

## EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE MAPAS CONCEPTUALES EN EL TEC DIGITAL

*Ederick Navas & Mario Chacón-Rivas*  
*Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica*  
*Email: enavas@itcr.ac.cr, machacon@itcr.ac.cr*

**Abstract.** Los Mapas Conceptuales (MC) han sido utilizados como herramienta de evaluación en investigaciones y educación superior, ya que permiten analizar el conocimiento que tiene una persona acerca de un tema en particular o simplemente ayudarles en su proceso de aprendizaje; por esto, se hace imprescindible saber elaborar un buen MC según criterios elementales que lo caracterizan. La implementación de una herramienta de evaluación y ponderación de mapas conceptuales (MC) en un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en Inglés) como .LRN, tiene como objetivo fundamental facilitar a los docentes el proceso de asignar una calificación a los mapas conceptuales en un entorno de aprendizaje dentro del módulo de evaluaciones. Es importante señalar que para esto se debe de contar con un LMS de código abierto, que permita extender su funcionalidad. Otro de los objetivos es promover en los estudiantes de la plataforma un aprendizaje significativo, a través de una herramienta que sirva como guía de criterios sobre la construcción de los MC que están elaborando. Este trabajo identifica y plantea una solución en .LRN<sup>1</sup> (o dotLRN) de una herramienta de evaluación estructural o de taxonomía topológica de MC, como parte adherida al paquete de evaluaciones de dicha plataforma. Cabe añadir que este trabajo está en un proceso inicial en el que se integra con los servicios del CmapServer y CmapAnalysis del Institute for Human and Machine Cognition (IHMC).

### 1 Introducción

Los mapas conceptuales han adquirido importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje, puesto que esta estrategia permite al estudiante tener un aprendizaje significativo, en que puede construir nuevos conocimientos, trabajar de forma colaborativa mediante el servidor de mapas conceptuales y aprender a aprender.

La razón de poner a disposición una herramienta que ayude en la evaluación y pondere de forma automatizada los MC, surge de la necesidad de brindar apoyo al docente; que usa los MC en sus cursos y no tiene a su disposición un mecanismo evaluativo. Además, se busca inducir a otros profesores a que incluyan MC en su proceso de enseñanza.

Actualmente se dispone de un servidor de MC CmapServer<sup>2</sup> del IHMC<sup>3</sup> (Institute for Human and Machine Cognition) integrado al módulo de asignación y evaluación de la plataforma del TEC Digital. Esto permite que el docente pueda asignar tareas tipo MC, pero no se encuentra implementado ningún tipo de rúbrica o un criterio de análisis de la estructura de este tipo de asignaciones en .LRN.

Además, en esta implementación se busca brindar una guía al estudiante donde pueda verificar la estructura y proposiciones de su o sus MC, basada en criterios de puntuación sobre algoritmos y técnicas en cuanto al tamaño, calidad y estructura, que han sido elaborados por el IHMC (Cañas, Bunch & Reiska, 2010). La importancia de poner a disposición una herramienta para evaluación estructural de MC es una extensión que viene a dar una mayor consistencia y complemento a la integración del CmapServer en .LRN, propiciando mejoras al proceso de enseñanza-aprendizaje del quehacer en la institución.

Actualmente son muchas las universidades que hacen uso de esta herramienta como complemento para su proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que hace más evidente la necesidad de ponerla a disposición en una plataforma de aprendizaje como .LRN.

Diversas publicaciones describen la importancia de los MC como herramienta para el aprendizaje significativo de cualquier disciplina como matemática, física, química o economía entre otras (García & Díez, 2010), razón por lo que muchas instituciones de educación superior han optado por esta técnica. No obstante, para que los MC tengan un efecto positivo en el aprendizaje significativo, es necesario que exista un entrenamiento apropiado para su elaboración y su interpretación, así como la posibilidad de un ambiente colaborativo para poder comparar con otros mapas de referencia. Además, es necesaria una herramienta de guía -que es uno de los objetivos de este proyecto- como el integrar el CmapAnalysis<sup>4</sup> en la plataforma TEC Digital.

---

<sup>1</sup> Ambiente educativo virtual que facilita la colaboración y gestión de clases a través de internet.

<sup>2</sup> <http://cmap.ihmc.us/>

<sup>3</sup> <http://www.ihmc.us/>

<sup>4</sup> <http://code.google.com/p/cmapanalysis/>

Este artículo tiene el objetivo de presentar al lector una solución de implementación en .LRN -plataforma en el que está basado el TEC Digital-, sobre la evaluación estructural de mapas conceptuales mediante la integración de la herramienta CmapAnalysis del IHMC.

### 1.1 Trabajo relacionado

Existen trabajos de investigación que presentan la forma de evaluar MC, como el esfuerzo parte del proyecto “Conéctate al Conocimiento” del Ministerio de Educación de Panamá en conjunto con el IHMC (Miller, Cañas & Novak, 2006), en donde se desarrolla un esquema de calificación de la taxonomía topológica y semántica (para más detalle ver el apartado sobre taxonomía topológica) de MC adaptada a sus necesidades.

También existen rúbricas (Domínguez, Sánchez & Aguilar, 2010) para guiar la interpretación del docente en la evaluación de los MC realizados por los estudiantes. Un esquema que ha sido muy utilizado es el de Novak y Gowin (1988). Estos dos autores plantean unos criterios de puntuación basados en proposiciones, jerarquía, conexiones cruzadas y ejemplos, dando cierta cantidad de puntos al cumplimiento de cada uno de estos criterios, para obtener un total basado en la sumatoria de los mismos.

En Chacón (2010), la autora enumera tres de los métodos de evaluación de MC más conocidos, a saber: la estructura topológica que busca identificar la forma de organizar el pensamiento; el contenido, donde se valora la coherencia y veracidad de las proposiciones y, por últimos, se valora mediante una herramienta -desarrollada por autora- el proceso de construcción y re-elaboraciones de un MC bajo el argumento de que un mapa conceptual es un proceso que requiere mejoras en su elaboración (se valora mediante una herramienta desarrollada por la autora).

En la propuesta de implementar la evaluación de MC en .LRN es de interés automatizar en una primera etapa, la taxonomía topológica, bajo la integración de una herramienta que se describe a continuación. Uno de los proyectos de software sobre ponderación de la estructura y proposiciones de MC es el del IHMC, el cual se encuentra en etapa de desarrollo. Este ha sido llamado CmapAnalysis (Cañas, Bunch & Reiska 2010) y basa sus criterios en:

Taxonomía topológica: Incluye una puntuación de 0 a 5, donde el 5 indica la mayor calidad del MC<sup>5</sup>. Para este cálculo existen criterios individuales tales como:

- Media de palabras por concepto: es el número total de palabras, (separadas por espacio en blanco), dividido entre el número de conceptos en el mapa. Los conceptos concisos son importantes para la ponderación de la taxonomía.
- Contador de enlaces: número total de los conceptos y frases de enlace que tienen al menos una conexión de entrada y más de una conexión de salida.
- Contador de conceptos: cantidad de conceptos en el MC.
- Contador de frases que unen otros conceptos: cantidad de frases de enlace en el MC.
- Conceptos huérfanos: cantidad de conceptos que no tiene conexiones en el MC.
- Contador de proposiciones: cantidad de proposiciones en MC. Una proposición es la unión concepto-frase de enlace- concepto.
- Contador de raíces hijas: número de conceptos en el mapa que tienen una conexión de entrada de un concepto de raíz. Un concepto raíz se define como uno que tiene las conexiones salientes, pero no las conexiones entrantes.
- Contador de submapas: cantidad de conceptos raíz de otros mapas que se encuentran en el MC.
- Puntuación de taxonomía: ponderación de taxonomía topológica del MC.

Criterios de centralidad: Se refiere a la conexión de los conceptos en el MC e incluye los siguientes aspectos:

- Media de frases de enlace por concepto: relación de frase de enlaces y los conceptos.
- Media de proposiciones por concepto: relación de proposiciones y los conceptos.
- Centralidad del concepto: número de conexiones de entrada y salida de un concepto dado.

---

<sup>5</sup> En el siguiente apartado se amplía el concepto de taxonomía topológica

- Tres conceptos más centrales: lista separada por comas de las etiquetas de texto de los tres conceptos con la medida de mayor centralidad en el MC.

## 2 Fundamento de la Evaluación Estructural de Mapas Conceptuales

Actualmente, se está desarrollando un proyecto -dentro del módulo de evaluaciones del .LRN- que busca evaluar y valorar los MC, por lo que es importante mencionar las formas que existen sobre dicho tema. Hay al menos tres niveles de evaluación de MC, a saber: el estructural (taxonomía topológica), el de proceso y el de contenido (semántico). Como parte inicial del proyecto “Mapas Conceptuales” del TEC Digital se pretende abarcar la taxonomía topológica, por lo que este artículo se enfocará en torno a este nivel.

### 2.1 Taxonomía Topológica

En la taxonomía topológica, que es análoga a la taxonomía de Bloom (Cañas, Novak, Miller et al, 2006; Novak & Gowin, 1988), se analizan los componentes estructurales de un MC, tomando en cuenta ciertos criterios como los siguientes: el nivel de jerarquía, ramificaciones, enlaces cruzados, frases de enlaces y reconocimiento de concepto. Esto resta importancia al significado de conceptos y al contenido de las proposiciones. A continuación, se definen cada uno de estos criterios básicos para clasificar la estructura de un MC.

Reconocimiento de conceptos: criterio determinado por la forma en que están representados los conceptos en el mapa, si los conceptos están bien identificados o si aparecen como oraciones, proposiciones u otras estructuras gramaticales. Frases de enlace: se llama “frase de enlace” a la palabra que une dos concepto con el fin de formar una proposición, esta conexión de dos concepto se hace mediante palabra(s), letra(s) o número(s). Grado de ramificación: esta medida se entiende como los puntos donde el mapa se divide en más de una rama, sean conceptos o frases de enlace. Profundidad jerárquica: se refiere al nivel de profundidad determinado por la cantidad de enlaces que hay desde el concepto raíz al concepto de mayor profundidad jerárquica del concepto raíz. Enlaces cruzados: son todos aquellas proposiciones que unen conceptos que están ubicados en diferentes sectores del MC, excepto el concepto raíz, formando de esta manera un circuito cerrado entre ciertos conceptos. (Cañas, Novak, Miller et al, 2006)

La taxonomía topológica es complementada por la taxonomía semántica ya que este se basa en el significado y coherencia del contenido del MC. Es importante mencionar que la taxonomía topológica no hace una evaluación de un MC, sino que es un apoyo que da criterios sobre la parte estructural del MC.

## 1 Descripción de la herramienta propuesta

Actualmente, el Instituto Tecnológico de Costa Rica tiene integrada una herramienta de MC en la plataforma de e-learning del TEC Digital (Arias & Chacón, 2010). Se cuenta con un servidor de mapas conceptuales CmapServer vinculado a esta plataforma. Además, se adaptó el módulo de evaluaciones incluido en la plataforma .LRN para poder agregar asignaciones tipo MC. Esto creó otra necesidad dentro del proceso de evaluación de la plataforma, ya que el único que posee es el predeterminado por .LRN, que se reduce al hecho de asignar una nota por la tarea en evaluación. Para extender lo descrito anteriormente y dar un mejor servicio sobre MC, se busca poner a disposición de los usuarios del TEC Digital una herramienta que permita valorar y evaluar la estructura o taxonomía topológica de los MC. Con esta herramienta el docente tendrá un apoyo sobre diferentes criterios seleccionados por él para analizar el MC. Por otro lado, el estudiante tendrá una guía para verificar el conocimiento adquirido sobre un tema se refleje bien en el MC.

Se pretende generar un producto que se base en la herramienta multi-plataforma CmapAnalysis, por lo que cuenta con las misma características de dicha herramienta, en cuanto a análisis se refiere (Cañas, Bunch & Reiska, 2010).

- Entre las características que debe poseer este producto se encuentran:
- La aplicación debe permitir analizar la calidad, tamaño y la estructura, estos términos han sido abarcados en artículos sobre CmapAnalysis (Cañas, Bunch & Reiska, 2010).
- La aplicación debe de ser capaz de leer archivos CXL o cmap, que son los archivos generados por el editor de MC CmapTools (Cañas et al, 2004). Estos archivos pueden estar de forma local en el cliente o en el servidor CmapServer del TEC Digital.

- La aplicación debe poseer un alto grado de usabilidad, permitiendo al usuario que pueda personalizar el análisis del MC.
- La aplicación debe publicar los resultados en pantalla y permitir exportar dichos resultados en una hoja de cálculo (xls) o CSV.
- La aplicación debe permitir la comparación de MC de la solución propuesta por el docente con la elaborada por los estudiantes.

## 2.2 *Requerimientos de la Implementación*

Los requerimientos establecidos en esta aplicación para evaluar MC son los siguientes:

1. La aplicación deberá facilitar al docente un apoyo, que mediante diversos criterios basados en la taxonomía topológica y centralidad, pueda evaluar de forma personalizada las asignaciones tipo MC en sus cursos.
2. La aplicación proveerá al estudiante una herramienta que lo guíe en las construcciones de sus MC. Esto se puede lograr mediante la comprensión de los criterios de la herramienta y una debida preparación de los estudiantes para poder interpretar los valores retornados por la aplicación.
3. La aplicación debe ser integrada a .LRN y debe poseer características para ser integrada a otras plataformas LMS.
4. La aplicación deberá presentar un alto grado de usabilidad y extensibilidad para futuras mejoras, especialmente para la adaptación de nuevos criterios.

## 3 **Integración de CmapAnalysis en .LRN**

Es importante mencionar que esta integración se hará sobre una distribución del sistema operativo GNU/Linux y en la plataforma de e-learning .LRN y con Postgresql como motor de base de datos.

El módulo de .LRN en el que se integra con el CmapAnalysis corresponde al paquete “evaluation” que incluye la asignación y evaluación de las tareas, exámenes y proyectos de los estudiantes de un curso determinado. El paquete permite a estudiantes cargar uno o varios ficheros con trabajos que han sido asignados por el professor. El profesor podrá comentar y realizar la evaluación correspondiente a los trabajos asignados y puede mostrar el resultado a los estudiantes de forma individualizada.

Este proyecto depende de algunas aplicaciones que fueron creadas por el IHMC, las cuales se detallan a continuación:

- CmapServer es un servidor de MC que le permite a sus usuarios conectados a internet, colaborar en la realización de sus mapas, compartir el conocimiento que ellos mismos construyen, buscar, criticar y comentar sobre otros Cmaps, todo esto mediante la página web del mismo servidor (Arias & Chacón, 2010).
- CmapTools es una aplicación para crear y editar MC que se conecta con un determinado servidor de CmapServer o también se puede trabajar de forma local, en cualquiera de estas dos ubicaciones se pueden almacenar estos mapas.
- CmapAnalysis que es una herramienta de software que permite a los usuarios definir y ejecutar análisis de una serie de MC utilizando varios criterios, técnicas y algoritmos (Cañas, Bunch & Reiska, 2010). El resultado del análisis es un archivo xls, que es una hoja de cálculo de Microsoft Excel (XML6) en donde se analizan los criterios seleccionados por el usuario.

La etapa de integración de la herramienta CmapAnalysis en el paquete “evaluation” del .LRN, se puede llevar a cabo gracias a que el CmapAnalysis es una herramienta de código abierto desarrollado en Java. Por su extensibilidad se puede adaptar a cualquier LMS. En la figura 1 se puede visualizar la arquitectura propuesta para la integración de esta herramienta.

---

<sup>6</sup> De sus siglas en inglés Extensible Markup Language

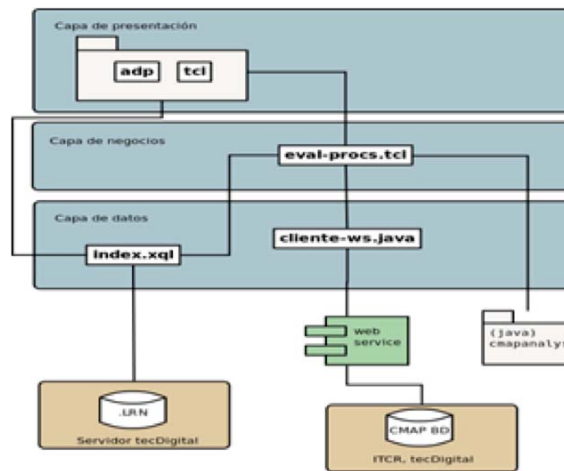


Figura 1. Arquitectura utilizada para integrar CmapAnalysis en .LRN.

En la Figura 1 se describe la arquitectura de la integración entre el CmapAnalysis, el módulo de evaluaciones del .LRN y el CmapAnalysis. Para poder lograr esto, se cuenta con un cliente de servicio web desarrollado en Java (ver Capa de Datos), que permite la comunicación entre el servidor CmapServer y el módulo de evaluación. De esta manera los MC obtenidos serán analizados mediante la aplicación CmapAnalysis (java). Todos los procesos realizados son provocados por una petición del servidor de .LRN, que inmediatamente invoca un proceso que manda a ejecutar los servicios web, para acceder a algún MC que va a ser evaluado y que se encuentra ubicado en el servidor de MC del TEC Digital. De esta manera se puede realizar el análisis de los mapas y así esperar una respuesta de esta aplicación y guardar los datos pertinentes en la base de datos de .LRN.

## 2 Experiencia y resultados obtenidos

Como producto de la investigación realizada acerca del análisis estructural de MC, se plantea una solución en .LRN mediante un prototipo de aplicación para el módulo de evaluaciones de la plataforma del TEC Digital. El papel del docente es muy importante en esta aplicación, ya que un porcentaje de la nota es resultado del análisis realizado por el docente en los diferentes MC elaborados por los estudiantes, este porcentaje es “Nota profesor”. A continuación se muestran cada uno de los pasos que tiene que realizar el docente en el proceso de evaluación de asignaciones tipo MC.

En el primer paso, tal y como se muestra en la Figura 2, el docente tiene que indicar el valor porcentual que quiere asignar a los diferentes rubros de calificación de la evaluación de los MC. Entre los porcentajes de evaluación se encuentran. “Evaluación de metadatos del MC”, “Evaluación de centralidad”, Evaluación estructural” y “Nota profesor”.

Paso 1: Porcentaje de Evaluación	Paso 2: Selección de Criterios	Paso 3: Selección de Estudiantes	Paso 4: Resultados
----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	--------------------

**Paso 1**

Ingrese los porcentajes (valores) de cada evaluación.

Evaluación metadatos del Mapa Conceptual(%)

Evaluación de centralidad(%)

Evaluación Estructural:

Nota Profesor:

La suma de los valores debe ser igual a 100%

Figura 2. Formulario para indicar el porcentaje de cada evaluación.

En el segundo paso, tal y como se muestra en la Figura 3, el docente debe seleccionar los criterios de centralidad y de taxonomía topológica con los que va se van a analizar los MC. En los criterios de centralidad se

relaciona con el nivel de conexión entre los conceptos de los MC. En los criterios de Taxonomía Topológica se ponderan elementos de características topológica y puntaje de taxonomía topológica. Estos criterios ya fueron aclarados en apartados anteriores.

**Paso 2**

Selección de los criterios de evaluación estructural

Seleccione los criterios de Información básica con que desea analizar la tarea

Seleccionar/Deseleccionar Todos

---

e-mail del autor ⓘ

Nombre del autor ⓘ

Organización ⓘ

Version CmapTools ⓘ

Fecha de Creación ⓘ

Idioma ⓘ

Tamaño del archivo ⓘ

Título del Mapa Conceptual ⓘ

Seleccione los criterios de centralidad con que desea analizar la tarea

Seleccionar/Deseleccionar Todos

---

Media de frases de enlace por concepto ⓘ

Media de proposiciones por concepto ⓘ

Centralidad del concepto ⓘ

Tres conceptos más centrales ⓘ

Seleccione los criterios de taxonomía topológica con que desea analizar la tarea

Seleccionar/Deseleccionar Todos

---

Media de palabras por concepto ⓘ

Contador de enlaces ⓘ

Contador de Conceptos ⓘ

Contador de frases que unen otros conceptos ⓘ

Conceptos huérfanos ⓘ

Contador de proposiciones ⓘ

Contador de raíces hijas ⓘ

Contador de submapas ⓘ

Puntuación de taxonomía ⓘ

**Figura 3.** Selección de criterios para el análisis estructural de MC.

En el tercer paso, tal y como se muestra en la Figura 4, el docente debe de seleccionar a los o/y las estudiantes cuya asignación tipo MC está en proceso de evaluación.

Paso 1: Porcentaje de Evaluación    Paso 2: Selección de Criterios    **Paso 3: Selección de Estudiantes**    Paso 4: Resultados

**Paso 3**

Selección de los estudiantes que se calificarán

Seleccione los estudiantes a los que desea evaluar

Todos

---

ARAUZ BADILLA , DIEGO ARMANDO

ATENCIO BADILLA , JOSE ROGER

BADILLA SALAZAR , KAREN VICTORIA

CALDERON VARGAS , ERICKA VANESSA

CHAVES GRANADOS , DIANA CAROLINA

CORDERO MORA , LORENA MERCEDES

CORDERO RETANA , MARILYN PAMELA

CORRALES RETANA , RICARDO JOSE

ESQUIVEL FONSECA , DAVID ESTEBAN

FALLAS YAMASHITA , VLADIMIR KAZUJOMI

**Figura 4.** Selección Estudiantes.

En el cuarto paso la aplicación muestra en pantalla los resultados del análisis estructural de los MC analizados. También, el docente tiene que registrar la nota de calificación del MC elaborado por cada estudiante. Para ello, el docente puede ver cada MC mediante la herramienta existente del “visualizador de mapas conceptuales” (Arias & Chacón, 2010) del TEC Digital. Otras de las características que presenta esta herramienta es que se pueden exportar de manera individual o grupal los resultados del análisis en un archivo compatible con aplicaciones de hojas de cálculo compatible con el formato “.xls” y además el docente puede visualizar de forma extendida el resultado del análisis estructural de los MC.

Este cuarto paso presenta tres tablas sobre resultados y calificación de los MC. Los resultados del análisis hecho por la herramienta como la nota del profesor de los estudiantes que ya han sido calificados previamente, tal y como se muestra en la figura 5, en donde se puede desglosar de forma particular cada una de las calificaciones dada a los porcentajes dado a los diferentes rubros de calificación.

**Paso 4**

Resultado del análisis estructural y evaluación semántica hecha por el profesor

Estudiantes que ya han sido evaluados

Estudiantes	Nota Metadatos	Nota Centralidad	Nota Estructural	Nota Profesor	Nueva Revisión
ARAUZ BADILLA , DIEGO ARMANDO	100	100	95	90	
ATENCIO BADILLA , JOSE ROGER	100	100	90	90	
BADILLA SALAZAR , KAREN VICTORIA	90	90	80	80	
CALDERON VARGAS , ERICKA VANESSA	100	100	100	100	

**Figura 5.** Resultados de la ponderación de MC de los estudiantes ya evaluados.

En la figura 6 se puede apreciar los resultados, desplegados por la aplicación, de los estudiantes que ya han enviado su tarea y que no han sido evaluados por parte del profesor, al igual que en la tabla anterior se pueden desglosar por estudiante y por rubro de calificación los criterios seleccionados en el paso 2. Además, el profesor puede visualizar el MC que cada estudiante subió como la solución dada a la tarea.

Estudiantes que ya enviaron su tarea y no han sido evaluados

Estudiantes	Nota Metadatos	Nota Centralidad	Nota Estructural	Nota Profesor
CHAVES GRANADOS , DIANA CAROLINA	70	70	100	<input type="text"/>
CORDERO MORA , LORENA MERCEDES	70	100	100	<input type="text"/>
CORDERO RETANA , MARILYN PAMELA	70	80	100	<input type="text"/>

Enviar Notas

**Figura 6.** Resultados de la ponderación de MC de los estudiantes a calificar.

Esta última tabla de calificación, como se puede ver en la figura 7, corresponde a los estudiantes que no han subido la solución de su tarea en la plataforma al momento de la revisión por parte del profesor, lo que implica que la herramienta califica en los diferentes rubros bajo la nota mínima que es cero. También añade de forma automática la nota correspondiente a la calificación profesor.

Estudiantes que no entregaron su tarea y no han sido evaluados

Estudiantes	Nota Metadatos	Nota Centralidad	Nota Estructural	Nota Profesor
CORRALES RETANA , RICARDO JOSE	0	0	0	0
ESQUIVEL FONSECA , DAVID ESTEBAN	0	0	0	0
FALLAS YAMASHITA , VLADIMIR KAZUOMI	0	0	0	0
FLORES HIDALGO , DIANA ELENA	0	0	0	0
GOMEZ VALVERDE , ANA LORENA	0	0	0	0

**Figura 7.** Resultados de la ponderación de MC de los estudiantes que no subieron la solución a calificar.

En cuanto a los datos retornados por la herramienta CmapAnalysis, son productos de teorías del IHMC y han sido probados con mapas expertos, por esta razón el producto generado será objeto de estudio por un grupo de especialistas en el área, para sugerir mejoras y adaptarlo cada vez más a las necesidades de la academia en la Institución.

#### 4 Conclusiones y trabajos futuros

La integración del CmapAnalysis con la plataforma del TEC Digital es una excelente herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje y de complemento al proceso de evaluación de MC en una plataforma de e-learning.

El análisis de la estructura topológica (taxonomía topológica) se complementa con la taxonomía semántica, que es producto del análisis del docente sobre los MC elaborados por sus estudiantes, bajo el esquema de Evaluaciones del .LRN. El impacto que ha generado la utilización de los mapas conceptuales en el campo educativo es muy positivo, sin embargo, para hacer uso adecuado de los MC se necesita adquirir criterios acerca de cómo elaborar correctamente un MC.

Es sumamente importante destacar que para que un docente logre un verdadero beneficio de esta herramienta, debe contar con la capacitación adecuada en cuanto a la interpretación de los resultados obtenidos del análisis estructural de los MC y tener conocimientos acerca del análisis semántico. También es importante resaltar que las plataformas e-learning son una herramienta con mucho potencial en los procesos de enseñanza virtual, es por eso que se busca extender las formas de evaluación que puedan ofrecer una plataforma como esta.

Entre los trabajos a futuro que derivan de este proyecto, está el de extender los criterios de taxonomía topológica y de proposiciones de los MC de acuerdo a las necesidades de la Institución. También se pretende realizar una investigación sobre las otras formas de evaluar MC y su factibilidad para ser implementados en .LRN, por ejemplo, la herramienta de evaluación de proceso MC descrita en el artículo de Chacón (2010), ampliar con la evaluación semántica a través de procesamiento de lenguaje natural (PLN).

## 5 Agradecimientos

Se agradece a todos los revisores que han participado con sus críticas y sugerencias oportunas para el continuo mejoramiento este artículo. También, se agradece al IHMC y sus colaboradores; Dr. Alberto Cañas y Larry Bunch por su apoyo y orientación con CmapAnalysis. También agradecer a Silvia Chacón de la Universidad de Costa Rica (UCR) por ser guía en los procesos de evaluación de MC como parte de investigación realizada y al PhD Cesar Garita, investigador del Centro de Investigación en Computación del ITCR, por su colaboración en construcción de este artículo.

## 6 Referencias

- Arias, A. C. & Chacón M. (2010). Integración de mapas conceptuales a plataforma e-learning. En J. Sánchez, A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful, Proc. of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., et al. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., Bunch, L., & Reiska, P. (2010). CmapAnalysis: An Extensible Concept Map Analysis Tool. En J. Sánchez, A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful, Proc. of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Cañas, A. Novak J. Miller, N., Collado, C., Rodríguez, M., Concepción, M., Santana, C., & Peña, L. (2006). Confiabilidad de una Taxonomía Topológica para Mapas Conceptuales. En A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Chacón, S. (2010). Evaluación de Aprendizaje con Mapas Conceptuales: Portafolio de Mapas Conceptuales. En J. Sánchez, A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful, Proc. of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Domínguez-Marrufo, L. S., Sánchez-Valenzuela, M. M., & Aguilar-Tamayo, M. F. (2010). Rubrica con Sistema de Puntaje para Evaluar Mapas Conceptuales de lectura de comprensión. En J. Sánchez, A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful, Proc. of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- García, C., Díez, F. (2010). Un ejemplo de la Importancia del Mapa Conceptual como Herramienta Integradora entre Disciplinas. En J. Sánchez, A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful, Proc. of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Novak, J. Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. 1ra Ed. Martínez Roca.