

**APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS:
GRAFOS DUALES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE
RASTREO DE CÁNCER DE MAMA**

Teresa Braicovich⁽¹⁾ – Patricia Caro^{(1),(2)}

teresabraicovich@gmail.com – caropatriciaj@yahoo.com.ar

(1) Universidad Nacional del Comahue. Argentina

(2) Dirección de Atención Primaria de la Salud, Subsecretaría de Salud de la
Provincia de Neuquén

Tema: Teoría de Grafos

Modalidad: Comunicación breve

Nivel educativo: Terciario y Universitario

Palabras clave: estadística – grafos – voronoi - delaunay

Resumen

Hemos dictado la asignatura Teoría de Grafos como optativa para la Licenciatura en Matemática en el marco de distintos proyectos de investigación que hemos desarrollado. Dictaremos otra materia optativa, correlativa a la mencionada, que consistirá en presentar a los estudiantes, para que ellos investiguen, un problema concreto en el cual estamos trabajando y del que hemos presentado algunos avances en la Reunión Anual de la Unión Matemática Argentina 2016. Está relacionado con la prevención del cáncer de mama, que es la primera causa de muerte por cáncer en la mujer a nivel mundial y la Provincia de Neuquén no escapa de esa realidad. El trabajo mencionado es para colaborar con el Programa de Prevención Temprana de Patología Mamaria brindando herramientas para delinear políticas públicas tendientes a disminuir la mortalidad por cáncer de mama en la provincia. Con este objetivo se analizó si existen diferencias geográficas en la mortalidad por este cáncer entre las distintas áreas programáticas de la provincia a partir del suavizado de las Razones Estandarizadas de Mortalidad proponiendo unidades espaciales vecinas con el grafo de Voronoi y su grafo dual, el de Delaunay. Creemos que trabajar este tipo de problemas favorecería, incluso, a la prevención de esta enfermedad.

1. Introducción

En este trabajo se pretende mostrar una forma alternativa de dar nuestras clases, presentamos una experiencia en la que se busca que, a partir de un problema concreto y real, los estudiantes se logren apropiarse del saber mediante el estudio autónomo y mediado por consulta de libros, publicaciones y trabajos de tesis, por supuesto con la guía de los docentes. Los datos del problema a trabajar son del Ministerio de Salud de la Provincia de Neuquén y los temas centrales que se trabajan son estadística y grafos.

Esta asignatura sería una materia optativa para la Licenciatura en Matemática y tiene como correlativa otra asignatura optativa que hemos dictado. Esta última es Teoría de Grafos y los temas vistos fueron: Conceptos básicos de grafos dirigidos y no dirigidos, Matrices que representan a los grafos, Recorridos y motivaciones históricas. Grafos eulerianos y semieulerianos. El problema del cartero chino. Grafos hamiltonianos. Recorridos hamiltonianos abiertos y cerrados. El problema del transporte. Aplicaciones. Árboles. Árboles cubrientes. Árboles minimales y maximales cubrientes. Arborescencias. Algoritmos para hallar árboles. Coloreo y planaridad: Grafos planares. Problema de los recursos. Fórmula de Euler. Conjetura de Kuratowski. Grafos y poliedros. Coloreo de grafos. Número e índice cromático de un grafo.

2. Pertinencia de la propuesta

Antes que nada, queremos situar el problema en el ámbito correspondiente e indicar la importancia del mismo. El cáncer de mama (CM) es el principal cáncer y primera causa de muerte por cáncer en la mujer, a nivel mundial. En Argentina, se producen 5600 muertes por año por CM y se estima que se producirán más de 19.000 nuevos casos por año, con una tasa de mortalidad ajustada por edad de 18,3 por 100.000 habitantes. En la Provincia de Neuquén la principal causa de muerte son los tumores, y el cáncer de mama es la forma más común de cáncer en mujeres, y la principal causa de muerte. La tasa de mortalidad en esta provincia es de 20,2 por 100.000 mil habitantes, y ha mantenido una tendencia en ascenso desde el año 1986. Sin duda alguna, estos datos nos muestran la dimensión de la problemática elegida.

Por otro lado, hacemos hincapié en la matemática desde la modelización, citaremos a continuación dos concepciones de modelo,

- *"Desde el punto de vista de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) la modelización matemática debe formar parte integrante de cualquier proceso de estudio de las matemáticas puesto que la actividad de modelización se considera como*

sinónimo de actividad matemática funcional en contraposición a la actividad matemática formal". (Barquero, B.; Bosch, M.; Gascón, J. 2010, p. 239).

- "Es necesario destacar la existencia de diversas visiones vinculadas a la modelización matemática en el ámbito educativo. En general se entiende que la modelización vincula la matemática y el mundo real. Las aplicaciones de la matemática también manifiestan este vínculo. Sin embargo, la modelización se focaliza en la dirección que va de la realidad hacia la matemática, mientras que la aplicación se focaliza en la dirección opuesta". (Villarreal, M.; Esteley, C. 2010).

Estamos convencidas en la importancia que tiene mostrar a la matemática desde un punto de vista que permite inferir en la necesidad de su estudio e investigación para atender a problemáticas concretas y reales, sobre todo teniendo en cuenta que esta asignatura está dirigida a futuros licenciados en matemática.

3. Contenidos a desarrollar

A continuación mencionaremos, de manera sucinta, algunos de los temas que abarcaría el problema a trabajar. Es importante aclarar que el orientar la asignatura de esta manera hace que sean varios los temas que, sin estar previstos, surjan debido al tipo de actividad que se plantea. El problema que se plantea a los estudiantes ha sido trabajado por nosotras y hemos presentado, en modalidad comunicación científica, algunos avances en la Reunión Anual de la Unión Matemática Argentina, realizada en la ciudad de Bahía Blanca en el mes de setiembre de 2016.

El trabajo mencionado tuvo como objetivo general colaborar con el Programa de Prevención Temprana de Patología Mamaria brindando herramientas para delinear políticas públicas tendientes a disminuir la mortalidad por cáncer de mama en la provincia.

Los objetivos específicos fueron:

- Analizar si existen diferencias geográficas en las tasas de mortalidad por cáncer de mama entre las distintas áreas programáticas que componen la provincia de Neuquén,

- analizar distintos grafos de proximidad o la estructura de vecinos existentes para aplicar en el modelo para el cálculo de las tasas de mortalidad.
- Encontrar, a partir del estudio realizado, un grafo de proximidad que permita un ajuste de tasas para el caso que nos ocupa.

Se analizó si existen diferencias geográficas en la mortalidad por cáncer de mama entre las distintas áreas programáticas de la provincia a partir del suavizado de las Razones Estandarizadas de Mortalidad (REM) con un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) donde proponemos contralar la extravariación de las REM producida por la dependencia espacial, proponiendo unidades espaciales vecinas con el grafo de Voronoi y utilizando su grafo dual, la triangulación de Delaunay. Existen distintos criterios para determinar la vecindad, hicimos la propuesta a partir del análisis en profundidad de varios de los que se presentan en González, M. V. (2015) y Abellanas, M.; Hernández, G.; Moreno Durán, J.; Ordoñez Pérez, S.; Sacristán, V. (2016).

A partir de los datos de defunciones por cáncer de mama según Área Programática para los años 2001-2005 y 2006-2010, provistos por la Dirección de Estadística de la Subsecretaría de Salud, se calcularon las tasas de mortalidad por CM brutas y ajustadas por edad para las áreas programáticas. Asimismo, se calculó la REM por CM, utilizando un ajuste indirecto a partir de la población y casos esperados de Argentina según el Atlas de Mortalidad por Cáncer en Argentina en períodos 1997-2001 y 2007- 2011. Se confeccionó una capa con la información georreferenciada de los mamógrafos en funcionamiento en la provincia de Neuquén, tanto en el subsector público como en el privado, ya que conocer el riesgo de mortalidad por CM en las distintas áreas programáticas es una herramienta adicional para definir la localización de un nuevo mamógrafo, considerando además la complejidad de los distintos hospitales y la densidad poblacional en cada área programática.

Este tipo de actividades obligó a los estudiantes a manejar algunos softwares estadísticos, lo que creemos es muy positivo, pues el tema de la inclusión de las TIC es una herramienta fundamental en el trabajo cotidiano.

4. Reflexión final

Es un gran desafío para nosotras, como docentes, plantear desde este punto de vista la asignatura, ya que sabemos que al proponer a alumnos avanzados de carreras universitarias este tipo de actividades hace que debamos investigar y estudiar de manera continua. Citamos el trabajo de Bosch, M., García, F., Gascón, J. y Ruiz Higuera, L. (2006), donde se menciona que en la investigación en educación matemática el término “modelización” se utiliza de manera más rica y fértil, configurando un dominio de investigación que no ha dejado de crecer en los últimos años, que considera que tanto desde la investigación en educación matemática como desde parte de la sociedad, es usual oír hablar de la necesidad de relacionar los contenidos matemáticos con ciertos aspectos de la vida real. Creemos que a pesar que este enfoque se está considerando desde hace varios años, los docentes no lo hemos puesto demasiado en práctica en nuestras clases. Para concluir no podemos dejar de citar que, en particular, este tema nos resultó sumamente interesante, ya que muchas personas, a pesar de ser conscientes de la gravedad de esta enfermedad, desconocen la importancia que tiene la prevención de la misma.

Referencias bibliográficas

- Abellanas, M.; Hernández, G.; Moreno Durán, J.; Ordoñez Pérez, S.; Sacristán, V. (2016) Diagramas de Voronoi de alcance limitado.
- Barquero, B.; Bosch, M.; Gascón, J. (2010). Génesis y desarrollo de un problema didáctico: el papel de la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las CCEE. *Investigación en Educación Matemática XIV* (p. 235-244) Lleida: SEIEM.
- Bosch, M., García, F., Gascón, J. y Ruiz Higuera, L. (2006). La modelización matemática el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la TAD. *Educación Matemática*. Vol. 18. México: Santillana.
- González, M. V. (2015) Modelos extendidos para el análisis espacial en epidemiología del cáncer. Tesis en Magister en Estadística Aplicada. Universidad Nacional de Córdoba.
- Villarreal, M.; Esteley, C. (2010). Modelización matemática como estrategia pedagógica. III Reunion de Pampeana de Educación Matemática. Santa Rosa, La Pampa.