

**Discurso de investidura  
Dr. Zoltán Varga**

---

Excelentísimo y Magnífico Rector de la Universidad de Almería

Excelentísimas e ilustrísimas autoridades,

Distinguidos miembros del Claustro,

Señoras y Señores,

Queridas amigas y amigos,

Ahora mi primera palabra no puede ser otra que ¡gracias! Es para mí un grandísimo honor que la Universidad de Almería haya pensado en mí para este máximo galardón académico. Os lo agradezco mucho, en especial al Profesor Manuel Gámez, mi padrino en esta ceremonia por su iniciativa y su Laudatio, a todo el Departamento de Matemáticas por su apoyo generoso, al Consejo de Gobierno y al Claustro de la Universidad por su aprobación, y al Rector Magnífico Carmelo Rodríguez por su continua atención y apoyo al proceso.

# SOLEMNE ACTO INVESTIDURA DOCTOR HONORIS CAUSA

## Dr. ZOLTÁN VARGA

En esta breve intervención quisiera hablar de mis aventuras matemáticas en ciertos campos de aplicación.

Empecé mi carrera de matemático trabajando en el campo de la Matemática Pura: En mi primera tesis doctoral, defendida en la Universidad Eötvös Loránd de Budapest, estudié los espacios estructurales de álgebras topológicas. Esto, dentro de la matemática pura, fue un tema interdisciplinar entre topología y análisis funcional.

El resto de mi trabajo de investigador científico ha estado dedicado a la Matemática Aplicada, pero sin dejar de estudiar las estructuras y teorías de la matemática pura. Yo estaba cada vez más convencido de que solo el conocimiento de diferentes estructuras y teorías matemáticas hace posible atacar los distintos problemas de aplicación del modo correspondiente, construyendo modelos matemáticos adecuados.

Gracias a la iniciativa de mi maestro el Profesor András Kósa, mi segunda tesis doctoral, defendida en la Universidad Lomonósov de Moscú, estuvo dedicada a Juegos diferenciales con funciones de ganancia vectoriales, o sea a la optimización dinámica en situación de conflicto, donde cada jugador tiene

varios criterios de utilidad. Los resultados fueron aplicados a un juego cooperativo de persecución-evasión.

Más adelante, una construcción similar, pero infinito-dimensional fue aplicada para la investigación de juegos dinámicos con coaliciones difusas, aplicados en la protección ambiental. (Coautores italiano y egipcio)

Modelos matemáticos en las Geociencias, en particular

3.1. Problema inverso de la sismología: Calcular la geometría de las capas subterráneas, a partir de las reflexiones de explosiones sísmicas en la superficie de la Tierra, para descubrir yacimientos de petróleo y gas natural. (Investigación contratada para la Compañía Petrolera de Hungría)

3.2. Optimización de redes geodésicas: La pregunta fue ¿cómo elegir los puntos de medición para minimizar el error de las coordenadas calculadas? (Investigación contratada para la Universidad Técnica de Budapest)

3.3. Análisis estadístico de datos geológicos para la colocación de residuos radiactivos de alta actividad. (Investigación contratada para la Empresa Nacional de Tratamiento de *Residuos Radiactivos*)

3.4. Análisis geomatemático de datos geológicos de perforación profunda (Investigación contratada para una empresa de protección ambiental)

3.5. Análisis previo de seguridad para realización del Depósito Nacional de Residuos Radiactivos de Baja y Media Actividad. (Investigación contratada para la planificación y construcción del objeto)

#### 4. Modelos matemáticos en la Ingeniería

4.1. Análisis de estabilidad de procesos en la industria química. (Investigación contratada para el Instituto de Investigación de Industria Química)

4.2. Construcción de observadores de estado para un sistema de paneles solares para producir agua caliente, en base a datos experimentales relativos a un objeto en el campus de mi universidad. Con el modelo dinámico planteado, a partir de ciertas variables de estado fácilmente observables, podemos calcular las demás variables de estado, en función del tiempo.

4.3. Investigación de la estabilidad de transistores en caso de cortocircuito, con datos experimentales (Con la Universidad de Cassino, Italia)

#### 5. Modelos dinámicos en la Economía

- 5.1. Estudio de la estabilidad dinámica del comportamiento coalicionista. (Con coautores húngaro, canadiense e italiano)
- 5.2. Desarrollo de un modelo dinámico para describir la propagación de comportamientos competidor y optimizador en una economía. Con el modelo se puede predecir cuál es el comportamiento que sobrevive a largo plazo. (Con coautor húngaro.)
- 5.3. Solución tipo equilibrio en el juego entre miembros de una cooperativa. (Con coautores de las universidades de Viterbo y Bergamo, Italia.)
- 5.4. Modelo evolucionario para una cooperativa de ventas en un mercado oligopolístico, con penalización por infidelidad. (Con coautores húngaro, canadiense e italiano.)
- 5.5. Aplicación de teoría de juegos en una subasta de primera oferta sellada, para la explotación de bosques públicos. (Con colegas de la Universidad de Viterbo, Italia.)
- 5.6. Modelo de juego para el conflicto entre productores y la política ambiental del gobierno. (Con coautores húngaro e italiano.)
- 5.7. Estudio del fondo demográfico de un sistema de pensiones de reparto.

En este campo, en colaboración con colegas de la Sapienza Universidad de Roma y de la Universidad de Cassino, logramos los siguientes resultados:

La existencia de un equilibrio a largo plazo de la distribución de edades, para una población estructurada por sexo y edad. El modelo planteado hace posible la predicción del comportamiento del cociente entre activos y jubilados, lo cual es un indicador de la sostenibilidad de un sistema de pensiones de reparto. La existencia de tal equilibrio también se demostró para el caso cuando hay flujos de mano de obra entre varios países, lo cual tiene lugar dentro de la Unión Europea.

Análisis simulativo de los efectos posibles de reformas del sistema de pensiones, a largo plazo.

5.8. Aplicación de teoría de juegos para la distribución del agua en caso de emergencia por sequía. (Con coautores húngaro e italianos)

6. Modelos matemáticos en la pesca

6.1. Pesca marítima

Efecto de la pesca a la composición genética de la población de peces. Investigación con datos de la merluza. (Un proyecto

de investigación ítalo-húngaro, con la Universidad de Viterbo, Italia).

Estimación de la población total de peces, a partir de las capturas, en el caso de una zona de reserva, prohibida para la pesca, aplicando la técnica de la teoría de sistemas. (En colaboración con colegas de la UAL)

## 6.2. Pesca de agua dulce

El corégono es un pez de la familia Salmonidae, muy apreciado en el mercado, vive en los lagos volcánicos del Lazio, Italia. En un proyecto de la Universidad de Viterbo, para el lago Bolsena hemos construido un modelo para la optimización de la pesca, con criterios de sostenibilidad.

Recientemente acabamos de construir un modelo de teoría de juegos para describir el conflicto en una cooperativa de ventas formada por compañías de pesca. (Investigación llevada a cabo con colegas de la UAL)

## Modelos matemáticos en la biología

Al inicio de mi carrera de docente universitario, durante 20 años estuve enseñando Matemáticas para estudiantes de Biología. Como resultado de esta experiencia, con coautores biólogos escribí un libro con el título Introducción a la

Biomatemática. Esta experiencia me ha llevado a una nueva línea de investigación: Modelos matemáticos en la biología.

7.1. Mi primer resultado en este campo fue publicado sobre el comportamiento a largo plazo de un modelo de tiempo continuo de una población estructurada por edad.

7.2. Después descubrí que ciertos capítulos de la Teoría Matemática de Sistemas, desarrollados para problemas de ingeniería, también podrían ser aplicados en la biología de poblaciones. Se trata de la observabilidad y controlabilidad de un sistema dinámico. En una familia de modelos el estado del sistema se describe en términos de frecuencias. Por este hecho tuve que desarrollar teoremas básicos sobre la observabilidad y controlabilidad para sistemas en donde el proceso de estado queda sobre una superficie.

7.3. Considerando un modelo clásico de la selección natural que describe el desarrollo de la composición genética de una población, aplicando estos resultados teóricos, logré sacar condiciones suficientes para que, observando ciertos fenotipos, se pueda recuperar el proceso del estado genético de la población. Si en el modelo de la selección natural



introducimos un control, obtenemos un modelo de la selección artificial.

Cabe mencionar que mis resultados metodológicos fueron también aplicados por otros autores en la cinética de reacciones químicas.

7.4. El resto de mis investigaciones en el campo de la aplicación de la Teoría de Sistemas, en gran parte fueron inspiradas por la colaboración con mis colegas de la UAL, el Profesor Manuel Gámez, la Profesora Inmaculada López y el Profesor Ramón Carreño. Esta colaboración abarca temas como:

Modelos de monitoraje en la ecología: Considerando un ecosistema con varias poblaciones coexistentes, de la observación de la densidad de ciertas especies (llamadas especies indicadoras), por la construcción de un sistema observador, es posible recuperar el proceso de estado de todo el sistema. Los resultados matemáticos sobre la controlabilidad se pueden aplicar para llevar un ecosistema a un equilibrio, que es un problema clásico de la ecología de conservación.

La técnica de la Teoría de Sistemas mencionada también la aplicamos para el desarrollo metodológico de la radioterapia. Logramos estimar bien sea la población de células sanas o

aquellas afectadas por la radiación. También desarrollamos un modelo de control para llevar la población de las células sanas a un nivel deseado.

En mi carrera de investigador científico en el campo de biomatemáticas jugó un papel crucial el biólogo teórico húngaro József Garay. Él fue mi alumno en matemáticas, y después empezamos a trabajar juntos en varios temas inspirados por él, como juegos evolucionarios y estabilidad evolucionaria en poblaciones sexuales y en sistemas de varias especies, varios problemas de la ecología del comportamiento y modelos evolucionarios del comportamiento humano. Él también se unió a nuestro equipo formado con los colegas españoles. Por su iniciativa también desarrollamos un método estadístico del punto de cambio para el análisis de manchas de vegetación. Este nuevo método lo aplicamos a manchas de una planta herbácea, en forestería y al desarrollo temporal de manchas de bacterias en el fondo del mar.

Hace 10 años empezó mi colaboración con el Profesor Tomás Cabello y el grupo de investigación que él dirige en la Universidad de Almería, la cual me abrió una nueva línea de investigación: la aplicación de modelos matemáticos en la lucha biológica contra plagas en invernaderos. Al equipo

multidisciplinar formado para este tema contribuyen József Garay como biólogo teórico, Tomás Cabello como entomólogo experimental, y nosotros del campo de la matemática aplicada.

9.1. Un Proyecto Bilateral (o sea Acción Integrada) húngaro-español estuvo dedicado a la construcción de un modelo para la optimización de la suelta de agentes en la lucha biológica.

9.2. Aplicación de un nuevo método para analizar la eficiencia de un agente depredador. Efecto de encuentros de dos depredadores y una presa.

9.3. Estrategias de forrajeo. Forrajeo óptimo de un omnívoro. Análisis de la dinámica del juego entre un depredador aplicando el forrajeo óptimo, y una presa que dispersa entre dos tipos de manchas. (En este último trabajo también participaron coautores canadienses)

9.4. Un tema actualmente investigado por nuestro equipo húngaro-español es el canibalismo que puede afectar la eficiencia de los agentes de la lucha biológica.

Por último, no quiero acabar estas palabras sin antes agradecer a mis amigos españoles por su hospitalidad brindada durante mis estancias en esta universidad y espero poder todavía durante unos años más continuar esta

**SOLEMNE ACTO INVESTIDURA DOCTOR HONORIS CAUSA**  
**Dr. ZOLTÁN VARGA**

colaboración tan fructuosa con los amigos en la Universidad de Almería.

Termino mi discurso agradeciendo a todos los presentes por su amable atención. Gracias.