

USO DE MAPAS CONCEPTUALES PARA LA RESOLUCION DE PROBLEMAS DE LA APLICACIÓN ECONOMICA DE LA DERIVADA E INTEGRAL EN UN CURSO DE MATEMATICA II

(USE OF CONCEPTS MAPS FOR SOLVING PROBLEMS ON THE ECONOMIC APPLICATION OF THE DERIVATIVE AND INTEGRAL IN A MATHEMATICS II COURSE)

Ana María Olachea
Universidad Nacional de Luján, Argentina
anamaolachea@gmail.com

Abstract. The article presented deals with the experience of university students in the use of concept maps in the solution of problems of mathematical economic content. It is exploratory and is reported under a qualitative cut. The development of a practice carried out by students of Mathematics II at the UNLu is discussed and described. The proposal proposes the concept mapping as a strategy prior to the resolution of problems related to marginal analysis. It is hoped that the students in their conceptual map explain the plan and the plan designed to carry it forward, avoiding that they solve mechanically. The work is part of the Problem Resolution as a theoretical line of Mathematics Didactics referenced by George Polya, conceptualization as a core of cognitive development formulated by Gerard Vergnaud and the use of concept maps as the main strategy to facilitate meaningful learning. As a final consideration, it is expressed that the use of concept maps as a modulating element in problem solving, leads the student to make an effort to systematize his work, explaining in the process his way of thinking and proceeding.

Resumen. El artículo que se presenta trata la experiencia de estudiantes universitarios en el uso de mapas conceptuales en la solución de problemas de contenido económico matemático. La misma es exploratoria y se reporta bajo corte cualitativo. Se comenta y describe el desarrollo de una práctica efectuada por estudiantes de Matemática II en la UNLu. La propuesta plantea el mapeo conceptual como estrategia previa a la resolución de problemas referidos al análisis marginal. Se aspira a que los estudiantes en su mapa conceptual expliquen el planteo y el plan concebido a llevar a adelante, evitando que resuelvan mecánicamente. El trabajo se enmarca en la Resolución de Problemas como línea teórica de la Didáctica de la matemática referenciada por George Polya, en la conceptualización como núcleo del desarrollo cognitivo formulada por Gerard Vergnaud y el uso de mapas conceptuales como principal estrategia facilitadora del aprendizaje significativo. A modo de consideración final, se expresa que el uso de mapas conceptuales como elemento modulador en la resolución de problemas, lleva al estudiante a esforzarse en sistematizar su trabajo, explicitando en el proceso su manera de pensar y proceder.

Keywords: Concept maps, Problem resolution, conceptualization, learning strategies, mathematics

1 Introducción

El artículo que se presenta trata la experiencia de estudiantes universitarios en el uso de mapas conceptuales (MC) en la solución de problemas de contenido económico matemático. Esta se realiza en el marco de la asignatura Matemática II para las carreras de Licenciatura en Administración y Contador Público de la Universidad Nacional de Luján y surge de observar las dificultades que afrontan los estudiantes a la hora de resolver problemas de aplicación económica. Tal es el caso que los estudiantes están habituados a la resolución automática de los problemas directos (conocidos como ejercicios), y ante situaciones con mayor complejidad, se confunden y complican ante la falta de comprensión de las mismas. Las dificultades se perciben en la identificación de los datos y las incógnitas, en el pasaje del lenguaje económico al matemático, en el diseño de la propia resolución e interpretación de los resultados.

El trabajo parte de la creencia que no se trata de un déficit procedimental, sino conceptual, el que les impide resolver la tarea. Los estudiantes carecen de solidez conceptual que de sentido al planteo y desarrollo del problema. No es solo una cuestión de contenidos conceptuales, sino de comprensión.

Las preguntas que orientan el trabajo son: ¿Qué estrategia didáctica puede ayudar a los estudiantes a comprender y resolver problemas? ¿Es el mapeo conceptual un instrumento adecuado para ayudar a los estudiantes a conceptualizar contenido económico - matemático que facilite la resolución de los problemas? En respuesta, se propone la estrategia de conceptualizar los contenidos económicos - matemáticos implicados en el problema, donde el mapeo conceptual es la herramienta didáctica para dicha conceptualización.

La idea central es que el estudiante adquiera habilidad para plantear y resolver problemas mediante el diseño de MC que resulten explicativos y significativos, los cuales evidencien comprensión por parte de los estudiantes y la correspondiente eficacia a la hora de resolver problemas.

El trabajo, de corte cualitativo y con resultados de un estudio exploratorio, propone caracterizar el mapeo conceptual e indagar sobre los beneficios que otorga como estrategia para favorecer la comprensión en la resolución de problemas. A fin de recaudar información, se presentó a los estudiantes del curso, un práctico para resolver por escrito y con previa realización de un mapa conceptual, una breve encuesta publicada en el aula virtual y una entrevista a estudiantes seleccionados.

2 Marco Teórico

El trabajo reportado conjuga las líneas de Resolución de Problemas (RP) y la Conceptualización como corrientes didácticas de la matemática, y el mapeo conceptual como estrategia facilitadora del aprendizaje significativo. Miguel de Guzmán (1992) alega que la idea concebida como RP resulta llena de sentido y motivadora, pero para ser más eficaz necesita de estrategias que ayuden a los estudiantes en el proceso de aprendizaje con el fin de lograr un aprendizaje significativo. Para este trabajo se define “las estrategias de aprendizajes como procesos de toma de decisiones, conscientes e intencionales, en los cuales el estudiante elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplimentar una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción” (Monereo, Castelló, Clariana, Palma y Pérez Cabani, 2009, p.27).

2.1 *La Resolución de Problemas y la Conceptualización*

Si se piensa en la solución de problemas referidos a la economía y administración delimitada a situaciones de aprendizaje estructuradas y vinculadas con el cálculo diferencial e integral, se hace necesario encuadrarla en un modelo económico – matemático. Esto significa que los estudiantes deben poseer una base conceptual que les permita familiarizarse con el problema, es decir: comprender el problema tanto en contenido económico como matemático. En el enfoque didáctico la noción de problema es de importancia. Una definición clásica de problema lo identifica con “una situación que un individuo o un grupo quiere o necesita resolver y para lo cual no dispone de un camino rápido y directo que le lleve a la solución” (Lester en Pozo, 1997).

El modelo conocido como Resolución de Problemas (RP) y cuyo principal exponente es George Polya (1990), establece las fases que deben hacerse en su proceso:

1. Comprender el problema: familiarizarse con el problema
2. Concebir un plan: idear una ruta de pasos para resolver el problema.
3. Ejecutar el plan: llevar a cabo el plan concebido
4. Visión retrospectiva: verificar o examinar el resultado obtenido.

Esta estrategia propone una serie de preguntas y sugerencias que permitan la familiarización del problema y diseñar su solución, para lo cual se entiende que “Las buenas ideas se basan en la experiencia pasada y en los conocimientos adquiridos previamente” (Polya, 1990, p.30).

No obstante, Pozo (1997), entre otros autores, sostiene que estas fases y métodos heurísticos fueron concebidos como método general de resolución de tareas independientemente de su contenido, y en este sentido, la RP que tiene esencialmente carácter procedimental, no puede desvincularse de los contenidos conceptuales y factuales. Explica que “los procedimientos, sean destrezas o estrategias, se aplican a contenidos factuales y conceptuales, que, de no ser comprendidos por los estudiantes, imposibilitan que estos conciben la tarea como un problema” (Pozo, 1997, p. 16).

De la misma forma, Gerard Vergnaud formula la Teoría de los Campos Conceptuales o Teoría de la Conceptualización, la cual aporta un nuevo abordaje del aprendizaje significativo, sobre todo en lo que se refiere a conceptos. Para esta teoría las situaciones de RP son esenciales para la conceptualización, pues existe una relación dialéctica y cíclica entre conceptos y situaciones: cuántas más situaciones domina el estudiante, más conceptualiza y va siendo capaz de dominar situaciones más complejas. Vergnaud hace hincapié en saber y saber hacer, sostiene que

“el alumno expresa sus conocimientos científicos a la vez por su manera de actuar en situación (forma operatoria), y por los enunciados y explicaciones que es capaz de expresar (forma predicativa)” (Vergnaud, 2007, p.285).

2.2 *El Aprendizaje Significativo y el Diseño de Mapas Conceptuales Significativos*

Moreira (2010) suscribe que la conceptualización conduce a la comprensión, y afirma que sin conceptos no hay comprensión, no hay desarrollo cognitivo. También asegura que la comprensión está directamente relacionada con el aprendizaje significativo: “El aprendizaje es significativo cuando nuevos conocimientos (conceptos, ideas, proposiciones, modelos, fórmulas, etc.) interactúan con los conocimientos previos y pasan a significar algo para el estudiante, de tal forma que es capaz de explicar situaciones con sus propias palabras, resolver problemas, en definitiva, cuando el alumno comprende” (Moreira, 2003, p.1).

Al mismo tiempo, la utilización de MC constituye una estrategia facilitadora del aprendizaje significativo y de la conceptualización. Novak y Gowin (1988) entienden que los MC son la proyección práctica del aprendizaje significativo. La describen como una estrategia sencilla pero poderosa para ayudar a los estudiantes a aprender y a organizar los materiales de aprendizaje. Vale decir que los MC tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Los autores resaltan que “las personas piensan mediante conceptos, sirviendo los MC para poner de manifiesto estos conceptos y mejorar sus razonamientos” (Novak y Gowin, 1988, p.21.). El MC como estrategia de aprendizaje que aplica el aprendizaje significativo trabaja los procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora, y favorece la memorización comprensiva mediante la estructuración, la simplificación y el impacto visual.

Cañas y Novak (2009) distinguen entre MC que enfocan en acontecimientos, los cuales se muestran más ricos en explicaciones, y los que se enfocan en objetos que resultan más descriptivos. Los primeros son los que requieren un pensamiento más profundo y dinámico. Cabe destacar para este trabajo, que estudios realizados por Safayeni, Derbentseva y Cañas (2005) revelan que la estructura de los MC puede ser indicativa del nivel de pensamiento expresado en el mapa. Los autores distinguen mapas con estructuras cíclicas (ramificación en diferentes niveles o con forma circular) que llevan a un mayor número de proposiciones dinámicas o significativas si se comparan con MC formados con estructura tipo árbol o estándar. También resaltan el uso de cuantificadores en el concepto raíz de un MC, es decir, un concepto principal por el cual se ramifican otros conceptos. En este sentido y para promover el diseño de MC más dinámicos se hace necesaria la formulación de preguntas generadoras que sean explicativas y dinámicas. Cañas y Novak (2006) señalan que una buena forma de delinear un mapa conceptual es construir una “Pregunta de Enfoque”, es decir, una pregunta que especifique claramente el problema o asunto que el mapa conceptual ayudará a resolver.

Asimismo, Chacón (2006) reporta sobre la “pregunta pedagógica” y su uso para la mediación conceptual durante la confección del mapa conceptual. Esta afirma que “Utilizar preguntas pertinentes en el proceso de construcción de MC permite, en buena medida, mostrar, comprender y atender el proceso de pensamiento que se produce en las personas al momento de construir conceptualizaciones” (Chacón, 2006, p. 327). Además distingue entre preguntas de indagación, ampliación y verificación. Las preguntas indagatorias formuladas para la resolución de problemas se convierten en las preguntas pedagógicas para la construcción del mapa conceptual. En tanto, estas preguntas pueden demandar de preguntas ampliatorias necesarias para determinar si hace falta información o ampliar conceptos, también para establecer mayores relaciones entre conceptos en forma vertical, pero esencialmente en forma horizontal. En la visión retrospectiva, se ubican las preguntas de verificación, las cuales asumen la función de verificar, reorientar y reflexionar sobre las propias ideas, pero esencialmente señalan si las proposiciones del mapa son ciertas o no. Si son coherentes y claras.

La formulación de las preguntas dinámicas tanto de enfoque como pedagógicas y el concepto cuantificado hacen que el diseño de un mapa conceptual resulte explicativo y significativo, o sea un mapa que muestra evidencia de comprensión. No obstante, Cañas y Novak (2009) si bien recomiendan mapas más dinámicos dejan entrever que un buen mapa declarativo y descriptivo también puede mostrar comprensión por parte del constructor.

2.2 *Las Estrategias de Resolución de Problemas y Mapeo Conceptual en Paralelo*

A continuación, la Tabla 1 brinda una adaptación en las tareas paralelas a realizar en las fases propuestas por Polya (1990) para plantear y resolver problemas, y la construcción de un mapa conceptual.

<i>Resolución de problemas</i>		<i>Mapeo conceptual</i>	
<i>Inicio - Lectura del problema</i>		<i>Inicio- Pregunta de enfoque: ¿Cómo resuelvo el problema ... ?</i>	
<i>Fases de resolución</i>	<i>Preguntas o sugerencias</i>	<i>Tareas de construcción</i>	<i>Procesos y Preguntas Pedagógicas</i>
<i>Comprensión del problema</i>	<p>¿Cuáles son las incógnitas? ¿Cuáles son los datos? ¿Cuál es la condición del problema? ¿Existe relación entre los datos y las incógnitas?</p>	<p>Identificar los conceptos relevantes.</p> <p>Establecer nexo entre conceptos relevantes.</p>	<p>Se inicia el proceso de asimilación del concepto nuevo al previo y se acomoda a lo no previsto.</p> <p>Preguntas de indagación.</p>
<i>Concepción de un plan</i>	<p>¿Qué puedo hacer? ¿Por dónde empiezo? ¿Necesito resolver un ítem para resolver otro? ¿Conozco problemas parecidos o análogos? ¿Conozco teoría relacionada? ¿Qué conozco de este dato o concepto? ¿Qué puedo deducir de este dato? ¿Estoy empleando todos los datos? ¿Estoy utilizando la condición? ¿Hay otra forma de resolver el problema?</p>	<p>Buscar conceptos específicos necesarios que se relacionan con los conceptos relevantes.</p> <p>Ordenar los conceptos desde los generales a los menos inclusivos.</p> <p>Buscar relaciones de conceptos relevantes y específicos tanto horizontales como cruzadas.</p> <p>Relacionar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conectando mediante vectores (línea y flecha). 2. Vinculando con palabras de enlace. 3. Generando proposiciones (enunciados ciertos). <p>Rever lo hecho para reconstruir el mapa: reubicar conceptos, cambiar conexiones y/o palabras de enlace si se consideran necesarias.</p>	<p>Se comparten, intercambian y negocian significados.</p> <p>Se producen los procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora.</p> <p>Mediante la revisión se puede mejorar la claridad de las relaciones conceptuales ilustradas en el mapa.</p> <p>Preguntas de indagación y ampliación.</p>
<i>Ejecución del plan</i>	<p>Es la tarea propia de resolver el problema.</p> <p>Se acompaña cada paso u operación matemática con una explicación de lo que hace y para qué lo hace.</p>	<p>Se visualizan conceptos y relaciones jerárquicas entre conceptos.</p> <p>Se explica la RP: Están expuestos y ordenados los pasos a seguir en la resolución con la ruta marcada por el Mapa conceptual confeccionado.</p>	<p>La representación gráfica es la ruta de resolución del problema.</p> <p>Refleja la comprensión conceptual del problema de quienes lo han hecho.</p> <p>Facilita la explicación oral de los pasos que se realizan.</p>
<i>Visión retrospectiva</i>	<p>¿Puedo verificar el resultado? ¿Puedo verificar el razonamiento? ¿Es coherente el resultado? ¿Es posible encontrar otra solución? ¿Puedo interpretar el resultado? ¿Puedo explicar en términos económicos el resultado?</p>	<p>Se reflexiona sobre el Mapa conceptual.</p>	<p>Se toma conciencia del mapa conceptual.</p> <p>Se hace lugar a una auténtica reorganización cognitiva.</p> <p>Preguntas de Verificación</p>

Tabla 1: Tareas para la Resolución del Problemas y elaboración de MC.

La práctica del mapeo conceptual bajo una metodología participativa requiere el trabajo colaborativo del grupo, y a su vez implica el compromiso del estudiante que vive una experiencia personal. La construcción y reconstrucción del mapa conceptual en distintas fases de la resolución de problemas permite mostrar la reorganización cognitiva de parte de los estudiantes.

3 Desarrollo

3.1 Método

En cuanto a la metodología, se tuvo una finalidad exploratoria dado que, si bien se encontraron artículos científicos al respecto, el uso de MC no es habitual para el desarrollo de actividades de contenido matemático en el ámbito universitario. Esto mismo, hizo considerar apropiado un enfoque cualitativo. La experiencia se efectuó sobre una muestra de 84 estudiantes de una comisión de la asignatura Matemática II en el Centro Regional San Miguel de la Universidad Nacional de Luján. Matemática II es una asignatura del ciclo básico común a las carreras Licenciatura en Administración y Contador Público. La misma trabaja contenidos del cálculo diferencial e integral de funciones de una variable con aplicación al análisis marginal. El curso se llevó adelante con dos clases semanales presenciales de carácter teórico práctico, y contó con el apoyo de un aula virtual.

Desde el principio de la experiencia se explicó a los estudiantes la importancia de comprender y resolver las situaciones problemáticas sin caer en resoluciones mecánicas o automáticas. Se distinguieron dos etapas, la primera dirigida a la explicación y uso de las técnicas referidas a RP y elaboración de MC, y la segunda abocada a la aplicación de ambas estrategias en una práctica integradora. Con respecto a la elaboración de MC y los pasos para la RP, se efectuó en forma paralela y progresiva, bajo tareas simples con diversas consignas. También se dispuso de una clase instructiva para el uso del software CmapTools y de material relacionado a la construcción de MC publicado en el aula virtual.

Dentro del sistema de evaluación continua, se presentó la Práctica N° 14 (Ver figura 1), de carácter integradora de las unidades temáticas 6 y 7 del programa de la asignatura, referida a una situación económica como aplicación de la derivada e integral. El problema planteado incluyó dos ítems y no era de resolución inmediata, tal que se diferenció de los propuestos habitualmente en el texto base del curso. La Práctica se caracterizó por ser escrita y domiciliaria, podía entregarse en forma individual o grupal (hasta 3 estudiantes). La elaboración del MC previa a la Práctica era de carácter optativa.

PRACTICA 14

Referencia: Actividad práctica integradora de las unidades 6 y 7.

Enunciado del Problema.

Resolver el problema que a continuación se enuncia:

De un nuevo modelo de Agenda Perpetua Sustentable, la empresa Ecoregalos es la única que la produce, y del mismo se conoce la función de demanda dada por $p = -2x + 400$ y la función costo promedio $C(x) = 0,2x + 4 + \frac{400}{x}$.

A fin de colaborar como asistente del gerente de producción de la empresa, se le pide:

- 1. Calcular el precio en el que la empresa obtendrá el máximo beneficio.*
- 2. Si se espera que el precio de equilibrio del mercado sea el que más beneficia a la empresa, determine cual será el excedente de consumidores.*

Sugerencia.

A modo de estrategia, se recomienda la elaboración previa de un mapa conceptual que evidencie el planteo y la ruta del plan concebido para su resolución.

Figura 1: Práctica 14.

Esta Práctica no tuvo calificación numérica, al estudiante o grupo se le proporcionó el nivel de satisfacción alcanzado: Satisfactorio (S) cuando resolvió los dos ítems correctamente, Parcialmente Satisfactorio (PS) cuando resolvió solo un ítem en forma correcta y No Satisfactorio (NS) cuando no alcanzó a resolver ningún ítem. Por otro lado, atento que no existe el mapa conceptual único y tampoco un mapa conceptual correcto o no correcto, éste no fue parte de la calificación de la práctica. Se brindó una devolución comentada del mapa con sugerencias a cada estudiante o grupo. Ahora bien, cabe destacar que si fue objeto de análisis y descripción para este trabajo. En este

sentido se tuvo en cuenta la determinación del/los concepto/s principal/es, la correspondiente pregunta de enfoque, las preguntas pedagógicas, los conceptos auxiliares o subordinados, la relación entre conceptos, la adecuación de las palabras de enlace, la validez de las proposiciones, la jerarquización y la estructura del mapa.

Para obtener información se comparó el nivel de satisfacción alcanzado en las prácticas en los años 2016 y 2017, se recurrió a una encuesta publicada en el aula virtual (anónima y voluntaria) y una entrevista a los estudiantes cuyos mapas fueron seleccionados para presentar en este trabajo.

3.2 Resultados Obtenidos

La entrega de la Práctica 14 registró que 54 estudiantes (64%) la presentó en forma grupal (entre 2 o 3 integrantes), 22 estudiantes (26%) en forma individual y 8 de ellos (9%) no la entregaron. Se presentaron un total de 45 Prácticas de las cuales 34 (76%) adjuntaron el mapa conceptual. A continuación el gráfico 1 muestra el nivel de satisfacción alcanzado por los estudiantes o grupos en la Práctica 14 según confección o no de mapa conceptual previo.

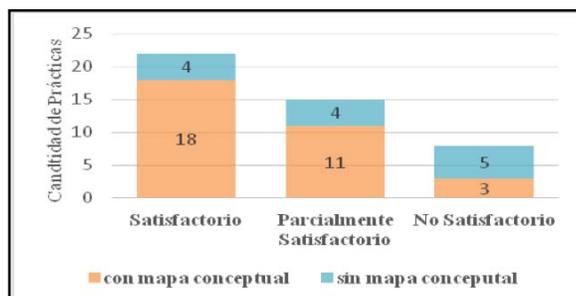


Gráfico 1: Relación entre el nivel de Satisfacción alcanzado en la Práctica 14 y la confección o no del MC.

La Tabla 2 compara el nivel de satisfacción alcanzado en prácticas similares en los años 2016 y 2017 sin y con uso de MC respectivamente.

Año	MC	Satisfactorio		Parcialmente Satisfactorio		No Satisfactorio		Total Prácticas presentadas
2016	Sin uso MC	15	30%	19	38%	16	32%	50
2017	Con uso MC	22	49%	15	33%	8	18%	45

Tabla 2: comparación nivel de satisfacción alcanzado en los años 2016 y 2017.

3.2.1 Análisis del Mapa conceptual 1

El MC considerado (ver Figura 2) está realizado por el estudiante A y lo presentó en forma individual. La construcción se efectuó a través del software CmapTools. La correspondiente Práctica 14 fue calificada como Satisfactoria.

Con respecto al MC puede indicarse: Se inicia a partir de los datos hasta las incógnitas de los ítems propuestos. El cambio de color demarca el plan concebido para la resolución de cada ítem. En cuanto a la estructura es un mapa lineal vertical con sentido hacia abajo donde se identifican los conceptos principales en forma clara. Los conceptos auxiliares se relacionan en forma conveniente, para lo cual utiliza conectores y las palabras de enlace adecuadas. Entre los términos conceptuales no se exhiben expresiones simbólicas ni ecuaciones. Solamente aparece la fórmula de integración definida para el cálculo de excedente de consumidores. Se denotan las dos variables independiente y dependiente en forma correcta. Desde el punto de vista de la argumentación matemática ofrece un esquema de los pasos a realizar desde los datos hasta los valores a calcular en ambos ítems. Por lo que se refiere a la representación gráfica tiene una estructura de árbol, se observan dos ramificaciones en otros niveles.

En la entrevista el estudiante A manifestó que la pregunta de enfoque fue: *¿Cómo resuelvo el problema?*, pero que inició el mapeo conceptual con la pregunta: *“¿Cuáles son los datos?”*, y seguidamente *“¿Qué debo hallar?”*. También explicó que advirtió que no había una solución inmediata, y entonces se preguntó *“Cómo llego de los datos a lo que debo hallar?”*. Decidió buscar en la teoría relacionada los conceptos necesarios que se puedan inferir de los datos y que estuvieran vinculados a las incógnitas, como así también recurrió a ejercicios resueltos y por analogía

calcular el ingreso, costo y beneficio total hasta llegar al beneficio máximo y el precio requerido. Luego, continuó diciendo el estudiante A: “Me di cuenta que cuando encontraba el precio p a la vez encontraba el nivel de producción, y con la demanda de dato podía armar la solución de lo pedido en el ítem 2), o sea, el excedente de consumidores”.

En cuanto al sentido que le otorga a la elaboración del mapa, manifestó “resumen guía” porque “desde el vamos fue el resumen del plan pensado, me sirvió de guía para cuando escribía la solución en el cuadernillo y después me facilitó la verificación”.

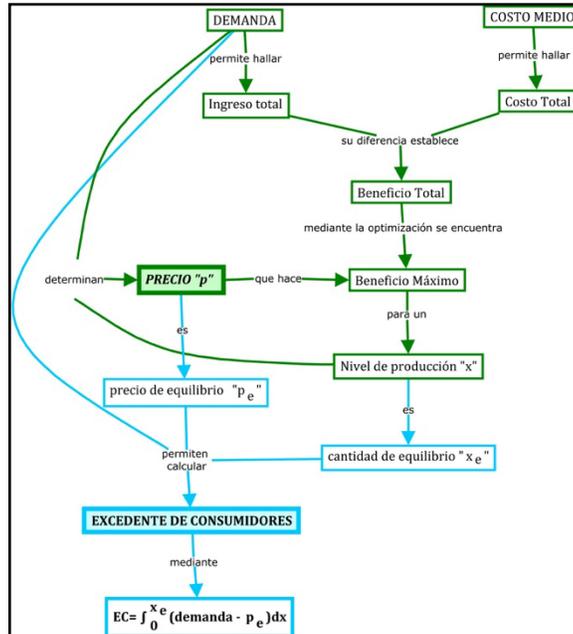


Figura 2: Mapa Conceptual 1 – Estudiante A.

De la entrevista surge que el estudiante A usó una pregunta de enfoque muy general que puede considerarse estática, no se vislumbra ninguna pregunta generadora que cuantifique el concepto raíz, aún cuando en la representación gráfica se destacan dos conceptos principales que son las incógnitas: precio que máximo el beneficio y excedente de consumidores. También se desprende que para definir los términos conceptuales recurrió más a la teoría relacionada y a la razón por analogía que al uso de preguntas pedagógicas. De todos modos, el mapa conceptual presentó coherencia lógica de los contenidos conceptuales, resultó de carácter declarativo y descriptivo para la RP.

El mapa conceptual expuesto muestra indicio de comprensión y eficacia para la resolución del problema por parte del estudiante.

3.2.2 Análisis del Mapa conceptual 2

El mapa conceptual tratado aquí (ver Figura 3) fue elaborado en forma grupal por los estudiantes B y C mediante el programa CmapTools. La calificación obtenida en la Práctica 14 fue Satisfactoria.

Con respecto al mapa conceptual puede señalarse que es un mapa en sentido inverso al precedente. La estructura jerárquica es completa y equilibrada. Ofrece una organización clara y de fácil interpretación. Los ítems se limitan a través de la construcción vertical y paralela a partir de las incógnitas (arriba). Los conceptos principales son las dos las incógnitas, que resultan pertinentes, adecuados y bien destacados. Hay una buena elección de los términos conceptuales, palabras de enlace y las proposiciones enunciadas cierran en forma precisa. Usa correctamente las ecuaciones, simbología y fórmulas matemáticas (denotadas en líneas punteadas). Escribe correctamente las variables. Desarrolla en forma explícita los pasos para la optimización de la función beneficio total. Utiliza línea pespunteada para cálculos auxiliares. En La representación gráfica presenta varias ramificaciones, con relaciones circulares, horizontales y cruzadas entre ambos ítems, lo cual hace un MC cíclico y dinámico.

Desde la argumentación matemática se propone una combinación de diferentes esquemas, a saber: fáctico cuando desarrolla los pasos a seguir en forma ordenada y lógica, simbólica mediante el uso de símbolos matemáticos, y analítico con el desarrollo de una cadena deductiva.

En la entrevista los estudiantes indicaron que su pregunta de enfoque fue: “Cómo hacemos para averiguar el precio que hace el máximo el beneficio y el excedente de consumidores? El estudiante B aclaró que seguidamente para la confección del mapa recurrieron a las preguntas sugeridas para las distintas fases de la RP: ¿Qué me pide hallar? ¿Cuáles son las incógnitas?, y luego ¿Qué datos tengo? Luego, expresaron el mapeo para la elaboración del plan consistió de las preguntas: ¿cómo encuentro el precio que hace máximo el beneficio? ¿qué necesito previamente para hallar el máximo beneficio? ¿Qué pasos debo seguir para determinar el beneficio máximo? ... ¿puedo escribir esto matemáticamente? ... ¿puedo determinar con los datos la función beneficio total?, ¿qué funciones necesito previamente? y así hasta que se recalara con los datos del problema: la demanda y el costo medio.

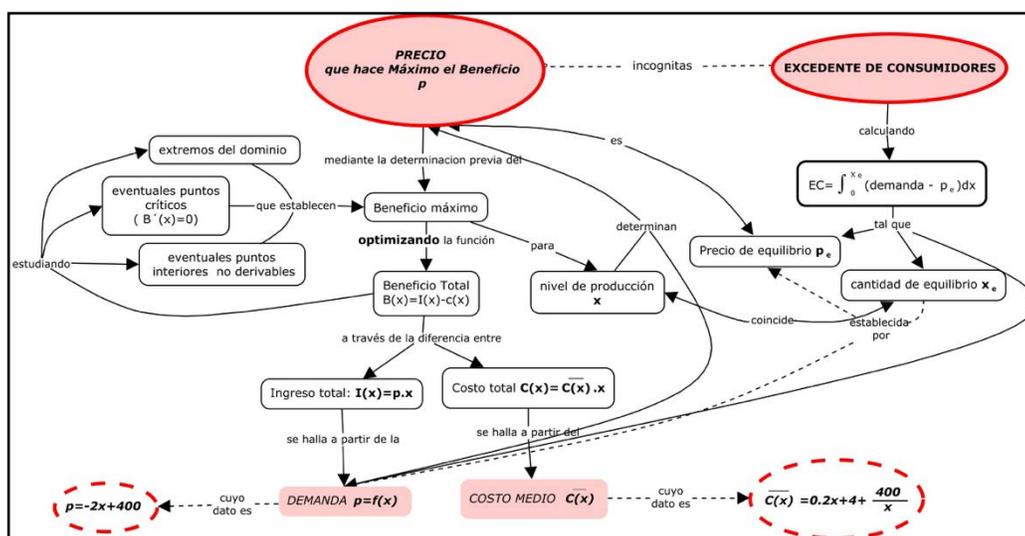


Figura 3: Mapa conceptual 2 – Estudiantes B y C.

Para el ítem 2 el estudiante C comentó: “Nos dimos cuenta que el precio hallado en el ítem 1 era la condición para hallar el excedente de consumidores, ya teníamos un dato y nos preguntamos ¿Cómo se calcula excedente de consumidores?, ¿qué otros datos necesitamos?, la demanda era dato inicial y la cantidad de equilibrio se podía determinar, tuvimos que recordar ejercicios resueltos en clase y resultó más fácil”. Luego, continuó “nos dimos cuenta que la cantidad de equilibrio era el nivel de producción que ya habíamos calculado”.

Los estudiantes señalaron que la identificación de los datos y las incógnitas se efectuó una vez leído y comprendido el enunciado del problema y qué resultó más fácil que la confección del cuerpo del mapa del ítem 1, y en cuanto al mapeo del ítem 2 lo diseñaron casi de inmediato. Testimoniaron que la elaboración del mapa fue “entretenida”. Contaron que construían y reconstruían el mapa constantemente, sobre todo para encontrar las palabras de enlace adecuadas, mientras que les permitió armar el plan para resolver el problema. Otra cuestión que se plantearon al inicio fue si mapeaban cada ítem por separado, pero a medida que trabajaban los términos conceptuales consensuaron realizar uno para todo el problema. También comentaron que al finalizar el mapa se preguntaron ¿está bien lo que planeamos? ¿es coherente el planteo?, y seguidamente recorrieron todo el mapa verbalizando en voz alta los pasos a seguir y notaron entre ellos que fluía el lenguaje, afirmaron: “Hablamos con naturalidad”.

Ambos estudiantes convinieron diciendo “De esta manera definimos la ruta del mapa, o sea, definimos la ruta de la solución del problema”. Ante la pregunta con respecto al sentido inverso del mapa el estudiante C expresó, “Aún el sentido inverso fue nuestra ruta, porque arriba estaban los conceptos más importantes y marcaban nuestro objetivo ... para escribir la resolución hicimos los pasos de abajo hacia arriba”. De esta forma, revelaron que los conceptos raíces fueron los conceptos principales, enfocados en acontecimientos: “precio que hace máximo el

beneficio” y “excedente de consumidores”. De hecho, esto respondió a la elaboración de una pregunta de enfoque pertinente. Con respecto a la combinación de las técnicas de RP y mapeo conceptual señalaron “*son muy parecidas, se complementan y resultan fácil de utilizarlas*”.

De la entrevista surge que efectuaron el mapeo conceptual con una serie de preguntas que conjugan la heurística de la RP con la pregunta de enfoque y preguntas pedagógicas. Se advierten las preguntas de indagación, ampliación y verificación adecuadas. El relato también da cuenta que los estudiantes asimilaban rápidamente ambas estrategias y encuentran similitud en ambas técnicas.

El mapa conceptual expuesto resulta con coherencia lógica de contenido matemático – económico, configura una estructura cíclica resultando de carácter explicativo y significativo. Conforme a lo expuesto, el mapa conceptual muestra indicio de comprensión y eficacia para la resolución de problemas de parte de los estudiantes.

3.3 Encuesta

En cuanto a la encuesta virtual, respondieron 42 estudiantes, entre distintos comentarios manifestaron hacerlo con agrado y comprometidos con la tarea.

Algunas de las preguntas y respuestas fueron:

- 1) ¿Has comprendido las 4 fases para plantear y resolver problemas?
Si: 29 estudiantes (69 %), No: 3 estudiantes (7%), Parcialmente: 10 (24%).
- 2) ¿Has comprendido como confeccionar un mapa conceptual?
Si: 31 estudiantes (74%), No: 1 estudiante (2%), Parcialmente: 10 estudiante (24%).
- 3) ¿Te resulta fácil / difícil confeccionar un mapa conceptual?
Fácil: 24 estudiantes (57%), Difícil: 6 estudiantes (14%). Ni fácil ni difícil: 12 estudiantes (29%).
- 4) ¿Te resulta útil el uso de MC para plantear y resolver problemas?
Si: 35 estudiantes (83%), No: 2 estudiantes (5%), Parcialmente: 5 estudiantes (12%).
- 5) ¿Prefiere confeccionar el mapa conceptual en forma individual o grupal?
Individual: 9 estudiantes (21%), Grupal: 29 estudiantes (69%), Me es indiferente: 4 estudiantes (10%).
- 6) ¿Qué función le asigna al mapa conceptual en la resolución de problema y por qué?
 - “Esquema guía, porque orienta y da los pasos para resolver problemas”.
 - “Resumen del problema, pues deja asentados los datos, la cuestión a resolver y los pasos a seguir”.
 - “Ruta o camino de la resolución del problema, porque su gráfica permite trabajar las 4 fases de la resolución de problemas”.
- 7) ¿Qué beneficios aporta el uso de MC en la resolución de problemas?
 - “el mapear me gusta y me compromete con el problema”.
 - “me parece que he mejorado en lo que hace resolver problemas”.
 - “me organiza el problema”.
 - “resume todos los pasos a realizar”.
 - “simplifica la resolución”.
 - “me cuesta pero me concentro y entiendo el problema creo que mejoré bastante”.
 - “ahora entiendo y puedo explicar el problema y como lo resuelvo”.
 - “comprendo el problema y la forma de resolverlo”.
 - “me ubica en cada paso para resolver el problema”.
 - “me orienta cuando estoy perdido o confundido”
 - “lo hice en grupo y participé bastante”.
 - “puedo controlar los pasos hechos y verificarlos”.
 - “hace que recuerde problemas parecidos”.

4 Conclusión

Las estrategias de mapeo conceptual y resolución de problemas mantienen un estrecho vínculo, de carácter complementario, que permite trabajar una base conceptual en la solución de situaciones económicas de aplicación de la derivada e integral.

La experiencia constata una mejora general en cuanto al rendimiento de los estudiantes en prácticas relativas a la resolución de problemas.

Para los estudiantes esta combinación de estrategias resulta de utilidad y prefieren el trabajo grupal mediante el cual asumen una participación activa y comprometida. Le otorgan al mapa conceptual la función de esquema, ruta o resumen guía para diseñar la resolución de problemas.

En cuanto a los beneficios que otorgan al uso de los mapas conceptuales en la resolución de problemas los estudiantes se refieren en general a una mejora en:

- La familiarización del problema.
- La elaboración de un plan que organiza y simplifica la tarea.
- La recuperación de teoría relacionada y otras heurísticas de la RP.
- La posibilidad de reorientar la resolución ante eventuales desconciertos u obstáculos en la ejecución del plan.
- El eficaz control de los pasos seguidos y su verificación retrospectiva.

La representación gráfica del mapa conceptual significativo y la capacidad que los estudiantes adquieren para explicarlo con sus propias palabras evidencian saber y saber hacer, o sea comprensión para llevar a cabo la RP. En resumen, el mapeo conceptual como elemento modulador en la resolución de problemas, lleva al estudiante a esforzarse en coordinar su diseño de resolución, explicitando en el proceso su manera de pensar y proceder.

De lo expuesto y a modo de consideración final, la estrategia pensada para favorecer la comprensión y eficaz resolución de problemas resulta adecuada y conveniente. Se espera que esta experiencia sea punto de partida para profundizar y generar futuras investigaciones.

Referencias

- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-examining the Foundations for Effective use of Concept Maps. En A.J. Cañas, J.D. Novak (Eds). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 494-502). San José, Costa Rica.
- Cañas, A. J., Novak, J. D. (2009). *¿Porqué la pregunta enfoque?* Recuperado el 30/11/2017 en: <https://cmap.ihmc.us/docs/preguntadeenfoque.php>
- Chacón, S., (2006). La Pregunta Pedagógica como Instrumento de Mediación en la Elaboración de Mapas Conceptuales. En A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds), *Concepts Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, (Vol. I, pp 327-334). San José, Costa Rica.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Perez Cabani, M.L. (2009). *Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje*. Barcelona, España: Grao.
- Moreira, M.A. (2003). *Lenguaje y Aprendizaje Significativo*. Recuperado el 23/10/2017 en: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/lenguaje.pdf>.
- Moreira, M.A. (2010). ¿Por qué los Conceptos? ¿Porqué Aprendizaje Significativo? ¿Por qué Actividades Colaborativas? ¿Por qué Mapas Conceptuales? *Revista Currículum*, N°23, pp. 9-23. Disponible en: <http://revistaq.webs.ull.es/ANTERIORES/numero23/moreira.pdf>
- Novak, J. D. y Gowin, B.D. (1988) *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Polya, G. (1990) *Cómo Plantear y Resolver Problemas*. México: Trillas.
- Pozo, J. (1994) *La Solución de Problemas*. Madrid: Editorial Santillana.
- Safayeni, F., Derbentseva, N. y Cañas, A. J. (2005). A Theoretical Note on Concept Maps and the Need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 741-766.
- Vergnaud, G. (2007). ¿En qué Sentido la Teoría de los Campos Conceptuales puede Ayudarnos para Facilitar Aprendizaje Significativo? *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 285-302. Disponible en: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID172/v12_n2_a2007.pdf