



MARION COTILLARD MATT DAMON LAURENCE FISHBURNE JUDE LAW GWYNETH PALTROW KATE WINSLET

# NOTHING SPREADS LIKE FEAR

# CONTAGION

WARNER BROS. PICTURES PRESENTS

IN ASSOCIATION WITH PARTICIPANT MEDIA AND IMAGENATION ABU DHABI A DOUBLE FEATURE FILMS/GREGORY JACOBS PRODUCTION "CONTAGION" MARION COTILLARD  
MATT DAMON LAURENCE FISHBURNE JUDE LAW GWYNETH PALTROW KATE WINSLET BRYAN CRANSTON JENNIFER EHLE SANAA LATHAN CASTING BY CARMEN CUBA, C.S.A.  
COSTUME DESIGNER LOUISE FROGLEY MUSIC BY CLIFF MARTINEZ EDITED BY STEPHEN MIRRIONE, A.C.E. PRODUCTION DESIGNER HOWARD CUMMINGS EXECUTIVE PRODUCERS JEFF SKOLL MICHAEL POLAIRE JONATHAN KING  
WRITTEN BY SCOTT Z. BURNS PRODUCED BY MICHAEL SHAMBERG STACEY SHER GREGORY JACOBS DIRECTED BY STEVEN SODERBERGH

participant MEDIA

imagination

Soundtrack Album on WaterTower Music

[www.takepart.com/contagion](http://www.takepart.com/contagion)

**SEPTEMBER 9**

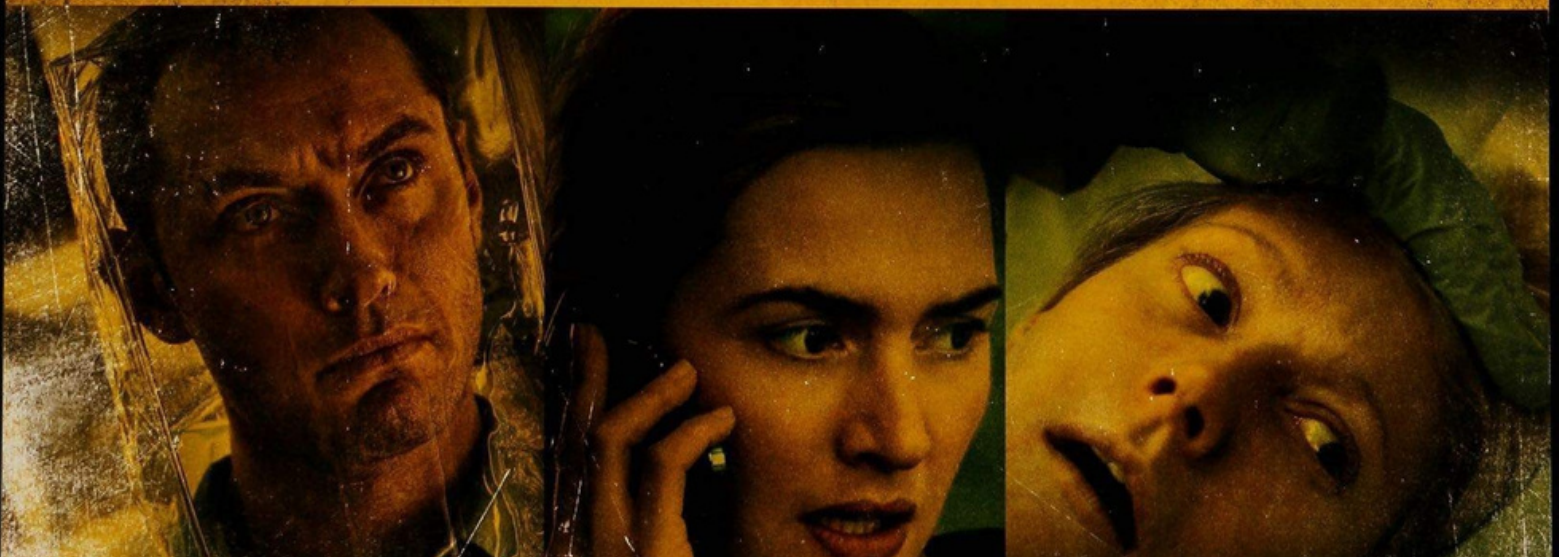
IN THEATERS AND IMAX

PG-13 PARENTS STRONGLY CAUTIONED  
Some Material May Be Inappropriate for Children Under 13  
DISTURBING CONTENT AND SOME LANGUAGE

WARNER BROS. PICTURES



[www.contagionmovie.com](http://www.contagionmovie.com)



**CUADERNO DE ACTIVIDADES**

## ÍNDICE

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>BIOLOGÍA.....</b>    | <b>1</b>  |
| <b>MATEMÁTICAS.....</b> | <b>10</b> |
| <b>QUÍMICA.....</b>     | <b>29</b> |
| <b>TIC.....</b>         | <b>38</b> |



NOTHING SPREADS LIKE FEAR  
**CONTAGION**

### AUTORES:

**GARCÍA GONZÁLEZ, M. CARMEN**

**MONTERRUBIO PÉREZ, M. CONSUELO**

**PRIMO HUERTA, JUAN**

**RAMOS CHICO, PATRICIA**

**SAMPEDRO MONTAÑÉS, ALICIA**

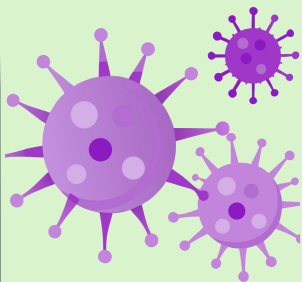
**SANTAMARÍA VICARIO, DAVID**

**VALCÁRCEL PÉREZ, DANIEL**

# CONTAGIO

## ACTIVIDADES BIOLOGÍA

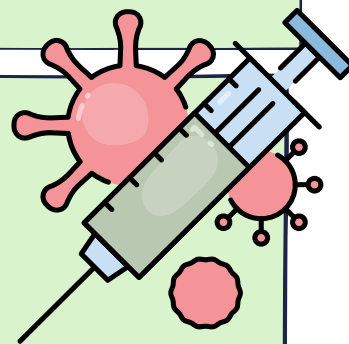
### Objetivos



- Comprender los mecanismos de transmisión y control de las enfermedades infecciosas.
- Distinguir entre virus, bacterias y otros agentes patógenos.
- Analizar el papel del sistema inmunitario en la defensa del organismo.
- Identificar la importancia de la vacunación y la investigación científica en salud pública.
- Desarrollar pensamiento crítico sobre la comunicación científica y los bulos en redes.

### Contenidos

- Estructura y reproducción de los virus.
- Mecanismos de transmisión de enfermedades infecciosas.
- Respuesta inmune y vacunas.
- El método científico y la investigación biomédica.
- Ciencia y sociedad: comunicación, ética y responsabilidad.



### Relación con el currículo

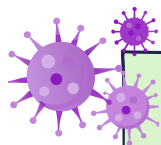
Los contenidos abordados en estas actividades guardan relación con las siguientes materias:

- **Biología y Geología de 3º ESO:** se puede trabajar en la unidad correspondiente a Salud y Enfermedad.
- **Cultura Científica de 1º Bachillerato:** es la materia más adecuada para trabajar esta película, ya que guarda relación con varios bloques de contenidos: Ciencia y sociedad, avances en medicina, las enfermedades.
- **Biología de 2º Bachillerato:** guarda relación con las unidades relativas a los microorganismos y la inmunología.



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES BIOLOGÍA



### Antes de ver la película (actividades previas):

- Tormenta de ideas: ¿Qué saben los alumnos sobre pandemias y virus? ¿Qué enfermedades víricas conocen?
- Cuestiones para el debate: ¿Qué medidas recuerdan que se tomaron durante la pandemia de COVID-19 y cuáles creen que fueron realmente efectivas? ¿Estamos preparados para una nueva pandemia?
- Ficha de conceptos previos: términos clave (virus, vector, paciente cero, vacuna,  $R_0$ , inmunidad de grupo...).
- Explicación breve del contexto de la película (sin spoilers)

### Durante el visionado (guía de observación):

- ¿Cómo se origina el brote?
- ¿Cómo se propaga el virus?
- ¿Qué papel desempeñan los científicos y las instituciones de salud pública?
- ¿Qué estrategias se emplean para frenar el contagio?
- ¿Qué errores cometen las personas y los medios?
- ¿Qué emociones o reacciones sociales aparecen?



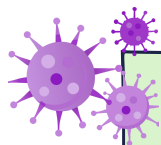
### Después del visionado

- ACTIVIDAD 1: “Análisis científico: realidad vs ficción”
- ACTIVIDAD 2: El papel de la ciencia y la sociedad.
  - ¿Qué dilemas éticos aparecen? (ensayos con vacunas, transparencia, aislamiento...).
  - ¿Cómo afecta la desinformación?
  - ¿Qué hemos aprendido de la COVID-19 que no sabíamos cuando se hizo la película?
- ACTIVIDAD 3 (opcional, como aplicación): Simulación de una epidemia y de su control mediante vacunas, utilizando las actividades incluidas en este documento: “Modelos matemáticos que explican una epidemia” y “Matemáticas y vacunas.”



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES BIOLOGÍA



### MATERIAL PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD 1: Análisis de los aspectos más y menos rigurosos científicamente de la película.

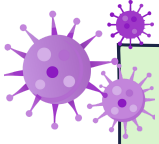


#### Aspectos científicamente CORRECTOS

| TEMA                                                | QUÉ MUESTRA LA PELÍCULA                                                                                                                  | POR QUÉ ES CORRECTO                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ORIGEN ZONÓTICO</b>                              | El virus MEV-1 salta de un murciélago a un cerdo y luego al ser humano.                                                                  | Coincide con muchos virus reales (SARS, MERS, Ébola, COVID-19) que tienen origen en animales silvestres y se transmiten por contacto con especies intermedias. |
| <b>TRANSMISIÓN POR CONTACTO Y AEROSOL</b>           | Se enfatiza cómo las personas tocan superficies contaminadas y luego su cara, o cómo el virus se transmite por gotas respiratorias       | Es realista: la mayoría de los virus respiratorios (gripe, coronavirus) se transmiten así.                                                                     |
| <b>TIEMPOS DE INCUBACIÓN Y PROPAGACIÓN</b>          | Muestran un período de incubación de varios días, lo que permite una expansión rápida sin que los infectados sepan que son contagiosos.  | Coherente con muchos virus reales.                                                                                                                             |
| <b>MÉTODO CIENTÍFICO Y TRABAJO DE LABORATORIO</b>   | Los investigadores identifican el virus a partir de muestras, secuencian su genoma, desarrollan cultivos celulares y ensayan una vacuna. | Procede como en la investigación real, aunque está condensado en tiempo.                                                                                       |
| <b>REACCIÓN SOCIAL Y PSICOLÓGICA</b>                | Se ven escenas de pánico, desinformación, saqueos y negacionismo.                                                                        | Muy realista: observamos comportamientos similares durante la pandemia de COVID-19.                                                                            |
| <b>ESTRUCTURA DEL VIRUS Y SÍNTOMAS</b>              | El virus causa fiebre, convulsiones, encefalitis y fallo multiorgánico.                                                                  | Coincide con los síntomas de algunos virus neurotrópicos (como el Ébola).                                                                                      |
| <b>IMPORTANCIA DE LA COORDINACIÓN INTERNACIONAL</b> | La película muestra la cooperación entre centros de control y la OMS.                                                                    | Es exactamente el protocolo real en emergencias sanitarias globales.                                                                                           |

# CONTAGIO

## ACTIVIDADES BIOLOGÍA



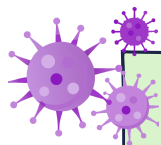
**MATERIAL PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD 1:**  
**Análisis de los aspectos más y menos rigurosos científicamente de la película.**

### Aspectos PARCIALMENTE CORRECTOS O EXAGERADOS

| TEMA                                                       | QUÉ MUESTRA LA PELÍCULA                                                                        | QUÉ DICE LA CIENCIA                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VELOCIDAD DE DESARROLLO DE LA VACUNA</b>                | En semanas consiguen una vacuna efectiva y la prueban en una persona que se la autoadministra. | Es una gran licencia: los ensayos clínicos y la aprobación de vacunas requieren meses o años para garantizar seguridad y eficacia.                                    |
| <b>AUTOINOCULACIÓN DE LA VACUNA POR UNA CIENTÍFICA</b>     | Una investigadora se prueba su propia vacuna para acelerar su validación.                      | Es un gesto heroico pero éticamente y científicamente inviable: los ensayos deben seguir protocolos éticos y revisiones por comités.                                  |
| <b>TIEMPO DE RESPUESTA GLOBAL</b>                          | El mundo logra controlar la pandemia en pocos meses.                                           | Incluso con recursos y colaboración, una pandemia suele prolongarse más (como se vio con COVID-19).                                                                   |
| <b>TASA DE MORTALIDAD MUY ALTA (25–30%)</b>                | El virus mata a una gran proporción de infectados en pocos días.                               | Los virus con mortalidad tan alta normalmente no se propagan tanto, porque los enfermos mueren antes de transmitirlo. (Los más contagiosos suelen ser menos letales). |
| <b>SIMPLICIDAD EN EL RASTREO DEL PACIENTE CERO</b>         | Logran identificar rápidamente al paciente cero y su contacto con un murciélago.               | En la vida real, rastrear el origen exacto de un virus suele ser muy complejo y puede tardar años o incluso nunca confirmarse.                                        |
| <b>RAPIDEZ EN LA SECUENCIACIÓN Y PRODUCCIÓN DE VACUNAS</b> | Todo ocurre en días.                                                                           | Aunque hoy la secuenciación es rápida (como con SARS-CoV-2), la producción masiva y pruebas siguen siendo lentas.                                                     |

# CONTAGIO

## ACTIVIDADES BIOLOGÍA



### MATERIAL PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD 1: Análisis de los aspectos más y menos rigurosos científicamente de la película.



#### Aspectos POCO VEROSÍMILES

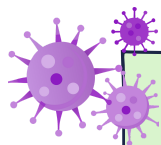
| TEMA                                                  | QUÉ MUESTRA LA PELÍCULA                                                                                                  | POR QUÉ NO ES REALISTA                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MUTACIÓN INSTANTÁNEA</b>                           | El virus parece surgir de un solo evento de recombinación y se vuelve inmediatamente letal y transmisible entre humanos. | En realidad, una mutación tan "perfecta" es muy improbable: la evolución de un virus requiere muchas generaciones y ajustes.                                              |
| <b>DESINFORMACIÓN EXTREMA A TRAVÉS DE UN BLOGUERO</b> | Un personaje promueve una falsa cura (Forsythia) y provoca caos.                                                         | Aunque hay desinformación real, la influencia de una sola persona en todo el planeta es poco creíble; sin embargo, sirve para representar el poder de las redes sociales. |
| <b>DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS POR DÍA DE CUMPLEAÑOS</b>  | Las vacunas se asignan según el día de nacimiento.                                                                       | Es una simplificación narrativa; en realidad se usan criterios de prioridad sanitaria (personal médico, ancianos, vulnerables...).                                        |

#### Conclusión didáctica:

- Contagio acierta en la base científica y epidemiológica: el origen animal, el modo de contagio, la importancia de la ciencia, la cooperación global y la reacción social.
- Pero acelera los tiempos y dramatiza algunos procesos (vacunas, mortalidad, mutaciones) para mantener el ritmo narrativo.

# CONTAGIO

## ACTIVIDADES BIOLOGÍA



### Antes de ver la película (actividades previas):

#### TORMENTA DE IDEAS:

- ¿Qué sabes sobre los virus y cómo se transmiten?
- ¿Qué epidemias o pandemias recientes recuerdas?
- ¿Qué medidas se tomaron para frenarlas?

#### CONCEPTOS CLAVE: Define brevemente los siguientes términos:

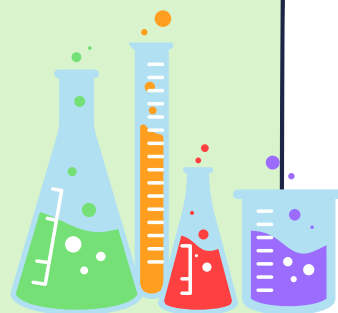
- Virus:
- Contagio:
- Paciente cero:
- Inmunidad:
- Vacuna:
- $R_0$  (número básico de reproducción):

DOCUMENTO PARA EL ALUMNO

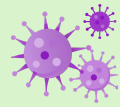
### Durante el visionado

Mientras ves la película, anota información sobre los siguientes aspectos:

1. ¿Cómo se origina el brote?
2. ¿Cómo se propaga el virus?
3. ¿Qué síntomas provoca la enfermedad?
4. ¿Qué papel desempeñan los científicos?
5. ¿Qué medidas se toman para frenar la epidemia?
6. ¿Qué errores cometen las autoridades o los ciudadanos?
7. ¿Qué papel juegan los medios de comunicación?
8. ¿Qué aspectos de la película te han sorprendido por su parecido con la pandemia del Covid-19?



# CONTAGIO ACTIVIDADES BIOLOGÍA



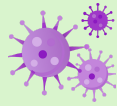
Después del visionado:

## ANÁLISIS CIENTÍFICO: REALIDAD VS FICCIÓN.

En grupos pequeños (3-4 alumnos): completad la siguiente tabla usando la película, apuntes y búsquedas breves. En la última columna reflejad si la situación os parece científicamente correcta, parcialmente correcta (o exagerada) o si directamente es poco verosímil.

| SITUACIÓN DE LA PELÍCULA | QUÉ MUESTRA LA PELÍCULA | REALIDAD CIENTÍFICA | VALORACIÓN Y COMENTARIOS |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|
| ORIGEN DEL VIRUS         |                         |                     |                          |
| TRANSMISIÓN DEL VIRUS    |                         |                     |                          |
| TASA DE MORTALIDAD       |                         |                     |                          |
| PERIODO DE INCUBACIÓN    |                         |                     |                          |

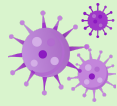
# CONTAGIO ACTIVIDADES BIOLOGÍA



Después del visionado:  
**ANÁLISIS CIENTÍFICO: REALIDAD VS FICCIÓN.**

| SITUACIÓN DE LA PELÍCULA       | QUÉ MUESTRA LA PELÍCULA | REALIDAD CIENTÍFICA | VALORACIÓN Y COMENTARIOS |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|
| SECUENCIACIÓN DEL VIRUS        |                         |                     |                          |
| CREACIÓN Y PRUEBA DE LA VACUNA |                         |                     |                          |
| CONTROL DE LA PANDEMIA         |                         |                     |                          |
| REACCIÓN SOCIAL                |                         |                     |                          |

# CONTAGIO ACTIVIDADES BIOLOGÍA

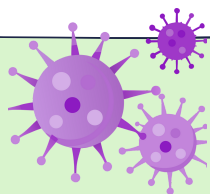


Después del visionado:  
**ANÁLISIS CIENTÍFICO: REALIDAD VS FICCIÓN.**

| SITUACIÓN DE LA PELÍCULA             | QUÉ MUESTRA LA PELÍCULA | REALIDAD CIENTÍFICA | VALORACIÓN Y COMENTARIOS |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|
| COMUNICACIÓN Y DESINFORMACIÓN        |                         |                     |                          |
| RASTREO DEL PACIENTE CERO            |                         |                     |                          |
| DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS              |                         |                     |                          |
| ROL DE LA OMS Y EL CENTRO DE CONTROL |                         |                     |                          |

# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA. MODELOS SI Y SIR



### Objetivos

- Valorar la importancia del lenguaje y las herramientas matemáticas para plantear y resolver problemas del ámbito científico.
- Resolver problemas fomentando la creatividad, el sentido crítico y la toma de decisiones.
- Investigar en matemáticas desarrollando la flexibilidad en el razonamiento, fomentando la perseverancia, capacidad de trabajo y abstracción, aprendiendo a trabajar tanto individualmente como en grupo

### Contenidos

- Sentido algebraico

Modelo matemático:

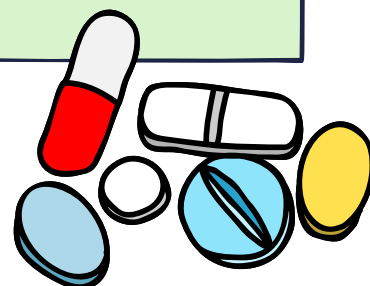
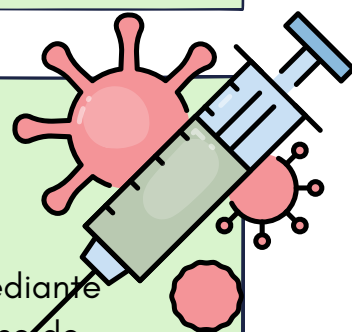
- Modelización y resolución de problemas de la vida cotidiana mediante representaciones matemáticas y lenguaje algebraico, haciendo uso de distintos tipos de funciones.
- Estrategias de deducción y análisis de conclusiones razonables de una situación de la vida cotidiana a partir de un modelo.
- Relaciones y funciones: Relaciones cuantitativas en situaciones de la vida cotidiana y clases de funciones que las modelizan

Pensamiento computacional: Resolución de problemas mediante la descomposición en partes, la automatización y el pensamiento algorítmico a partir de otras situaciones como pueden ser prácticas con datos, modelización y de simulación y de resolución de problemas computacionales.

- Sentido socioafectivo

Creencias, actitudes y emociones: Esfuerzo y motivación: reconocimiento de su importancia en el aprendizaje de las matemáticas.

Trabajo en equipo y toma de decisiones: Asunción de responsabilidades y participación activa, optimizando el trabajo en equipo. Estrategias de gestión de conflictos: pedir, dar y gestionar ayuda.

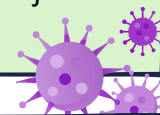


# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA. MODELOS SI Y SIR

### Relación con el currículo

Tanto en 4º de ESO como en de Bachillerato puede utilizarse la actividad en los temas de desarrollo del sentido algebraico, en particular para trabajar las relaciones funcionales y la modelización



### Desarrollo de la Actividad

#### Objetivo

Comprender que trabajar con matemáticas en la vida real implica modelizar situaciones, usar datos, colaborar con otros campos, probar y corregir para mejorar el trabajo y comunicar resultados.

Entender modelos básicos de propagación de enfermedades (SI,SIR).

#### Desarrollo

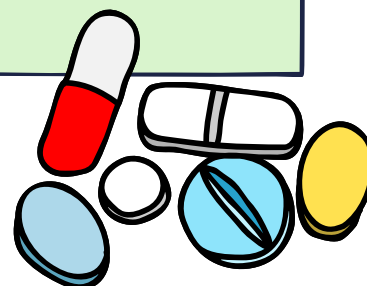
##### 1. Motivación

La película Contagio muestra varios aspectos de cómo se aplica el pensamiento matemático en la vida real y concretamente en epidemiología. En la película, los científicos usan modelos matemáticos epidemiológicos para estimar cómo se propaga el virus. Nos muestra las matemáticas como un conocimiento útil para simular escenarios, conjeturar sobre tendencias y tomar decisiones basándose en la evidencia y no en la intuición.

##### 2. Tareas 1 y 2

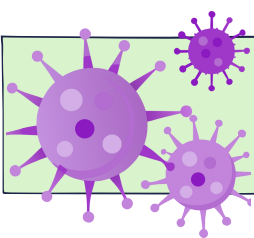
Trabajo en grupos de tres o cuatro alumnos: Los estudiantes trabajarán de manera colaborativa para resolver las cuestiones de las tareas. El docente actuará como un facilitador, observando y ofreciendo apoyo cuando sea necesario.

Puesta en común: Se corrigen las tareas de forma colectiva, reflexionando sobre las soluciones propuestas, las estrategias empleadas y las conclusiones obtenidas.



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA. MODELOS SI Y SIR



Las matemáticas como herramienta para estudiar las enfermedades contagiosas y ayudar a su control.

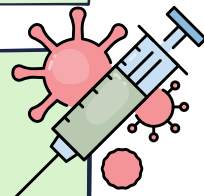
### Modelo SI

Empezamos con un modelo simple que nos permita extraer conclusiones; más adelante nos ocuparemos de otros modelos más complicados.

Suponemos que:

- La población tiene  $N$  individuos, nadie entra ni sale y no hay nacimientos ni defunciones.
- Si un individuo infectado contacta con uno sano, lo contagia.

Un modelo así tiene sentido para estudiar una enfermedad que se propaga rápidamente en su fase inicial.



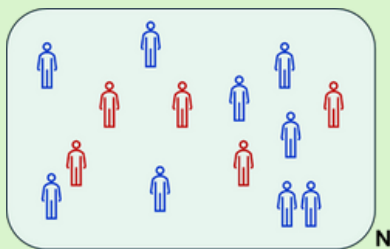
En un momento dado la población afectada por la enfermedad estaría formada por dos tipos de individuos:



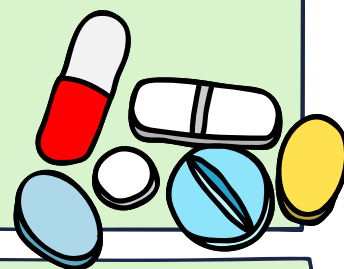
**Susceptibles (S):** individuos sanos que pueden contraer la enfermedad, pero no se han infectado.



**Infectados (I):** individuos que han contraído la enfermedad y pueden contagiarla a otros.



$$S + I = N$$



### El número de contagios y el modelo SI

- El número de contagios depende de la capacidad de contagio de la enfermedad y del número de contactos que hay entre infectados y susceptibles.
- Si todos los infectados pueden contactar con todos los susceptibles, el número de contactos que se producen en cada instante será  $S \cdot I$ .
- Llamamos  $\beta$ , al número de susceptibles que puede contagiar un infectado en un día. Cuanto mayor sea su valor, más contagiosa será la enfermedad.

# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA. MODELO SI Y SIR

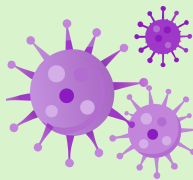
### Tarea 1: Aplicación del modelo SI al estudio de una epidemia

Consideramos una población con 1000 individuos, en la que inicialmente hay un individuo infectado y que cumple las condiciones del modelo SI

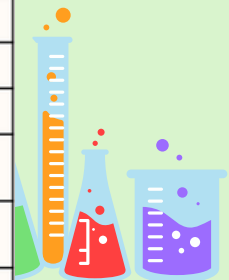
- $\beta = 2$  es el número de susceptibles que puede contagiar en un día un infectado.
- $I + S = 1000$
- $I \cdot S$ , número de contactos posibles entre infectados y susceptibles es

Queremos saber cómo evolucionará la enfermedad.

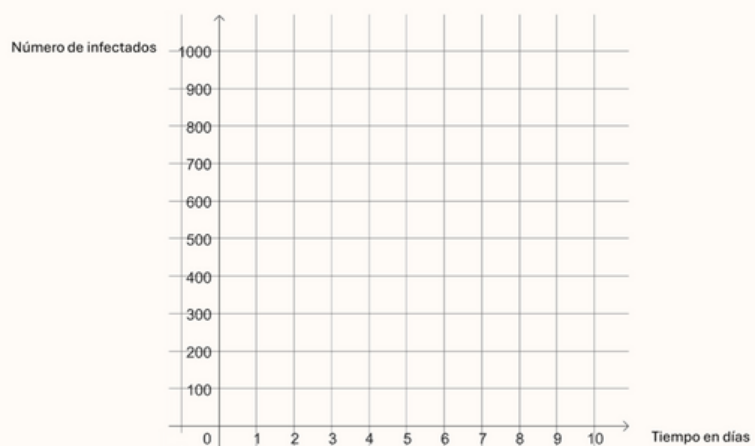
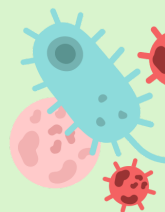
A.- Comienza con una simulación discreta con pasos diarios completando la tabla que nos dará el número de infectados al final de cada día:



| Días | Infectados al empezar el día | Nuevos infectados                                   | Infectados al finalizar del día |
|------|------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1    | 1                            | $1 \cdot (1000 - 1) \cdot \frac{2}{1000} \approx 2$ | $2 + 1 = 3$                     |
| 2    | 3                            | $3 \cdot (1000 - 3) \cdot 0,002 \approx 6$          | $6 + 3 = 9$                     |
| 3    | 9                            | $9 \cdot (1000 - 9) \cdot 0,002 \approx 18$         | $18 + 9 = 27$                   |
| 4    | 27                           | $27 \cdot (1000 - 27) \cdot 0,002 \approx 53$       | $53 + 27 = 80$                  |
|      |                              |                                                     |                                 |
|      |                              |                                                     |                                 |
|      |                              |                                                     |                                 |



B.- Representa los resultados obtenidos sobre estos ejes coordenados:



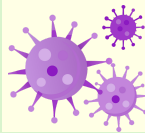
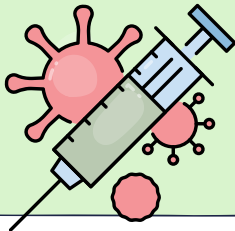
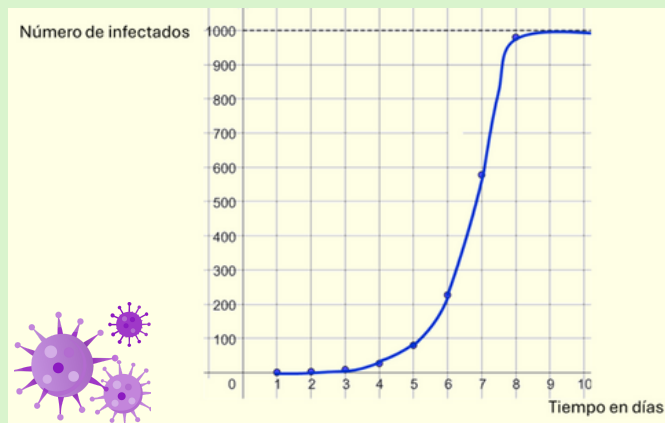
# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA.

### MODELO SI Y SIR

**C.-** Comprueba que, al unir los puntos, se obtiene una gráfica similar a la de la imagen: la simulación continua de la evolución del número de infectados.

- ¿Cómo explicas el hecho de que en los primeros y los últimos días el crecimiento del número de contagios sea más lento que en los días centrales?
- Dibuja sobre estos mismos ejes en color rojo la gráfica de la evolución del número de susceptibles a lo largo del tiempo.

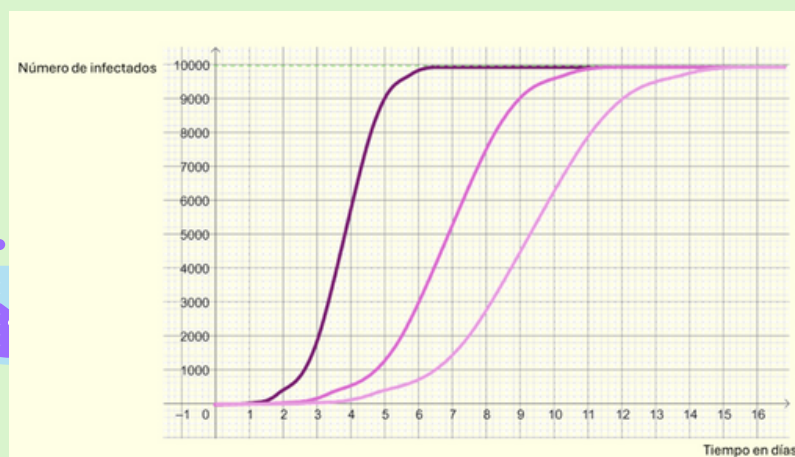


**D.-** En la siguiente gráfica se representa la evolución del número de individuos infectados por tres enfermedades a lo largo del tiempo, en una población de 10 000 individuos.

A las enfermedades A, B y C le corresponden los parámetros:

$$\beta_A = 2 \quad \beta_B = 0,9 \quad \beta_C = 0,4$$

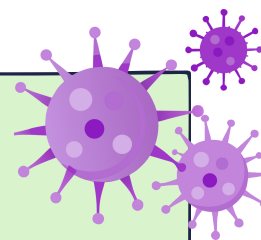
Indica qué grafica corresponde a cada una de ellas.



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA.

### MODELO SI Y SIR



#### Modelo SIR

Este modelo más realista tiene en cuenta la posibilidad o bien de recuperación o bien de fallecimiento de los individuos enfermos.

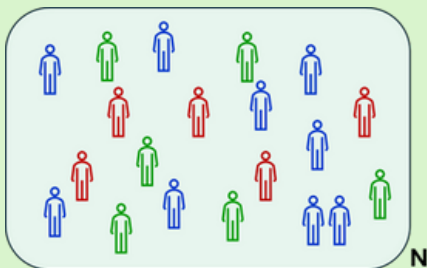
Suponemos que:

- El número de individuos de la población permanece constante,  $N$ . No tenemos en cuenta nacimientos, muertes, migraciones ni ningún otro factor demográfico
- Si un infectado entra en contacto con un susceptible lo contagia.
- Cada infectado tendrá posibilidad de infectar a un número de susceptibles, esto ocurre con una probabilidad que codificaremos en un parámetro  $\beta$ .

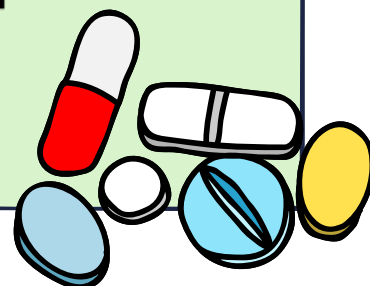
Admitimos que, de la población de infectados, algunos individuos se recuperen. Esto ocurre por una determinada probabilidad a la que codificaremos en el parámetro  $\gamma$  (gamma).

En un momento dado la población afectada por la enfermedad estaría formada por tres tipos de individuos:

-  **Susceptibles (S)**: individuos sanos que pueden contraer la enfermedad, pero no se han infectado.
-  **Infectados (I)**: individuos que han contraído la enfermedad y pueden contagiarla.
-  **Recuperados (R)**: individuos que han pasado la enfermedad y ya no tienen la capacidad de contagiarla porque se han recuperado y son inmunes o porque han fallecido.



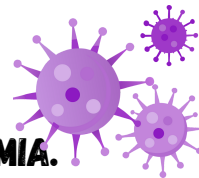
$$S+I+R = N$$



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA.

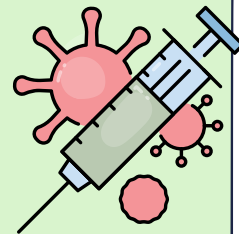
### MODELO SI Y SIR



Consideramos que hay una epidemia cuando una enfermedad se extiende por encima de lo esperado y esto ocurre cuando el promedio del número de contagiados por un solo infectado es mayor que 1. Definimos un nuevo parámetro.

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$$

Si  $R_0 > 1$ , la enfermedad se puede considerar una epidemia que será más mortal cuanto mayor sea el valor de  $R_0$ .



### Tarea 2: Aplicación del modelo SIR al estudio de una epidemia

**A.-** Comenzamos con una simulación discreta con pasos diarios para observar la evolución de la enfermedad, completando los datos en esta tabla o utilizando una hoja de cálculo (por ejemplo, en Excel).

- Consideramos una población con  $N = 1000$  individuos que en el día 0 está formada por 2 infectados, 0 recuperados y 998 susceptibles.
- Los valores de los parámetros asociados a esta enfermedad y esta población son:  $\beta = 0,8$  y  $\gamma = 0,1$
- Hacemos el estudio la propagación de la enfermedad viendo como varían I, R y S con el paso del tiempo. Empleamos esta notación:

- Día =  $t$
- Susceptibles al comenzar el día  $t$ :  $S_t$
- Infectados al comenzar el día  $t$ :  $I_t$
- Recuperados al comenzar el día  $t$ :  $R_t$

$$N = S_t + I_t + R_t$$

- Nuevos infectados el día  $t$ :  $NI_t = I_t \cdot S_t \cdot \beta / N$
- Nuevos recuperados el día  $t$ :  $NR_t = I_t \cdot \gamma$
- Infectados al terminar el día  $t$ :  $I_t + NI_t - NR_t = I_{t+1}$ , son los infectados al comenzar el día siguiente a  $t$
- Recuperados al terminar el día  $t$ :  $R_t + NR_t = R_{t+1}$
- Susceptibles al terminar el día  $t$ :  $N - R_{t+1} - I_{t+1} = S_{t+1}$



# CONTAGIO

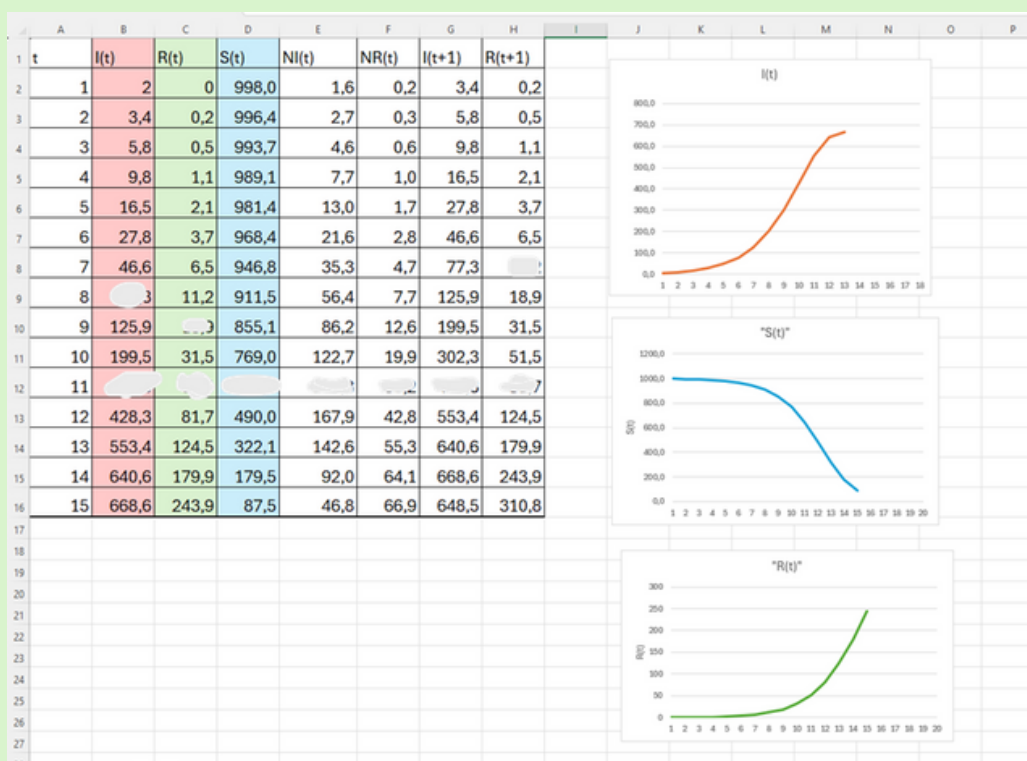
## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA.

### MODELO SI Y SIR

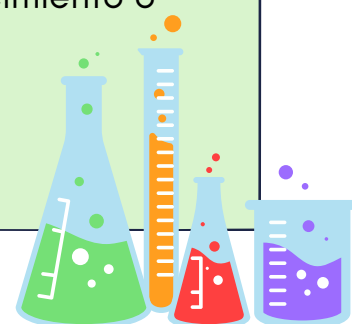
Completa dos filas más en la tabla:

| $t$ | $I_t$                   | $R_t$             | $S_t$ | $NI_t$                                     | $NR_t$                |
|-----|-------------------------|-------------------|-------|--------------------------------------------|-----------------------|
| 1   | 2                       | 0                 | 998   | $2 \cdot 998 \cdot \frac{0,8}{1000} = 1,6$ | $2 \cdot 0,1 = 0,2$   |
| 2   | $2 + 1,6 - 0,2 = 3,4$   | $0 + 0,2 = 0,2$   | 996,4 | $3,4 \cdot 996,4 \cdot 0,0008 = 2,7$       | $3,4 \cdot 0,1 = 0,3$ |
| 3   | $3,4 + 2,7 - 0,3 = 5,8$ | $0,2 + 0,3 = 0,5$ | 993,7 | $5,8 \cdot 993,7 \cdot 0,0008 = 4,6$       | $5,8 \cdot 0,1 = 0,6$ |
|     | $5,8 + 4,6 - 0,6 = 9,8$ | $0,5 + 0,6 = 1,1$ | 989,1 | $9,8 \cdot 989,1 \cdot 0,0008 = 7,8$       | $9,8 \cdot 0,1 = 1$   |
|     |                         |                   |       |                                            |                       |
|     |                         |                   |       |                                            |                       |

Comprueba los resultados obtenidos en la siguiente tabla y completa los datos que faltan:

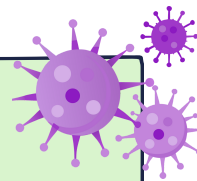


Observa las gráficas de la figura anterior y justifica su crecimiento o decrecimiento basándote en la evolución de la pandemia.



# CONTAGIO

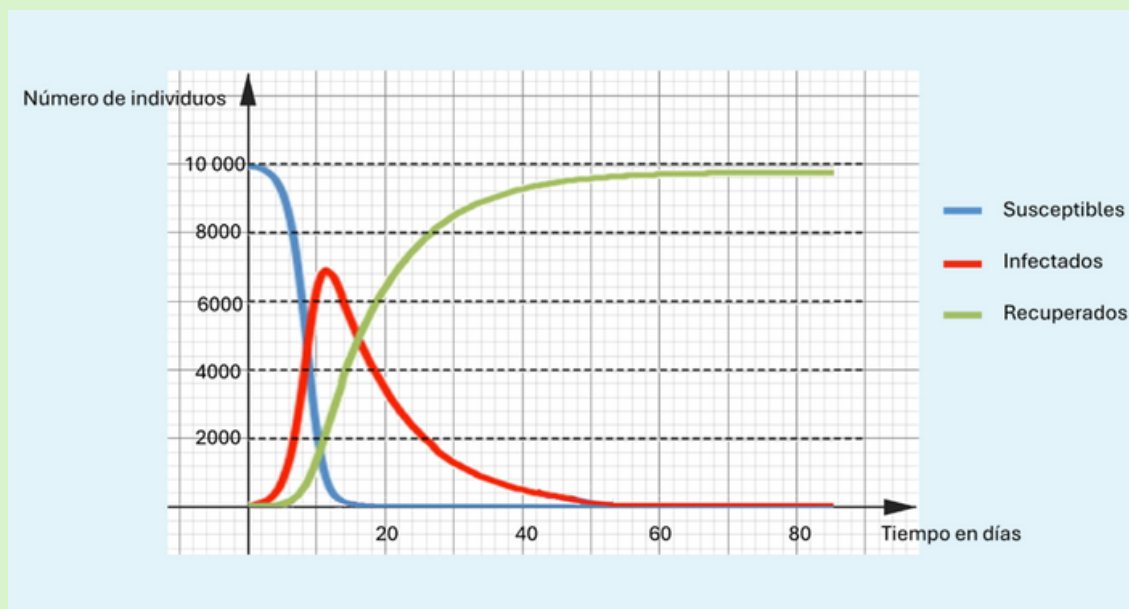
## ACTIVIDAD 1 MATEMÁTICAS: MODELOS MATEMÁTICOS QUE EXPLICAN UNA EPIDEMIA. MODELO SI Y SIR



**B.-** No es fácil obtener de forma sencilla las ecuaciones de las funciones S, I y R.

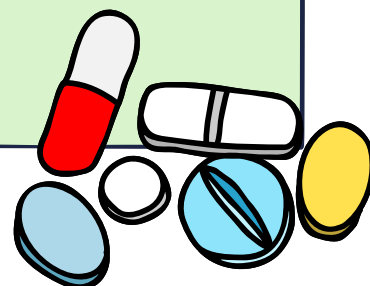
Recurriendo a métodos de aproximación y cálculos por ordenador se puede obtener la forma gráfica de estas funciones.

La siguiente gráfica describe el comportamiento a lo largo de 100 días del número de infectados, susceptibles y recuperados para una población con  $N = 10\,000$ , con un infectado el día  $\beta = 0,1$ ;  $\gamma = 0,01$



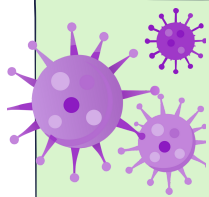
- 1.- ¿Qué representa el pico de I? ¿Qué indica su altura y su anchura?
- 2.- ¿Por qué S baja mientras R sube?
- 3.- ¿Qué ocurriría si  $\beta$  fuera mucho mayor? ¿Y si  $\gamma$  aumentara?
- 4.- ¿Qué condición debería cumplir  $R_0 = \beta/\gamma$  para que la enfermedad no sea una epidemia? Explica por qué.

DOCUMENTO PARA EL ALUMNO



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 2 MATEMÁTICAS: VACUNAS



### Objetivos

- Valorar la importancia del lenguaje y las herramientas matemáticas para plantear y resolver problemas del ámbito científico y en la vida cotidiana..
- Resolver problemas fomentando la creatividad, el sentido crítico y la toma de decisiones.
- Investigar en matemáticas desarrollando la flexibilidad en el razonamiento, fomentando la perseverancia, capacidad de trabajo y abstracción, aprendiendo a trabajar tanto individualmente como en grupo.

### Contenidos

- Sentido espacial

Visualización, razonamiento y modelización geométrica

– Modelos geométricos: representación y explicación de relaciones numéricas y algebraicas en situaciones diversas.

- Sentido algebraico

Modelo matemático:

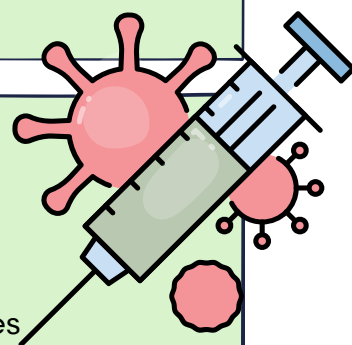
– Estrategias de deducción y análisis de conclusiones razonables de una situación de la vida cotidiana a partir de un modelo.

–Relaciones y funciones: Relaciones cuantitativas en situaciones de la vida cotidiana.

- Sentido socioafectivo

Creencias, actitudes y emociones: Esfuerzo y motivación: reconocimiento de su importancia en el aprendizaje de las matemáticas.

Trabajo en equipo y toma de decisiones: Asunción de responsabilidades y participación activa, optimizando el trabajo en equipo. Estrategias de gestión de conflictos: pedir, dar y gestionar ayuda.



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 2 MATEMÁTICAS: VACUNAS

### Relación con el currículo

Tanto en 4º de ESO como en de Bachillerato puede utilizarse la actividad en los temas de desarrollo del sentido algebraico y espacial.

### Desarrollo de la Actividad

#### Objetivo

Analizar gráficamente la influencia de la vacunación sobre la curva de infección. Aplicar un modelo geométrico eficiente para organizar el espacio de manera equitativa según la cercanía a un punto de interés.

#### Desarrollo

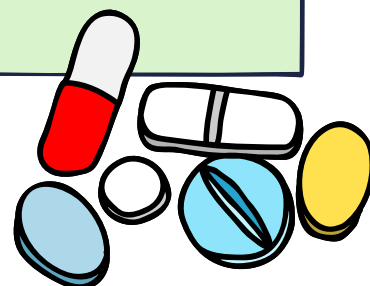
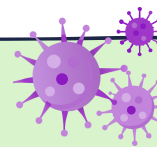
##### 1. Motivación

La película Contagio muestra que, a través de modelos matemáticos, los científicos pueden predecir la propagación del virus y calcular el porcentaje de población que debe vacunarse para lograr la inmunidad colectiva. Además de ayudar en la planificación de la distribución de las dosis y optimizar los recursos disponibles. En conjunto, la película enseña que sin las matemáticas no sería posible diseñar ni aplicar estrategias efectivas de vacunación.

##### 2. Tareas 1 y 2

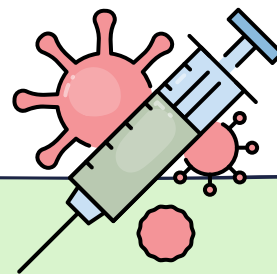
Trabajo en grupos de tres o cuatro alumnos: Los estudiantes trabajarán de manera colaborativa para resolver las cuestiones de las tareas. El docente actuará como un facilitador, observando y ofreciendo apoyo cuando sea necesario.

Puesta en común: Se corrigen las tareas de forma colectiva, reflexionando sobre las soluciones propuestas, las estrategias empleadas y las conclusiones obtenidas.



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 2 MATEMÁTICAS: VACUNAS



### Vacunas

Normalmente las enfermedades que se convierten en epidemias aparecen de forma repentina y no hay vacunas para todos.

Suponemos que:

- Se cumplen todas las condiciones del modelo SIR
- Existe una vacuna para la enfermedad, pero solo se le puede proporcionar a una parte de la población. Llamaremos a la proporción de vacunados de una población
- La vacuna tiene una efectividad del 100%, un individuo vacunado no es susceptible de contagio.

Admitiendo estos supuestos si se produce una vacunación sobre los  $S(t)$  individuos susceptibles que hay en ese momento,  $pS(t)$  pasan a ser recuperados y el resto  $(1 - p)S(t)$  son los realmente susceptibles.

### Tarea 1: Vacunas en un modelo SIR

Consideramos un modelo SIR con estos parámetros:

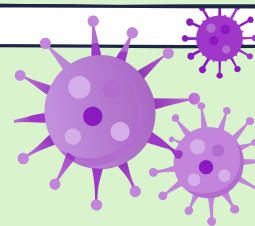
Población total  $N=10\,000$

Tasa de transmisión  $\beta = 0,1$

Tasa de recuperación  $\gamma = 0,01$

Para estos datos  $R_0 = 10$  lo que se traduce en un número muy grande de contagios.

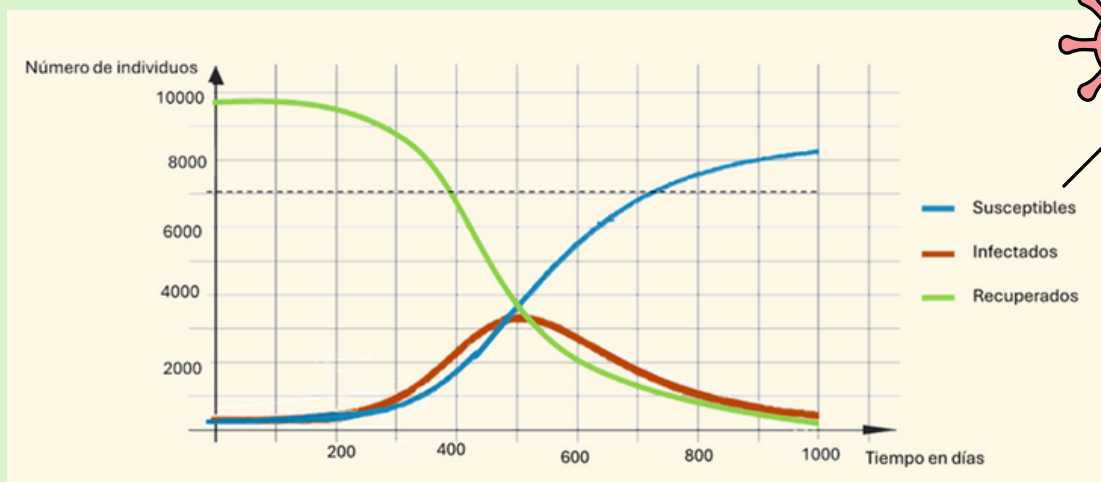
El resultado de este modelo se refleja en esta gráfica:



# CONTAGIO

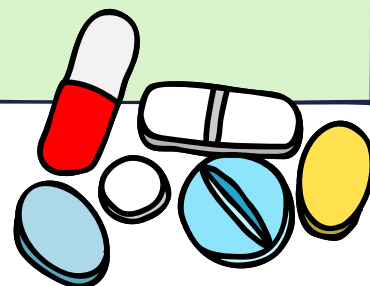
## ACTIVIDAD 2 MATEMÁTICAS: VACUNAS

Si introducimos una campaña de vacunación con  $p = 0,7$  (70% de la población) los resultados son los que se muestran en la siguiente gráfica, donde la línea discontinua indica el nivel máximo de afectados en el modelo SIR, con los mismos parámetros, sin vacunación:



1.- A la vista de las graficas describe el efecto de una campaña de vacunación, indicando como van cambiando el número de susceptibles, infectados y recuperados con el tiempo.

2.- Dibuja una gráfica aproximada del modelo (con los mismos parámetros) para una campaña de vacunación con  $p = 0,3$



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 2: MATEMÁTICAS: VACUNAS

### DIAGRAMAS DE VORONOI

Un diagrama de Voronoi es una partición del plano en regiones, generada a partir de una colección de puntos que representan las semillas o sitios de cada región.

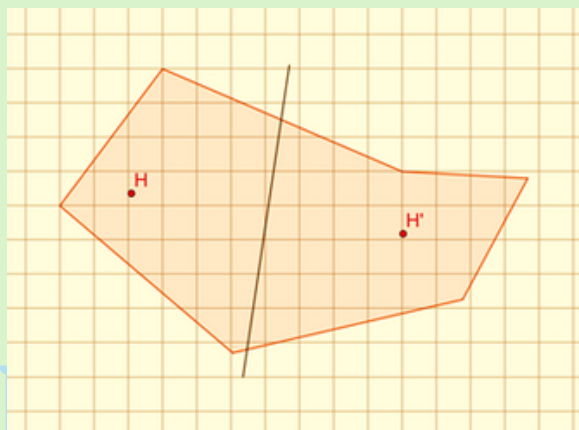
Cada región, llamada celda de Voronoi, contiene todos los puntos que están más cerca de su semilla correspondiente que de cualquier otra semilla.

Los diagramas de Voronoi pueden parecer una herramienta matemática abstracta. Sin embargo, su utilidad va más allá de las matemáticas en campos como la planificación urbanística, la geografía y la biología o la salud pública.

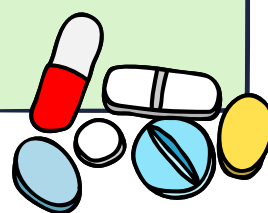
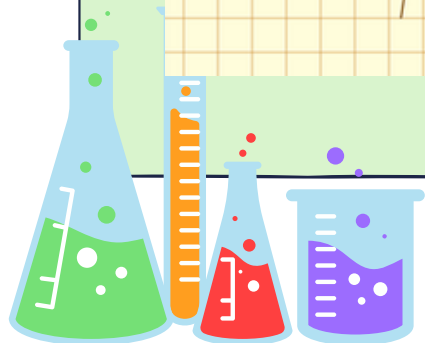
Por ejemplo, si imaginamos una ciudad con varios hospitales, un diagrama de Voronoi puede dividir el mapa en zonas que indican qué hospital queda más cerca de cada punto del plano. Esto es útil para planificar servicios públicos, rutas de ambulancia o saber a qué hospital debería acudir una persona en caso de emergencia.

### Tarea 2 : Diagramas de Voronoi

Si en una ciudad hay dos hospitales y las autoridades sanitarias quieren dividirla en dos zonas de forma que las personas de cada una de ellas acudan al hospital que le queda mas cerca (usando la distancia euclídea, la medida del segmento que une los puntos en línea recta)



Lo que buscan es encontrar los diagramas de Voronoi tomando los dos hospitales (H y H') como semillas. La mediatriz HH' divide la ciudad en dos regiones.



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 2 MATEMÁTICAS: VACUNAS

Dibuja el diagrama de Voronoi de los centros de vacunación señalados en el mapa, dividiendo la ciudad en zonas donde cada persona esté más cerca de su centro que de cualquier otro.

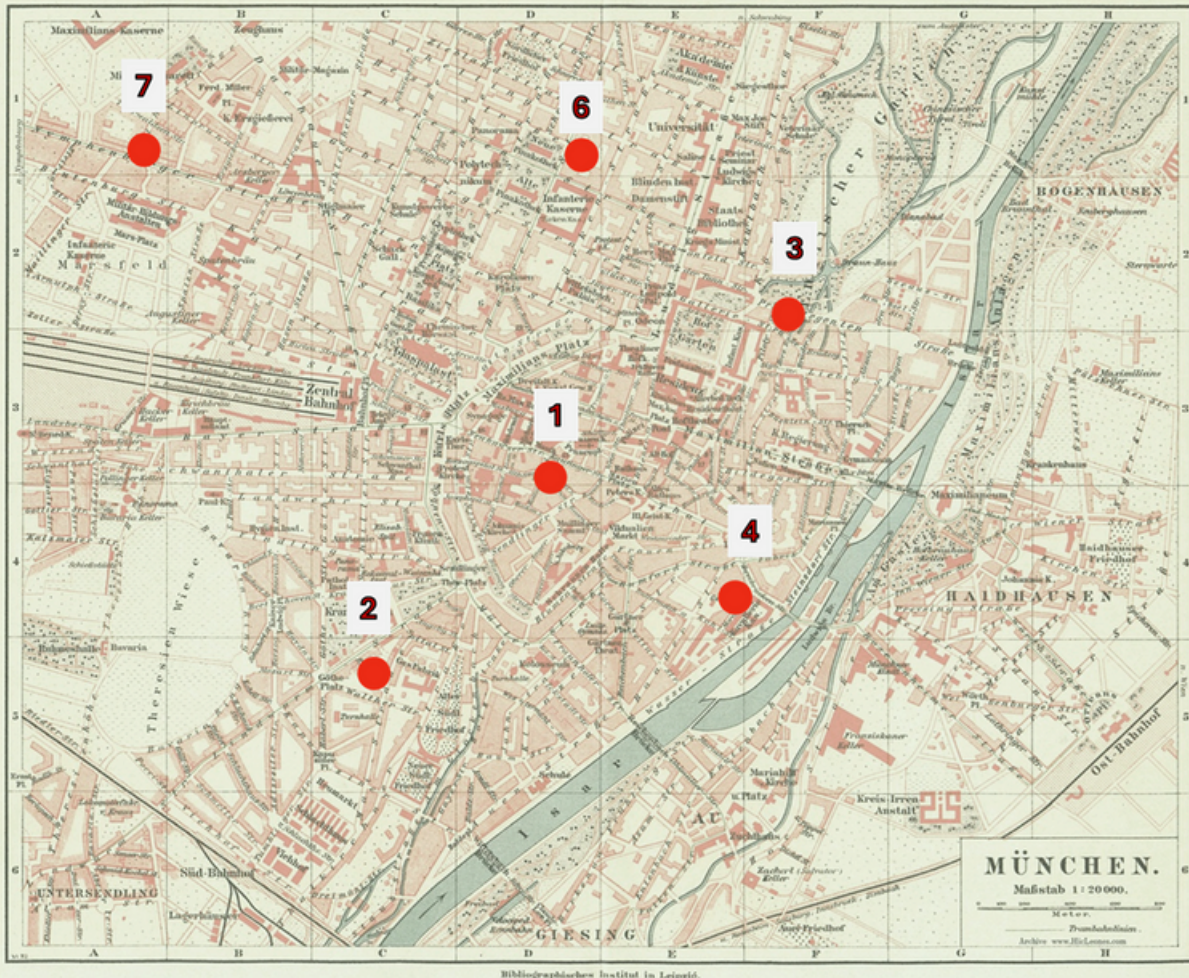
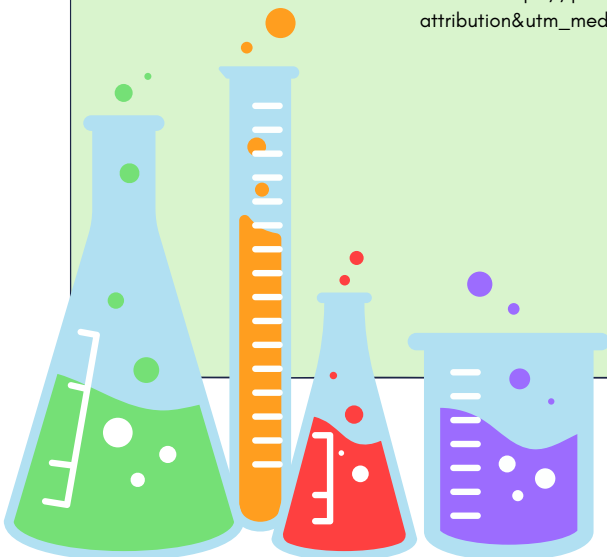
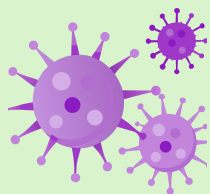


Imagen de [https://pixabay.com/es/users/sthlmsabbe-14870744/?utm\\_source=link-attribution&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=image&utm\\_content=4755691](https://pixabay.com/es/users/sthlmsabbe-14870744/?utm_source=link-attribution&utm_medium=referral&utm_campaign=image&utm_content=4755691) en [https://pixabay.com/es/?utm\\_source=link-attribution&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=image&utm\\_content=4755691](https://pixabay.com/es/?utm_source=link-attribution&utm_medium=referral&utm_campaign=image&utm_content=4755691) Pixabay



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 3 MATEMÁTICAS: OPINIONES VIRALES



### Objetivos

- Valorar la importancia del lenguaje y las herramientas matemáticas para plantear y resolver problemas en la vida cotidiana.
- Resolver problemas fomentando la creatividad, el sentido crítico y la toma de decisiones.
- Investigar en matemáticas desarrollando la flexibilidad en el razonamiento, fomentando la perseverancia, capacidad de trabajo y abstracción, aprendiendo a trabajar tanto individualmente como en grupo.

### Contenidos

- Sentido numérico

Conteo

– Resolución de situaciones y problemas de la vida cotidiana estrategias para el recuento sistemático (diagramas de árbol, técnicas de combinatoria, etc.).

- Sentido espacial

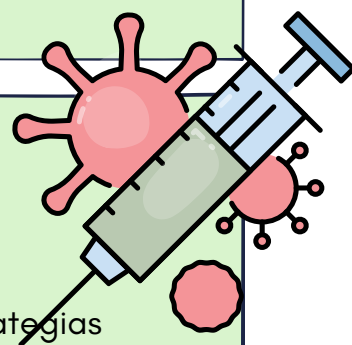
Visualización, razonamiento y modelización geométrica

– Modelos geométricos: representación y explicación de relaciones numéricas y algebraicas en situaciones diversas.

- Sentido socioafectivo

Creencias, actitudes y emociones: Esfuerzo y motivación: reconocimiento de su importancia en el aprendizaje de las matemáticas.

Trabajo en equipo y toma de decisiones: Asunción de responsabilidades y participación activa, optimizando el trabajo en equipo. Estrategias de gestión de conflictos: pedir, dar y gestionar ayuda.



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 3 MATEMÁTICAS: OPINIONES VIRALES

### Relación con el currículo

Tanto en 4º de ESO como en de Bachillerato puede utilizarse la actividad en los temas de desarrollo del sentido numérico.

### Desarrollo de la Actividad

#### Objetivo

Analizar gráficamente la influencia de la vacunación sobre la curva de infección. Aplicar un modelo geométrico eficiente para organizar el espacio de manera equitativa según la cercanía a un punto de interés.

#### Desarrollo

##### 1. Motivación

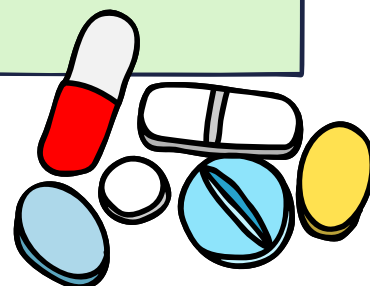
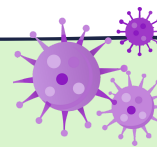
En la película Contagio, el periodista Alan Krumwiede difunde su postura antivacunas en medios y redes, haciendo que parezca que muchos comparten su opinión. La película muestra cómo algunas voces influyentes pueden amplificar ideas minoritarias.

En teoría de grafos, el “espejismo de la mayoría” describe cómo una opinión minoritaria puede parecer dominante en una red, debido a la forma en que se conectan las personas y se propaga la información.

##### 2. Tarea

Trabajo en grupos de tres o cuatro alumnos: Los estudiantes trabajarán de manera colaborativa para resolver las cuestiones de las tareas. El docente actuará como un facilitador, observando y ofreciendo apoyo cuando sea necesario.

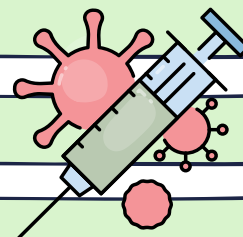
Puesta en común: Se corrigen las tareas de forma colectiva, reflexionando sobre las soluciones propuestas, las estrategias empleadas y las conclusiones obtenidas.



# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 3 MATEMÁTICAS: OPINIONES VIRALES

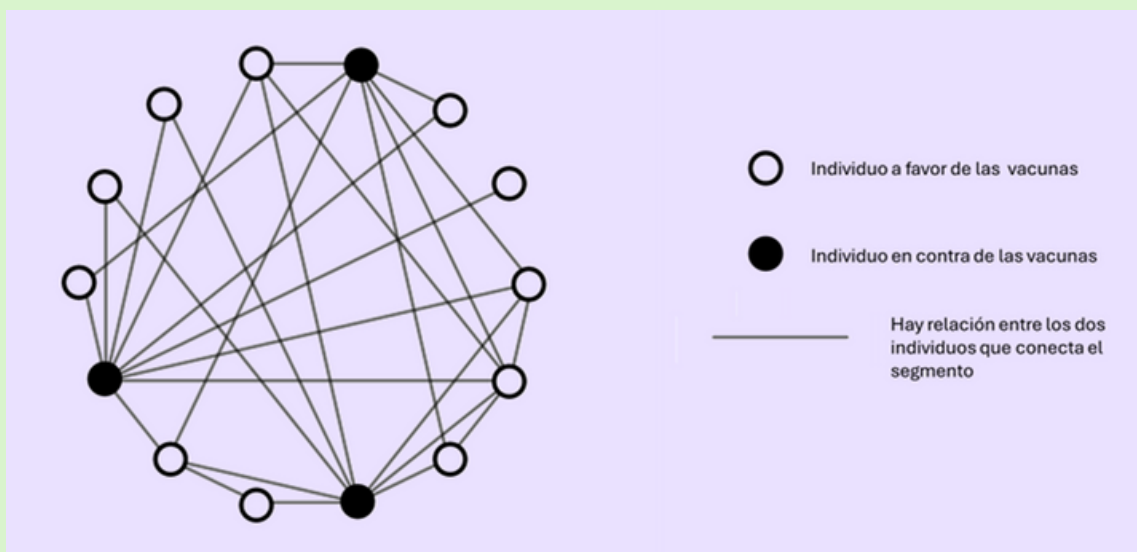
En la película Contagio, el periodista Alan Krumwiede muestra una postura crítica y desconfiada hacia las vacunas y las autoridades sanitarias. A lo largo del filme, utiliza su plataforma para difundir teorías conspirativas y promover supuestos remedios alternativos, presentándose como defensor de la “verdad” frente al poder. Sin embargo, sus acciones contribuyen a sembrar el pánico y la desinformación, mostrando cómo la manipulación mediática puede ser tan peligrosa como el propio virus



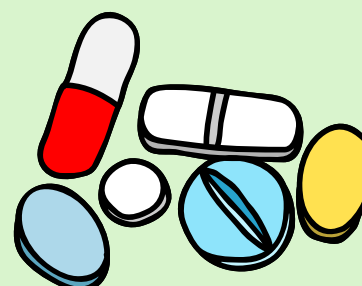
### Tarea: La ilusión de la mayoría

El grafo de la figura representa una red social.

- Los nodos (puntos) representan a las personas que integran esa red social, en color negro los que están en contra de las vacunas y en color blanco los que están a favor.
- Las aristas indican que hay relación entre dos integrantes de la red social.



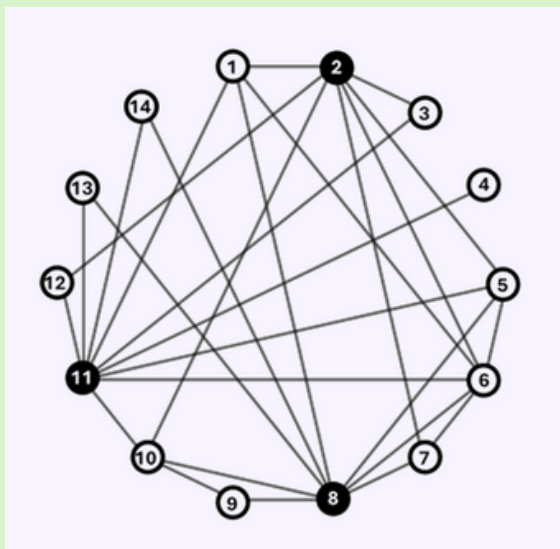
Grafo que representa en los nodos a los individuos de una población y en las aristas a las relaciones entre ellos el color negro indica que no se está a favor de las vacunas y el color blanco indica que si se está a favor. Este grafo ha sido copiado del que aparece en Lerman, K., Yan, X y Wu, X., <<The “Majority Illusion” in Social Networks>>, PloS One, vol.11 (2), 2016, eo147617



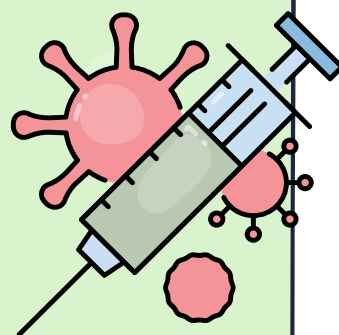
# CONTAGIO

## ACTIVIDAD 3 MATEMÁTICAS: OPINIONES VIRALES

A.- A la vista del grafo de esta red social.



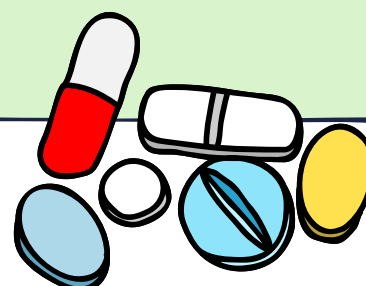
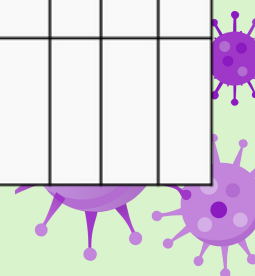
1.- ¿Cuántas personas están a favor de la vacuna?



2.- Completa la tabla:

| Nodo                                                                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| ¿Está a favor de las vacunas?                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| Orden (número de aristas que concurren en el nodo)                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| ¿Es un "influencer"?                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| ¿Cuántas opiniones recibe a favor de la vacuna?                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| ¿Cuántas opiniones recibe en contra de la vacuna?                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| Si confía en las opiniones que recibe, ¿acabará estando a favor de la vacuna? |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |

3.- Redacta una conclusión:



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES QUÍMICA (1 Y 2)

### Objetivos

- Comprender la relación entre concentración, volumen y cantidad de soluto en una disolución.
- Manejar con soltura el concepto de concentración de una disolución en contextos prácticos.
- Manejar material volumétrico con precisión y seguridad.
- Desarrollar pensamiento crítico frente a informaciones pseudocientíficas o no verificadas.
- Reconocer la importancia de la ética y la responsabilidad científica en la investigación y la salud pública.
- Fomentar la colaboración en laboratorio y la correcta comunicación de resultados científicos.

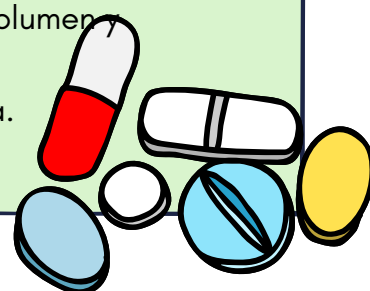
### Contenidos

- Disoluciones: concepto, tipos y componentes.
- Concentración de disoluciones: unidades más comunes.
- Errores experimentales y precisión volumétrica.
- Ciencia y pseudociencia: papel de la evidencia en la toma de decisiones.
- Preparación de disoluciones por dilución a partir de una solución concentrada.
- Uso correcto de material de laboratorio (pipetas, probetas, matraces aforados).
- Elaboración de informes científicos: registro de datos, cálculos y conclusiones.
- Debate sobre la ética del uso de la información científica.
- Valoración de la seguridad en el laboratorio.
- Rigor y honestidad en el tratamiento de los datos.
- Curiosidad científica y sentido crítico ante fenómenos sociales relacionados con la ciencia.

### Relación con el currículo

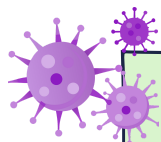
Disoluciones y concentración:

- Determinación de la concentración de disoluciones mediante diferentes unidades.
- Aplicación de las relaciones entre cantidad de soluto, volumen y concentración.
- Preparación de disoluciones de concentración conocida.
- Comprensión del concepto de dilución.



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES QUÍMICA (1 Y 2)



### Desarrollo de la Actividad 1: Problema de disoluciones

**Objetivo principal:** Comprender el proceso de dilución.

#### 1. Introducción (15 minutos)

- Breve proyección o recordatorio del fragmento de Contagio donde el personaje de Jude Law promociona el "Forsythia".
- Pregunta motivadora:
- "¿Qué pasaría si en una crisis sanitaria las personas intentaran fabricar su propio medicamento?"
- Debate inicial sobre información científica, confianza y pensamiento crítico.

#### 2. Desarrollo: Resolución del problema (25-30 minutos)

- Presentar el enunciado: "La fiebre del Forsythia".
- Los alumnos trabajan individual o cooperativamente en la resolución del problema:
- Aplican la ley de dilución.
- Calculan el volumen necesario de disolución concentrada y el disolvente a añadir.
- Responden preguntas sobre errores y consecuencias de errores de concentración.
- Corrección en la pizarra.

#### 3. Puesta en común y discusión (5 minutos)

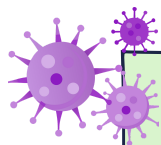
- Cada grupo expone brevemente sus respuestas y reflexiones.

DOCUMENTO PARA EL PROFESOR



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES QUÍMICA (1 Y 2)



### Desarrollo de la Actividad 2: Práctica de laboratorio

**Objetivo principal:** Aprender a preparar disoluciones de concentración conocida en el laboratorio.

#### 1. Introducción (5 minutos)

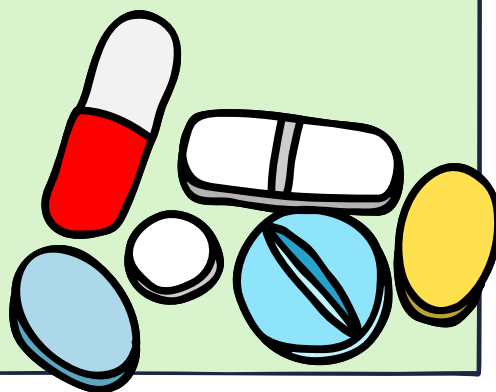
- Se entrega la ficha de trabajo a los alumnos y se explica la práctica de laboratorio.

#### 2. Desarrollo de la práctica (40 minutos)

- Los alumnos simulan la preparación del "Forsythia" usando una disolución inocua de colorante.
- Siguen el guion de práctica (cálculos, pipeteo, enrase, homogeneización).
- Registran resultados, observaciones y posibles errores.

#### 3. Reflexión y cierre

- ¿Por qué es importante medir y calcular antes de actuar, tanto en el laboratorio como en la sociedad?
- Debate ético y científico: Forsythia como símbolo de la pseudociencia.
- Valoración de la actitud en laboratorio, precisión en cálculos y reflexión crítica.



# CONTAGIO

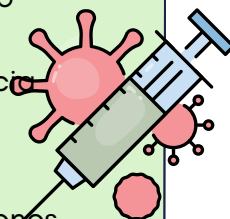
## ACTIVIDADES QUÍMICA (3)

### Introducción

Esta práctica permite comprender, de manera visual y segura, el fenómeno de desnaturalización de proteínas mediante el uso de etanol de distintas concentraciones, comparando su efecto con la desnaturalización térmica del calor. La actividad se enmarca en el bloque de Disoluciones y propiedades de la materia y conecta con el contexto real de la acción desinfectante del alcohol sobre microorganismos y virus.

### Objetivos

- Comprender el concepto de desnaturalización de proteínas y distinguir entre causas químicas y físicas.
- Relacionar la concentración de disoluciones de etanol con su eficacia desinfectante.
- Aplicar el cálculo de disoluciones en porcentaje en volumen (v/v).
- Desarrollar habilidades experimentales básicas: medición de volúmenes, manipulación de reactivos y observación sistemática.
- Valorar la importancia de la evidencia científica frente a creencias populares sobre productos desinfectantes.
- Fomentar el trabajo colaborativo y la comunicación de resultados.

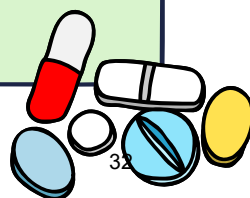
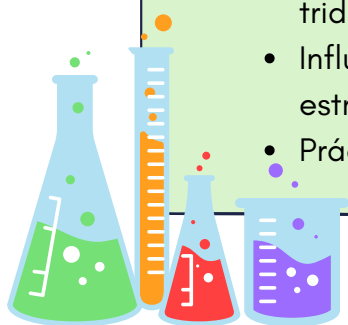


### Contenidos

- Disoluciones: concentración en porcentaje en masa y volumen.
- Propiedades coligativas y composición de disoluciones.
- Enlaces químicos e interacciones intermoleculares.
- Cambios en la estructura de las proteínas.
- El método científico aplicado a fenómenos cotidianos.

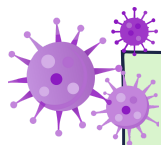
### Relación con el currículo

- Concepto de disolución. Formas de expresar la concentración. Cálculos estequiométricos básicos.
- Propiedades físicas de las disoluciones. Aplicaciones cotidianas y sanitarias.
- Reconocimiento de las proteínas como macromoléculas con estructura tridimensional y su relación con la función.
- Influencia de los factores externos en las reacciones químicas y cambios estructurales.
- Prácticas de laboratorio seguras y sostenibles.



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES QUÍMICA



### Desarrollo de la Actividad 3: Etanol y clara de huevo.

**Objetivo principal:**

**Duración:** 1 sesión de 60-75 minutos.

#### Fase 1: Introducción teórica (10-15 min)

- Breve repaso del concepto de desnaturalización y del papel del etanol como agente desinfectante.
- Debate inicial: ¿por qué se usa etanol al 70 % y no puro?
- Presentación de los cálculos de dilución (% v/v).

#### Fase 2: Preparación de disoluciones (15 min)

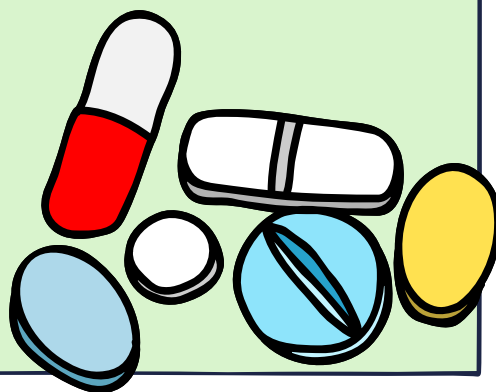
- Cálculo previo: preparación de 40 %, 70 % y 90 % en volumen a partir de etanol de 96 %.
- Demostración por el profesor o trabajo guiado por grupos.

#### Fase 3: Experimento con clara de huevo (30 min)

- Adición de 1 mL de cada disolución de etanol a 2 mL de clara de huevo.
- Observación visual del blanqueamiento (coagulación).
- Control térmico con agua caliente ( $\sim 80^{\circ}\text{C}$ ) para comparar desnaturalización física.
- Registro de tiempo y apariencia.

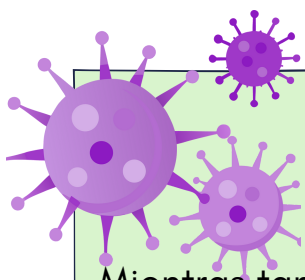
#### Fase 4: Discusión y conclusiones (10-15 min)

- Análisis conjunto de resultados: máxima eficacia a 70 %.
- Reflexión sobre el papel de la ciencia frente a la intuición.
- Relación con la inactivación de virus y la higiene de manos.



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES QUÍMICA



En la película Contagio, una nueva enfermedad se propaga por todo el mundo y las autoridades luchan por encontrar una vacuna.

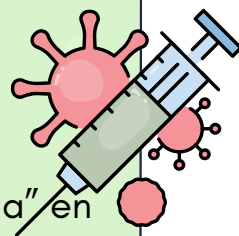
Mientras tanto, un bloguero muy seguido en redes sociales, Alan Krumwiede (Jude Law), asegura que un remedio natural llamado Forsythia puede curar la infección.

Las personas, desesperadas, empiezan a comprarlo en masa. El producto se agota y algunos intentan fabricar o diluir el "Forsythia" en casa, sin ningún control sanitario.

Esto provoca graves consecuencias: intoxicaciones, falsas esperanzas y caos social.

En esta actividad te convertirás en parte del equipo científico del laboratorio, para analizar y preparar correctamente una disolución de Forsythia.

Aprenderás que los cálculos y el método científico no solo sirven para aprobar, sino también para evitar errores peligrosos en la vida real.



### Actividad 1. La fiebre del Forsythia

#### Situación:

Dispones en el laboratorio de una disolución comercial concentrada de Forsythia con una concentración de 250 mg/ml. Debes preparar 3 litros de una disolución diluida con una concentración de 10mg/ml.

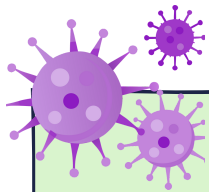
#### Tareas:

1. Calcula el volumen de disolución concentrada necesario para preparar 3 litros de disolución de trabajo.
2. Calcula el volumen de agua destilada que tendrás que añadir para completar el litro.
3. Si solo dispusieras de 3 ml de disolución comercial, ¿podrías preparar los 3 litros de disolución deseados? En caso contrario, ¿qué concentración obtendrías?
4. Explica con tus palabras por qué es peligroso modificar concentraciones de medicamentos sin supervisión científica.
5. ¿Qué enseñanza transmite la película sobre el papel de la ciencia y los rumores?



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES QUÍMICA



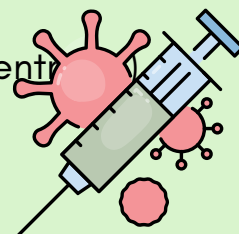
### Actividad 2. Preparación del Forsythia

En el laboratorio simularemos la preparación del “Forsythia” usando un colorante inocuo (por ejemplo, azul de metileno o permanganato potásico), que representará la disolución comercial.

El objetivo es preparar una disolución diluida de concentración conocida aplicando el mismo procedimiento que en el problema anterior.

#### Materiales

- Disolución “comercial” de colorante (Forsythia concentrada).
- Matraz aforado (250 ml).
- Pipeta o bureta.
- Agua destilada.
- Vaso de precipitados y varilla de vidrio.

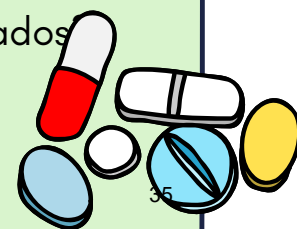


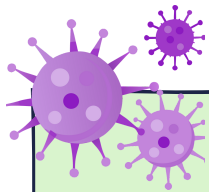
#### Procedimiento

1. Calcula el volumen necesario de la disolución concentrada para obtener la concentración deseada.
2. Mide cuidadosamente ese volumen con una pipeta y viértelo en el matraz aforado.
3. Añade una pequeña cantidad de agua destilada, agita suavemente y enrase hasta la marca del matraz.
4. Homogeneiza la disolución invirtiendo varias veces el matraz.

#### Cuestiones finales

1. Si accidentalmente añades 5 ml de agua de más, ¿Cómo varía la concentración final?
2. ¿Qué medidas puedes tomar para evitar errores en la preparación?
3. ¿Qué mensaje científico transmite Contagio sobre la importancia de la evidencia y la verificación de resultados?





### Actividad 3. Etanol y clara de huevo

El etanol se usa habitualmente como desinfectante, pero ¿sabías que no es más eficaz cuanto más concentrado está?

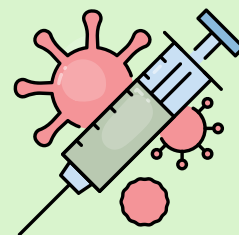
En esta práctica estudiarás cómo distintas disoluciones acuosas de etanol afectan a una proteína visible: la clara de huevo, que se desnaturaliza y se vuelve blanca, como si estuviera cocinada.

También observarás cómo el calor puede producir un efecto similar, pero por un mecanismo diferente.

A través de esta experiencia comprenderás mejor cómo los agentes químicos o físicos pueden inactivar proteínas, como las de las cápsidas de los virus.

#### Materiales

- Etanol 96 % v/v.
- Agua destilada.
- Clara de huevo.
- Tubos de ensayo (6).
- Pipetas o jeringas.
- Baño María (agua caliente,  $\sim 80^{\circ}\text{C}$ ).



#### Procedimiento

1. Prepara 3 disoluciones de etanol:

40 %

70 %

90 %

Deberás hacer los cálculos pertinentes para poder preparar las disoluciones correctamente.

2. Etiqueta los tubos:

Agua fría, Agua caliente, EtOH 40 %, EtOH 70 %, EtOH 90 %.

3. Añade 2 mL de clara de huevo en cada tubo.

4. Añade 1 mL de la solución correspondiente y observa durante 10-15 minutos:

5. ¿Cuándo empieza a blanquear la muestra?

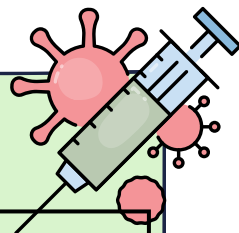
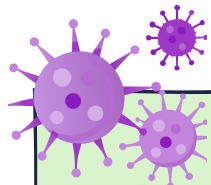
6. ¿En qué grado se coagula la proteína?

7. En el tubo de agua caliente, el profesor añadirá el agua ( $\sim 80^{\circ}\text{C}$ ) para comparar el efecto del calor.



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES QUÍMICA



### Actividad 3. Etanol y clara de huevo

Tabla de observaciones

|              | Inicio del cambio (s) | Tiempo total (s) | Grado de blanqueamiento (0-5) | Observaciones |
|--------------|-----------------------|------------------|-------------------------------|---------------|
| Agua (fría)  |                       |                  |                               |               |
| Agua (80 °C) |                       |                  |                               |               |
| Etanol 40 %  |                       |                  |                               |               |
| Etanol 70 %  |                       |                  |                               |               |
| Etanol 90 %  |                       |                  |                               |               |

#### Cuestiones finales

1. ¿Qué disolución produjo el cambio más visible?
2. ¿Por qué crees que el etanol al 70 % es el más eficaz?
3. ¿Qué diferencia hay entre la desnaturalización química (etanol) y la térmica (calor)?
4. ¿Qué relación existe entre este fenómeno y la desinfección de virus?
5. Explica por qué "más concentración" no siempre significa "más eficacia".

#### Conclusión

El etanol puede desnaturalizar las proteínas, pero necesita cierta proporción de agua para hacerlo eficazmente.

A veces, la ciencia contradice la intuición: un 70 % de alcohol limpia mejor que el puro.



# CONTAGIO

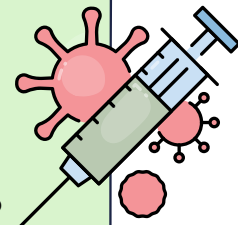
## ACTIVIDADES T.I.C.

### Objetivos

La actividad tiene como finalidad que el alumnado aplique los fundamentos de la programación y la modelización computacional a una situación real y comprensible: la evolución de una pandemia en una población.

A través del lenguaje Python, el alumnado desarrollará un modelo simple del tipo SIR (Sanos, Infectados y Recuperados), analizando la evolución de los datos y representándolos gráficamente.

- Objetivos específicos:
- Comprender cómo la programación permite modelar y simular fenómenos reales.
- Aplicar estructuras secuenciales, condicionales y repetitivas en un contexto práctico.
- Utilizar variables, listas y funciones para organizar el código de forma eficiente.
- Visualizar datos mediante gráficos con la librería matplotlib y analizar resultados.
- Desarrollar habilidades de pensamiento computacional: descomposición, abstracción y modelización.
- Fomentar la capacidad de trabajo autónomo y la resolución de problemas.
- Valorar el papel de la tecnología y la simulación en la comprensión y gestión de fenómenos sociales y científicos.



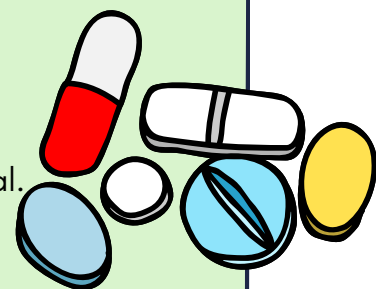
### Contenidos

#### Conceptuales:

1. Principios básicos del modelado computacional de sistemas dinámicos (modelo SIR simplificado).
2. Tipos de datos, variables y estructuras de control en Python.
3. Bucles, condicionales y funciones.
4. Visualización de datos mediante gráficos de líneas.
5. Introducción al pensamiento algorítmico y a la simulación digital.
6. Análisis e interpretación de resultados numéricos y gráficos.

#### Procedimentales:

1. Implementación paso a paso del modelo SIR en Python.
2. Creación y depuración de código en Visual Studio Code o entorno equivalente.
3. Representación gráfica de la evolución temporal de sanos, infectados y recuperados.
4. Experimentación con diferentes parámetros (tasa de contagio, recuperación, población inicial).
5. Comparación de distintos escenarios de simulación y discusión de los resultados.



Actitudinales:

1. Interés por la programación como herramienta de análisis y predicción.
2. Curiosidad científica ante fenómenos complejos modelizables.
3. Rigor en la interpretación de datos.
4. Valoración crítica del papel de la tecnología en la sociedad.
5. Trabajo colaborativo y respeto en el intercambio de ideas y resultados.

## Relación con el currículo

La actividad se enmarca principalmente en las materias de Tecnologías de la Información y la Comunicación I (1º Bachillerato) y Tecnologías de la Información y la Comunicación II (2º Bachillerato), de acuerdo con el Decreto 52/2022, de 22 de septiembre, por el que se establece el currículo de Bachillerato en Castilla y León.

Competencias específicas relacionadas:

TIC I:

- CE1. Comprender y utilizar los principios básicos del hardware y software, aplicando herramientas informáticas y de programación para resolver problemas reales.
- CE3. Aplicar técnicas de programación y estructuras de datos para desarrollar soluciones informáticas.
- CE4. Emplear lenguajes de programación de alto nivel para diseñar, implementar y depurar programas sencillos.
- CE5. Analizar la información obtenida mediante representaciones gráficas y estadísticas para la toma de decisiones.

TIC II:

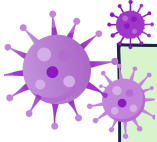
- CE1. Desarrollar aplicaciones informáticas que integren conceptos avanzados de programación y bases de datos.
- CE3. Modelar y simular procesos reales mediante herramientas computacionales.
- CE5. Interpretar los resultados de simulaciones y valorar el papel de la informática en el conocimiento científico.

Competencias clave LOMLOE trabajadas:

- Competencia digital (CD): Uso de Python como herramienta de simulación y análisis.
- Competencia STEM: Aplicación del pensamiento lógico-matemático a un modelo epidemiológico.
- Competencia aprender a aprender (CPAA): Resolución de problemas de forma autónoma y autoevaluación del código.
- Competencia ciudadana (CC): Comprensión de la dimensión social y sanitaria de una pandemia.
- Competencia en comunicación lingüística (CCL): Explicación y argumentación de los resultados obtenidos.

# CONTAGIO

## ACTIVIDADES T.I.C.



### Desarrollo de la Actividad

#### Sesión 1: Introducción y diseño del modelo

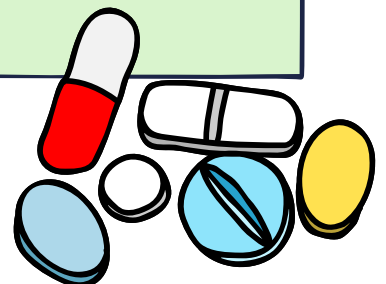
1. Presentación del contexto: qué es un modelo SIR y cómo permite simular una pandemia.
2. Análisis de las variables:
  - S: número de sanos
  - I: número de infectados
  - R: número de recuperados
  - Parámetros: tasa de contagio (beta), tasa de recuperación (gamma).
3. Esquema del algoritmo:
  - Repetir por días → actualizar los valores según las ecuaciones simplificadas.
4. Redacción del pseudocódigo.
5. Inicio del código en Python: declaración de variables y estructura del bucle.

#### Sesión 2: Programación y simulación

- Completar el código con las ecuaciones de evolución:  
$$\text{nuevos\_infectados} = \text{beta} * S * I / N$$
$$\text{nuevos\_recuperados} = \text{gamma} * I$$
$$S -= \text{nuevos\_infectados}$$
$$I += \text{nuevos\_infectados} - \text{nuevos\_recuperados}$$
$$R += \text{nuevos\_recuperados}$$
- Almacenar los resultados en listas para graficarlos.
- Introducir el uso de matplotlib para representar la evolución temporal.
- Ejecutar la simulación y analizar el resultado.
- Modificar los parámetros y observar cómo cambia la curva epidémica.

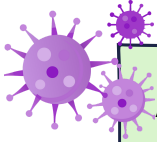
#### Sesión 3: Análisis y reflexión (opcional o ampliación)

1. Comparar diferentes escenarios (por ejemplo, confinamiento o vacunación).
2. Relacionar los resultados con datos reales o con la pandemia de COVID-19.
3. Elaborar una breve presentación o informe con los resultados y conclusiones.
4. Evaluación formativa: comprensión del modelo, corrección del código y reflexión final.



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES T.I.C.



### ACTIVIDAD: MODELIZACIÓN MEDIANTE PYTHON DE LA EVOLUCIÓN DE UNA PANDEMIA TIPO SARS-COV-2

El planteamiento se basa en la aplicación del modelo S.I.R.

Este es un modelo matemático epidemiológico que sirve para predecir cómo se propaga una enfermedad en una población.

S → Susceptibles (Sanos): personas que pueden enfermarse.

I → Infectados: personas que están enfermas y pueden contagiar.

R → Recuperados: personas que ya no se pueden infectar ni contagiar.

La idea principal es clasificar a toda la población en estos tres grupos y estudiar cómo cambian con el tiempo.

El modelo SIR clásico se formula mediante ecuaciones diferenciales ordinarias que describen cómo cambian los grupos de personas con el tiempo  $t$ :

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{S \cdot I}{N}$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta \frac{S \cdot I}{N} - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

$S(t)$ : número de susceptibles (sanos) en el instante  $t$

$I(t)$ : número de infectados

$R(t)$ : número de recuperados

$N=S+I+R$ : población total

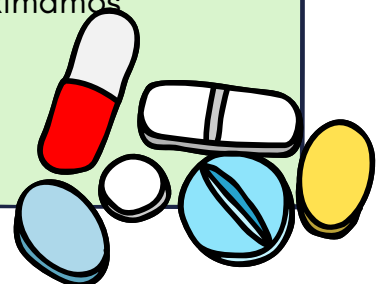
$\beta$ : tasa de contagio

$\gamma$ : tasa de recuperación

Estas ecuaciones no se resuelven directamente con operaciones aritméticas: son ecuaciones diferenciales, es decir, expresan tasas de cambio continuas.

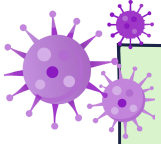
En el caso del planteamiento para los alumnos, podemos simplificar las soluciones de dichas ecuaciones de tal forma que si aproximamos

$$\frac{dS}{dt} \approx \frac{S_{t+1} - S_t}{\Delta t}$$



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES T.I.C.



e  $\Delta t = 1$ , entonces.

$$S_{t+1} = S_t - \beta \frac{S_t \cdot I_t}{N}$$

$$I_{t+1} = I_t + \beta \frac{S_t \cdot I_t}{N} - \gamma I_t$$

$$R_{t+1} = R_t + \gamma I_t$$

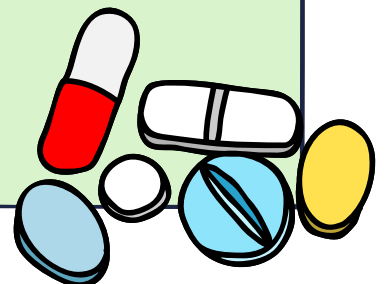
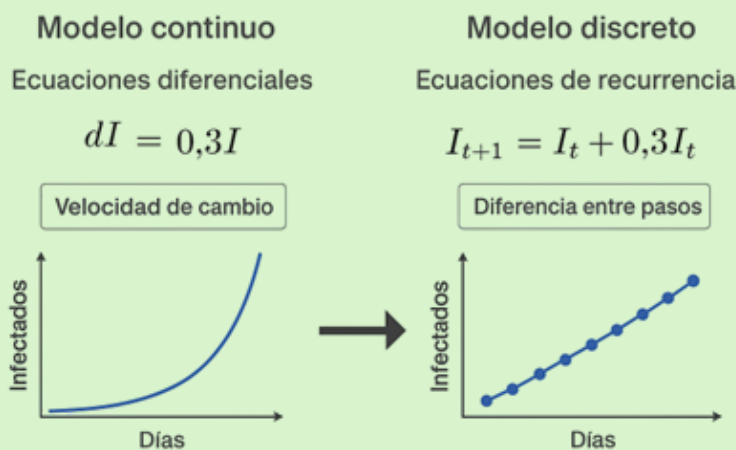
Esto se traduce a Python de tal forma que somos capaces de definir las variables necesarias como simples operaciones algebraicas que nuestros alumnos podrán utilizar para modelizar esta situación.

Por tanto, es posible explicarles que:

*"El modelo matemático completo del contagio se basa en ecuaciones diferenciales, que describen cómo varía el número de sanos, infectados y curados en cada instante.*

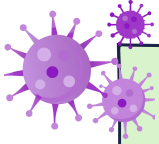
*Pero nosotros lo hemos simplificado para poder entenderlo y simularlo con Python, haciendo los cálculos día a día.*

*Es decir, en lugar de calcular cómo cambian en cada segundo, calculamos cuánto cambian de un día para otro, aplicando las mismas reglas, pero de manera más sencilla."*



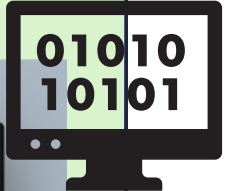
# CONTAGIO

## ACTIVIDADES T.I.C.



De esta forma, los alumnos ven que están programando una aproximación numérica del modelo real, válida para aprender los principios del contagio y del cambio dinámico en poblaciones.

A continuación, se desarrolla el código empleado para realizar la práctica. El código se muestra como una imagen de tal forma que es necesario reescribirlo por completo.



```
# MODELO SIR BASICO CON GRÁFICO
# Inspirado en la película "Contagio (2011)"

import matplotlib.pyplot as plt

# 1. Datos iniciales
# S(t) es el número de susceptibles de contraer la enfermedad (sanos) en el instante t.
# I (t) es el número de infectados
# R (t) es el número de recuperados
poblacion = 42000000
infectados = 10.0
curados = 0.0
sanos = poblacion - infectados - curados

# 2. Parámetros del modelo
tasa_contagio = 0.24 # probabilidad de contagio (Coeficiente beta)
tasa_curacion = 0.1 # probabilidad de curación (Coeficiente gamma)
dias = 365 # duración de la simulación

# 3. Listas para guardar los resultados día a día
lista_sanos = []
lista_infectados = []
lista_curados = []
lista_dias = []

# 4. Bucle de simulación
for dia in range(1, dias + 1):
    nuevos_contagios = tasa_contagio * infectados * (sanos / poblacion)
    nuevos_curados = tasa_curacion * infectados

    sanos -= nuevos_contagios
    infectados += nuevos_contagios - nuevos_curados
    curados += nuevos_curados

    # Guardamos los datos del día
    lista_dias.append(dia)
    lista_sanos.append(sanos)
    lista_infectados.append(infectados)
    lista_curados.append(curados)

    # 3.4 Condición de parada: si hay menos de 0.5 infectados, la epidemia termina
    if infectados < 0.5:
        print(f"\n📌 La epidemia prácticamente ha terminado en el día {dia}.")
        break

# Mostrar resultados redondeados para mayor claridad
print(f"Día {dia:3d} | Sanos: {round(sanos):6.0f} | Infectados: {round(infectados):6.0f} | Curados: {round(curados):6.0f}")

# 5. Comprobación final: ¿se conserva la población total?
total = sanos + infectados + curados
print(f"\nComprobación final → S + I + R = {round(total)} (población inicial = {round(poblacion)})")

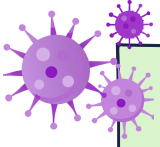
# 6. Gráfico de la evolución
plt.figure(figsize=(8, 5))
plt.plot(lista_dias, lista_sanos, label="Sanos", color="tab:green")
plt.plot(lista_dias, lista_infectados, label="Infectados", color="tab:red")
plt.plot(lista_dias, lista_curados, label="Curados", color="tab:blue")

plt.title("Evolución de la epidemia (modelo SIR)")
plt.xlabel("Días")
plt.ylabel("Número de personas")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```



# CONTAGIO

## ACTIVIDADES T.I.C.



Explicación del código:

### 1. Datos iniciales

```
# 1. Datos iniciales
# S(t) es el número de susceptibles de contraer la enfermedad (sanos) en el instante t.
# I (t) es el número de infectados
# R (t) es el número de recuperados
poblacion = 42000000
infectados = 10.0
curados = 0.0
sanos = poblacion - infectados - curados
```

Aquí se establecen las condiciones iniciales del modelo:

Hay 42 millones de personas en total.

Al comienzo solo 10 están infectadas.

Nadie está curado todavía.

El resto se considera sano (susceptible).

En el modelo SIR, siempre se cumple que

$S + I + R = \text{población total}$ .



```
# 2. Parámetros del modelo
tasa_contagio = 0.24 # probabilidad de contagio (Coeficiente beta)
tasa_curacion = 0.1 # probabilidad de curación (Coeficiente gamma)
dias = 365 # duración de la simulación
```

Estos valores controlan cómo avanza la epidemia:

Tasa\_contagio:  $\beta$  (beta) Probabilidad de que una persona sana se contagie al entrar en contacto con un infectado.

tasa\_curacion:  $\gamma$  (gamma) Probabilidad de que un infectado se recupere cada día.

Dias — Número de días que durará la simulación.

Ejemplo interpretativo:

Una tasa de contagio de 0.24 significa que cada infectado contagia, en promedio, a 0.24 personas por día (si la mayoría está sana).

```
# 3. Listas para guardar los resultados día a día
lista_sanos = []
lista_infectados = []
lista_curados = []
lista_dias = []
```

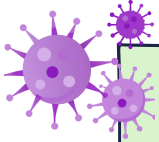


Aquí se crean listas vacías donde se guardarán los datos de cada día.

Esto permite luego representar gráficamente la evolución.

# CONTAGIO

## ACTIVIDADES T.I.C.



```
# 4. Bucle de simulación
for día in range(1, días + 1):
    nuevos_contagios = tasa_contagio * infectados * (sanos / poblacion)
    nuevos_curados = tasa_curacion * infectados

    sanos -= nuevos_contagios
    infectados += nuevos_contagios - nuevos_curados
    curados += nuevos_curados

    # Guardamos los datos del día
    lista_días.append(día)
    lista_sanos.append(sanos)
    lista_infectados.append(infectados)
    lista_curados.append(curados)

    # 3.4 Condición de parada: si hay menos de 0.5 infectados, la epidemia termina
    if infectados < 0.5:
        print(f"\n💡 La epidemia prácticamente ha terminado en el día {día}.")
        break

# Mostrar resultados redondeados para mayor claridad
print(f"Día {día:3d} | Sanos: {round(sanos):6.0f} | Infectados: {round(infectados):6.0f}
| Curados: {round(curados):6.0f}")
```

El programa repite los cálculos día a día.  
En cada vuelta del bucle (cada día):



a) Se calculan los nuevos contagios y curaciones:

- Los nuevos contagios dependen de cuántos infectados hay y cuántas personas sanas quedan.
- Los nuevos curados dependen solo del número de infectados y de la tasa de curación.

b) Se actualizan los tres grupos:

Así se van modificando los valores de un día al siguiente.

c) Se guardan los resultados del día.

d) Se muestra una línea de texto con los resultados diarios:

Esto imprime una tabla ordenada con los valores redondeados para que sea más fácil de leer.

e) Condición de parada:

Cuando el número de infectados es menor de 0.5 (es decir, prácticamente 0), el programa detiene la simulación, ya que la epidemia ha desaparecido.

```
# 5. Comprobación final: ¿se conserva la población total?
total = sanos + infectados + curados
print(f"\nComprobación final → S + I + R = {round(total)} (población inicial =
{round(poblacion)})")
```

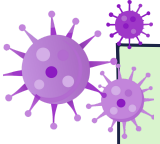


Se comprueba que no se ha "perdido" población en los cálculos (errores de redondeo).

La suma final debe ser prácticamente igual a la población inicial.

# CONTAGIO

## ACTIVIDADES T.I.C.



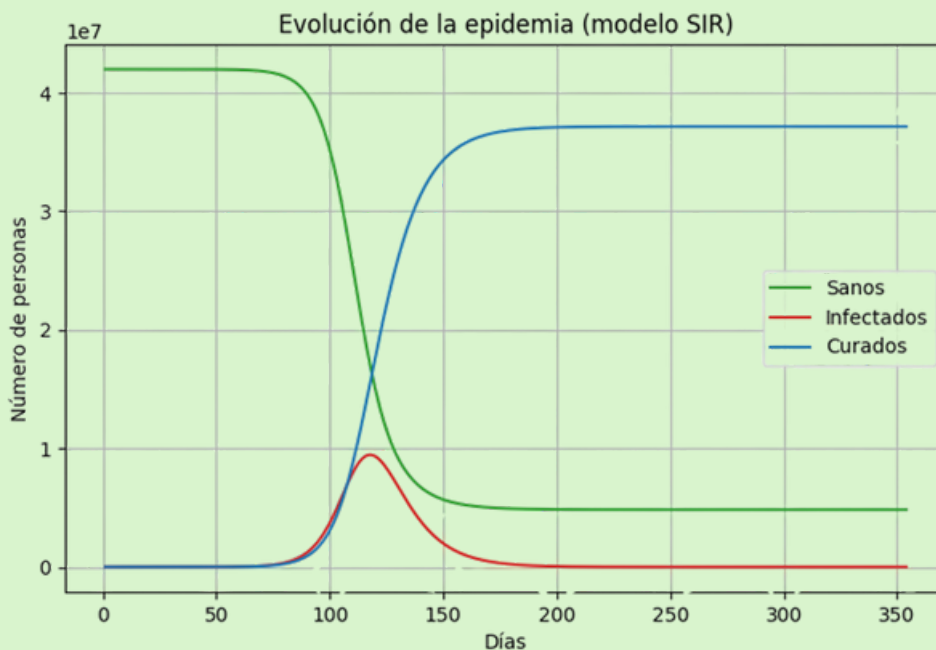
```
# 6. Gráfico de la evolución
plt.figure(figsize=(8, 5))
plt.plot(lista_dias, lista_sanos, label="Sanos", color="tab:green")
plt.plot(lista_dias, lista_infectados, label="Infectados", color="tab:red")
plt.plot(lista_dias, lista_curados, label="Curados", color="tab:blue")

plt.title("Evolución de la epidemia (modelo SIR)")
plt.xlabel("Días")
plt.ylabel("Número de personas")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

Se utiliza Matplotlib, una librería de Python para gráficos, para dibujar las tres curvas:

- Verdes → sanos (que van disminuyendo)
- Rojas → infectados (suben, alcanzan un pico y bajan)
- Azules → curados (aumentan con el tiempo)

El resultado es una gráfica como esta:



Al principio hay pocos infectados → pocos contagios.

Luego aumenta rápidamente → pico de la epidemia.

Finalmente los curados aumentan y los contagios bajan → la epidemia termina.

