotá, Colombia**

Resumen

El modelo mental de un estudiante sobre un concepto específico, con su respectiva representación gráfica; así como la comprensión del mismo y el proceso cognitivo llevado a cabo para consolidarlo, dependen del método pedagógico del profesor y la forma como logra concordar con el estilo de aprendizaje del educando. Así mismo, de la asimetría y dominancia de la función cerebral de cada uno de los individuos que participan del espacio formativo, de sus respectivos contextos, creencias, ideologías, teorías, prácticas racionales y experiencias propias, entre otras cosas. Consideraciones que fueron estudiadas durante seis años en grupos de estudiantes de últimos niveles del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Central.

El análisis de los estilos de aprendizaje dominantes, la forma como se representa el conocimiento a través de los mapas mentales y el reconocimiento del conjunto de sistemas complejos que constituye el cerebro humano, permitieron cualificar el proceso de enseñanza aprendizaje en el curso control, identificar estilos dominantes de aprendizaje más afines con el desarrollo de estructuras gráficas, y reconocer que la innovación pedagógica implantada ayuda, más no define en su totalidad, la consolidación de un modelo mental claro, duradero y útil para la vida académica y profesional; ya que el cerebro es evolutivo, progresivo, regresivo e influenciado significativamente por el espíritu y la subjetividad.

Palabras clave: modelos y mapas mentales; estilos de aprendizaje; neurociencia cognitiva

Abstract

The mental model of a student about a specific concept and its graphic representation, as well the comprehension and the cognitive process that the student has carried out to consolidate it, depends on pedagogical method of the teacher and the way the student is able to concatenate it with his /her own learning style. In the same way, the asymmetry and dominance of his /her brain function in the formative spaces, the own contexts, beliefs, ideologies, theories, rational practices and experiences, among other things. These considerations were studied for 6 years in groups of students from the latest levels in the Environmental Engineering Program at the Central University.

The analysis of dominant learning styles, the way the knowledge is represented through mental maps and the importance of the human brain complex systems, allowed a qualification of the learning process in the control course, identify dominant styles of learning more related with the development of graphic structures and recognize that the pedagogic innovation executed is helpful, but it is not defined totally a clear, permanent and useful mental model for the academic and professional life; because the brain is evolutionary, progressive, regressive and very influenced by the spirit and the subjectivity.

Keywords: *models and mental maps; learning styles; cognitive neuroscience*

1. Introducción

La representación gráfica del conocimiento es una potente herramienta que permite el rápido ordenamiento y la comprensión de los conceptos, a la vez que facilita al individuo la expresión hábil y concreta del modelo mental que posee sobre la realidad percibida o sobre el imaginario deseado. En este orden de ideas, las investigaciones de Bartels (1995), Díaz (2010, 2013), Greca y Moreira (1997), Izquierdo (2004) y Johnson – Laird (1983, 1996) entre otros, evidencian la necesidad de identificar los modelos mentales de los estudiantes, en cuanto al tema desarrollado en un espacio formativo, para así comprender la realidad percibida y, por ende, conocer la proximidad conceptual ante la verdadera realidad buscada, objetivo último del proceso de enseñanza / aprendizaje.

Por otro lado, los valiosos aportes de Alonso, Gallego y García (2007), Díaz (2013), Keefe (1988) y, Ventura, Palou, Széliga y Angelone (2014) demuestran que la identificación de los estilos de aprendizaje de los estudiantes y del profesor, así como su valoración y reconocimiento en el contexto pedagógico, permiten desarrollar propuestas educativas adaptativas, que, junto con el estilo de enseñanza, pueden coadyuvar a la personalización de la educación y facilitar la confluencia de modelos mentales disímiles y no contemporáneos entre los dos actores que interactúan en el espacio formativo.

Estos dos elementos, junto con la comprensión básica de la biología del cerebro y de los mecanismos subyacentes a la cognición (Montañés y DeBrigard, 2005), han permitido concebir la docencia desde otra perspectiva, aumentando el compromiso con el estudiante y el reconocimiento de su singularidad rica en experiencia y conocimiento propio; así como su capacidad para aceptar pequeñas cantidades de entropía (Ciurana, 2007).

2. Mapas Mentales y Neurociencia

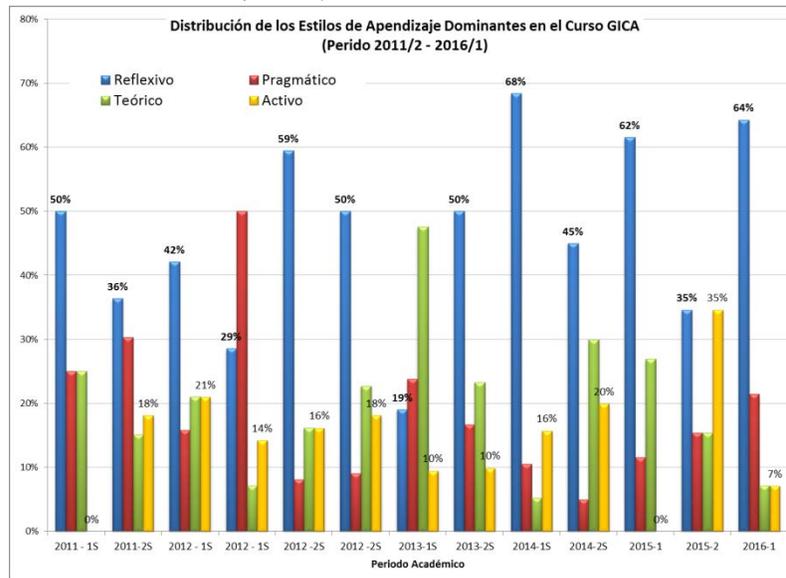
La inquietud de verificar la utilidad real y eficacia del modelo pedagógico en el periódico ejercicio de la docencia, puede ser formulada por un profesor a partir de la siguiente hipótesis sobre lo que ocurre en el aula: predominio de un ejercicio unidireccional de contenidos y una actitud pasiva generalizada de los jóvenes, bajo escenarios de inasistencia reiterados por la condición de educandos trabajadores y el dominio de la lógica cliente/estudiante en la relación académico administrativa¹.

Por tal motivo, la primera inflexión que se propone es el uso de herramientas gráficas para la representación del conocimiento, las cuales permiten mejorar la capacidad de argumentación y toma de decisiones por parte de los estudiantes, y renovar el clima académico con y entre ellos. Así mismo, facilitan al profesor la preparación del curso, las notas de clase y las conferencias, disminuyendo el número de documentos de trabajo; y lo más importante de todo, permiten la flexibilización y adaptabilidad del ejercicio docente ante la variante dinámica de cada sesión de trabajo con los jóvenes (Díaz, 2010). Ventajas que Tony Buzan (1996:247) evidencia, cuando afirma que estas herramientas efectivamente permiten una presentación clara y bien estructurada de los contenidos de la asignatura, manteniendo un equilibrio entre una charla fresca y espontánea y la discusión conceptual rigurosa en el aula.

Otro nivel de intervención y mejoramiento en la función docente es el conocimiento y comprensión de los estilos de aprendizaje de cada estudiante (Gráfica 1), para así incluir el máximo número de dispositivos pedagógicos en los cursos y personalizar el proceso de enseñanza (Aguilera, 2012; Lago, Colvin y Cacheiro, 2008); pero de una manera parcial, debido a la dificultad inherente de coordinar grupos mayores a 35 personas o clases magistrales, y a que el método no necesariamente asegura la realimentación y compromiso de todos los educandos (Díaz y Pulecio, 2015).

¹ Dinámica pedagógica caduca que tiende a ser validada por la administración académica en un momento dado, al considerar que se cumple con el mínimo exigido por la institución, en cuanto al desarrollo de los contenidos del sílabo, el reporte oportuno de las calificaciones y el mantenimiento de cierto nivel de exigencia. Así mismo, por los estudiantes, quienes pueden calificar bien el desempeño docente en los tradicionales ejercicios de evaluación. Sin embargo, la aceptación generalizada no puede ser satisfactoria para el profesor que evidencie oportunidades de mejora continua en su efectivo ejercicio de enseñar a aprender y buscar la verdad en el misterio de las cosas y, en coadyuvar en la consolidación de estructuras súper conceptuales, necesarias en el estudiante para el ejercicio profesional y la cualificación posterior en los niveles de posgrado.

Gráfica 1. Distribución de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del Curso GICA (Periodo 2011/2 – 2016/1).



Elaboración propia

Aún con estas restricciones, ambas acciones (deslinealización del conocimiento y reconocimiento de los estilos de aprendizaje de los estudiantes) permiten cualificar el proceso de enseñanza y de aprendizaje, el cual se puede evidenciar con: a) la organización sistémica de las ideas y la mejora en la forma de expresión y capacidad de argumentación por parte de los estudiantes y el profesor; b) el progreso en el desempeño académico individual de los alumnos, logrando mejores calificaciones finales en el curso; c) la mejora en los resultados colectivos, reflejados en una disminución en el porcentaje de pérdida, con lo cual se aseguró un ciento por ciento de superación de los objetivos mínimos planteados en los respectivos planes de desarrollo de cada curso; d) el perfeccionamiento en los procesos de construcción e interpretación de proposiciones válidas sobre los modelos conceptuales de la asignatura; e) el desarrollo y representación de estructuras subyacentes más refinadas a las esperadas y; f) la consolidación de superestructuras articuladas con los contenidos temáticos anteriores pertenecientes a otras asignaturas (Aguilera, 2012; Díaz, 2010; Díaz, 2013, Lago, Colvin y Cacheiro, 2008).

3. El reconocimiento de las singularidades

La educación en cualquier campo del conocimiento -desde la especialización o transdisciplina- tiene como principal objetivo buscar la verdad desde un pensamiento crítico y autónomo, lo que exige rigurosidad en el proceso evolutivo y progresivo de la enseñanza y el aprendizaje, y en el método metacognitivo que se despliegue en el espacio formativo para fomentar la acción y el conocimiento de los estudiantes y el profesor.

Es por esto que, aunque el nivel académico del curso pueda aumentar (vía calificaciones), la respuesta ante los retos mejore, y los niveles de deserción y pérdida se reduzcan, una autoevaluación puede evidenciar la necesidad de identificar situaciones heterogéneas y asimétricas en las valoraciones dadas a los mapas

mentales², ya que para algunos educandos estas formas de expresión oral y escrita no necesariamente son las mejores herramientas de evaluación e identificación del grado de comprensión, entendimiento y dominio adquirido durante un periodo académico determinado. Situación que exige documentar, sistematizar y analizar sincrónicamente el estilo de aprendizaje³ dominante de cada estudiante con los resultados numéricos obtenidos en las evaluaciones; para lo cual se propone una rúbrica actualizada (Tabla 1) que permite evidenciar oportunidades de mejora en la representación gráfica del conocimiento y en el ordenamiento de los respectivos modelos mentales.

La evidencia numérica de las calificaciones de mapas mentales demostró que en los niveles avanzados en Ingeniería Ambiental de la Universidad Central, los estilos dominantes Teórico y Reflexivo presentaron mejor desempeño en el uso, apropiación, construcción y explicación conceptual de los contenidos temáticos del curso. Cometido que no necesariamente alcanzó los niveles óptimos establecidos en el plan de desarrollo de las asignaturas y en la escala de calificación definida por la institución.

Desde esta breve descripción de caso, se podría elucidar que el mapa mental -como constructo estructurado, lógico y analítico- tiende a ser más fácil de asimilar por los estilos dominantes Teórico y Reflexivo; mientras que el nivel de agregación y abstracción que exige la diagramación de un modelo mental bajo este esquema no es tan fácil o no reviste importancia significativa para los estilos dominantes de Activo y Pragmático. Sin embargo, y desde un enfoque constructivista, la simple actividad de traducir un modelo mental a una forma física visible, debería permitir a cualquier estudiante la movilización y el desequilibrio de los esquemas tradicionales y relaciones que existen en su estructura de pensamiento, permitiendo así alcanzar nuevos estados de desarrollo conceptual propio y colectivo en el aula (Coll, Martín y Mauri, 1993; García, 1993; Muñoz & Ontoria & Molina, 2011; Martínez, 2008).

Tabla 1. Rúbrica propuesta por el autor para la evaluación de los mapas mentales, como forma de expresión del modelo mental del curso y verificación lejana de la función cerebral.

Categoría	Función cerebral	Calificación	Criterio
Claridad conceptual y terminológica	Se realizó una adecuada codificación de la información como memoria de largo plazo, gracias a la acción del hipocampo y otras zonas de los lóbulos temporales mediales.	$\alpha = 2$	El mapa muestra que el hacedor tiene un entendimiento de los conceptos y utiliza los términos adecuados.
		$\alpha = 1$	El mapa tiene errores terminológicos y evidencia que el hacedor tiene vacíos conceptuales.
		$\alpha = 0$	El constructo muestra que el hacedor no tiene conocimiento en torno al concepto y al tema.

² Los mapas mentales se elaboran para sustentar y demostrar el grado de entendimiento adquirido en torno al tema de la asignatura, y se consideran de gran importancia bajo las crecientes exigencias del Ministerio de Educación Nacional, en cuanto a fomentar el conocimiento y reconocimiento de la singularidad y valía de cada estudiante.

³ Para determinar la relación existente entre el resultado y el estilo de aprendizaje, es menester recordar las principales características que los definen, a saber: a) el teórico se manifiesta desde el método, la lógica y la crítica, bajo un discernimiento objetivo y estructurado; b) el reflexivo se caracteriza por su capacidad analítica exhaustiva, la ponderación y conciencia de sus juicios y por la receptividad ante nuevos conceptos; c) el sujeto activo se destaca por su espontaneidad, capacidad de improvisación y reducida aversión al riesgo, lo que le permite descubrir aspectos o realidades desconocidas; y por último, d) el pragmático, desde la experiencia y la práctica, busca dar solución eficaz y directa a problemas reales (Alonso & Gallego, 2007; Martínez, 2008).

Relaciones erradas entre conceptos β	Se presentaron distracciones en el individuo cuando se recibió, se interpretó y puso en contexto la información.	Si $\beta \leq 3$; $\beta = 2$	El mapa demuestra que el hacedor establece relaciones válidas entre las entidades
		Si $\beta (4;7)$; $\beta = 1$	La representación tiene varias relaciones erradas entre conceptos
		Si $\beta > 7$; $\beta = 0$	El mapa presenta una gran cantidad de conexiones erradas que limitan el establecimiento de proposiciones lógicas
Niveles de profundidad γ	La información codificada en el hipocampo y otras zonas de los lóbulos temporales mediales no es suficiente para dominar el tema.	Si $\gamma \geq 6$; $\gamma = 2$	El mapa presenta muchos niveles de profundidad que lo constituyen como una estructura completa
		Si $\gamma (4, 5)$; $\gamma = 1$	En el mapa mental se exponen los conceptos básicos del curso
		Si $\gamma \leq 3$; $\gamma = 0$	El mapa mental es deficiente en extensión y profundidad
Interpretación δ	La retícula sináptica es consistente, permitiendo que el modelo mental del individuo sea claro y pueda ser traducido y expuesto para terceros.	$\delta = 2$	El mapa es claro y fácil de interpretar
		$\delta = 1$	La representación es difícil de interpretar
		$\delta = 0$	La representación no es un mapa conceptual
Cartografía σ	Los lóbulos derecho e izquierdo trabajan coordinadamente.	$\sigma = 2$	Se presentan gráficos y existe una codificación de colores. Adicionalmente, hace uso de un formato estándar de Ingeniería
		$\sigma = 1$	El constructo presenta gráficos, existe una codificación de colores; pero no hace uso de un formato estándar de Ingeniería
		$\sigma = 0$	El mapa no presenta estética alguna
Redundancia φ	Es probable que no se hayan logrado las mejores conexiones entre las neuronas, principalmente en el hipocampo y otras zonas de los lóbulos temporales mediales; razón por la cual el individuo recurre muchas veces a un mismo concepto para organizar sus ideas	$\varphi = (-) 2$	El mapa presenta una gran repetición o uso excesivo de los mismos elementos conceptuales
		$\varphi = (-) 1$	Algunos conceptos y palabras se repiten o se usan excesivamente en el mapa
		$\varphi = 0$	No se presenta repetición alguna de concepto o palabras
Linealidad ε	El estudiante apropió el conocimiento de manera "memorística", reduciendo su capacidad para identificar conceptos, establecer relaciones y cambiar su estructura sináptica	$\varepsilon = (-) 2$	El gráfico no es un mapa mental, tiene una alta linealidad (tipo diagrama de flujo) y transcripciones textuales tipo párrafos
		$\varepsilon = (-) 1$	No hay linealidad aparente, pero si hay transcripciones de frases y párrafos
		$\varepsilon = 0$	La representación gráfica es dendrítica

$$\text{Calificación} = \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma + \delta + \sigma}{2} \right) - (\varepsilon + \varphi) \text{ Ecuación 1}$$

NOTA: Esta propuesta de calificación es una versión actualizada de los desarrollos de Díaz (2010, 2013, 2015) con base en las propuestas de Bobby Bartels (1995) que evalúa los conceptos y la terminología, las relaciones entre conceptos y la habilidad del estudiante para comunicar conceptos a través del mapa conceptual; Pérez y Gallego (2001), que considera el número de jerarquizaciones entre los concepto, las conexiones válidas y cruzadas entre los mismos y los ejemplos clarificadores; y por último, Christine Hogan (2007), que califica la amplitud y profundidad de los contenidos, las ideas propias que se logran abarcar y las estrategias de cartografía mental utilizadas. Así mismo, contempla una nueva categoría de análisis fundamentada en las ideas de Joshua Foer (2007) y Carl Zimmer (2014).

4. Una nueva comprensión del aula

La capacidad que tiene la persona para organizar los conceptos, las ideas y generar conocimiento, se fundamenta en la forma como el cerebro actúa para materializar cualquier proceso sapiente: a través de un potencial de 500 a 1000 billones de conexiones sinápticas en una red biológica reticular de aproximadamente 160 000 km de fibras nerviosas que constituyen un complejo *triúnico* de sistemas complejos (Foer, 2007:6; Zimmer, 2014:6). Por tanto, su progresión y regresión en el aprendizaje de técnicas, métodos y normas puede realizarse mediante la exigencia al subsistema *neomamífero*, para que –desde la autoproducción y autoorganización– construya gráficamente modelos mentales a través del dibujo de relaciones ramificadas entre entidades con valor cognitivo (MacLean, 1990).

Sin embargo, sólo puede asegurarse la real consolidación de un modelo mental en el individuo si ocurren imbricados procesos en el cerebro que incluyen la recepción de información (señales sensoriales) para que en la corteza cerebral se establezca una memoria operativa y funcional para uso inmediato; y tras unos segundos como memoria de largo plazo, con la codificación de la información gráficamente representada en la forma de una entidad en el mapa mental. Proceso que involucra el paso de iones a través de pequeños y separados canales entre las membranas celulares de las neuronas (Alkon, 1994; Foer, 2011; Restak, 1994).

Si este gran sistema complejo trabaja coordinadamente o si se le ha entrenado para esta actuación específica, le permitirá al estudiante afrontar retos académicos reales o simulados con el simple acto de recuperar modelos almacenados en la memoria de largo plazo, constituidos a partir del proceso dialógico de complementar y excluir diferentes lógicas en su espacio mental, desde su experiencia académica durante el proceso formativo y desde el devenir personal en diversos escenarios. Por el contrario, si el modelo mental es inexistente, tendría que constituirlo y actualizarlo de manera forzada con base en afirmaciones de su experiencia inmediata e intervenciones de sus compañeros de estudio y/o profesores, como interlocutores próximos en el aula (Díaz, 2013; Harris, 2005; Moreira Et Al., 2002), lo que presentará un riesgo conceptual si el colectivo no está calificado en el tema de discusión.

Actuación cerebral que también dependerá de la forma como hayan quedado enlazados los conceptos en el hipocampo y los lóbulos temporales mediales; lo que ratifica la necesidad de ayudar al estudiante para que constituya un modelo mental hologramático y sistémico desde el propio proceso cognoscente; que establezca

relaciones coherentes entre conceptos en la forma gráfica de representación que considere necesaria; y de generar su interés para que constituya el súper concepto de manera activa y retroactiva, para lo cual es necesario acomodar dispositivos pedagógicos e instrumentos asimiladores de la experiencia en los planes de desarrollo de las asignaturas (Díaz y Pulecio, 2015).

Precisión de la operación de la mente que podría mejorarse si el estudiante intenta construir o actualizar el modelo mental con base en afirmaciones verificadas a lo largo de su formación académica con el apoyo de un maestro, con la constatación experimental o mediante la validación por parte de terceros impares; esto último con base en el desarrollo de extensión solidaria bajo un esquema de aprendizaje y servicio, a través de proyectos que propenden por una verdadera intervención positiva en el medio (Díaz, 2014; Mendía, 2012; Sutz, 2014; Velasco, 2012).

Ante esta diversidad de escenarios y posibilidades de trabajo, no todos los educandos alcanzan un desempeño óptimo, ya que es evidente el hecho que algunos no siempre tienen un interés para trabajar arduamente. También, que la manera como un individuo piensa se encuentra profundamente influenciada y definida por el medio histórico y cultural en el que vive (Luria, 1976); siendo este un aspecto condicionante de la población analizada en este estudio, que está obligada a trabajar para sufragar sus estudios; además de presentar deficiencias de lectura y escritura, al haberse formado en un sistema de educación secundaria que en su mayoría es de baja calidad (Banco Mundial, 2010; OCED, 2012, Universidad Central, 2013, 2014).

De igual manera, el rendimiento actual puede atribuirse a los vacíos conceptuales que tiene el individuo, debido a la inexistencia real del concepto y/o al simple hecho del dominio de la distracción en el espacio formativo. También influyen la persistencia de recuerdos que generan ruido en la consolidación del modelo mental, el bloqueo bajo escenarios de fogeo y alta entropía que tienden a traumar la sinapsis, la falta de experiencia en el uso de los conceptos, el establecimiento de asociaciones erradas entre verdades no relacionadas, el dominio de la sugestión ante la expectativa de enfrentar retos académicos y, la alteración y evolución conceptual por creencias actuales (Krell, 2014; Schacter, 2003a, 2003b). Así mismo, intervienen la prevalencia y predisposición de muchos estudiantes de operar como autómatas –en condición de piloto automático – al estar absortos por el volumen de información que descargan y leen de redes sociales; y por último, a su comportamiento en la academia bajo la lamentable lógica del cliente estudiante (Díaz y Cortés, 2014).

5. Plan de Acción

Ante esta situación enunciada, la acción inmediata que se ha implantado es lograr la articulación temática de todos los cursos que constituyen la malla curricular, buscando que el esfuerzo no se concentre en unos pocos espacios formativos en el programa de Ingeniería Ambiental, que actualmente se constituyen en islas conceptuales. Así mismo, se está promoviendo una cultura de no tolerancia a la mediocridad, para que los estudiantes interioricen la necesidad de comprometerse académicamente con el proceso formativo propio y colectivo, poniendo más interés en su vida estudiantil y su futuro profesional (Cuadro 1).

Cuadro 1. Paternalismo académico o exigencia y fogueo

Es importante evidenciar que la deserción académica es ahora un indicador que pesa considerablemente en las renovaciones de Registro Calificado o en los procesos de Acreditación de Programas o Institucional. Medida a través del Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior - SPADIES, se ha convertido en un objeto observable que ha promovido la aplicación de acciones para reducir el número de jóvenes que abandonan los programas académicos; las cuales –al aplicarse sin control - pueden exacerbar el problema que tratan de solucionar; ya que el acompañamiento excesivo, las sesiones preparatorias para los exámenes, la tutoría 24/7 y la supervisión de todo acto académico del estudiante tienden a generar un adormecimiento intelectual del individuo, o peor aún, el consentimiento excesivo del sistema institucional podría inhabilitarlo para asumir retos y afrontar frustraciones.

Por tal motivo, una estrategia válida -aunque poco popular- es la implantación estratégica de escenarios de fogueo (*boot camps*) en los planes de estudio, con los cuales se puede llevar al límite a la persona –bajo un escenario controlado-, con el fin de prepararla para sortear las situaciones difíciles que se le presentarán a lo largo de su vida, en los escenarios personal, familiar, social y profesional. Exigencia necesaria para cualificar una nueva generación exitosa.

Es importante considerar que la forma para enamorar –más no retener- al estudiante se debe fundamentar en los modelos pedagógicos y andragógicos, en el ejercicio docente y en los diseños curriculares para generar valor en la persona y la sociedad; no tanto en el consentimiento de la mediocridad ni en el paternalismo. El exceso de la ayuda institucional a la inserción en la vida universitaria tiene el riesgo de llevar a una esquizofrenia de cumplir con un indicador, validando la frase del famoso periodista Eric Sevareid: “*la causa principal de los problemas son las soluciones*”.

Elaboración propia

Por otro lado, se espera desarrollar un estudio para verificar la coherencia de consolidación en aula de Sistemas Colaborativos Cognitivos – JCS (por sus siglas en inglés) cuando se desarrollan conjuntamente mapas mentales en grupos de trabajo de estudiantes, siguiendo así la propuesta metodológica de Erick Hollnagel y David Woods (2005). Esto con el fin de identificar las razones de aparición y recurrencia de la linealidad y redundancia en los constructos gráficos; así como la dominancia de ciertos estilos de aprendizaje en las propuestas definitivas.

Conclusiones

- El uso de mapas mentales, para el desarrollo del espacio formativo y la evaluación, ha permitido cualificar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los niveles avanzados del Programa de Ingeniería Ambiental; iniciativa que en el individuo coadyuva, más no define en su totalidad, la consolidación de un modelo mental claro, duradero y útil para su vida académica y profesional
- La aplicación de conceptos básicos de la neurociencia cognitiva, evidencia la importancia de reconocer la biología del cerebro y de los mecanismos subyacentes a la cognición en el ejercicio docente, no sólo para establecer prácticas pedagógicas apropiadas, sino para reconocer la influencia del contexto del estudiante en

su vida académica; la cual, algunas veces, está dominada por el desinterés, la distracción y la escasa resiliencia bajo escenarios de fogueo y situaciones frustrantes.

Los mapas mentales no necesariamente son de fácil construcción y uso por parte de todos los individuos que comparten el aula, puesto que la capacidad de abstracción, relación conceptual y representación espacial no son características generales para todos los estilos de aprendizaje existentes. En este orden de ideas, la experiencia evidencia que los estudiantes con dominancia Teórica y Reflexiva logran una mayor apropiación y uso de esta herramienta gráfica para la representación del conocimiento.

Bibliografía

- Aguilera, E. (2012). *Los estilos de enseñanza, una necesidad para la atención de los estilos de aprendizaje en la educación universitaria*. En: Journal of Learning Styles. Vol. 5, No. 10 (2012). Utah Valley University.
- Alonso C. & Gallego D. & García J. (2007). *CHAEA, Estilos de Aprendizaje*. Disponible en: <http://www.estilosdeaprendizaje.es/menuprinc2.htm>
- Bartels B. (1995). *Promoting Mathematics Connections with Concept Mapping. Mathematics Teaching in the Middle School*, 1(7), 542-549, Reston, VA: NCTM.
- Bunzán T. (1996). *El libro de los mapas mentales: como utilizar al máximo las capacidades de la mente*. Barcelona, España: Ediciones Urano.
- Banco Mundial (2010). *Calidad educativa en Colombia, el camino recorrido y los retos pendientes*. Banco Mundial - Misión Residente en Colombia. Bogotá D.C., pp. 14.
- Ciurana, E. (2007). *Introducción al Pensamiento Complejo de Edgar Morin*. Guadalajara, México. Editorial Universitaris, Universidad de Guadalajara.
- Coll C., Martín E., Mauri y otros (1993). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Grao.
- Díaz C. (2010). *Uso de mapas conceptuales en cursos con condición de isla conceptual: experiencia en programas de Ingeniería*. En: Revista Educación en Ingeniería junio de 2010, N. 09. Bogotá D.C., Colombia.: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI.
- Díaz C. (2013). *Mapas mentales y estilos de aprendizaje: aportes a la enseñanza-aprendizaje en un espacio formativo en ingeniería*. En: Revista Educación en Ingeniería diciembre de 2013, Vol. 8, No. 09. Bogotá D.C., Colombia.: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI.
- Díaz C. & Cortés S. (2014). *El cliente como estudiante: riesgo para la calidad de la educación superior en Colombia*. En: Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina.: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Díaz C. (2014). *Comunidades de base y Universidad, alianzas con valor pedagógico e impacto social*. En: Memorias del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, nuevos escenarios en la

- educación en Ingeniería. Cartagena, Colombia.: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI.
- Díaz, C. y Pulecio, C. (2015). *Mapas mentales y estilos de aprendizaje: evidencias de relación en la formación de ingenieros*. En: Memorias del III Congreso Iberoamericano de Estilos de Aprendizaje. Cartagena, Colombia.: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
 - Foer J. & Steber M. (2007). *No lo olvide*. En: Revista National Geographic en Español, noviembre de 2007, vol. 21 No. 5. México D.F: México.: Editorial Televisa S.A. de C.V.
 - Foer J. (2011). *Moonwalking with Einstein: The art and science of remembering everything*. New York. United States of America.: The Penguin Press – Penguin Group.
 - García J. (1993). *Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción: la teoría verbal del aprendizaje significativo*. En Desarrollo psicológico de la educación II. Psicología de la educación. Compilación de Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. Madrid: Alianza.
 - Greca I. & Moreira M. (1997). *Modelos mentales y aprendizaje de la física en electricidad y magnetismo*. En: Revista Brasileira de Investigación en Educación en Ciencias, Vol. 02, No. 03. Sao Pablo, Brasil.: Universidad de Sao Pablo.
 - Greca I. & Moreira M. (1997). *The kinds of mental representations - models, propositions and images - used by college physics students regarding the concept of field*. En: International Journal of Science Education, Vol. 19, No. 6, páginas 711-724 .: Roudledge Taylor & Francis.
 - Hogan C. (2007). *Facilitating multicultural groups: a practical guide*. Glasgow, Great Britain.: Bell & Bain.
 - Harris P. (2005). *El funcionamiento de la imaginación*. Buenos Aires, Argentina.: Fondo de Cultura Económica.
 - Hollnagel E., & Woods D. (2005). *Joint Cognitive Systems: foundations of Cognitive Systems Engineering*. Boca Raton, EE.UU.: CRC Press – Taylor & Francis Group.
 - Izquierdo C. (2004). *Aprendizaje inteligente*. México D.F., México.: Editorial Trillas.
 - Johnson – Laird P. (1983). *Mental Models*. Cambridge, EE.UU.: Harvard University Press.
 - Johnson – Laird P. (1996). *Images, models and propositional representation*. En: Models of visuospatial cognition. New York, EE.UU.:Oxford University Press.
 - Keefe J. (1988). *Profiling and Utilizing Learning Style*. Reston, Virginia: NASSP.
 - Krell H. (2014). *El principal de los siete pecados de la memoria*. Buenos Aires, Argentina.: Ilven Brain Training Method.
 - Lago, B., Colvin, L., y Cacheiro, M., (2008). *Estilos de aprendizaje y actividades polifásicas: modelo eaap*. En: Journal of Learning Styles. Vol. 1, No. 2 (2008). Utah Valley University.
 - Luria A. (1976). *Cognitive Development: its cultural and social foundations*. Cambridge, United States Of America.: Harvard University Press.
 - MacLean, P. (1990). *The triune brain in evolution: role in paleocerebral functions*. New York, EE.UU. Springer Science & Business Media.

- Martínez P. (2008). *Estilos de aprendizaje: pautas metodológicas para trabajar en el aula*. En: Revista Complutense de Educación, Vol. 19 Núm. 1 (2008) 77-94. Madrid, España.: Universidad Complutense de Madrid.
- Mendía R. (2012). *Aprendizaje – Servicio como una estrategia inclusiva para superar las barreras al aprendizaje y a la participación*. En: Revista Educación Inclusiva, Vol. 5, No. 01. Jaén, España.: Universidad de Jaén.
- Montañes, P. y DeBrigard, F. (2005). *Neuropsicología clínica y cognoscitiva*. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Moreira M. & Greca I. & Rodríguez M. (2002). *Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza aprendizaje de las ciencias*. En: Revista Brasileira de Investigación en Educación en Ciencias, Vol. 02, No. 03. Disponible en: Portal de Enseñanza en Ciencias <http://www.cianciamao.usp.br>.: Universidad de Sao Pablo.
- Muñoz J. & Ontoria P. & Molina A. (2011). *El mapa mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción de conocimiento* En: Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, Vol. 03 No. 06. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo – OCED & El Banco Mundial (2012). *La educación superior en Colombia 2012*.: Banco Mundial y OCED.
- Pérez R. & Gallego R. (2001). *Corrientes Constructivistas: de los mapas conceptuales a la teoría de la transformación intelectual*. Bogotá, Colombia.: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Restak R. (1994). *Receptors*. New York. EE.UU: Bantam Books.
- Schacter D. & Chiao J. & Mitchele J. (2003a). *The seven sins of memory, implications for self*. En: Annals New York Academy of Sciences 1001:226 – 239.: New York Academy of Sciences.
- Schacter D. (2003b). *Los siete pecados de la memoria: como olvida y recuerda la mente*.: Madrid, España.: Editorial Ariel, Grupo Planeta.
- Sutz J. (2014). *Calidad y relevancia en la investigación universitaria: apuntes para avanzar hacia la convergencia*. En: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, septiembre de 2014, Vol. 09, No. 27: Secretaría Editorial, centro REDES.
- Universidad Central (2014). *Sílabo de la asignatura Gestión Integral de la Calidad del Aire*. Bogotá D.C., Colombia.: Departamento de Ingeniería Ambiental.
- Universidad Central (2013). *Proyecto Educativo Institucional*. Bogotá D.C., Colombia.: Universidad Central.
- Ventura A., Palou I., Széliga C., & Angelone L. (2014). *Estilos de aprendizaje y enseñanza en Ingeniería: una propuesta de educación adaptativa para primer año*. En: Revista Educación en Ingeniería julio de 2014, No. 18. Vol. 9. Bogotá D.C., pp. 178-189. Bogotá. Colombia.: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI.
- Velasco R. (2012). *El compromiso social de la universidad*. En: Las Universidades como generadoras de la innovación: Investigación, iniciativa y responsabilidad social. Viscaya, España.: Universidad de Deusto y Foro Internacional de Innovación Universitaria.

- Zimmer C. (2014). *Secretos del Cerebro*. En: Revista National Geographic en Español, febrero de 2014. Vol. 34, No. 02. México D.F., México: Editorial Televisa.

Información de los autores

- **Cristian Julián Díaz Álvarez**. Ingeniero Químico, Especialista en Manejo Integrado del Medio Ambiente, Magister en Medio Ambiente y Desarrollo y doctorante en Pensamiento Complejo. Profesor y actual director del Departamento de ingeniería Ambiental de la Universidad Central.
- **Carolina Pulecio León**. Ingeniera Química. Consultora ambiental y profesora del Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Central. Laica comprometida con la educación como medio de evangelización.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)