



Universidad  
Carlos III de Madrid

Discurso de investidura como Doctor Honoris Causa del Prof. Dr. D. Joseph B. Keller

## Nombrado Doctor Honoris Causa en el acto de Apertura del Curso 95/96

### OBSERVACIONES SOBRE LA MATEMATICA APLICADA.

Es un gran placer para mí estar hoy aquí para recibir el doctorado honoris causa otorgado por la Universidad Carlos III de Madrid. Durante más de una década he mantenido una estrecha asociación científica, con el Dr. Luis López Bonilla, catedrático de Matemática, Aplicada de esta Universidad. También he ocupado la cátedra Carlos III durante algún tiempo, primordialmente en lo que hoy es el Departamento de Matemáticas. Durante ese tiempo he tenido ocasión de conocer a otros miembros del Departamento y su trabajo, que encontré muy interesante y de buena calidad.

Desearía decir algunas palabras sobre mi campo de investigación, que es la Matemática Aplicada. Sin embargo hoy día los varios campos de conocimiento se han hecho tan especializados que es imposible para cualquiera saber mucho sobre campos apartados del suyo propio. Es incluso difícil recordar exactamente qué son. Por tanto en los pocos minutos que siguen trataré de recordarles qué es la Matemática Aplicada, y entonces daré dos ejemplos de la misma.

La Matemática Aplicada es la disciplina que usa métodos matemáticos para analizar y resolver problemas de Ciencia, Tecnología, Economía, etc. Precisa de una descripción matemática del fenómeno que va a investigar. La descripción usa las leyes de la Física, Química o alguna otra Ciencia, o los principios de la Economía, Demografía, etc. Muy a menudo llamamos a esta descripción un modelo matemático del fenómeno. La formulación o construcción de tal modelo la lleva a cabo algunas veces un científico o ingeniero, pero frecuentemente la realiza el matemático aplicado. Para hacer esto debe estar muy familiarizado con la Ciencia u otra disciplina en que se encuadra el fenómeno a estudiar.

Es entonces que empieza el análisis matemático del modelo. La meta es descubrir cuáles son las consecuencias o predicciones del modelo. Frecuentemente esto conlleva resolver algunas ecuaciones-típicamente ecuaciones diferenciales ordinarias o en derivadas parciales. Para este fin los métodos matemáticos conocidos pueden ser adecuados, o se deberán inventar nuevas técnicas matemáticas. En efecto mucha parte de la Matemática (pero no toda) se desarrolló de esta manera. Además se pueden usar métodos numéricos y entonces el trabajo lo realiza el ordenador. Finalmente, los resultados se deben interpretar en función y con los términos apropiados del fenómeno que originalmente se investigaba.

Como un ejemplo sencillo, consideremos el fenómeno de barajar cincuenta y dos naipes. Supongamos que para barajar cortamos la baraja en dos pilas y superponemos una encima de la otra. ¿Cuántas veces debemos repetir esta acción para mezclar bien la baraja?. En una baraja mezclada, cada carta tiene una probabilidad de uno dividido por cincuenta y dos de ocupar una posición determinada. Fijémonos en la carta de abajo. Estará debajo de una de las dos pilas en que hemos dividido la baraja. Supongamos que tiene la probabilidad un medio de permanecer debajo una vez que superponemos las dos pilas de naipes. Entonces la carta que originalmente estaba debajo de las otras tiene una probabilidad de  $1/2 \times 1/2 = 1/4$  de seguir debajo después de barajar dos veces y  $1/2^n$  de permanecer allí después de barajar  $n$  veces. Si  $n = 5$  esto es  $1/32$  que es mayor que la probabilidad  $1/52$  de tener una baraja bien mezclada. Por tanto ¡debemos barajar al menos 6 veces para mezclar la baraja!. En realidad necesitaremos más de nueve porque la carta de debajo puede dejar el fondo de la pila de naipes y regresar a él después, y además todas las demás cartas también deben estar mezcladas.

Un modelo matemático similar se puede usar para analizar el cotejo de dos fragmentos de ADN y encontrar fragmentos que sean iguales a uno dado. Cada fragmento se puede representar como una sucesión de las cuatro letras ACGT como sigue: GCGATTC .... Podemos suponer que cada letra tiene una probabilidad de  $1/4$  de aparecer. Entonces una segunda sucesión aleatoria puede ser igual que la primera con una probabilidad  $1/4$  para la primera letra,  $1/4^2$  para las dos primeras letras, y  $1/4^n$  para una cadena de  $n$  letras. Este número es muy pequeño para grandes valores de  $n$ , así que cuanto mayor sea  $n$ , menos probable es que se encuentren dos fragmentos iguales por azar.

Naturalmente la mayoría de los modelos matemáticos son más complicados, requieren ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, con lo cual el análisis es más difícil y no lo describiré aquí. No obstante espero que estos dos ejemplos les hayan dado alguna idea de la naturaleza de la Matemática Aplicada.

<cgYd\ `6"?Y`Yf`