



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN  
DE INGENIEROS EN LA  
ERA DIGITAL



# CONSTITUCIÓN DEL MARCO TEÓRICO EN LA INVESTIGACIÓN A PARTIR DE LA LITERATURA CIENTÍFICA USANDO MAPAS SISTÉMICOS

**Andrés López A., Dayana Ordóñez Ibarra, Lina Rivas Tafurt**

**Universidad ICESI  
Cali, Colombia**

## **Resumen**

La construcción de un marco teórico en toda investigación que se adelante en ingeniería industrial, es uno de los principales retos de todo investigador, con el fin de plantear una propuesta que permita, a partir del análisis sobre la teoría ya existente presentada por diferentes autores sobre el tema a estudiar, desarrollar el soporte necesario para darle consistencia al tema evaluado, siendo necesario definir el alcance de los autores y el gap que se pretende cubrir.

Mediante la construcción de imágenes enriquecidas sistémicas, se pretende demostrar cómo este medio, permite la elaboración de mapas que facilita la selección de las ideas centrales de la literatura científica seleccionada, las relaciones entre sus nodos y elementos, como también el desarrollo de bucles de enriquecimiento de información a medida que se integran más artículos científicos al análisis propuesto, generando lo que hemos denominado una galaxia sistémica (M. Castells).

La propuesta que se presenta en este artículo, es el resultado de una investigación adelantada entre los años 2018-2019, con resultados en el desarrollo de las capacidades científicas por parte de los participantes, confirmando la posibilidad de transformarse el abordaje de la literatura científica tradicional basada en un enfoque lineal, hacia un enfoque sistémico.

## **Abstract**

*The construction of a theoretical framework in all research that is carried out in industrial engineering is one of the main challenges of any researcher, with the aim of proposing a proposal that allows, from the analysis of the existing theory presented by different authors on the subject to study, develop*

*the necessary support to give consistency to the subject evaluated, being necessary to define the scope of the authors and the gap that is intended to cover.*

*By means of the construction of systemic enriched images, it is intended to demonstrate how this medium allows the elaboration of maps that facilitate the selection of the central ideas of the selected scientific literature, the relations between its nodes and elements, as well as the development of information enrichment loops as more scientific articles are integrated to the proposed analysis, generating what we have called a systemic galaxy (M. Castells).*

*The proposal presented in this article is the result of research carried out between 2018-2019, with results in the development of scientific capacities by the participants, confirming the possibility of transforming the approach of traditional scientific literature based on a linear approach, towards a systemic approach.*

## **1. Literatura científica analizada**

En general saber abordar una lectura es un aspecto que contribuye nuestra formación cultural como profesionales, por esto, surge el interés de profundizar en la lectura científica sobre los temas de ingeniería industrial, por esta razón es necesario proponer mecanismos que al leer artículos académicos y que conlleve a generar el desarrollo de nuevas ideas las cuales, promueven la ampliación del conocimiento científico.

En enero de 2018 en la universidad Icesi, en el programa de ingeniería industrial con estudiantes de quinto semestre, se inició un proceso investigativo para recolectar información de la forma más acertada y leer literatura científica aplicando herramientas que permitan y estimulen el pensamiento sistémico a través de imágenes enriquecidas. Después de un año de investigación se logró mostrar a la comunidad académica, un artículo que exponía la transición conseguida por los estudiantes al evaluar un texto científico, sin tener una idea concisa sobre la ruta de análisis necesaria, que de manera rápida permita contar con una mejor capacidad para la elaboración de nuevas propuestas. Los estudiantes adquirieron hábitos mentales, que consiste en realizar ciertos pasos antes, durante y después de la lectura, que posibilita entender mejor los textos, identificar ideas principales de cada párrafo y establecer relaciones entre los párrafos para generar nuevas ideas o complementar las mencionadas en el artículo.

El proceso de exploración de la literatura científica da inicio con el desarrollo de i varias fases: escoger tema a investigar, posteriormente se buscan artículos relacionados al tema filtrando la revista seleccionada, los autores, el año de publicación y la amplitud del tema presentado, posteriormente se inicia con una lectura de un primer artículo escogido que es seminal o representativo del tema, donde se reconocen las ideas principales. Se continua con un segundo artículo y así sucesivamente, verificando en cada artículo si están todas las ideas principales (que actúan en adelante como nodos de información) y se adiciona nuevas ideas, las cuales, son consideradas sub-nodos, que se ubican alrededor de los nodos principales con el fin de ir enlazando el mayor número de conocimientos brindados por la lectura.

Una vez que se considere que el mapa mental que contiene en nodo y sub nodos, las principales ideas de los diferentes artículos evaluados se ha concluido se procede a identificar y desarrollar la mayor cantidad de conexiones posible entre los temas e ideas; a partir de las conexiones identificadas entre los diferentes textos, se procede a escribir nuevos aportes. Es posible desarrollar nuevas aproximaciones para analizar un artículo científico de forma eficiente, es especial usando técnicas de pensamiento sistémico e imágenes enriquecidas, con relación al tema seleccionado Supply Chain Quality Management (SCQM) y al aplicar estos mecanismos se aprecia como la información extraída es significativa, entendida y más fácil de analizar para escribir nuevos aportes teóricos. Todo este proceso demuestra como las ideas son infinitas y se pueden concebir de diferentes formas, al agregar ideas y combinar nuevas ideas.

## 2. Mapa mental sistémico

En las siguientes imágenes (ver figura 1), se evidencia las etapas por la que pasaron el análisis de la lectura y la construcción del mapa mental; durante este proceso en el nivel I, se puede observar la lectura del artículo y resaltar las ideas, después en el nivel II se evidencia ampliación del mapa mental, hasta llegar al nivel III correspondiente la versión final.

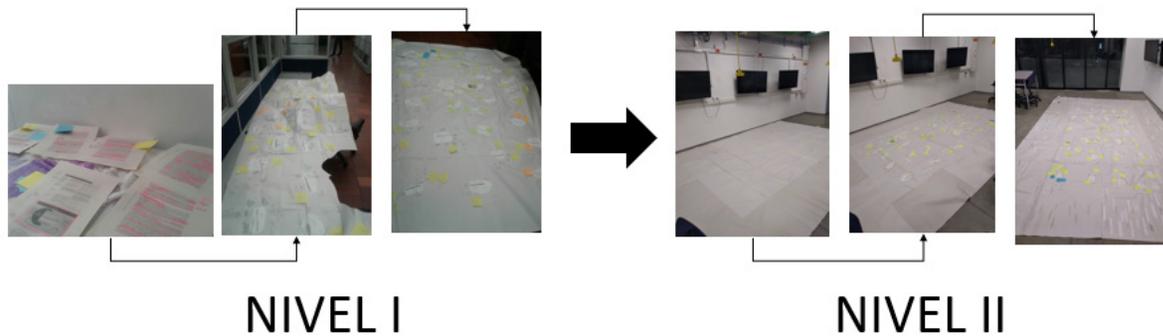
Al evidenciar los resultados significativos de la lectura, con el fin de comprender de forma amplia este proceso, hacer un análisis más detallado y profundo, se decidió continuar con el proceso del semillero durante 2019. Se toma la decisión de continuar ampliando el tema Supply Chain Quality Management (SCQM), los artículos seleccionados fueron: Sampaio, P; Sameiro, M; Fernández, C (2015), An extensive structural model of supply chain quality management and firm performance. Robinson, C; Malhotra, M, (2004), Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practise. Con el fin de poder escoger estos artículos de la segunda etapa, se revisó las referencias del texto inicial con el cual fue hecho el primer mapa mental, realizando un diagrama de galaxia sistémica, adaptación a partir de Manuel Castell (2001) en su concepto de Galaxia Internet, considerada como vinculación que existe entre la sociedad de la información con las redes informáticas interactivas, es así como se han creado nuevas formas y canales de comunicación, igualmente los modos de desarrollo de la información en los que se conectan la cultura y las fuerzas productivas, estableciendo así nuevas formas de interacción, control y cambios sociales (Castells M., 2001); teniendo en cuenta que, existe el concepto galaxia de internet; surge la idea de proyectar nuestra propuesta como una galaxia sistémica donde a partir de la existencia de literatura científica disponible en bases de información, es posible acceder y vincular conceptos, criterios, resultados y alcance producto de las conexiones que se dan entre los mismos, generando nuevos campos de exploración, indagación e investigación.

Después de conceptualizar galaxia sistémica, se operacionaliza a través de la representación de la interacción entre los diferentes artículos, elaborando un mapa sistémico donde ampliamos el mundo de las ideas. Además, se ha evidenciado como este tipo de galaxia impulsa el proceso productivo como lectores y escritores de artículos científicos. Por otro parte, para llevar a cabo el mapa sistémico se organizó de forma cronológica el orden en que fueron escritos los textos, es decir, la referencia más antigua se tomó como punto de partida y en la línea conductora se van

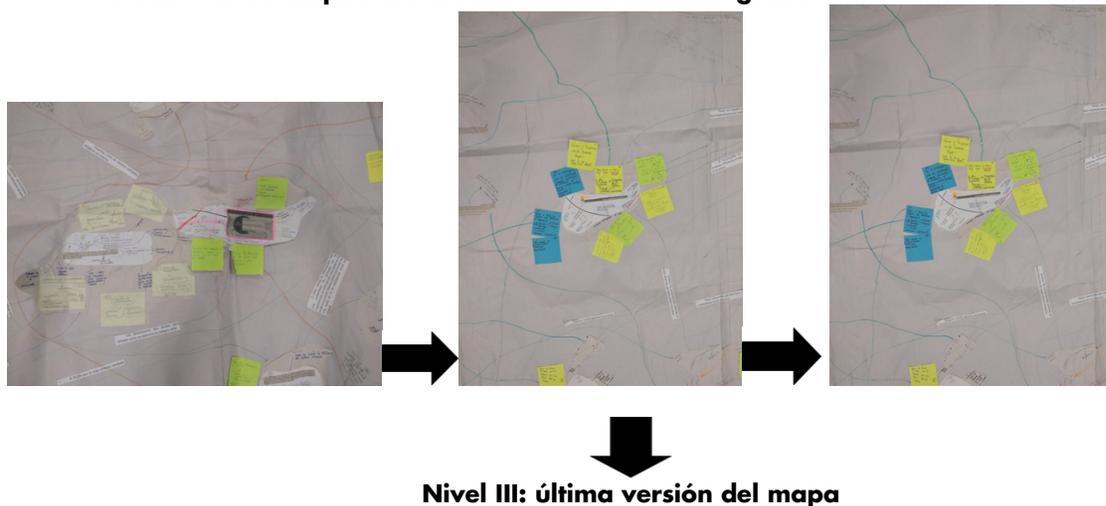
agregando las otras referencias hasta el escrito más reciente, por lo cual, se pudo observar los antecesores del artículo, para escoger cuales se podían analizar y permitir complementar el mapa.

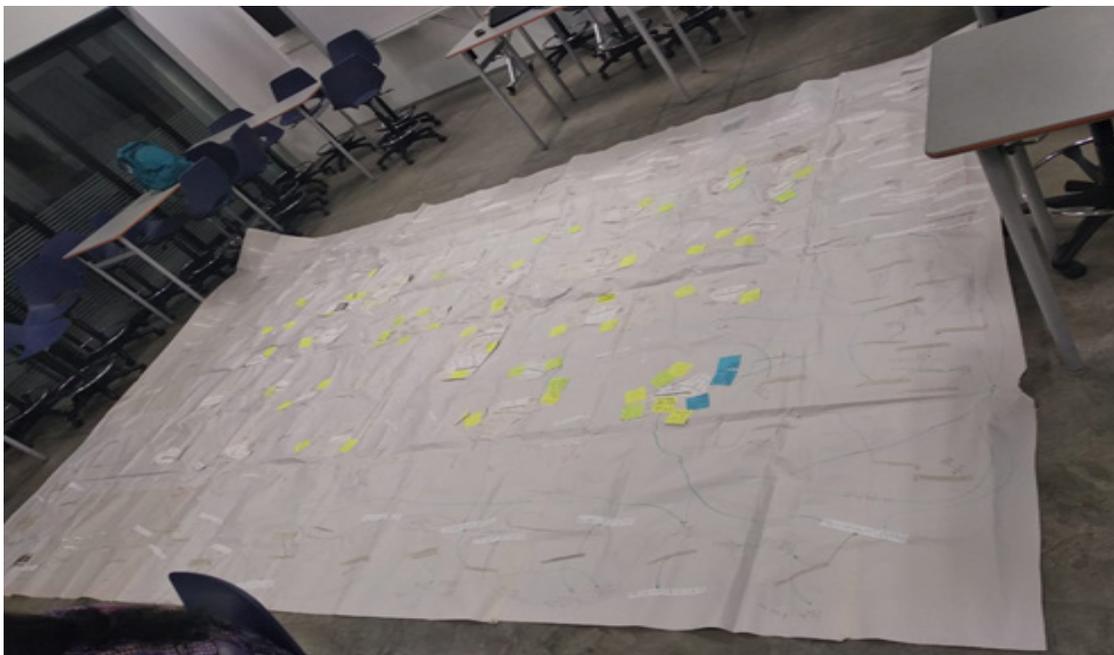
Contrastando el concepto de Galaxia y con la realidad, se puede recuperar como una Galaxia está compuesta de estrellas que se consideran infinitas, debido a que, no se ha podido especificar el número de estas, además dentro de las mismas están presente estructuras como agujeros negros como amplitud infinita del espacio, por otro lado, está el choque de galaxia que hace referencia cuando dos galaxias se unen y desarrollan una nueva galaxia, lo anterior, se toma como referencia y se relaciona con nuestro proceso, donde se demuestra como continuamente hay complemento de ideas que crean ideas más extensas, existen infinitas ideas que pueden ser integradas a los nodos y al tema propuesto a través de las bases de datos que continuamente reciben nuevos aportes , como también aparecen nuevas ideas atractoras, como también aparecen agujeros negros que absorben o ponen a prueba los conceptos dados.

**Figura 1: Desarrollo del mapa mental**



**Avance de la ampliación del nivel uno a nivel integrando otros artículos científicos:**





**Fuente: elaboración propia**

En algunas ocasiones las ideas desarrolladas son concéntricas, pero de igual forma pueden aparecer diversas formas de modelos y conceptos los que hacen parte de un espacio infinito de galaxias. Además, las galaxias se pueden unir o estar cerca de ellas, haciendo un complemento entre sí. Por último, que se debe resaltar que las galaxias se formaron a partir del big bang, es decir, a partir todo se origina con la presencia del caos; lo anterior, se puede relacionar con el proceso de lectura científica, cuando de un momento a otro surge una explosión de muchas ideas al leer un texto, cabe aclarar que las ideas necesariamente no son claras o están bien constituidas, pero que representan el comienzo de la estructuración de pensamientos propios en torno a complementar un conocimiento existente o generar uno nuevo.

Asimismo, los mapas sistémicos, promueven el pensamiento de forma divergente donde las ideas alcanzan proporciones infinitas de tal modo que siempre va a estar en estado latente para ser conectadas con otras ideas, además no se presenta con una figura estructurada no existe un centro otorgado o algo ya estipulado, la forma del mapa sistémico surge a medida que se van generando ideas y conexiones. Los mapas sistémicos si tratan los autores que participan a través de los textos científicos de forma equiparable y equivalente, donde se puede hacer una sintaxis entre ellos y hacer que las ideas se complementen, logrando algo más grande y con ideas más completas. Al igual que las galaxias, nuestro pensamiento es un caos de ideas, donde el mapa sistémico hace que nuestro pensamiento genere rutas de conexión y nubes de conexión densos en los nodos más importantes. Podemos concluir como la principal dificultad para los estudiantes investigadores, su mente tiene que dejar la zona de confort en la que se encuentran inicialmente y empezar a procesar información como un todo, a medida que se desarrolla el mapa sistémico, dejando a un lado la inercia del pensamiento lineal al realizar literatura científica.

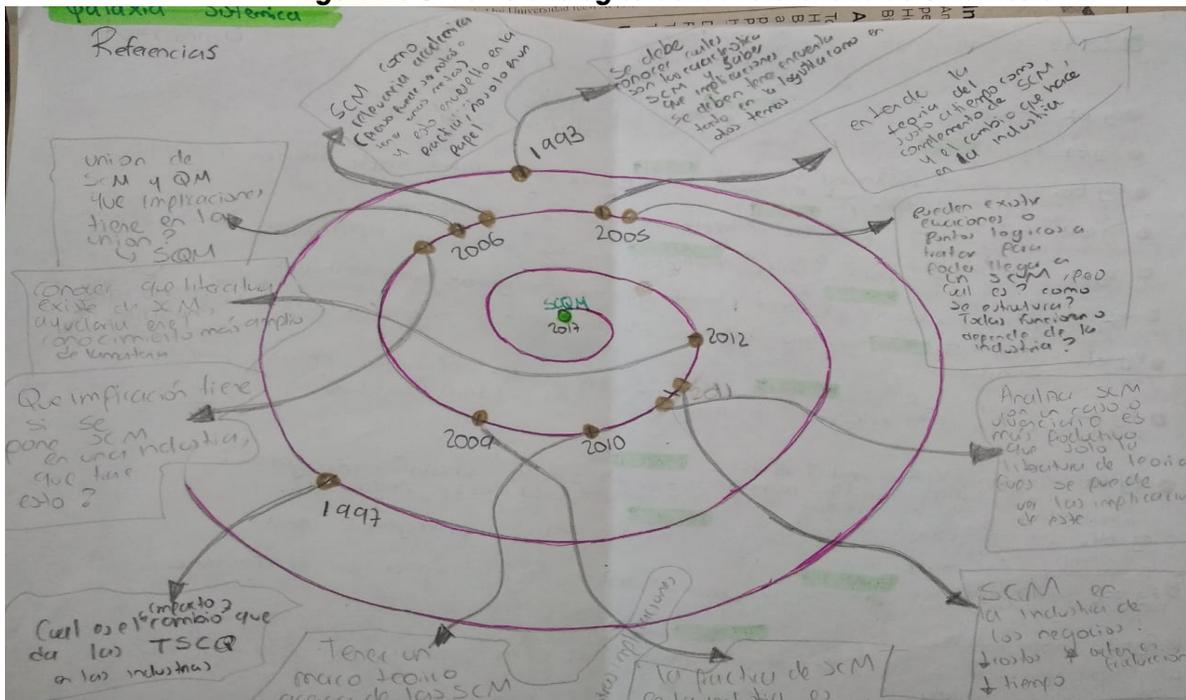
El siguiente paso corresponde al procesamiento de las ideas definidas alrededor de los nodos. A partir de lo anterior, se estructura un párrafo en el cual, se desea reunir, analizar y organizar todas

las ideas que se proponen en relación con las ideas principales del texto. El anterior aspecto es interesante teniendo en cuenta que, permite evidenciar que la conexión de sub-nodos da una visión más amplia y clara del tema tratado en el escrito. Igualmente, durante todo este proceso siempre se ha estado enfocado hacia la ampliación de conocimiento referente al tema investigado (la SCQM), en el cual hubo un interés y profundización teórica, además, se buscó la mejor forma de abordar un texto científico teniendo en cuenta parámetros de pensamiento sistémico.

Para confirmar la amplitud de este enfoque es claro que durante toda esta investigación se activaron en los investigadores procesos plásticos en sus pensamientos a través del pensamiento sistémico, que permiten moldear nuestra estructura mental y cambiar de forma cómo se desarrolla el análisis de artículos científicos; basado en el uso de documentos físicos donde se recortan las ideas principales de cada párrafo (nodos) y con ello se hace una retroalimentación, lo que significa que se puede ir ampliando este nodo, dando el manejo manual (cortar, pegar y unir ideas) necesario para ir estructurando el mapa mental, esto se puede relacionar con la plasticidad cerebral que se refiere a la capacidad del sistema nervioso para conmutar su estructura y su funcionamiento a lo largo de su vida, como reacción a la diversidad del entorno y en este caso específico se puede relacionar este término de las características plásticas dándole un enfoque sistémico.

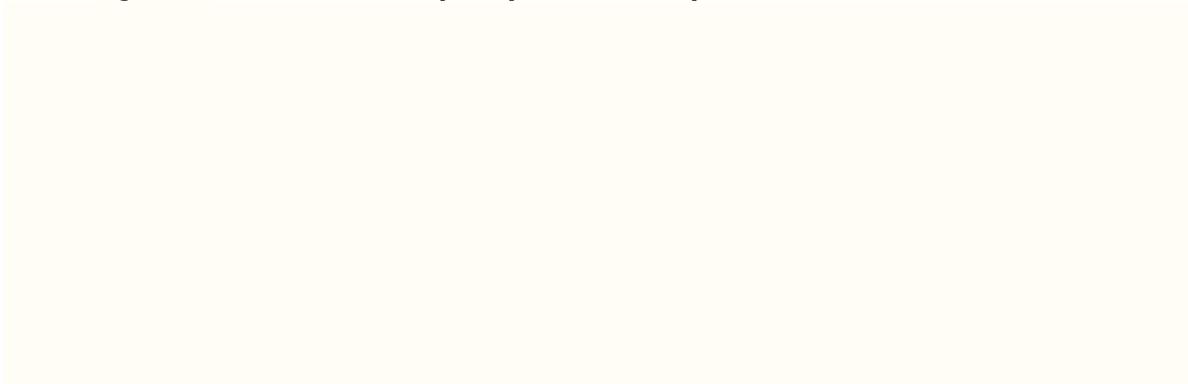
Los análisis de los textos se acompañan con un diagrama que refleja el orden cronológico de artículos que complementan nuestra investigación, (ver figura 2). En la figura 3 se aprecia las ideas principales que se escogieron de cada artículo para seguir complementando el mapa mental y en la figura 4 se ve en perspectiva ampliada el mapa sistémico elaborado.

Figura 2: Orden cronológico de las referencias de un artículo



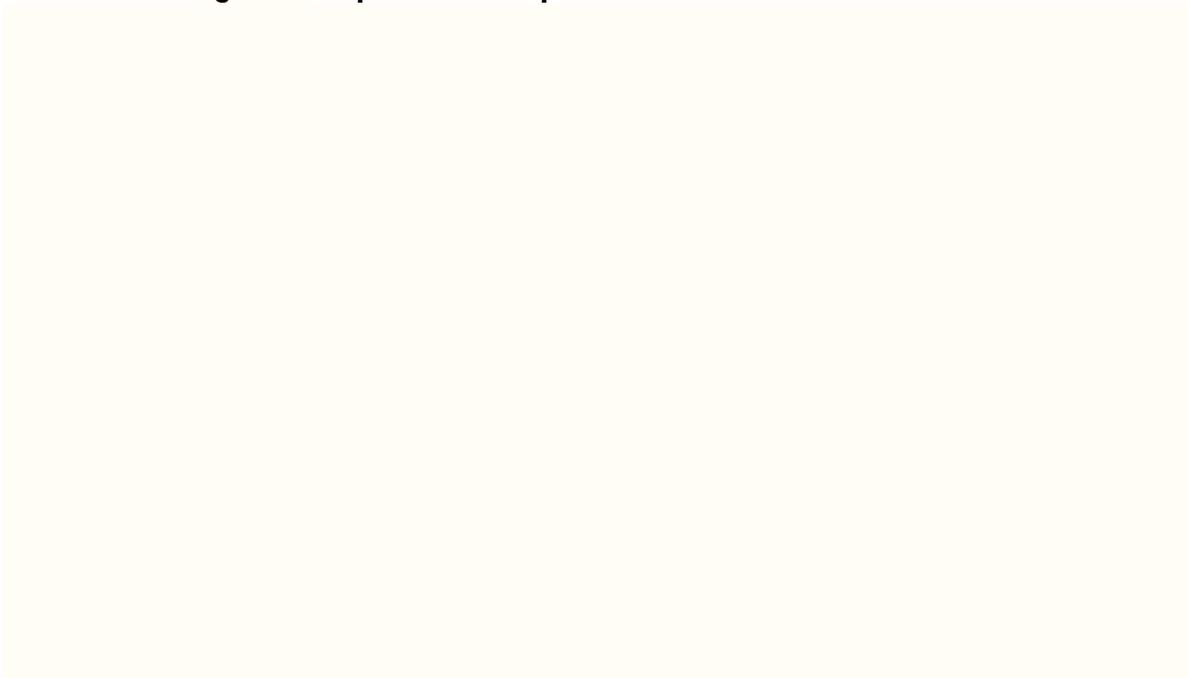
Fuente: elaboración propia

**Figura 3. Seleccionar ideas principales de cada párrafo de los artículos**



**Fuente: elaboración propia**

**Figura 3. Ampliación de mapa mental con los nuevos artículos seleccionados**



**Fuente: elaboración propia**

Durante este proceso se pueden apreciar cambios considerables, en cuanto a la forma en la que se va analizando y relacionando todos los aspectos tratados en el artículo científico, dado que, surgen cuestionamientos de los conocimientos iniciales extraídos del artículo científico seleccionado, además de que surgen ideas propias a medida de que se realizan las conexiones, a esto se le denomina un proceso de enriquecimiento conceptual, que permite reafirmar conocimientos y generar pensamiento sistémico. Por otro lado, siempre hay una continua retroalimentación que nunca se detiene, pues las ideas no tienen fin a pesar que el tiempo pase, mientras se generan nuevos conocimientos y experiencias que se pueden plasmar en el papel por medio del mapa mental, por ello, si se vuelve a leer los nodos, sus ideas empiezan a brotar y el mapa sigue creciendo exponencialmente. Asimismo, son notorias las etapas por las que ha pasado la mente desde el inicio de entender y aplicar todo el aspecto que encierra el análisis de la literatura

científica, usando pensamiento sistémico, dado que, es realmente interesante por parte de los investigadores, notar los cambios nombrados a lo largo de este escrito.

En conclusión, se pudo evidenciar un cambio en la manera de leer un artículo científico, teniendo en cuenta que, al inicio se desconoce la forma correcta de leer un texto, por lo cual, la lectura siempre es de carácter lineal, donde es claro que no existía una amplia conexión entre las diferentes ideas. Después de poner en práctica las recomendaciones identificadas a través del pensamiento sistémico e imágenes enriquecidas que consiste, en ir sacando ideas principales (nodos) de los párrafos de los artículos, posteriormente ir agregando ideas propias y realizar conexiones entre estas, hasta estructurar un mapa mental, lo anterior, condujo a crear nuevas ideas, analizar mejor los textos. Permitted evidenciar las diversas ventajas de leer un texto científico y contrastar más artículos, construyendo una representación de la información científica que denominamos galaxia sistémica, posibilitó observar un panorama más amplio de las ideas, dado que, se logra concebir los temas de manera correcta y se pueden redactar textos de una forma espontánea; asimismo, hay testimonios de que leer cualquier texto usando estas técnicas, ha permitido conseguir resultados (Sutrisna M. y Barret P., 2007).

## Referencias

- Sutrisna, M., Barrett, P. (2007). Applying rich picture diagrams to model case studies of construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14 No. 2, 164-179.
- Fernandes, A., Sampaio, P., Sameiro, M. (2017). Supply chain management and quality management integration. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34 No 1, 53-67.
- Ho K. y Sculli D. (1994). Organizational theory and soft Systems methodologies, *Journal of management development*, 13(7), pp. 47-58
- Platt A. y Warwick S. (1995). Review of soft systems methodology, *Industrial management & data systems*, 95(4), pp. 19-21
- Sampaio, P; Sameiro, M; Fernández, C (2015). An extensive structural model of supply chain quality management and firm performance.
- Robinson, C; Malhotra, M, (2004). Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practise
- Castells M. (2001). *La galaxia Internet*. Plaza& Janes ed. Barcelona, España.
- Casillas, M, (2017). *The Internet Galaxy: Reections on the Internet, Business, and Society*; *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*.
- Dickinson, T. (2012). *Hubble's universe*. Firefly Books. Ontario, Canadá.
- *Plasticidad Cerebral y Neuronal, Neurogénesis. Neuroplasticidad ejercicios mentales*. (2019). *CogniFit*. [online] Available <https://www.cognifit.com/es/plasticidad-cerebral>

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

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)