

AEMC: PROCEDIMIENTO PARA INCRUSTAR UN MAPA CONCEPTUAL EN FORMULARIOS ASOCIADOS A UNA HOJA DE CÁLCULO (FORCAL-MAP)

Pablo González Yoval, Saulo Hermosillo Marina & Laura Guadalupe García del Valle
UNAM, México

Email: pyoval@unam.mx saulo@unam.mx lauradelvalle26@gmail.com

Abstract El *Análisis Estructural de Mapas Conceptuales* (AEMC) consiste en un conjunto de técnicas para interpretar y transformar un mapa conceptual en una matriz de asociación o relación. A partir de la sumatoria de matrices individuales se puede obtener una matriz grupal para diferentes tipos de análisis. La modalidad que se plantea en el presente trabajo es el procedimiento para transformar un mapa conceptual en una matriz de asociación mediante formularios de captura insertados en una hoja de cálculo. Lo anterior facilita que un estudiante complete un mapa conceptual por la elección de conceptos que le son proporcionados, y a su vez, registre esta información para ser valorada estadísticamente de acuerdo al AEMC. En este escrito se describe la aplicación de un mapa conceptual presentado a los estudiantes como un formulario de captura en una hoja de cálculo (denominada *ForCal-Map*). Se utilizó el tema del modelo del operón para la construcción de *ForCal-Map*, la cual fue proporcionada a los alumnos mediante una estrategia instruccional establecida. Los criterios de valoración de *ForCal-Map* por parte de los alumnos consistieron en: a) los conocimientos previos que tienen sobre el uso de mapas conceptuales y la hoja de cálculo, b) la funcionalidad del formulario en forma de mapa conceptual, c) el diseño del mapa conceptual en la hoja de cálculo, y d) sus experiencias de aprendizaje al momento de utilizar *ForCal-Map*. Respecto a los resultados, la mayoría de los alumnos consideraron que el uso de *ForCal-Map* es práctico al momento de completar el mapa conceptual. Destaca su agrado acerca del uso de listas desplegables de conceptos, así como el hecho de que el proceso para completar *ForCal-Map* les facilitó el estudiar y organizar la información sobre el tema. Los conceptos registrados nos permitieron identificar mediante las frecuencias y porcentajes, al compararlos con el mapa conceptual experto, cuales requieren mayor atención al momento de ser analizados en clase.

1 Introducción

Un mapa conceptual es un gráfico que representa relaciones de significado centradas en un tema o explicaciones específicas acerca del mismo. Está constituido por conceptos, frases de conexión entre conceptos y líneas de conexión; de forma funcional, una frase y línea de conexión expresan la relación direccional y de significado entre dos conceptos. Esta combinación se designa como proposición y es la unidad básica de significado en un mapa conceptual. De esta manera, un mapa conceptual puede proporcionar información de lo que considera importante un estudiante con respecto a un tema. La obtención e interpretación de la información de un mapa conceptual está condicionada con la forma en la cual se construye.

Al respecto Ruiz-Primo (2004) menciona que es posible identificar dos técnicas generales denominadas: “*fill-in-map*” (FM) y “*construct-a-map*” (CM). En esencia, la diferencia radica en el tipo de piezas (conceptos, frases enlaces, líneas de conexión) que son proporcionadas al estudiante para la elaboración del mapa. Algunas investigaciones sugieren que las técnicas FM y CM producen mapas cuya demanda cognitiva no es equivalente debido a la influencia que ejerce la técnica elegida, y por lo tanto, la interpretación de estos dos tipos de mapas puede ser complementaria, pero no semejante. A pesar de ello, ambas técnicas son recomendadas para ser utilizadas en situaciones de aprendizaje y/o análisis del mismo (Ruiz-Primo *et. al.*, 2001; Ruiz-Primo, 2004; Yin *et. al.*, 2005).

Una forma específica de aplicar la técnica FM se fundamenta en lo que se denomina como mapa conceptual experto. Este es elaborado por un especialista en un tema, al cual se le quitan algunos elementos (por ejemplo, los conceptos), y esta versión modificada es la que se utiliza. Hay diferentes variantes: el tipo y número de elementos que se quitan al mapa conceptual experto, y de manera consecuente, el número de elementos que se le proporcionan a quien complete el mapa. En un trabajo anterior (Hermosillo *et al.*, 2010) propusimos para el ámbito Hispanoamericano el término de *mapa cerrado* para designar a los mapas conceptuales que son elaborados con la técnica FM, y el término *mapa abierto* para aquellos que son contruidos con la técnica CM.

El *Análisis Estructural de Mapas Conceptuales* (AEMC) aborda principalmente información que proviene de mapas cerrados, y en menor grado de mapas abiertos. Una característica del AEMC es que permite obtener información general y rápida sobre la asociación de conceptos que hace un grupo de alumnos relacionados con un tema. Se basa en herramientas que permiten interpretar y transformar un mapa conceptual en una matriz de asociación o relación. Al sumar las matrices individuales da como resultado una matriz grupal que puede ser utilizada para diferentes tipos de análisis. Otra característica del AEMC es su utilización como instrumento de comparación entre diferentes estrategias de aprendizaje, y directamente como mecanismo de evaluación pretest y postest (González *et al.*, 2006; Hermosillo *et al.* 2010).

De esta forma, la aplicación de AEMC requiere suministrar al alumno un mapa conceptual experto que carece de algunas piezas (conceptos, frases enlaces). Para completar el mapa conceptual cerrado, el estudiante elige las piezas faltantes de una lista de conceptos o conectores (Ruiz-Primo, 2004). Autores como Hernández (2005) consideran que esta lista de piezas evita problemas de equivalencia semántica entre los elementos propuestos por el estudiante y el mapa experto; también sugiere añadir conceptos distractores para minimizar el completado del mapa por azar (Hermosillo *et al.* 2010). La información de cada mapa conceptual convertido en una matriz de conceptos, permite construir un mapa grupal, el cual proporciona datos sobre las frecuencias de mención de cada concepto, ya sea por azar o por certidumbre del estudiante al completar el mapa, y asimismo contrasta hipótesis de tendencias o patrones (González *et al.*, 2006; Hermosillo, *et al.* 2014).

Por lo regular, los datos necesarios para aplicar el AEMC se obtienen de mapas impresos en papel, en los cuales cada alumno seleccionó y escribió los conceptos faltantes. Posteriormente, se requiere capturar en un programa de cómputo los datos de todos los mapas, lo cual implica una inversión adicional de tiempo. En una investigación anterior (Hermosillo *et al.*, 2014), mencionamos la aplicación de una plantilla adaptada a los *formularios en una hoja de cálculo*, para facilitar la captura de la información de los mapas, y generar así las matrices de asociación requeridas. Un avance en este aspecto lo constituiría si el alumno completa el mapa cerrado, y al mismo tiempo se registra de forma digital la información. En este trabajo presentamos los resultados obtenidos en este sentido. El uso de una plantilla, que denominamos como *ForCal-Map* en este escrito, requiere de ser validada en cuanto a su eficiencia de captura y aceptación por parte de los usuarios, que para nuestra investigación son los alumnos. Es transitar del papel a lo electrónico para la aplicación del AEMC.

Para explicar las partes que constituyen *ForCal-Map*, procederemos a exponer qué es un formulario y posteriormente una hoja de cálculo. Un formulario es un documento físico o digital, que se diseña con el propósito de que una persona introduzca una serie de datos en él. La finalidad principal del formulario es almacenar y guardar información recopilada en una matriz o base de datos, para su posterior uso. En el caso de una hoja de cálculo, esta presenta la propiedad de facilitar la generación de listas desplegables, formularios y macros para diseñar una plantilla de captura de datos tipo formulario similar a la plantilla *ForCal-Map* (MEDIAactive, 2013).

Eduteka (2005) define a la hoja de cálculo como un programa diseñado para almacenar, organizar, procesar, presentar y compartir información numérica, textual y gráfica. Butto, Delgado y Zamora (2003) precisan que la hoja de cálculo es un arreglo de filas, numeradas consecutivamente, y columnas, ordenadas en orden alfabético (A, B, C). Una fila y un renglón determinan una celda, a cuyo contenido se tiene acceso desde su dirección, por ejemplo, B3, A25. Las celdas pueden contener texto, números o fórmulas, que pueden hacer referencia a funciones que dependen de una o más celdas a partir de su referencia.

De esta forma una hoja de cálculo es un programa o aplicación que se utiliza para manipular tablas de datos numéricos y alfanuméricos con la ventaja de realizar diferentes tipos de cálculos aritméticos, estadísticos, financieros, mediante el manejo de fórmulas. Una opción adicional es la posibilidad transformar los datos a gráficos. El programa más conocido de creación y gestión de este tipo es el Microsoft Office Excel, el cual es una herramienta que permite al usuario crear sus propios libros o cuentas (MEDIAactive, 2013). Un primer antecedente para adaptar una hoja de cálculo a la estructura de un mapa conceptual fue presentado por Hermosillo *et al.* (2014) quienes construyeron una plantilla con las características de un formulario en un mapa conceptual cerrado con el tema *modelo del operón*. Esta *ForCal-Map* se utilizó para capturar la información de los mapas conceptuales impresos que fueron completados por los estudiantes. La captura de la información de estos mapas sirvió para generar una matriz de datos. La diferencia con el presente trabajo es que la plantilla *ForCal-Map* fue adaptada para ser proporcionada en línea a los alumnos y así: a) resolvieran y completaran el mapa conceptual, y b) se almacenara la información del mapa en la misma plantilla. Asimismo, una vez que el estudiante completó el mapa en *ForCal-Map*, se le instruyó para que resolviera una encuesta, la cual permitió analizar los comentarios y puntos de vista de los estudiantes, con relación al diseño y funcionalidad de este instrumento.

Para dar continuidad al desarrollo de *ForCal-Map*, el tema empleado para su aplicación también fue el modelo del operón, el cual explica cómo se regula a nivel molecular la actividad genética en procariontes. El programa de la asignatura de Biología V de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) incluye este contenido. Desde el enfoque de la enseñanza de las ciencias, el modelo del operón es un reto de comprensión para los alumnos al ser abstracto. Castro (2011) señala que para el estudio de temas moleculares se puede recurrir a la construcción y comprensión con modelos.

Considerando el uso de *ForCal-Map*, asociado al AEMC, como un procedimiento para obtener y transformar de forma eficiente la información de un mapa conceptual, el presente trabajo se enfoca en realizar un análisis preliminar acerca de su uso por parte de los alumnos. El análisis se centra en explorar el punto de vista estudiantil

con relación a los conocimientos que tienen sobre: a) el uso del mapa conceptual y la hoja de cálculo, b) la funcionalidad del formulario en forma de mapa conceptual, c) el diseño del mapa conceptual en la hoja de cálculo, y d) su experiencia de aprendizaje. La información obtenida permitirá validar y valorar *ForCal-Map* con relación a las características de su funcionalidad como mecanismo para generar, capturar y procesar un mapa conceptual, situación que es relevante para el uso de AEMC.

2 Metodología

2.1 Población Estudiada

La población que participó en esta investigación estuvo constituida por 56 estudiantes, con una proporción de 46% de sexo femenino y 54% de sexo masculino. La edad de los alumnos osciló entre los 17 y 18 años. La población estaba dividida en tres grupos escolares que cursaban el 6° ciclo de bachillerato en el área Químico-Biológicas, en el plantel 2 de la ENP, el cual forma parte de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se consideraron los resultados de los tres grupos como una sola muestra, ya que el propósito principal de la investigación es analizar de forma preliminar la validez interna del uso de *ForCal-Map* al momento de ser empleada por los estudiantes.

2.2 Desarrollo de la Estrategia

La estrategia incluyó tres actividades. En primera instancia, los alumnos iniciaron con la lectura extra clase de un fragmento del libro “Genética: la continuidad de la vida” de Barahona y Piñero (1994). El tema que revisaron los alumnos fue *Regulación y control genético: el modelo del operón*, que se encuentra en el capítulo III “Mirando dentro del gene”. La indicación fue que leyeran la información ya que ésta sería útil para elaborar un mapa conceptual.

Como segunda parte de la estrategia, se indicó a los alumnos que descargaran un archivo que incluía la plantilla *ForCal-Map*. La instrucción fue que completarán el mapa conceptual que se encontraba en el archivo descargado y debía ser capturado de acuerdo a las instrucciones incluidas. Al término de la captura, los estudiantes regresaron el archivo vía correo electrónico. Posteriormente se añadió y organizó la información en una sola hoja de cálculo. La tercera etapa de la estrategia consistió en el llenado de una encuesta en línea, por parte de los alumnos, la cual sirvió para evaluar el uso de *ForCal-Map* en cuanto a su funcionalidad y diseño.

2.3 Diseño del Mapa Conceptual Cerrado y la Plantilla *ForCal-Map*.

Se utilizó el mapa conceptual experto elaborado por Hermosillo *et al.*, (2014). Este mapa conceptual se construyó a partir del documento de lectura de Barahona y Piñero (1994). El mapa conceptual utilizado presenta una arquitectura consistente en óvalos para completar conceptos, tres conceptos que funcionan como organizadores previos, así como las frases enlaces específicas entre los 21 conceptos que forman el mapa del operón (Figura 1). De manera paralela se elaboró una lista de 24 palabras ordenadas alfabéticamente; 18 corresponden a los conceptos del mapa experto y 6 conceptos distractores. La lista se incluyó como parte de los formularios insertados en *ForCal-Map*.

Posteriormente la arquitectura del mapa conceptual del modelo del operón se transfirió a una hoja de cálculo. En específico se eligió el programa de Excel para generar *ForCal-Map*. Aunque existen otros programas que permiten relacionar formularios con una hoja de cálculo (como la plataforma de Google Drive y OpenOffice), al momento de escribir esto no habría forma de adaptar el formulario a una estructura tipo mapa conceptual. Por lo cual *ForCal-Map* fue construido con base en la hoja de cálculo de Excel.

El entramado de filas y columnas permitió ubicar espacialmente las casillas de los conceptos, haciendo uso de las celdas. Con la opción de *Herramientas de Dibujo* se procedió a dibujar las líneas, conectores de enlace, campo de captura de datos personales, así como las instrucciones (figura 2). A la celda que le fue asignado un concepto se le incluyó una lista despegable con los 24 conceptos a seleccionar. El alumno solo podía elegir un concepto, y éste se insertaba en la casilla correspondiente. Se elaboró una *macro* que permitió transferir los conceptos colocados en las casillas a una base de datos en una segunda hoja de trabajo de la hoja de cálculo. La información que generó cada alumno en su archivo de captura se transfirió a otro archivo que permitió construir una base de datos con los conceptos que fueron seleccionados.

2.4 Elaboración de la Encuesta

Se diseñó y construyó una encuesta con 15 preguntas, la mayoría cerradas, para evaluar el uso de *ForCal-Map* en un contexto educativo. Las preguntas de la encuesta se muestran en las tablas 1, 2, 3 y 4. Se utilizaron cuatro criterios para su elaboración que fueron: a) conocimientos previos sobre el uso de mapas conceptuales y hojas de cálculo, b) funcionalidad del formulario en forma de mapa conceptual digital, c) diseño del mapa conceptual en la hoja de cálculo, y d) experiencia de aprendizaje al hacer uso del formato digital.

El primer criterio se basó en diagnosticar los conocimientos de los alumnos con relación al diseño, elaboración y/o uso de mapas conceptuales, así como el empleo de hojas de cálculo. El segundo criterio se enfocó a la parte operativa y funcional que puede tener *ForCal-Map* al ser completado mediante listas desplegables. El tercer criterio se centró en el diseño de *ForCal-Map* con relación al uso de colores, formas de las casillas de captura de conceptos, forma de las líneas y conectores, utilización de campos de captura de datos personales y área de instrucciones. El cuarto criterio consideró el punto de vista de los estudiantes con base en la experiencia de aprendizaje que tuvieron al hacer uso de *ForCal-Map*. Este último criterio incluyó tres preguntas abiertas que permitieron a los alumnos argumentar sobre sus puntos de vista relacionados con su experiencia al momento de completar el mapa, haciendo uso de los conocimientos adquiridos con relación a la lectura recomendada.

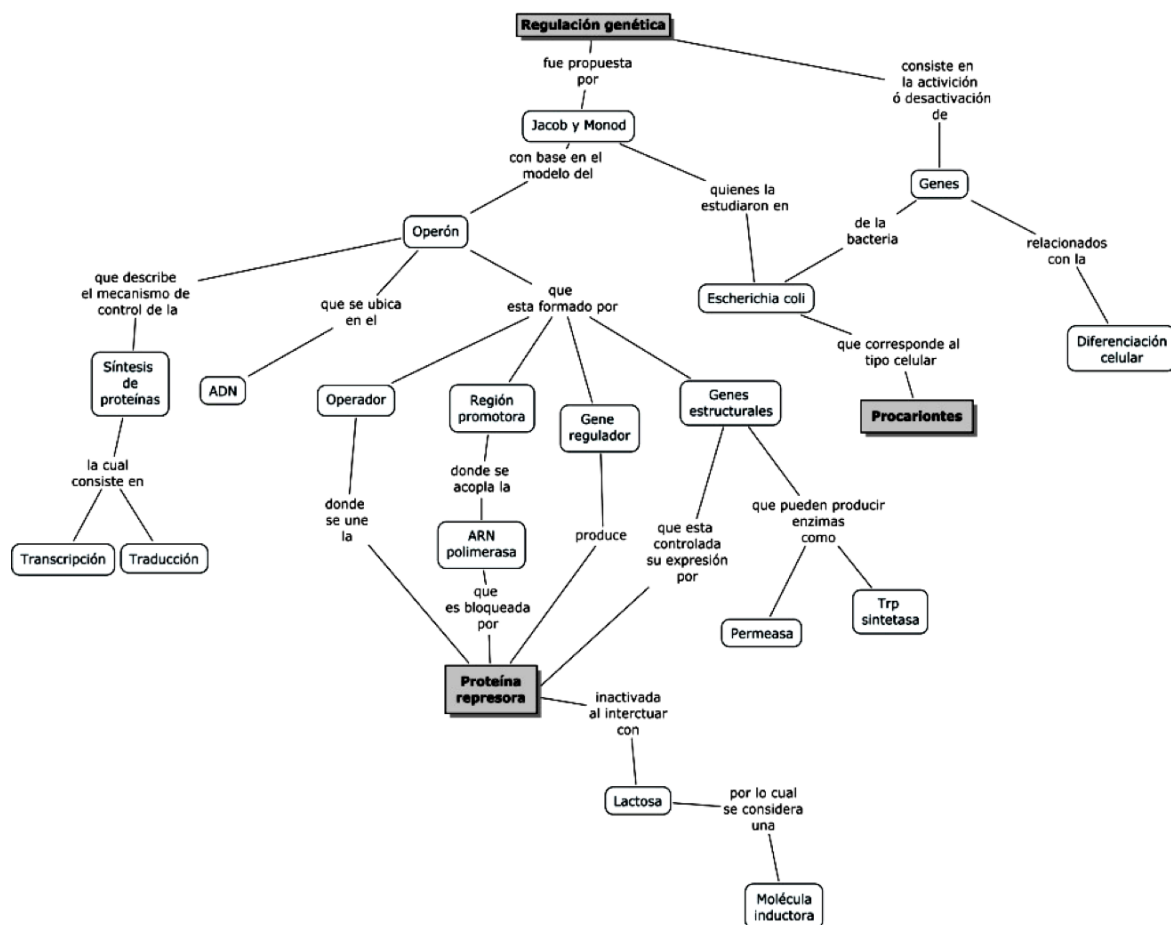


Figura 1. Mapa conceptual cerrado experto. Las casillas sombreadas corresponden a conceptos que permanecieron en *ForCal-Map*.

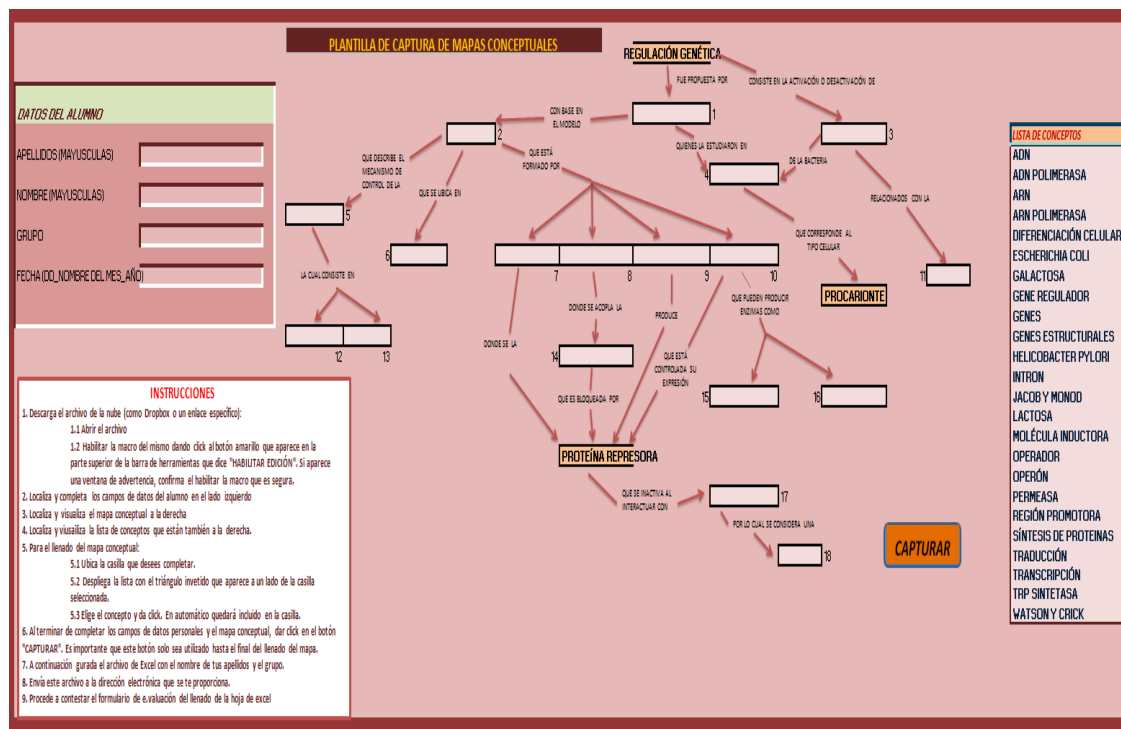


Figura 2. Detalles en el diseño del mapa conceptual de la plantilla *ForCal-Map*. En la imagen se muestra la plantilla completa con los campos de datos personales, instrucciones, lista de conceptos y área de captura del mapa.

3 Resultados

En la tabla 1 se muestran los resultados de la encuesta sobre habilidades previas que tienen los alumnos en el uso de mapas conceptuales y la hoja de cálculo. Más del 50% de los estudiantes conoce los mapas desde la educación primaria o secundaria, y solo 30% indicó que su primer contacto con los mapas conceptuales ocurrió en este ciclo escolar. Otro dato fue que 37% transcribe sus mapas conceptuales a un programa especializado, como CmapTools (Cañas et al, 2004). Con relación al uso de hojas de cálculo, 73% las conoce desde la educación primaria o secundaria.

Cuestionamiento	Respuestas con mayor frecuencia	Porcentaje de respuesta
HABILIDADES PREVIAS (Utilización de mapas conceptuales y hoja de cálculo)		
Los mapas conceptuales los he manejado	Desde la primaria o secundaria	53
	A partir de este ciclo escolar.	30
El procedimiento que empleo para elaborar mapas conceptuales es:	Hacerlos a mano y después transcribirlos con un programa de cómputo especializado en mapas (ejemplo: Cmaptools)	37
	Hacerlos a mano; nunca utilizo programas de cómputo para su construcción	27
	Hacerlos a mano y después transcribirlos con un programa de cómputo NO especializado en mapas (ejemplo: Word o Power Point)	18
En relación a la hoja de cálculo del programa Excel	Lo había visto o manejado en la primaria o secundaria	73

Tabla 1: Porcentajes de respuestas a las preguntas relacionadas con habilidades previas en el uso de mapas conceptuales y hojas de cálculo.

Los resultados de las frecuencias de las respuestas a las preguntas relacionadas con la funcionalidad de la plantilla *ForCal-Map* se muestran en la tabla 2. Más del 80% señaló facilidad en el manejo de *ForCal-Map* con relación a la descarga de archivo, uso de instrucciones, llenado de datos personales y captura de la información.

Cuestionamiento	Respuestas con mayor frecuencia	Porcentaje de respuesta
FUNCIONALIDAD (Captura de datos en el mapa conceptual de la hoja de cálculo)		
La descarga del archivo de Excel fue	Muy fácil o fácil	91
El completado de tus datos fue	Muy fácil o fácil	93
Para resolver el mapa conceptual	Primero leí todas las instrucciones y después lo resolví	82
Las instrucciones son	Fáciles o Muy fáciles de seguir	95
La operación de seleccionar el concepto de la lista desplegable y darle click fue	Muy fácil o fácil	92
La operación de finalizar (CAPTURA) fue	Muy fácil o fácil	80

Tabla 2: Porcentajes de respuestas a las preguntas relacionadas con funcionalidad de *ForCal-Map*

En la tabla 3 se observan los resultados obtenidos sobre los porcentajes de las respuestas afines con el diseño de *ForCal-Map*. Un poco más del 50% le fue indistinto el uso de colores y el tipo de letra; sin embargo, para esta última categoría, 42% señaló que el tipo de letra les facilitó completar el mapa conceptual.

Cuestionamiento	Respuestas con mayor frecuencia	Porcentaje de respuesta
DISEÑO (mapa conceptual en la hoja de cálculo)		
La combinación de colores de la hoja de Excel	Te fue indiferente al momento de completar del mapa conceptual.	62
El tipo de letra de la hoja de Excel	Te fue indiferente al momento de completar del mapa conceptual	57
	Facilitó el completado del mapa conceptual	42
La estructura y formas en las que se te presentó el mapa conceptual	Facilitó el completarlo	62

Tabla 3: Porcentaje de las respuestas a las preguntas relacionadas con el diseño de *ForCal-Map*

La tabla 4 presenta los resultados porcentuales de las respuestas a los cuestionamientos relacionados con la experiencia de aprendizaje de los estudiantes al usar *ForCal-Map*. Más del 80% de los alumnos les pareció agradable la experiencia, señalando que tiene muchas ventajas por lo cual la volverían a utilizar.

Cuestionamiento	Respuestas con mayor frecuencia	Porcentaje de respuesta
EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE (Opinión personal)		
El completar un mapa conceptual de esta manera te resultó	Agradable	87
Consideras que completar un mapa conceptual de esta manera	Tiene muchas ventajas	83
¿Te agradaría volver a completar un mapa conceptual de esta manera?	Si	95

Tabla 4: Porcentaje de las respuestas a las preguntas asociadas con la experiencia de aprendizaje al utilizar *ForCal-Map*.

Las figuras 3, 4, y 5 muestran el análisis de las preguntas abiertas en donde los alumnos señalaron sus puntos de vista sobre la experiencia de aprendizaje que tuvieron con *ForCal-Map*. Con relación a las repuestas a la pregunta abierta sobre cómo les resultó el completar un mapa conceptual haciendo uso de *ForCal-Map* (figura 3), 32% destacó la facilidad y practicidad que le proporcionó el uso de listas desplegables de conceptos para la colocación de los mismos en las celdas correspondientes. Otro 17% señaló que le permitió repasar y estudiar los conceptos relacionados con el tema.



Fig. 3. Porcentaje de las categorías de respuestas al cuestionamiento: “El completar un mapa conceptual de esta manera te resulta”

En la figura 4 se muestra el porcentaje de respuestas al cuestionamiento: “considera que completar un mapa conceptual de esta manera”; al respecto 28% de los alumnos señaló que le facilitó revisar y analizar el tema planteado en la lectura, 20% consideró que se facilitó el registró de la información y 12% destacó otra vez la facilidad que brinda el uso de listas desplegables de conceptos en las casillas correspondientes en donde va un concepto determinado, según el mapa conceptual experto.

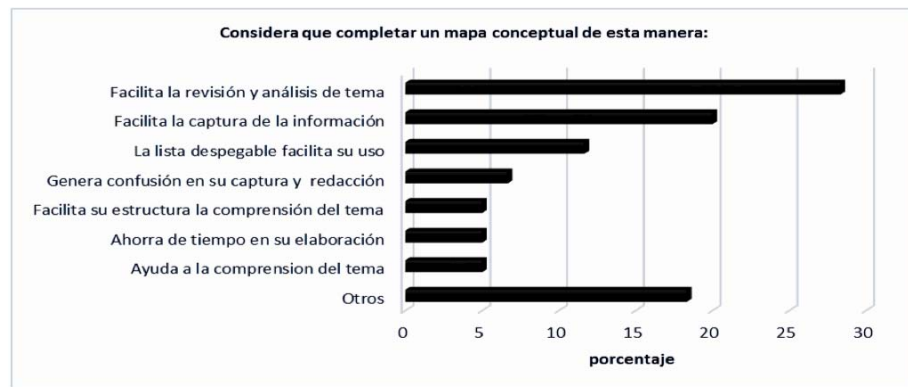


Fig. 4. Porcentaje de las categorías de respuestas al cuestionamiento: “Considera que completar un mapa conceptual de esta manera”

Respecto a las respuestas a la pregunta ¿Te agrada volver a completar un mapa conceptual de esta manera?, 21% de los estudiantes destacó, al igual que el cuestionamiento anterior, las facilidades que brindó el formato de *ForCal-Map* para hacer repaso del tema, además de organizar la información. Asimismo 18% señaló que fue práctico y facilitó la labor del alumno al momento de completar el mapa conceptual. Otro 16% mencionó que es un formato agradable. Con relación a comentarios negativos sobre el uso de *ForCal-Map*, menos del 7% de alumnos destacó, en los tres cuestionamientos de las figuras 3, 4 y 5, confusión en la redacción de algunos conectores y la ubicación de conceptos dentro del mapa conceptual cerrado, por lo cual nosotros inferimos que quizá es consecuencia de la falta comprensión del tema, más que de lo inexacto de los conceptos y conectores.

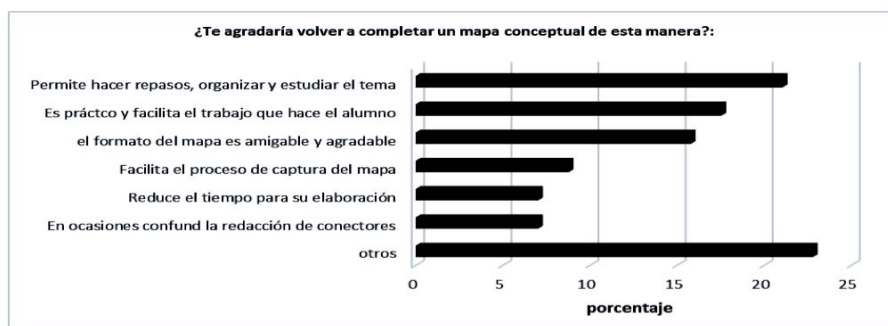


Fig. 5. Porcentaje de las categorías al cuestionamiento: “¿Te agrada volver a completar un mapa conceptual de esta manera?”

Para una mejor comprensión e interpretación de la ubicación de las frecuencias porcentuales en el mapa conceptual experto, se respetó la división en dos regiones que sugirieron Hermosillo *et al.* (2014), respecto a la información que presenta el mapa; estas regiones corresponden a: 1) *los antecedentes del tema regulación genética* y 2) *a la descripción de la estructura del modelo del operón*.

Para la primera región, solo el concepto de *Diferenciación celular* presenta un porcentaje de 69% de ser colocado de manera correcta, los demás conceptos fueron colocados correctamente por arriba de 88%. Para la segunda región, los conceptos *Operador*, *Región promotora*, *ARN polimerasa*, *Permeasa* y *Trp sintetasa* presentan porcentajes entre 51 y 75% en cuanto a ser ubicados correctamente, los demás están por arriba de 85%.

4 Discusión

Una etapa importante en el desarrollo de la técnica AEMC es la utilización de mapas conceptuales cerrados como una forma de recopilar información sobre un tema que se desea explorar. La evaluación de *ForCal-Map* con el tema del modelo del operón proporcionó información relevante para su uso subsecuente. La mayoría de los alumnos consideró agradable y práctico el utilizar un mapa conceptual adaptado a un formulario de captura de información inserto en un formato de hoja de cálculo. El uso de los conceptos a manera de listas desplegables en las casillas fue atractivo para los estudiantes por la facilidad que les brindó al momento de completar el mapa insertado en *ForCal-Map*.

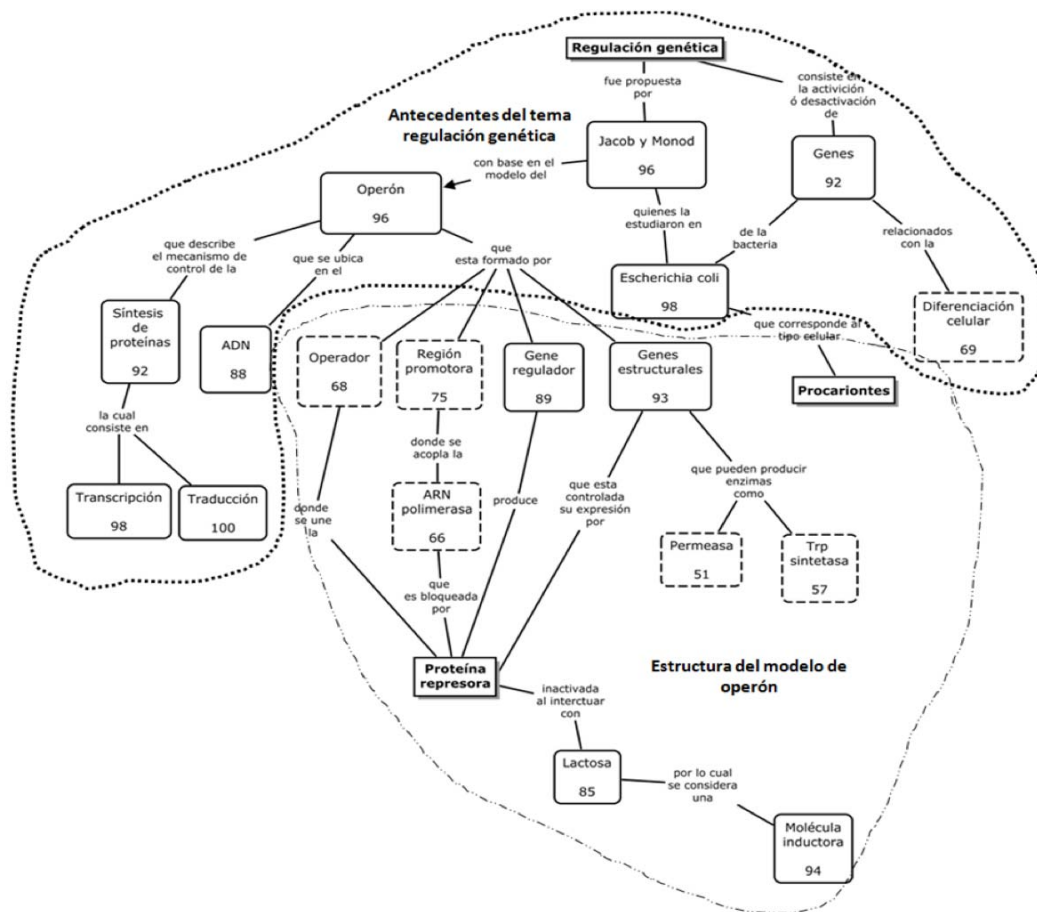


Fig. 6. Mapa conceptual cerrado experto que presenta los porcentajes de los conceptos elegidos por los alumnos al usar *ForCal-Map*.

Algunos alumnos destacaron en sus comentarios la facilidad de elegir y completar conceptos en *ForCal-Map* en comparación con la elaboración de un mapa abierto que demanda otro tipo de habilidades cognitivas para su construcción. Ruiz-Primo (2004) destaca las bondades e inconvenientes en la utilización de mapas conceptuales abiertos y cerrados. Quizá los comentarios de los alumnos se fundamentan desde su perspectiva, en la reducción de tiempo y esfuerzo cognitivo que brinda el completar *ForCal-Map*, comparado con la construcción de un mapa conceptual abierto. Cuando se tienen grupos numerosos de alumnos, como es nuestro caso, se dificulta el analizar mapas conceptuales abiertos por la demanda en tiempo que requieren para su revisión y retroalimentación. De esta forma el empleo de un mapa conceptual cerrado, en este caso de manera digital con *ForCal-Map*, puede facilitar la recopilación, interpretación y retroalimentación a un grupo numeroso.

Al respecto, destacamos los comentarios de los estudiantes referidos a que el uso de *ForCal-Map* les permitió estudiar y hacer repaso del tema. Por otra parte, consideraron que insertar los conceptos en el mapa conceptual no fue una labor fácil, por lo que algunos recurrieron a la consulta de otras fuentes bibliográficas sin habérselo mencionado. Esta actividad aparentemente promueve una demanda cognitiva mayor al momento de completar el mapa, sin embargo, requerirá de ser analizado en investigaciones posteriores para poder afirmarlo.

Con relación al aspecto afectivo de los alumnos al emplear *ForCal-Map*, ellos señalaron que fue una estrategia interesante para aprender sobre un tema escrito y que volverían a repetirla porque les gustó. Quizá el empleo de mapas cerrados con el auxilio de *ForCal-Map*, puede preceder al uso de mapas abiertos, como un factor motivador. En contraste 7% denotó descontento porque consideran que es confuso el uso de ciertos conectores y conceptos en la plantilla; una interpretación sobre esta confusión es que quizá refleja problemas de comprensión del modelo de operón más que con la estructura del mapa conceptual insertado en *ForCal-Map*.

El desarrollo de la estrategia, que consistió en la lectura del documento del modelo del operón y posterior completado de *ForCal-Map*, fueron actividades extraclase. Esto difiere de lo realizado por Hermosillo *et al.* (2014), ya que ellos solicitaron a los estudiantes realizar la lectura extraclase, y posteriormente ocurrió en el salón de clases el completado del mapa en un formato impreso. Comparando los porcentajes de completado en las casillas en ambas situaciones, se observa que los valores mínimo y máximo de porcentajes fueron mayores, 51% y 100%, comparado con los obtenidos por Hermosillo *et al.* (2014) que fueron de 12% y 85% respectivamente. Quizá el uso de *ForCal-Map* influyó en los valores obtenidos, pero se requiere realizar una investigación específica que oriente esta posible hipótesis. Por otra parte, se establece coincidencia en los conceptos que les fueron difíciles de ubicar correctamente como son: diferenciación celular, operador, región promotora, ARN polimerasa, permeasa y Trp sintetasa. El considerar estos conceptos que presentaron dificultades en su ubicación correcta en *ForCal-Map*, permitió orientar los esfuerzos de los docentes para efectuar, en una clase posterior, un análisis detallado del significado de estos conceptos en el modelo de operón.

5. Conclusiones

La utilización *ForCal-Map* por los alumnos permitió reorientar y validar su uso como parte de AEMC. Los alumnos destacan la parte lúdica de *ForCal-Map* debido a que les resultó agradable y práctica. Se destaca facilidad al momento de ser completada por su diseño y uso de herramientas como son las listas desplegables de conceptos. La utilización de *ForCal-Map* posibilita la diversificación de actividades de aprendizaje por favorecer el interés de alumnos para estudiar y organizar la información referente al tema de estudio. La información que se pueda generar con relación al uso de mapas conceptuales cerrados en formato digital, como es el caso de *ForCal-Map*, permitirá a los autores realizar las modificaciones y ajustes necesarios al AEMC, de tal manera que se pueda tener una mayor eficacia al ser aplicada en situaciones escolares con grupos numerosos, como es nuestro caso.

Referencias

- Barahona, A. & Piñero, D. (1994). *Genética: la Continuidad de la Vida*. La Ciencia desde México: FCE. México. Recuperado el 20 de mayo de 2014 en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/125/htm/genetica.htm>
- Butto Zarzar, C., Delgado, J. & Zamora, J. (2003). Ejemplos del Uso de la Hoja de Cálculo como Herramienta Didáctica. *Educación Matemática* 15(3), 141-160.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J, Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Castro, M. J. (2011). El modelo del Operon LAC 1 50 años después. ¿Qué Implicaciones tiene en la Enseñanza de la Biología Hoy? *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza* 4, 7: 100-110. Recuperado el 20 de mayo de 2014 en: revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/809/1737
- Eduteka (2005). Reseña de Herramientas Informáticas - Hoja de Cálculo. Recuperado el 12 de enero del 2016 en <http://www.eduteka.org/articulos/HerramientasCurriculo3>
- González Yoval, P., Hermosillo Marina, S., Chinchilla Sandoval, E., García del Valle, L. & Martínez, L. (2006). Aplicación de la Técnica de Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC) en un contexto de educación CTS. En A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*.

- Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 140-47). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Hermosillo, S., González, P., García, L. & Martínez, I. E. (2010). Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC): Revisión de la Evidencia Empírica de 2004 al 2010. 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.
- Hermosillo, S., González, P. y García, L. (2014). Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC): Valoración Cuantitativa de la Comprensión del Modelo de Operón en Estudiantes de Bachillerato. En In P. Correia, M. E. I. Malachias, A. J. Cañas & J. C. Novak (Eds), *Concept Mapping to Learn and Innovate*. Proc. of the Sixth Int. Conference on Concept Mapping, Santos, Brazil: Universidade de São Paulo. Recuperado el 27 de mayo de 2016 en: <http://cmc.ihmc.us/cmc2014Proceedings/cmc2014%20-%20Vol%201.pdf>
- Hernández Forte, V. (2005). *Mapas Conceptuales. La Gestión del Conocimiento en la Didáctica*. México: Alfaomega.
- MEDIAactive (2013). *Manual de Excel 2013*. México, México: Alfaomega.
- Ruiz-Primo, M. A., Schultz, S. E., Li, M., & Shavelson, R. J. (2001). Comparison of the Reliability and Validity of Scores from Two Concept-mapping Techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 260-278.
- Ruiz-Primo, M. A. (2004). Examining Concept maps as an Assessment Tool. En A. J. Cañas, J. D. Novak, y F. González (editores). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping. Vol. 1. (pp. 555-562) Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra.
- Yin, Y, Vanides, J, Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., & Shavelson, R. J. (2005). A Comparison of Two Concept-mapping Techniques: Implications for Scoring, Interpretation, and Use. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (2), 166-184.