



Taller Excel de Modelización Matemática aplicado al COVID-19  
adaptado a educación no universitaria entre 12 y 16 años



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID



Instituto de  
Matemática  
Interdisciplinar

**UAM** Universidad Autónoma  
de Madrid

Beatriz González Pérez  
Óscar De Gregorio Vicente

**Departamento de Estadística e Investigación Operativa, UCM**

Olga Ruiz Cañete

**Departamento de Economía y Hacienda Pública, UAM**

# Acción matemática contra el coronavirus

## Predicción cooperativa

### Comité Español de Matemáticas (CEMat)

<http://matematicas.uclm.es/cemat/covid19/>

<https://covid19.citic.udc.es/><sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>El CEMat está promoviendo la iniciativa Acción Matemática contra el Coronavirus. Se trata de poner a disposición de las autoridades nuestra capacidad de análisis y modelización por si fuera útil para comprender el problema que estamos sufriendo con el COVID-19. Se ha construido un meta-predicador para facilitar información del comportamiento de las variables de interés en la expansión del virus. El método utiliza las predicciones provenientes de diferentes modelos/algoritmos, aportadas por los investigadores participantes, y construye combinaciones optimizadas de las mismas, desagregadas por CCAA. El grupo MATGEN ha proporcionado predicciones diarias con un modelo propio desde marzo de 2020.

# Contenidos

- 1 Resumen
- 2 Modelo
- 3 Algoritmo
- 4 Metodología Educativa
- 5 Conclusiones
- 6 Agradecimientos

# Resumen

En este proyecto se desarrolla una práctica docente que introduce dos aspectos metodológicos especialmente innovadores y enriquecedores. Por un lado, favorecer el intercambio y la transferencia de experiencias didácticas entre diferentes niveles del sistema educativo (desde primaria a la universidad) y, por otro, un enfoque interdisciplinar en el que, a partir de una experiencia mundial y cercana, se utiliza la Modelización Matemática con un enfoque explicativo y predictivo para estudiar la evolución de un virus en tiempo real.

Nuestro proyecto ha sido desarrollado por profesores universitarios para estudiantes de Primaria, la ESO y Bachillerato. Su puesta en práctica se ha realizado a través de un taller piloto "on line" con estudiantes entre 12 y 16 años de diferentes provincias de España (Madrid, Murcia y Segovia), durante los meses de marzo y abril del curso 2020-2021. Los estudiantes han aprendido a construir sus propios modelos matemáticos predictivos basados en ajustes exponenciales que explican la evolución del COVID-19 en su provincia de residencia. Para ello, se han utilizado los datos disponibles en la web del Instituto de Salud Carlos III. Las prácticas se han realizado con Excel y no ha sido necesario ningún conocimiento previo del programa. Además, han realizado una práctica libre aplicando todos los conocimientos adquiridos a la cuarta ola. Finalmente, se ha creado un repositorio de acceso público asociado al proyecto donde se pueden descargar los archivos Excel con el contenido de cada práctica.

## ÁMBITO DE APLICACIÓN - CURSO ACADÉMICO 2020-21 "Taller piloto"

**Nivel educativo:** Primaria, ESO y Bachillerato

**Sesiones:** 7 sesiones de 1h./cada martes (16 de marzo a 27 de abril)

**Número de alumnos:** 4 estudiantes (12 a 16 años)

**Actividades no presenciales:** Taller on line. Plataforma Teams

### OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

**Planificar, diseñar y poner en práctica** herramientas para desarrollar competencias digitales .  
**Valorar y evaluar** su capacidad para la **mejora del aprendizaje del alumnado (significativo, útil y próximo a la realidad)**.

**Compartir experiencias didácticas** entre profesores de diferentes niveles del sistema educativo (no universitario y universitario)

**Desarrollar competencias** para el análisis de datos y modelización, basado en fuentes oficiales, y para el aprendizaje colaborativo.

### ASPECTOS METODOLÓGICOS

**Recursos y estrategias:** Trabajo en grupo (2-4 estudiantes) e individual. Ordenador, acceso a bases de datos estadísticas y Excel. Apoyo directo del profesor sesiones on line.

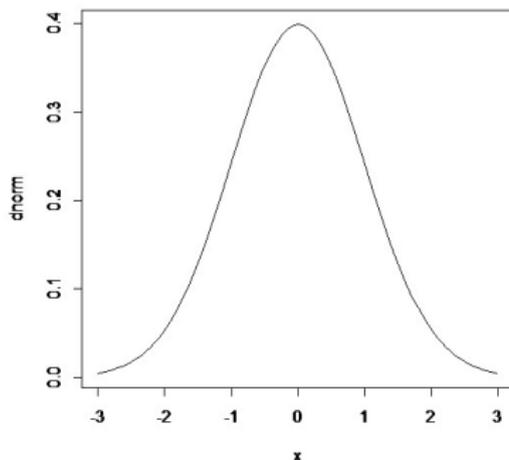
**Cronograma:** Convocatoria semanal conjunta (Todos los estudiantes/7 sesiones).

**Evidencias/Instrumentos/Verificación:** Cuadros estadísticos y gráficos. Observación directa del trabajo y puesta en común on line. Creación de repositorio de acceso público. Informe final y práctica libre final.

# Modelo

Consideremos la campana de gauss de media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ , denotada por  $N(\mu, \sigma)$  y definida mediante la función

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

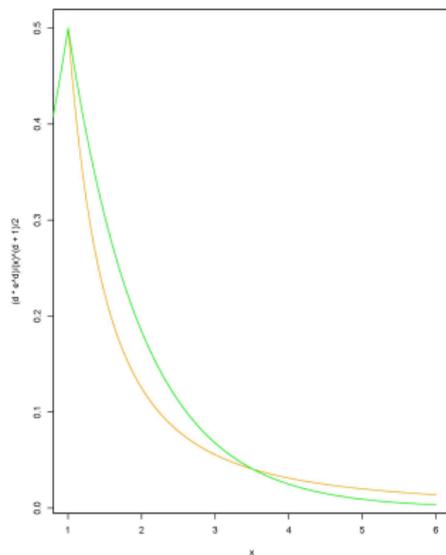
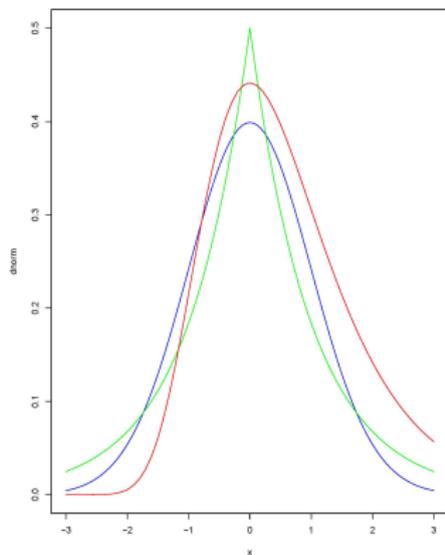


Othos modelos:

Gompertz

Doble Pareto

Doble Exponencial (Laplace)



Las series de datos oficiales del COVID-19 proporcionadas por el Instituto de Salud Carlos III, incluyen la información del número de casos nuevos cada día desde el inicio de la pandemia, además de otras variables de interés como el número de hospitalizaciones, ingresos en UCI y fallecimientos: <https://cnecovid.isciii.es/covid19/>.

Notación:

$N_t$  incidencia acumulada en el día  $t$ ,

$n_t = N_t - N_{t-1}$  nuevos casos en el día  $t$ ,

$$N_t = \sum_{i=1}^t n_i$$

$$Media_t = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t n_i = \frac{N_t}{t}.$$

$n$  total de casos registrados al final de la ola en estudio.

En este contexto, vamos a trabajar con el siguiente modelo de regresión no lineal:

$$\frac{n_i}{n} = f(i),$$

donde los parámetros  $n$ ,  $\mu$  and  $\sigma$  van a ser estimados por el método de los mínimos cuadrados.

Simplificación:  $n_i = f(i)$ .

# Algoritmo

$$ECM(t, \mu, \sigma | n_1, \dots, n_t) = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t (n_i - f(i))^2,$$

$$SCT(t, \mu, \sigma | n_1, \dots, n_t) = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t (n_i - Av_t)^2,$$

$$R^2(t, \mu, \sigma | n_1, \dots, n_t) = 1 - \frac{ECM(t, \mu, \sigma | n_1, \dots, n_t)}{SCT(t, \mu, \sigma | n_1, \dots, n_t)}.$$

$$\max_{\mu, \sigma} R^2(t, \mu, \sigma | n_1, \dots, n_t).$$

# Metodología Educativa

$$f(i) = A \times \exp(B \times i)$$

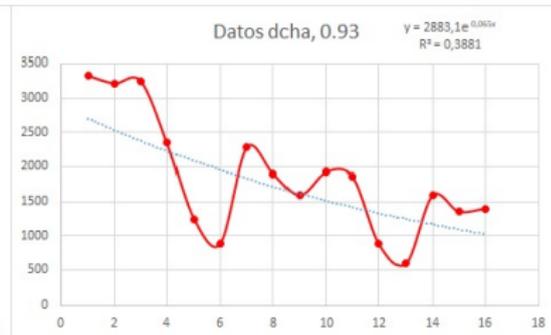
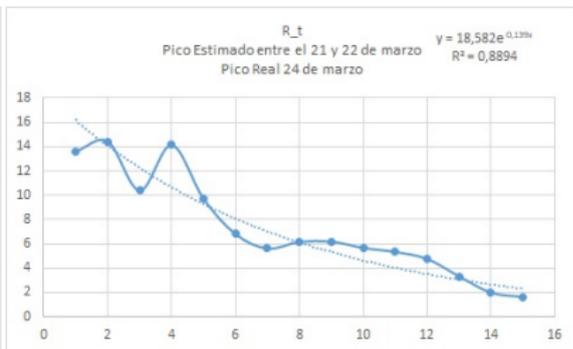
$$\frac{f(i+1)}{f(i)} = \exp(B) > 1 \text{ si } B > 0$$

$$R_t = \frac{n_{t+1} \times n_t \times n_{t-1}}{n_{t-6} \times n_{t-5} \times n_{t-4}} = C \times \exp(D \times t)$$

$R_t = 1$  cuando se alcanza el pico

<https://github.com/bgonzalez380/Proyecto-Covid-2021>

[https://github.com/bgonzalez380/  
Proyecto-Covid-Provincias-2021](https://github.com/bgonzalez380/Proyecto-Covid-Provincias-2021)



# Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran la gran potencialidad de las metodologías empleadas como herramientas motivadoras para el aprendizaje significativo de los estudiantes y también como palanca de mejora de las competencias digitales en la docencia preuniversitaria. En concreto, ha permitido acercar al alumnado a la realidad profesional del análisis de datos y tener en cuenta las distintas variables socio-económicas del entorno cercano. Entre las competencias desarrolladas destacamos el trabajo en equipo, el aprendizaje colaborativo y el compromiso con la realidad del entorno.

# Agradecimientos

Stella García Moreno  
Colegio Fuentelarreyna,  
<http://www.colegiovuentelarreyna.org/>  
Comunidad Autónoma de Madrid

Gracias por su atención