

**V Encuentro Conjunto de la
Real Sociedad Matemática Española (RSME)
y la
Sociedad Matemática Mexicana (SMM)**

14-18 de junio de 2021

Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), Guanajuato,
México (virtual)

<https://rsmeysmm.eventos.cimat.mx/node/1409>

Programa de la Sesión Especial

Salud Mental y Matemáticas

Conferenciantes: Antonio Artés Rodríguez (UC3M), Igor Barahona Torres (IMATE UNAM), María Luisa Barrigón Estebez (UAM), Alba Capdevila Sadano (UAM), Julio Conde Mones (BUAP), Jorge Hermsillo Valadez (UAEM), José Jacobo Oliveros Oliveros (BUAP).

Organizadores: Enrique Baca García (UAM) e Igor Barahona Torres (IMATE UNAM).

Programa (Lunes, 14 de junio de 2021)

- 12:00-13:00 (GTM-5) / 19:00-20:00 (GTM +2):

- Antonio Artes: *Aprendizaje de Máquina y Salud Mental.*

- 13:00-14:00 (GTM-5) / 20:00-21:00 (GTM +2):

Preguntas y discusión sobre las conferencias grabadas:

- María Luisa Barrigón Estévez: *Introducción general al planteamiento de problemas en salud mental que requieren técnicas complejas de análisis.*
- Julio Conde Mones: *Solución numérica del problema de identificación de fuentes volumétricas aplicando el MGC y el MEF.*
- José Jacobo Oliveros Oliveros: *Algoritmos de identificación de fuentes y anomalías en el cerebro a partir del EEG y su implementación.*
- Igor Barahona: *Aspectos de salud mental detonantes o inhibidores del suicidio en México. Un enfoque desde los modelos de ecuaciones estructurales.*
- Jorge Hermosillo: *Incrustación Semántico-Cognitiva de Palabras para la Predicción de Ideación Suicida y Síntomas Psiquiátricos.*
- Alba Serrano: *De la inteligencia artificial a las consultas de salud mental.*

Títulos y resúmenes

- Antonio Artes (Universidad Carlos III de Madrid)

Título: *Aprendizaje de Máquina y Salud Mental.*

Resumen: En los últimos 15 años se ha generalizado el empleo de métodos de aprendizaje automático (Machine Learning) en salud mental, aplicado a problemas que van desde la extracción de información en historia clínica electrónica, la ayuda al diagnóstico a partir de imagen, o la psiquiatría computacional, por mencionar algunas. En esta charla vamos a tratar uno de ellos, el uso del aprendizaje automático psiquiatría digital, o cómo transformar la huella que deja en una persona en su interacción con el mundo digital (fenotipo digital) para información útil para la comprensión, el diagnóstico y el cuidado en salud mental. Esta huella está formada por un conjunto de datos de diversa naturaleza recogidos por teléfonos móviles, dispositivos wearables o aplicaciones web, que son normalmente muy numerosos, pero de baja calidad y con una gran cantidad de datos perdidos. El primer problema a resolver es la obtención de información de calidad a partir de estos datos, para lo que emplean técnicas de curado de datos identificando el subespacio o variedad en que residen los datos para obtener su representación con una baja dimensionalidad que además pueda ser interpretable. En segundo lugar es la compresión o resumen de estos datos que representa el comportamiento de un individuo, teniendo en cuenta que la escala temporal en que se recogen los datos es del orden de los segundos y la escala temporal del comportamiento son semanas o meses para lo que se emplean técnicas automáticas de extracción de características. Y, por último, está la predicción del estado del individuo o la obtención de información accesible para el clínico y el paciente a partir de estos resúmenes, a partir de una gran variedad de métodos en función de tipo de información a obtener.

- María Luisa Barrigón Estévez (Universidad Autónoma de Madrid)

Título: *Introducción general al planteamiento de problemas en salud mental que requieren técnicas complejas de análisis.*

Resumen: La salud mental es uno de los grandes problemas de salud pública del mundo. Tiene un impacto muy grande sobre la sociedad por su alta frecuencia en la población (prevalencia) y porque a mundo son trastornos crónicos que empiezan a edades tempranas por lo que muchas personas van a vivir muchos años con discapacidad. La exploración de la conducta humana es muy compleja. El cerebro es

el órgano más inaccesible y además no disponemos de modelos animales que representen suficientemente la conducta y las capacidades humanas.

La tecnología recientemente nos ha brindados nuevas oportunidades de las manos de medios de exploración más potente del cerebro in vivo como las técnicas electroencefalográficas, magnéticas, tecnología de imagen cerebral. Los conocimientos de genómica y otras ciencias biológicas también nos permiten explorar otros determinantes de la conducta. Sin embargo, lo más relevante para a salud mental sean las técnicas propias de observación de la conducta que se obtienen de las tecnologías de la información y comunicación. Del párrafo anterior se deduce que toda esta información va a requerir modelos matemáticos robustos tanto para su análisis como para su correcta interpretación.

- Julio Conde Mones (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla)

Título: *Solución numérica del problema de identificación de fuentes volumétricas aplicando el MGC y el MEF.*

Resumen: El Problema Inverso Electroencefalográfico (PIE) consiste hallar una fuente bioeléctrica en el cerebro a partir del electroencefalograma medido sobre el cuero cabelludo. En este trabajo sólo se identifican fuentes volumétricas en el espacio de funciones cuadrado integrables definidas en todo el volumen cerebral, considerando a la cabeza dividida en dos capas conductoras; una es la correspondiente al cerebro y la otra la forman las restantes capas que componen la cabeza. En este caso, se presenta una nueva propuesta para hallar soluciones numéricas estables del PIE mediante la minimización de un funcional, utilizando técnicas de control distribuido. La metodología combina el Método de Gradiente Conjugado (MGC) para encontrar el control óptimo y el Método de los Elementos Finitos (MEF) para discretizar los problemas elípticos que se presentan en cada iteración del MGC. Se mostraran resultados numéricos para un ejemplo donde se conoce la solución exacta del PIE en una geometría bidimensional de la cabeza.

- José Jacobo Oliveros Oliveros (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla)

Título: *Algoritmos de identificación de fuentes y anomalías en el cerebro a partir del EEG y su implementación.*

Resumen: En esta plática se presentan los elementos básicos que permiten modelar a los problemas de identificación de fuentes y anomalías a partir del EEG medido sobre el cuero cabelludo. Las correlaciones entre las fuentes y anomalías se establecen a través de problemas de valores en la frontera los cuales se deducen de la aproximación cuasi estática de las ecuaciones de Maxwell, de las propiedades conductoras del cerebro y de la zona que está ocupada por la anomalía. A partir de los problemas de contorno, se proponen algoritmos estables para identificar a las fuentes. Adicionalmente, se ha desarrollado una interfaz para el filtrado de las señales electroencefalográficas. Se platicará sobre su estado actual y los trabajos futuros, en particular, la implementación de los algoritmos de identificación en la interfaz y en dispositivos FPGA y sus potenciales usos en la práctica médica.

- Igor Barahona (Instituto de Matemáticas, Universidad Nacional Autónoma de México)

Título: *Aspectos de salud mental detonantes o inhibidores del suicidio en México. Un enfoque desde los modelos de ecuaciones estructurales.*

Resumen: El suicidio es un problema de salud mental importante en México, el cual representó una tasa de 5.4 muertes por cada 100 mil habitantes en el año 2018. Con el apoyo de tecnología basada en teléfonos móviles con acceso a internet, se recolectaron datos sobre las condiciones de salud mental en una muestra de 15 415 individuos. Los constructos que se midieron en la muestra fueron la depresión, ansiedad, bienestar y comportamiento suicida. La información recolectada fue analizada a través de un modelo de ecuaciones estructurales, sobre la base del algoritmo denominado Cuadrados Mínimos Parciales (CMP), mismo que se enfoca en maximizar la varianza explicada de las variables estudiadas y estimar los parámetros, variables dependientes del modelo, y estimar los parámetros del modelo, siguiendo el algoritmo de los CMP. Los resultados aportan evidencia cuantitativa sobre la influencia que tienen la depresión, ansiedad y bienestar en el comportamiento suicida en México.

- Jorge Hermosillo (Universidad Autónoma del Estado de Morelos)

Título: *Incrustación Semántico-Cognitiva de Palabras para la Predicción de Ideación Suicida y Síntomas Psiquiátricos.*

Resumen: El modelado matemático del lenguaje en Inteligencia Ar-

tificial es de suma importancia para muchas áreas de investigación y aplicaciones tecnológicas. Durante la última década, la investigación sobre la representación de texto se ha centrado en vectores densos conocidos popularmente como incrustaciones de palabras (word embeddings). En este seminario, presento un marco de representación y puntuación cognitivo-emocional utilizando incrustaciones de palabras. Este marco de representación tiene como objetivo modelar el contenido emocional de las palabras en mensajes cortos de texto, producidos por adultos durante el seguimiento de cualquier condición de salud mental en consultas externas del Servicio de Psiquiatría del Hospital Fundación Jiménez Díaz en Madrid, España. El sistema propuesto incluye un método híbrido, que utiliza una base de conocimiento lingüístico-cognitiva junto con incrustaciones de palabras para generar puntuaciones graduadas de sentimientos, y un nuevo método topológico para agrupar representaciones vectoriales densas en espacios de alta dimensión, donde los puntos están muy escasamente distribuidos. El sistema es útil para detectar tópicos de asociación de palabras, patrones de puntuación emocional, y estudiar el comportamiento geométrico de los vectores incrustados, lo que podría ayudar a comprender el uso del lenguaje en este tipo de textos, y a la implementación personalizada de protocolos de prevención del suicidio.

- Alba Serrano (Departamento de Psiquiatría. Fundación Jiménez Díaz)
Título: *De la inteligencia artificial a las consultas de salud mental.*
Resumen: El avance de los medios tecnológicos ha abierto un campo nuevo de investigación y trabajo en salud mental. Resulta prometedora la aplicación de la inteligencia artificial en el análisis y predicción de aspectos cognitivos de la conducta humana y las enfermedades mentales. Para que esto tenga éxito es necesario integrar en un mismo punto los conocimientos que nos brinda la ingeniería y las necesidades de los clínicos. En nuestro Servicio de Psiquiatría hemos llevado a cabo varios trabajos en esta línea junto con expertos en ingeniería y matemáticas. En 2019 se evaluó las llamadas telefónicas y aplicaciones de comunicación como elementos de socialización. A partir de ellas se establecieron patrones de conducta con una homogeneidad alta y diferencias entre las patologías de los pacientes (Bonilla-Escribano et al.). En 2020, con la estrategia de encontrar nuevas herramientas en la evaluación del riesgo suicida surge una línea de trabajo en la que se analiza la estructura del lenguaje y su relación con el deseo de vivir

(Toledo-Acosta et al.). Los resultados fueron prometedores y en la actualidad nos encontramos realizando un análisis con un interés más centrado en analizar el peso emocional de las palabras y su posible vinculación con el riesgo suicida. Para los clínicos el futuro pasa por integrar estos mecanismos de análisis en la práctica diaria y que, al mismo tiempo, resulten accesibles para el paciente.