

Documento en desarrollo.  
Última actualización: junio 18 de 2024.

XXXII ENOAN  
Junio 24-28, 2024  
U. Juárez del Edo. de Dgo.  
Durango, Dgo.

*V Mini-symposium*  
*Medicina y Matemáticas:*  
*(Cáncer, Corazón, Diabetes y Cognición)*

*Junio 27 de 2024*

**Organizadores:**

Dr. Gilberto Calvillo Vives y Dr. Jesús López Estrada

Es bien sabido que la diabetes y sus consecuencias como los "accidentes" cardio y cerebro vasculares (infartos al miocardio y derrame cerebral), además de estar relacionadas, constituyen -cada una de ellas- junto con el cáncer, un gran problema de salud pública con graves repercusiones económicas. La idea central de este **V Mini-symposium**, al igual que los anteriores llevados a cabo dentro del marco de la **XXIV, XXVII, XXVIII y XXXI ENOAN**<sup>1</sup>, es **fomentar la vinculación entre médicos y matemáticos** interesados en estos temas de salud pública, difundiendo el trabajo matemático que se está haciendo en esta problemática y escuchando la opinión y el planteamiento de problemas para los matemáticos por parte de los profesionales de la medicina. De estos encuentros se espera generar sinergias entre los investigadores interesados, tanto del lado de la medicina, como de las matemáticas.

Este Mini-symposium tendrá lugar en el marco de la **XXXII ENOAN**, el cuál constará de siete pláticas impartidas por médicos y por matemáticos. Al terminar toda sesión habrá un espacio para la discusión sobre todo lo expuesto con miras a establecer y/o fortalecer líneas de trabajo conjunto futuro.

# PROGRAMA

Jueves 27 de agosto.

09:00-09:40 1) **Adriana Monroy Guzmán**

**-Confirmada**

Hospital General de México-Fac. de Medicina, UNAM.  
[adriana\\_monroy\\_guzman@hotmail.com](mailto:adriana_monroy_guzman@hotmail.com)

***Detección temprana de resistencia a la insulina, prevención de enfermedades no transmisibles y desarrollo del índice de impacto familiar***

RESUMEN: La resistencia a la insulina (RI) es el defecto metabólico común de alteraciones tales como obesidad, intolerancia a la glucosa, hipertensión arterial, dislipidemia, algunos tipos de cáncer, enfermedad de Alzheimer y diabetes tipo 2. Los cambios fisiopatológicos que dan origen a las enfermedades no transmisibles ya enumeradas preceden hasta con diez años al diagnóstico. Identificar a los sujetos con resistencia a la insulina y por lo tanto con alto riesgo para el desarrollo de diabetes, hipertensión o cáncer, para iniciar un manejo efectivo parece ser la estrategia más eficiente para el control de la epidemia producida por estas enfermedades.

La insulina, una hormona peptídica producida por el páncreas, ejerce acciones en el metabolismo de carbohidratos, lípidos, proteínas y electrolitos. Sin embargo, la secreción de insulina esta acoplada a los niveles de glucosa a través de una relación dosis respuesta muy estrecha que es necesaria para mantener la concentración de glucosa plasmática dentro de un rango (~80 mg/dl o 4.5 mmol/l). La insulina ejerce sus acciones metabólicas a través de sus órganos blanco impidiendo la liberación de glucosa por el hígado y promoviendo la captura de glucosa por el músculo y el tejido adiposo. Existe un amplio rango de sensibilidad a la insulina, sin embargo, cuando las concentraciones fisiológicas o normales de insulina son incapaces de desarrollar esta respuesta se habla de resistencia a la insulina (RI).

Se cuenta con diversas herramientas para cuantificar la RI en humanos y modelos animales que puedan ser usadas para investigar apropiadamente la epidemiología, los mecanismos fisiopatológicos, el beneficio de las intervenciones terapéuticas y el curso clínico de pacientes con resistencia a la insulina, entre ellos se encuentra el Modelo Homeostático (HOMA) y métodos derivados de datos obtenidos durante la curva de tolerancia oral a la glucosa (CTOG).

De 1667 sujetos mayores de 18 años, aparentemente sanos a los que se determinó resistencia a la insulina mediante HOMA, 945 (56%) sujetos presentaron resistencia a la insulina. Es decir que más de los adultos aparentemente sanos están en alto riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles.

Además de la resistencia a la insulina en el caso de la diabetes tipo 2 existe una predisposición genética que influye en la aparición de la enfermedad por lo que es necesario poder determinar de manera cuantitativa la carga genética de cada individuo. Para determinar si el factor hereditario relacionado con los índices de secreción y sensibilidad a insulina confiere un riesgo aditivo cuantificable para el desarrollo de DMT2, desarrollamos el índice de impacto familiar.

09:40-10:20 2) Graciela González Farías

-Confirmada

CIMAT-Monterrey

[farias@cimat.mx](mailto:farias@cimat.mx)

*An early alarm based on the insulin resistance curve for the diagnosis of diabetes in Mexico.*

**Abstract.** In this talk, we will describe the preliminary methodology developed within the project “Methodologies for early detection of insulin resistance”. The methodology is primarily based on Transform Band Depth (STtD) variables.

Type 2 diabetes is one of the most frequent chronic degenerative diseases and one of the main causes of mortality and morbidity in contemporary society. It is well known that a timely diagnosis of insulin resistance, followed by lifestyle changes, can prevent the development of diabetes. Hence, the great social importance of designing a costeffective, dynamic, non-invasive, and accessible model for the early detection of glucosa metabolism alterations. One of the most widely used indicators to determine insulin resistance is the so-called HOMA (Homeostatic model assessment). However, this has several limitations and a lack of standardization among different patient populations, and it doesn't properly exist for Mexican populations.

The proposed methodology contemplates two main scopes: 1) the definition of a new indicator of insulin resistance based on functional data analysis; 2) the construction of quantile regression models capable of associating covariates of interest with the proposed indicator.

With respect to the first objective, the indicator functional HOMA (fHOMA) is introduced to determine insulin resistance levels starting from the relationship between insulin and glucose curves. This new methodology employs tools within multivariate functional data analysis, as we have observations from the bivariate functional process  $(g(t), \eta(t))$ ,  $t \in (0, 120)$ , where  $g$ ,  $\eta$  are glucose and insulin curves, respectively.

The advantages of this new indicator are:

- It employs nonparametric tools that contemplate the functional nature of  $g$ , and  $\eta$  curves;
- It standardizes ranges associated with insulin resistance levels.

On the other hand, nonlinear quantile regression models are constructed for the variable fHOMA with respect to covariates of interest. It is important to mention that the data we have are research data since obtaining the insulin curve involves a costly and highly invasive study for the patient, so the insulin curve is not available in common medical practice. That is why the main advantage of these models is to be able to predict the behavior of a variable that is latent in practice.

The complementary advantages of the proposed models are:

- Captures nonlinear dependence structures;
- Do not present restrictions on the dimension of the covariate vector;
- The predictions of the models are probability intervals for the variable fHOMA;
- The model estimates probabilities of belonging to the insulin resistance levels defined by fHOMA.
- It generates a natural way to measure the stages of insulin resistance so that preventive or control clinical procedures can be generated.

10:20-11:00 3) **Humberto Arce Rincón y Araceli Torres Pérez**

**-Confirmado**

Facultad de Ciencias, UNAM

[harce@ciencias.unam.mx](mailto:harce@ciencias.unam.mx) , [torrespa@ciencias.unam.mx](mailto:torrespa@ciencias.unam.mx)

**Matemáticas y corazón.**

**Análisis no lineal de la actividad cardiaca en condiciones de fatiga.**

RESUMEN: Los accidentes cardiovasculares se han convertido en uno de los principales problemas de salud pública en nuestro país (INEGI 2022) y en muchos otros países. Un enfoque que se desarrolla actualmente con respecto a estos problemas de salud pública es la prevención. Está documentado que la realización de actividad física previene los accidentes cardiovasculares y muchas otras patologías. Durante estos últimos años hemos estado explorando con herramientas estadísticas sencillas y métodos no lineales, las series de tiempo generadas por los intervalos entre latidos cardiacos. En condiciones de reposo, ejercicio y recuperación. En este trabajo enfatizamos el análisis que se puede hacer de estos datos con el Diagrama de Poincaré.

**11:00 – 11:20 Café.**

11:20-12:00 **Jesús López Estrada**

**-Confirmado**

Facultad de Ciencias, UNAM

[jelpze@ciencias.unam.mx](mailto:jelpze@ciencias.unam.mx)

***Could Maths avoid deaths due to heart attacks?***

**Abstract:** Coronary Artery Disease (CAD), the most prevalent form of heart disease, caused due to the formation of atherosclerosis plaques within the walls of coronary arteries, causing heart attacks and leading to 360,000 annual deaths in the US (Cecil Essentials of Medicine E-Book, 2021). Diagnosis before symptom onset is challenging, typically a heart attack. Traditional detection methods for coronary stenosis are invasive. So, the problem of early unveiling an obstruction (stenosis) within a blood flow duct by no-invasive means, plays a central role in Medicine. In this talk, we study the inverse blood flow-acoustic problem to unveil an obstruction contained in a 2D duct for Stokes viscous flow, which become “turbulent” post obstruction and generating an acoustic wave. To be precise, using acoustic wave measurements at certain points on the exterior of the duct (over the chest surface), we can unveiling the location, extent, and height of the obstruction. With synthetic examples, we validated the effectiveness by numerical simulations of our proposed mathematical modeling formulation.

12:00-12:40 5) **Dr. Roberto A. Sáenz Casas**

**-Confirmado**

Facultad de Ciencias, Universidad de Colima

[rsaenz@ucol.mx](mailto:rsaenz@ucol.mx)

***La respuesta inmune innata ante el virus de influenza***

RESUMEN: La respuesta inmune innata contra infecciones del virus de influenza es reconocida como un componente importante de la defensa de un individuo hospedero ante esta infección. Sin embargo, aún hay preguntas abiertas acerca del mecanismo dinámico de dicha respuesta. En esta charla, iniciamos presentando diversos modelos matemáticos que describen algunos mecanismos de acción de la respuesta inmune de un individuo hospedero ante el virus de influenza. Dichos modelos, basados en ecuaciones

diferenciales ordinarias, son parametrizados con datos de infecciones experimentales de animales y sus ajustes son contrastados entre sí. Enseguida, hacemos notar que los datos experimentales de la dinámica viral dentro de un hospedero comúnmente son incompletos y presentan mucha incertidumbre. Entonces, proponemos utilizar datos provenientes de estudios en tejido extraído del sistema respiratorio de animales (conocidos como experimentos *ex vivo*). Así pues, presentamos varios modelos definidos como autómatas celulares para evaluar el efecto de distintos mecanismos de acción de la respuesta inmunológica innata en dichos tejidos. Además de mostrar los resultados de nuestro análisis de modelos, discutimos la relevancia de nuestras conclusiones.

**12:40-13:20 6) Isaac Martínez Velis**

**- Confirmado**

Física médica, Centro Estatal de Cancerología de Durango  
[sissa85@gmail.com](mailto:sissa85@gmail.com)

***Retos actuales de la planeación en Braquiterapia de alta tasa con Cobalto 60.***

RESUMEN: En la actualidad, la braquiterapia de alta tasa de dosis es una opción plausible que permite lograr tratamientos altamente efectivos con un periodo de aplicación mucho menor a los utilizados en braquiterapia de baja tasa. Los elementos radiactivos utilizados en braquiterapia de alta tasa son el Cobalto 60 (Co-60) y el iridio 192 (Ir-192). En nuestra unidad médica, operamos con la fuente de Co-60 ya que el tiempo de vida media es de poco más de 5 años, lo que nos permite tener un periodo de trabajo más largo entre cada recarga de material. Aunado a este sistema, se cuenta con el software Sagiplan, de la marca Saginova, el cual nos permite realizar las planeaciones de los tratamientos tomando en consideración una densidad homogénea, equivalente a la del agua, en un volumen infinito donde se encuentra el espacio de cálculo. Esto resulta ser una aproximación paramétrica hacia la situación real donde tenemos presentes distintos volúmenes corporales con densidades no homogéneas en un espacio finito, las cuales afectan en la distribución del depósito de dosis. En la presente plática, mostraremos nuestra experiencia en el cálculo paramétrico de la tasa de dosis para un sistema de Braquiterapia de baja tasa como punto de partida e introducción al problema de obtener un modelo para el cálculo de dosis basado en principios físicos.

-----  
**13:30-14:30 Plenaria**

**Higmar Herrera Hernández.**

**-Confirmado**

Física médica, Centro Estatal de Cancerología de Durango  
[ramgih@yahoo.com](mailto:ramgih@yahoo.com)

***Físico Médico: la experiencia clínica en la lucha contra el cáncer.***

RESUMEN: En la presente charla se hablará de manera general del papel que desempeña un físico en el área de radioterapia. Se abarcarán temas desde la formación académica y clínica, hasta los proyectos de investigación que se han y se están realizando actualmente.

---

**14:30-16:30 COMIDA**

---

**16:40-17:20 7) Ricardo Strausz y Herzel García Márquez**

**-Confirmados**

Instituto de Matemáticas, UNAM y Universidad Anáhuac  
[ricardo.strauz@gmail.com](mailto:ricardo.strauz@gmail.com) , [herzelgm@yahoo.com](mailto:herzelgm@yahoo.com)

*Digráficas bicoloreadas en ciencias de la salud.*

RESUMEN: Se presenta un nuevo paradigma interdisciplinar entre las matemáticas y las ciencias de la salud; en particular, las neurociencias y la psicología del aprendizaje. Este enfoque se basa en la aplicación de la teoría de las gráficas, los sistemas dinámicos discretos y el cómputo cuántico para generar modelos predictivos de procesos cognitivos. Bajo la observación de la importancia de los ciclos de retroalimentación —e.g., neuro-feedback—se motiva un problema abierto en matemáticas puras que quizá no estemos listos para resolver en esta generación: ¿qué hacen diferentes a los números 3, 5 y 6 de todos los demás números naturales?

**17:20-18:40** Discusión y evaluación del Mini-simposium.

---

HORA	JUEVES
09:00-9:40	Adriana Monroy Guzmán
09.40-10:20	Graciela González Farías
10:20-11:00	Humberto Arce Rincón y Araceli Torres Pérez
11:00-11:20	Café
11:20-12:00	Jesús López Estrada
12:00-12:40	Roberto Sáenz Casas
12:40-13:20	Issac Martínez Velis
13:30-14:30	<b>PLENARIA:</b> Higmar Herrera Hernández
14:30-16:30	<b>C O M I D A</b>
16:40-17:20	Ricardo Strausz y Herzel García Márquez
17:20-18:40	Discusión y evaluación del Mini-simposium