

# Introducción Parte II

Enrique E. Tarifa, Facultad de Ingeniería, UNJu

# Etapas de una simulación

# Etapas de una simulación

1. Formulación del problema
2. Definición del sistema
3. Formulación del modelo
4. Recolección de datos
5. Implementación del modelo
6. Verificación
7. Validación
8. Diseño de experimentos
9. Experimentación
10. Interpretación
11. Implementación
12. Documentación

# Coronavirus

## El poder del distanciamiento social



# Etapas de una simulación

- Formulación del problema: Simular el contagio en 30 días.
- Definición del sistema: Una población, un afectado inicial.
- Formulación del modelo:
  - Solo los nuevos casos contagiados
  - Tasa de contagio  $r$  en  $\Delta t$ .





# Modelo

Día	Nuevos	Total
0	$a$	$a$
$\Delta t$	$ar$	$a+ar$



# Modelo

Día	Nuevos	Total
0	$a$	$a$
$\Delta t$	$ar$	$a+ar$
$2\Delta t$	$ar^2$	$a+ar+ar^2$

# Modelo

Día	Nuevos	Total
0	$a$	$a$
$\Delta t$	$ar$	$a+ar$
$2\Delta t$	$ar^2$	$a+ar+ar^2$
$3\Delta t$	$ar^3$	$a+ar+ar^2+ar^3$

# Modelo

Día	Nuevos	Total
0	$a$	$a$
$\Delta t$	$ar$	$a+ar$
$2\Delta t$	$ar^2$	$a+ar+ar^2$
$3\Delta t$	$ar^3$	$a+ar+ar^2+ar^3$
...	...	...
$n\Delta t$	$ar^n$	$a+ar+ar^2+ar^3+\dots+ar^n$

# Coronavirus

## El poder del distanciamiento social



# Etapas de una simulación

- Recolección de datos:  $r = 2.5$ ,  $\Delta t = 5$  d,  $t_f = 30$  d,  $n = t_f/\Delta t$
- Implementación del modelo: Excel
  - Referencias relativas: A1
  - Referencias absolutas: A\$1, \$A1, \$A\$1
  - Orden de precedencia: (), ^, \*/ , +-
  - Gráficos de dispersión, solo puntos.

# Orden de precedencia

Precedencia	Operador	Símbolo
1	Cálculos entre paréntesis	()
2	Negativo de un número	-
3	Porcentaje	%
4	Exponenciación	^
5	Multiplicación y división	* /
6	Suma y resta	+ -

Excel realiza los cálculos de izquierda a derecha.

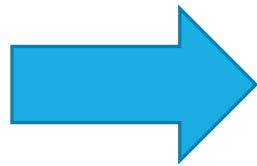
# Orden de precedencia

Fórmula	Cálculo 1	Cálculo 2	Cálculo 3	Resultado
$=2^8/4*2+4$	$=256/4*2+4$	$=64*2+4$	$=128+4$	$=132$
$=2^{(8/4)*2+4}$	$=2^{2*2+4}$	$=4*2+4$	$=8+4$	$=12$
$=2^{((8/4)*2+4)}$	$=2^{(2*2+4)}$	$=2^{(4+4)}$	$=2^8$	$=256$
$=2^{(8/4*(2+4))}$	$=2^{(8/4*6)}$	$=2^{(2*6)}$	$=2^{12}$	$=4096$

Se separan y resuelven los términos.

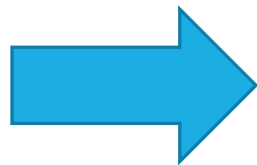
# Orden de precedencia

$$a \frac{1-r^{n+1}}{1-r}$$



$$a * (1 - r \wedge (n + 1)) / (1 - r)$$

$$\left( p + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb)$$



$$(p + n \wedge 2 * a / V \wedge 2) * (V - n * b)$$







Colocar solo los paréntesis necesarios.



# Excel

- Ver videos del Módulo 1.
- Ver Tabla de multiplicar.xlsx
- Ver Contagio coronavirus.xlsx

## Recursos

-  Video - Interpolación lineal con regla de tres simple archivo
-  Video - Interpolación lineal con una línea recta
-  Video - Orden de precedencia en Excel
-  Video - Referencias relativas y absolutas en Excel
-  Video - Gráficos y línea de tendencias en Excel
-  Guía TP 1

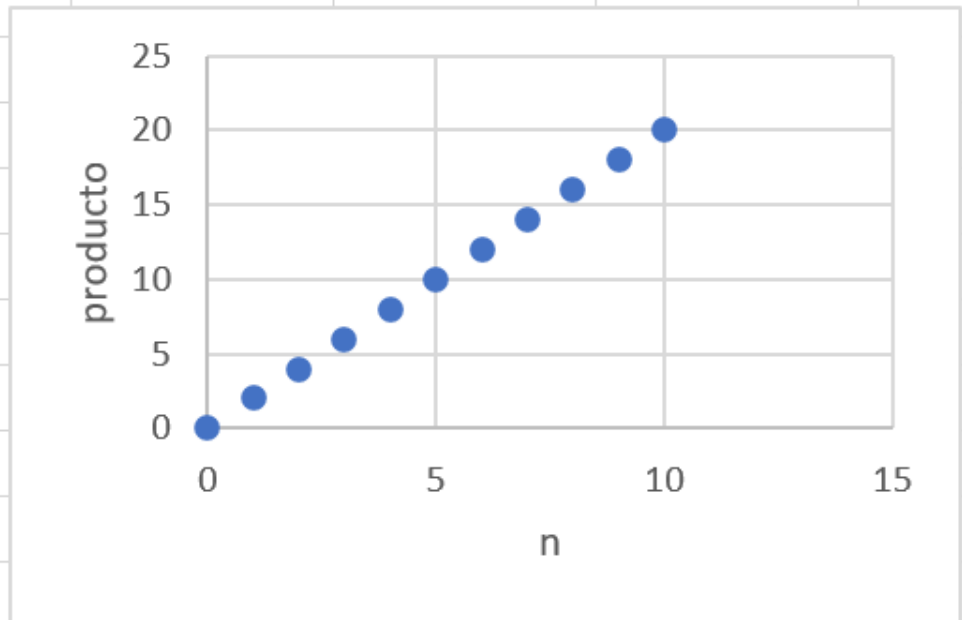
Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Comentarios Compartir

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos Analizar datos

E2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Tabla de multiplicar</b>								
2	<b>n</b>	<b>Producto</b>	<b>Factor =</b>	2					
3	0	0							
4	1	2							
5	2	4							
6	3	6							
7	4	8							
8	5	10							
9	6	12							
10	7	14							
11	8	16							
12	9	18							
13	10	20							
14									



Archivo Inicio **Insertar** Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Comentarios Compartir

Tablas Tabla dinámica Tablas dinámicas recomendadas Tabla dinámica

Ilustraciones Gráficos recomendados Mapas Gráfico dinámico Mapa 3D

Líneas Columnas Pérdidas y ganancias Segmentación de datos Escala de tiempo Vínculo Comentario Texto Símbolos

Filtros Vínculos Comentarios

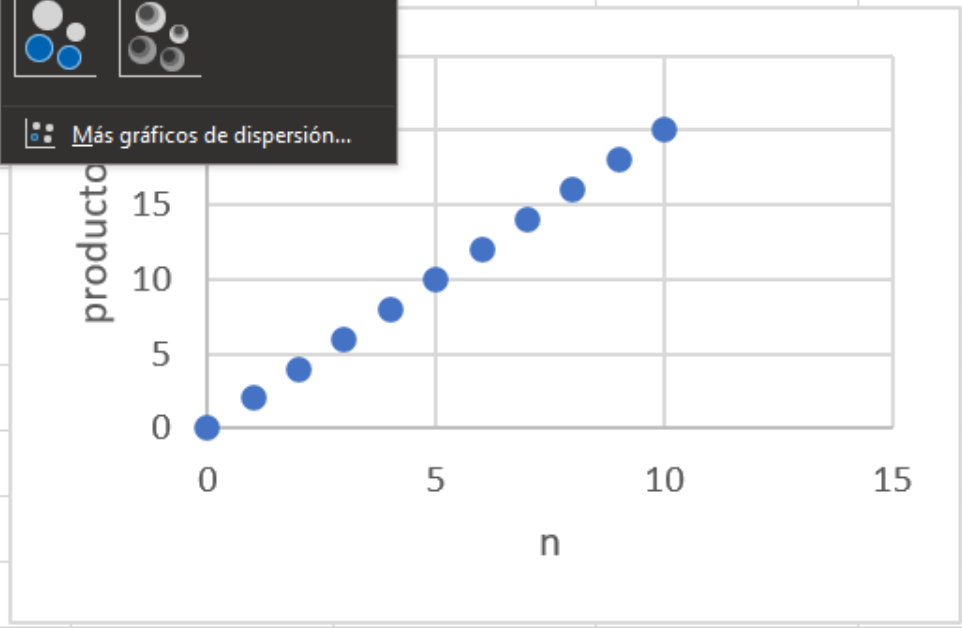
	A	B
1	<b>Tabla de multiplicar</b>	
2	<b>n</b>	<b>Producto</b>
3	0	0
4	1	2
5	2	4
6	3	6
7	4	8
8	5	10
9	6	12
10	7	14
11	8	16
12	9	18
13	10	20

Factor =

**Dispersión**

**Burbuja**

Más gráficos de dispersión...



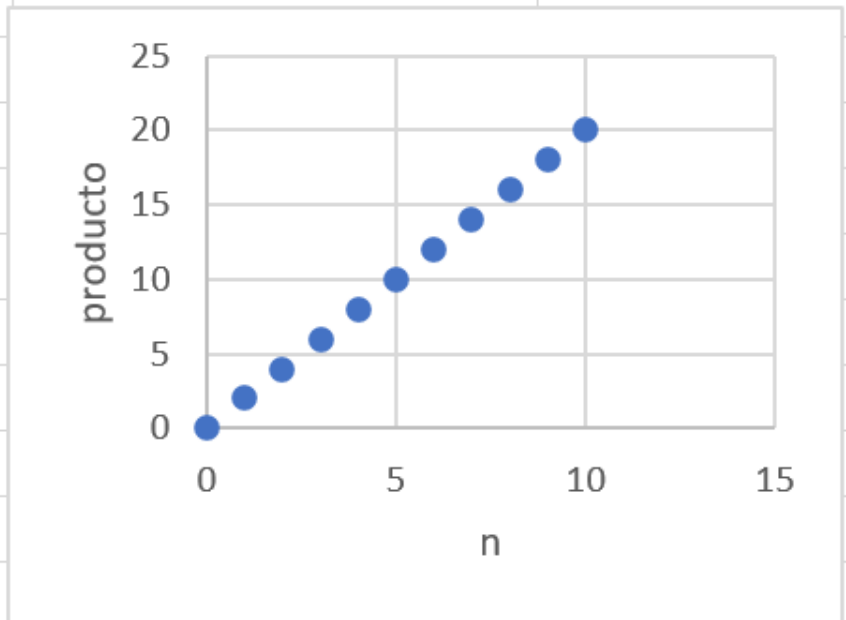
Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Comentarios Compartir

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos Analizar datos

B3 =A3\*D\$2

	A	B	C	D	E
1	<b>Tabla de multiplicar</b>				
2	<i>n</i>	<i>Producto</i>	<i>Factor =</i>	2	
3	0	=A3*D\$2			
4	=A3+1	=A4*D\$2			
5	=A4+1	=A5*D\$2			
6	=A5+1	=A6*D\$2			
7	=A6+1	=A7*D\$2			
8	=A7+1	=A8*D\$2			
9	=A8+1	=A9*D\$2			
10	=A9+1	=A10*D\$2			
11	=A10+1	=A11*D\$2			
12	=A11+1	=A12*D\$2			
13	=A12+1	=A13*D\$2			
14					



# Modelo

Día	Nuevos	Total
0	$a$	$a$
$\Delta t$	$ar$	$a+ar$
$2\Delta t$	$ar^2$	$a+ar+ar^2$
$3\Delta t$	$ar^3$	$a+ar+ar^2+ar^3$
...	...	...
$n\Delta t$	$ar^n$	$a+ar+ar^2+ar^3+\dots+ar^n$

# Implementación

Día	Nuevos	Total
0	$a$	$a$
$\Delta t$	$(a)r$	$(a)+ar$
$2\Delta t$	$(ar)r$	$(a+ar)+ar^2$
$3\Delta t$	$(ar^2)r$	$(a+ar+ar^2)+ar^3$
...	...	...
$n\Delta t$	$(ar^{n-1})r$	$(a+ar+ar^2+ar^3+\dots+ar^{n-1})+ar^n$

Archivos Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda

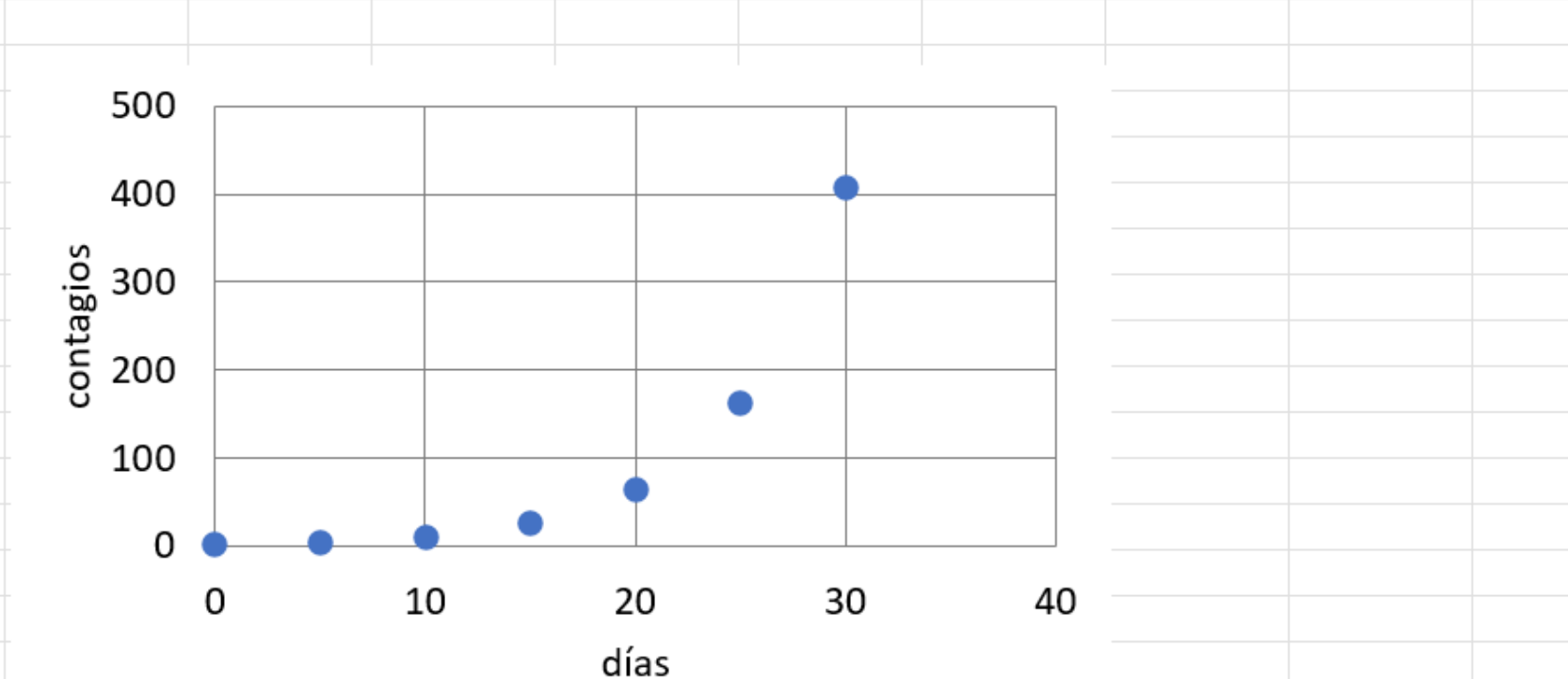
Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos Analizar Copilot datos

G2

	A	B	C
1	<b>Días</b>	<b>Nuevos</b>	<b>Total</b>
2	0	1	1
3	5	2.5	3.5
4	10	6.25	9.75
5	15	15.625	25.375
6	20	39.0625	64.4375
7	25	97.65625	162.09375
8	30	244.14063	406.23438
9	35	610.35156	1016.5859
10	40	1525.8789	2542.4648
11	45	3814.6973	6357.1621
12	50	9536.7432	15893.905
13	55	23841.858	39735.763
14	60	59604.645	99340.408
15	65	149011.61	248352.02
16	70	372529.03	620881.05
17	75	931322.57	1552203.6
18	80	2328306.4	3880510.1

tasa = 2.5

Supone que solo los nuevos contagian

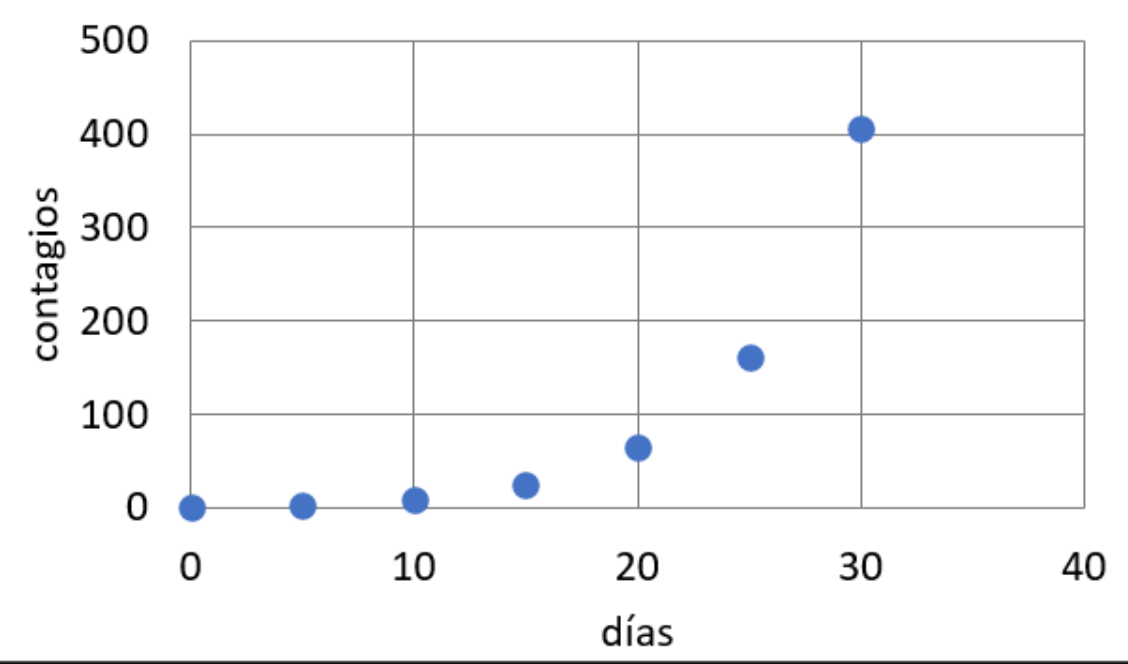


Calibri 11
Formato condicional
Insertar
Eliminar
Formato
Complementos
Analizar Copilot datos

C3 :  $f_x$  =B3+C2

	A	B	C
1	<b>Días</b>	<b>Nuevos</b>	<b>Total</b>
2	0	=1	=B2
3	5	=F\$2*B2	=B3+C2
4	10	=F\$2*B3	=B4+C3
5	15	=F\$2*B4	=B5+C4
6	20	=F\$2*B5	=B6+C5
7	25	=F\$2*B6	=B7+C6
8	30	=F\$2*B7	=B8+C7
9	35	=F\$2*B8	=B9+C8
10	40	=F\$2*B9	=B10+C9
11	45	=F\$2*B10	=B11+C10
12	50	=F\$2*B11	=B12+C11
13	55	=F\$2*B12	=B13+C12
14	60	=F\$2*B13	=B14+C13
15	65	=F\$2*B14	=B15+C14
16	70	=F\$2*B15	=B16+C15
17	75	=F\$2*B16	=B17+C16
18	80	=F\$2*B17	=B18+C17

tasa = 2.5  
Supone que solo los nuevo





# Coronavirus

## El poder del distanciamiento social



# Modelo

Día	Nuevos	Total
0	$a$	$a$
$\Delta t$	$ar$	$a+ar$
$2\Delta t$	$ar^2$	$a+ar+ar^2$
$3\Delta t$	$ar^3$	$a+ar+ar^2+ar^3$
...	...	...
$n\Delta t$	$ar^n$	$a+ar+ar^2+ar^3+\dots+ar^n$

# Etapas de una simulación

- Solución analítica: Serie geométrica.

$$s_n = a + ar + ar^2 + ar^3 + \dots + ar^n = \sum_{k=0}^n ar^k = a \frac{1-r^{n+1}}{1-r}$$

$$n = \frac{t_f}{\Delta t} = \frac{30}{5} = 6$$

$$x_{30} = s_6 = 1 \frac{1-2.5^{6+1}}{1-2.5} = 406$$

# Coronavirus

## El poder del distanciamiento social

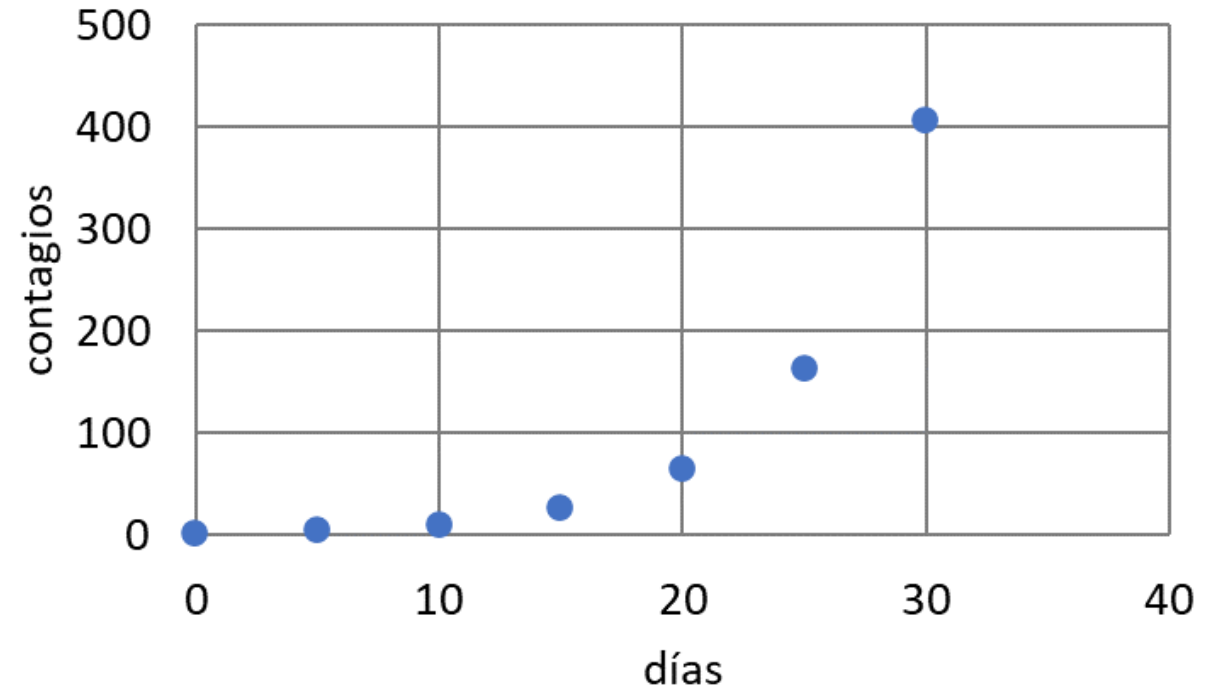


# Etapas de una simulación

- Verificación: Control de sintaxis. Depuración (*debugging*).
- Validación:
  - El modelo predice adecuadamente que para  $n = 5/5$ ,  $s_1 = 2.5$ .
  - Además, para  $n$  creciente,  $s_n$  también crece.
  - Existe acuerdo con la solución analítica.
- Diseño de experimentos: Se evaluará para  $n$  igual a  $30/5 = 6$ .

# Etapas de una simulación

- Experimentación: Se realizan los experimentos planificados. El resultado es  $x_{30} = 406$ .



# Coronavirus

## El poder del distanciamiento social



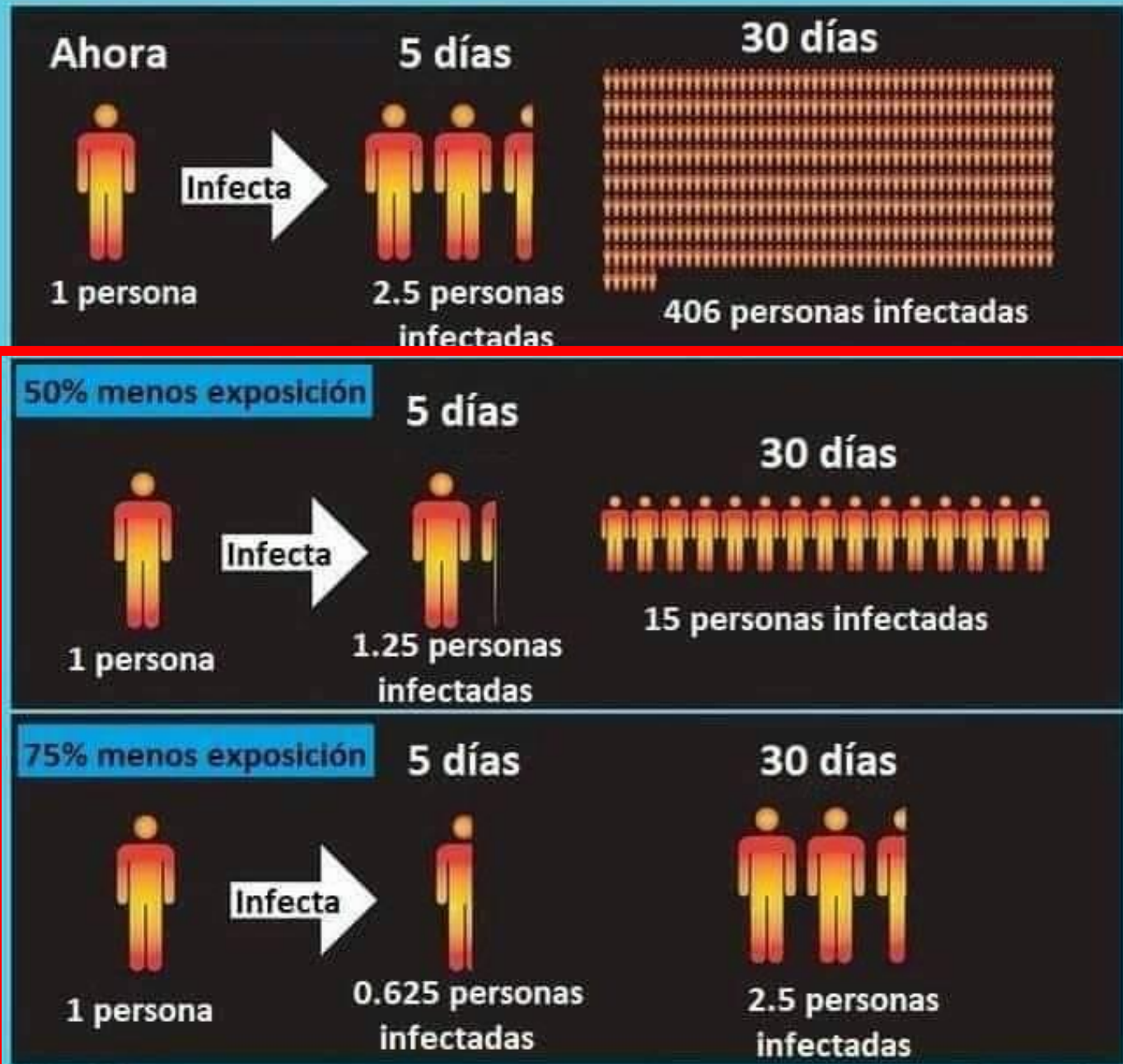
# Etapas de una simulación

- Interpretación: El promedio de contagios en 30 días será 406.
- Implementación: Las autoridades sanitarias deben comprender que el resultado informado es un promedio. El modelo puede mejorarse incorporando las recuperaciones y los fallecimientos.
- Documentación: Todo lo realizado en los puntos anteriores debe ser registrado en la documentación de la simulación.



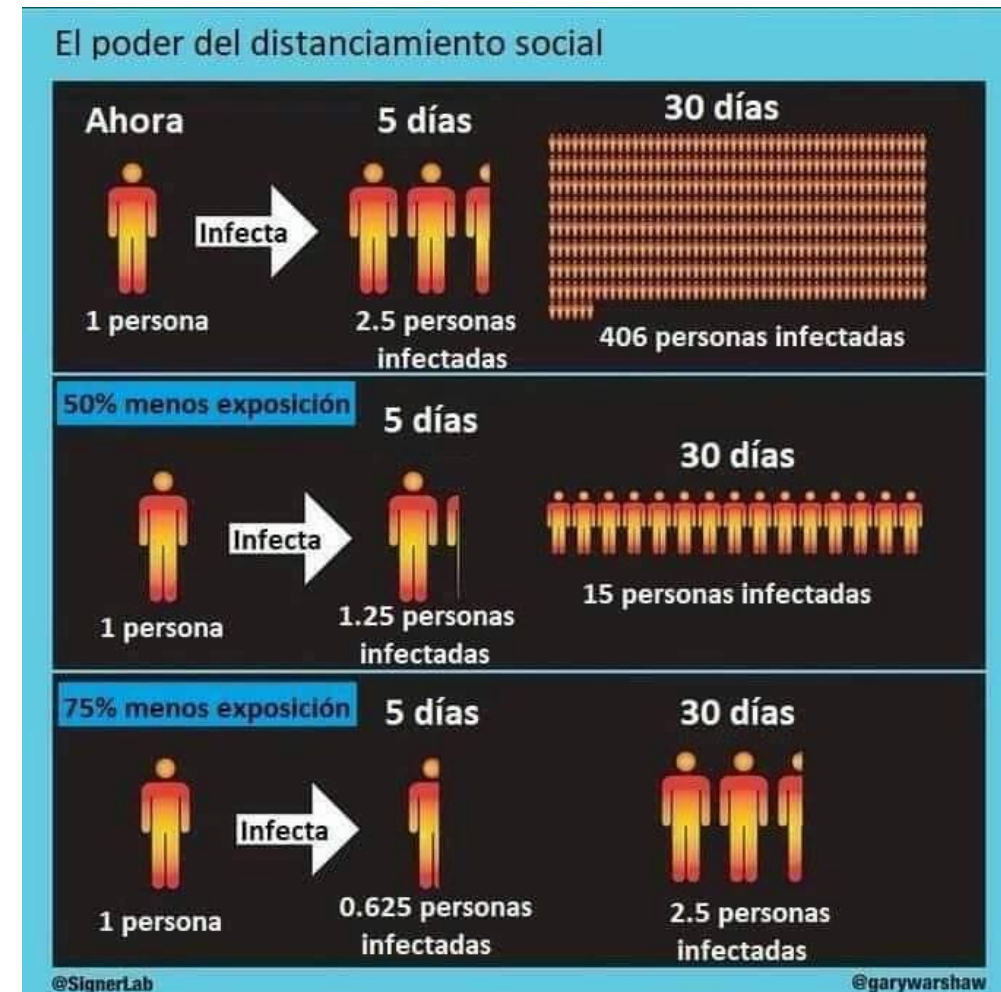
# Coronavirus

## El poder del distanciamiento social



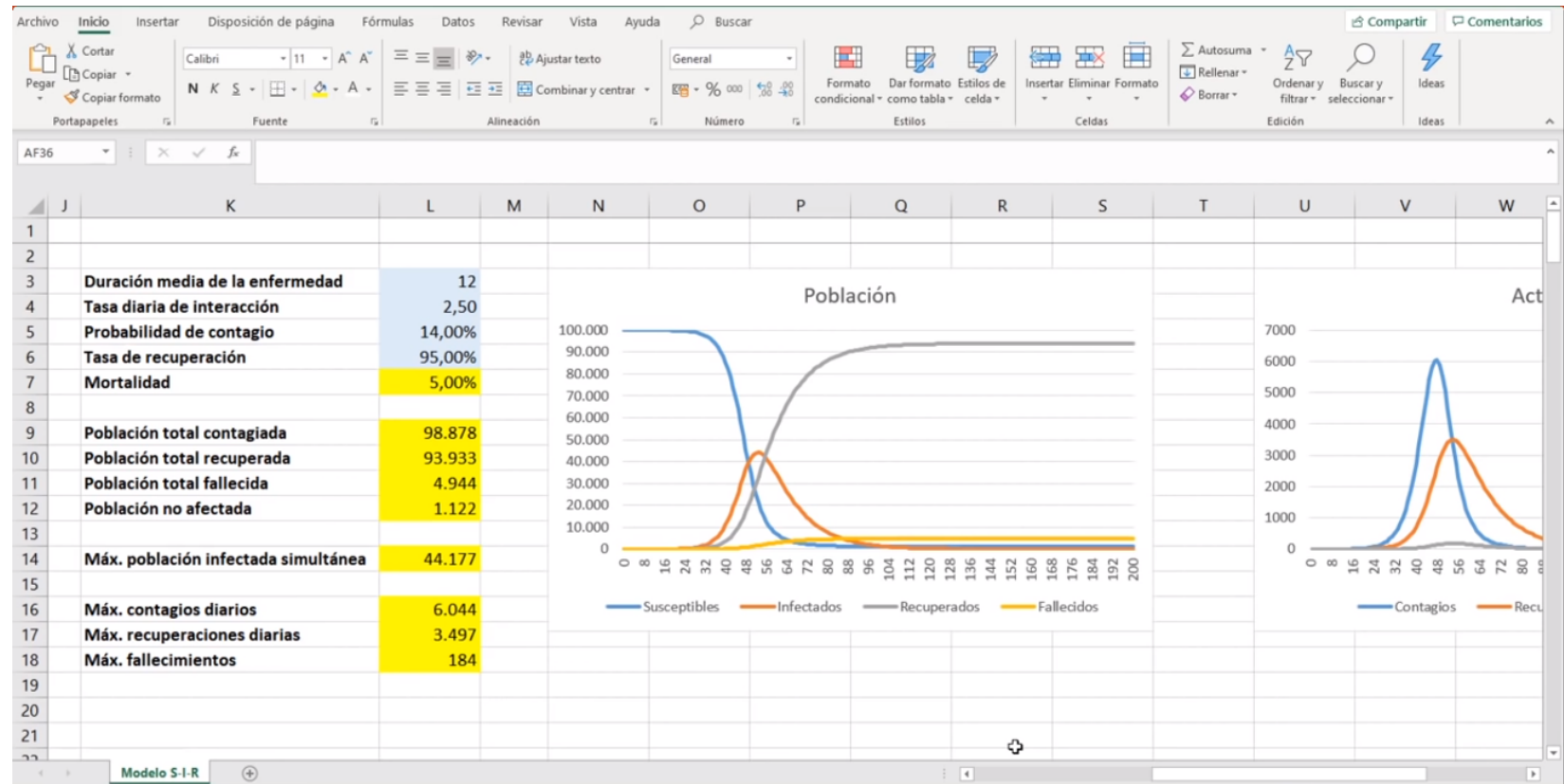
# Simulación de los escenarios restantes

- Se deben modelar las entradas.
  - Entradas del sistema → Entradas del modelo
- Escenario 1: Sin aislamiento.
  - $r_1 = 2.5$
- Escenario 2: 50 % menos de exposición.
  - $r_2 = 0.5r_1 = 1.25$
- Escenario 2: 75 % menos de exposición.
  - $r_3 = (1 - 0.75)r_1 = 0.25r_1 = 0.625$



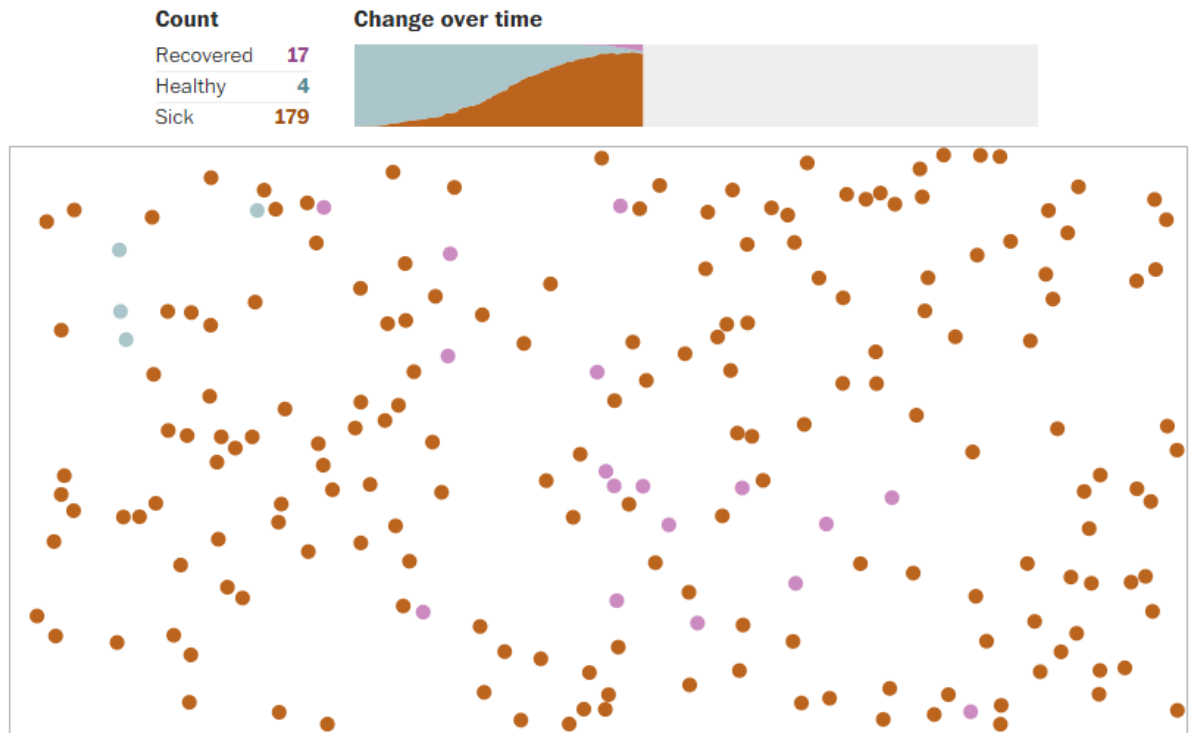
# Modelos alternativos

- Modelo SIR
- Archivo Excel



# Modelos alternativos

- Simulación de propagación
- Washington Post
- NetLogo
- Vacunación



# Modelos alternativos

- Propagación en el aire

