



# Proyecto 1 Enero – Marzo 2021

## Pandemia

### 1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha alertado durante la última década que el acceso a la salud es clave en caso de pandemia. Lamentablemente, el acceso a la salud viene altamente condicionado por la clase social del paciente en gran número de países. Esto afecta no sólo sus posibilidades de recuperarse, sino también de ser contagiado. Por ello, se le ha encomendado desarrollar un nuevo modelo epidemiológico que tome estas clases en consideración.

### 2 Requerimientos del programa

Diseñe e implemente un programa que funcione con proceso e hilos, el cual simule las diferentes clases sociales de varios países, y los viajes entre estos países. Suponga que las distribuciones dentro de las clases son uniformes.

#### 2.1 Formato de la entrada

El programa debe correr en la consola de Linux con el comando

```
$ modeloEpidem <archivo de entrada> <archivo de salida> <Nº días>
```

Donde Nº días es la cantidad de días que simulará el programa

#### 2.2 Formato del Archivo de Entrada

```
<Nombre Enfermedad>  
<Duración en días>  
<Tasa de contagio>  
<Mortalidad al no tratarla>  
<País Paciente cero> <Clase social paciente cero (Alta/Media/Baja)> <Día de infección formato aaaa-mm-dd>  
  
<Número n de Regiones>  
<Nombre de Región 1>  
  <Regiones aliadas>  
...  
<Nombres de Región n>
```

Y luego, para cada país hasta el fin del archivo

```
<Nombre País>  
  <Región a la que pertenece>      <viajeros diarios>    <contagiados cierre aeropuertos>  
  <# Población total>              <contagiados cuarentena>  
  <% Clase Alta>                   <Compradores>         <contagiados cierre negocios>  
  <% Clase Media> <% limitaciones $> <% Mercado>           <contagiados clausura mercados>  
  <% Clase Baja>  <% limitaciones $> <# Domésticos>        <contagiados detener transporte>
```

Donde los datos separados por tabuladores son:

- <# Población total> es un entero que da el número de habitantes del país estimado por la ONU al inicio del brote
- <contagiados cuarentena> número de infectados a nivel nacional con el cual se declara cuarentena, deteniendo las infecciones dentro de las clases sociales
- <% Clase Alta/Media/Baja> es el porcentaje (entre 0 y 100) de la población que pertenece a la clase respectiva local, tal y como es definida por la OECD
- <% limitaciones \$> es el porcentaje (entre 0 y 100 redondeado a la décima más cercana) de la población que no puede costear una visita médica, medido por el PGSSC
- <Compradores> creando exposición entre la clase alta y la media
- <% Mercado> es el porcentaje (entre 0 y 100 con 5 decimales en donde sea posible) de la población que frecuenta mercados a cielo abierto, creando exposición mutua entre la clase media y baja
- <# domésticos> es un entero que da el número de trabajadores domésticos, creando exposición mutua entre la clase baja y alta
- <contagiados cierre negocios> número de infectados a nivel nacional con el cual se cierran los negocios no esenciales, deteniendo las infecciones entre la clase alta y media
- <contagiados clausura mercado> número de infectados a nivel nacional con el cual se clausuran los mercados a cielo abierto, deteniendo las infecciones entre la clase media y baja
- <contagiados detener transporte> número de infectados con el cual se detiene el transporte público, deteniendo las infecciones entre la clase baja y alta

Nota: Aunque se ha intentado usar datos reales en la medida de lo posible, no deben usarse como fuente de información para otro proyecto

### 2.3 Formato de Salida

El programa debe imprimir un reporte semanal (cada 7 días simulados) que muestre, claramente etiquetado

- La fecha en la simulación
- El número total de infectados en todos los países (acumulativo)
- El número total de muertos en todos los países
- El número total de infectados activos en ese momento

Adicionalmente, deberá imprimir un “Boletín de última hora” (con la fecha) cuando ocurra cualquiera de los siguientes hitos:

- Un país recibe su paciente cero
- Un país tiene su primer muerto
- Un país se libra de la enfermedad
- Un país entra en cuarentena
- Un país sale de cuarentena
- Un país cierra sus aeropuertos por primera vez
- Un país reabre sus aeropuertos
- Un país cierra sus negocios por primera vez
- Un país reabre sus negocios
- Un país clausura sus mercados por primera vez
- Un país reabre sus mercados
- Un país detiene su transporte público por primera vez
- Un país reactiva su transporte público

Puede tener tantas impresiones intermedias como desee.

## 2.4 Formato del archivo de salida

El archivo de salida debe ser un archivo separado por comas con siguiente formato:

La siguiente línea de texto

Pais, Estrato, Dato, Fecha, Valor

Y luego, para cada país, en cada fecha\*

<nombre país>, Alta, nuevos infectados, <fecha>, <% infectados>  
<nombre país>, Alta, nuevos muertos, <fecha>, <% muertos>  
<nombre país>, Media, nuevos infectados, <fecha>, <% infectados>  
<nombre país>, Media, nuevos muertos, <fecha>, <% muertos>  
<nombre país>, Baja, nuevos infectados, <fecha>, <% infectados>  
<nombre país>, Baja, nuevos muertos, <fecha>, <% muertos>  
<nombre país>, Total, nuevos infectados, <fecha>, <% infectados>  
<nombre país>, Total, nuevos muertos, <fecha>, <% muertos>

Finalmente, para cada fecha

Global, Total, nuevos infectados, <fecha>, <Nº infectados>  
Global, Total, nuevos muertos, <fecha>, <Nº muertos>

\*Puede escoger la frecuencia de escritura en el archivo (no es necesario cada día simulado, puede ser cada semana o cada mes).

## 3 Funcionamiento del Programa

Para iniciar el programa se coloca 1 contagiado en el País del Paciente Cero, en la clase social pertinente, y se fija la fecha de la simulación en el Día de Infección.

### 3.1 Intercambio entre países

Al inicio de cada día simulado, siempre que los aeropuertos estén abiertos, se deben escoger, de cada país, las personas que van a viajar. Si  $n$  es el número de viajeros diarios, se escogen  $0.6n$  viajeros de la clase alta,  $0.3n$  viajeros de la clase media, y  $0.1n$  viajeros de la clase baja. De estos viajeros, debe haber una proporción de contagiados equivalentes a la proporción de contagiados de la clase social a la que pertenecen. Así, por ejemplo, si para el país A  $n=200$ , se requieren 120 viajeros de clase alta (estas personas deben ser restadas de la población para efectos de los cálculos posteriores). Si la proporción de contagiados de clase alta es 10% ese día, 12 de los viajeros estarán contagiados.

La mitad de estos viajeros va a los demás países de su propia región (si los hay). Los demás se distribuyen entre las regiones aliadas

Suponga que estos viajeros se distribuyen de forma equitativa entre las regiones aliadas. Así, si la región a la que pertenece este país tiene dos regiones aliadas, con tres países cada una, cada uno de estos países recibirá 10 viajeros del país A, de los cuales 1 estará contagiado.

El país también debe recibirlos viajeros que llegaron de otros países, sumándolos a sus habitantes de las clases correspondientes, lo cual puede aumentar o disminuir la concentración de contagiados en esa clase.

El país también debe enviar de regreso los viajeros que recibió anteriormente. El viaje promedio dura 2 días, por lo que estos viajeros deben ser los que llegaron 2 días antes.

### 3.2 Intercambio entre clases

También al inicio de cada día, deben escogerse las personas de clase alta que irán de compras, las personas de clase media que irán al mercado, y las personas de clase baja que irán a las labores domésticas. Al igual que con los viajeros, la proporción de contagiados que van debe ser equivalente a la proporción de contagiados de la clase social. Usando el mismo ejemplo, si 20 personas de la clase alta van de compras y el 10% de la clase alta está contagiado, 2 de las personas que van de compras estarán contagiadas. Estas 20 personas se deben restar de la población de clase alta y sumar a la población de clase media para hacer los cálculos del día; es decir, se deben tratar como clase media.

### 3.3 Cálculo de contagio

Para calcular los contagios del día, se multiplica el número de contagiados de cada clase por la **tasa de contagio**. La resta entre el valor anterior y el nuevo da los **nuevos infectados**. Luego debe revisarse para cuántas personas la enfermedad ya ha corrido su curso. Estas personas deben multiplicarse por la tasa de fatalidad, lo cual da el número de **nuevos muertos**, los cuales se deben restar de la población total. La resta entre estos dos valores es el número de **recuperados**. Al restarle esto al número de contagiados, obtenemos el número de **infectados activos**.

Al final del día, deben regresarse todos los que fueron de compras, al mercado, o a las labores domésticas, a sus clases respectivas, volviendo a sumarlas a estas poblaciones. Debe suponer que, de estos “visitantes” se contagió una proporción equivalente a la proporción que se contagió ese día en la clase a la que estaban “visitando”, lo cual puede aumentar o disminuir la concentración de contagiados en su clase originaria. Así, si la tasa de contagio es 2, en la clase alta se habrá contagiado un 10% adicional (ya que eso es lo que duplicaría los contagiados), lo que implica que un 10% adicional de los trabajadores domésticos se habrá contagiado ese día, independientemente de cuántos llegaron contagiados al inicio del día.

Si el número de infectados activos excede uno de los 5 hitos (cierre de aeropuertos, cuarentena, cierre de negocios, clausura de mercados, detención del transporte público), se fija la restricción correspondiente para el día siguiente, y se pasa a la siguiente fecha de la simulación.

### 3.4 Sugerencias

- Cree un proceso hijo para cada región, un proceso nieto para cada país, y un hilo para cada clase social dentro del país. Comunique los hilos por medio de memoria compartida y los procesos por medio de *pipes*. No tienen que usar esta estructura pero deben usar tanto hilos como procesos.
- Cree un formato para el mensaje de comunicación entre procesos el cual se indique la fecha simulada, el número de viajeros, y cuántos de ellos están contagiados.
- Mantenga un “reloj” en cada país con la fecha simulada que permita detectar defaces entre los procesos (por ejemplo, si un mensaje llega con fecha del día anterior), pudiendo así detenerlos hasta que estén sincronizados nuevamente. Puede hacer esta sincronización con señales.
- Pruebe su programa con un país y/o una región para asegurar que esté correctamente simulado.
- Utilice el hilo principal para totalizar la información de los demás hilos
- Utilice los procesos padre como “hubs” que redirijan los mensajes. Así se simplifica la comunicación al sólo tener que hacerla “de padre a hijo” en vez de “de hermano a hermano” o “de primo a primo”

- Guarde dos días de viajeros, puede alternar las variables entre los días (es decir, en vez de un apuntador “ayer” y otro “anteayer”, pueden tener simplemente día 1, día 2, y una tercera variable que indique cuál es actualmente “ayer”, y cuál es actualmente “anteayer”).
- No se puede infectar a más del 100% de una población
- El orden de las líneas en el archivo de salida no importa
- No trate las personas simuladas individualmente, mantenga todo en números como “10 personas” o “10% de esta población”
- Puede guardar a las personas como números enteros o como valores fraccionales (por ejemplo, “0.1 de esta población”); la precisión double debe ser suficientemente precisa y simplificará algunos cálculos, así como la impresión del archivo de salida. Sin embargo, al transmitir valores entre países, siempre es mejor usar números enteros (“10 personas”) ya que el 1% de la población de China, no es lo mismo que el 1% de la población de Uganda, por lo que su equipo puede preferir manejar todo con valores enteros. Aún así, el 10% de 10 viajeros, será igual para cualquier país que reciba el mensaje.
- Recuerde que China tiene más de mil millones de personas, y la variable que almacene la población debe poder retener este valor

## 4 Requerimientos de la entrega

Debe entregar un archivo comprimido que contenga:

- Sus archivos .c
- Sus archivos .h
- Su Makefile, el cual debe generar su programa con tan solo el comando make
- Su informe

Todos sus códigos deben estar debidamente documentados.

### 4.1 Informe

Debe entregar un informe que contenga

- Introducción y estructura del informe
- Decisiones de diseño y de implementación
- Resultados y observaciones sobre las impresiones de hitos al ejecutar con 365 días
- Conclusiones y lecciones aprendidas

Para la sección de resultados, tome el archivo de salida e impórtelo como csv en Microsoft Excel, Google Sheets, u otro software similar, y filtre por “Global”. Grafique el resultado en un gráfico de líneas donde el eje x sea la fecha y el eje y sea el número de personas y discuta el resultado.

Luego filtre por dos países que le hayan llamado la atención y genere las gráficas correspondientes. Indique por qué escogieron esos países.

Finalmente, modifique los hitos para estos dos países y vuelva a ejecutar el programa. Coloque las gráficas resultantes correspondientes a lo anterior e indique si obtuvo el resultado deseado.

## 5 Evaluación

El proyecto tiene una ponderación de 15 puntos. Se asignarán

- 6 puntos por código
  - 1 punto por su implementación de procesos
  - 1 punto por su Implementación de Hilos
  - 1 punto por su Comunicación entre procesos
  - 1 punto por su Comunicación entre Hilos
  - 1 punto por su Sincronización
  - 0,5 punto por su Lectura del archivo
  - 0,5 por su documentación de funciones y variables
- 4 puntos por ejecución
  - 2 puntos por Imprimir los hitos
  - 2 puntos por el archivo de salida
- 5 puntos por el informe
  - 1 punto por cada sección excepto resultados, la cual vale 2 puntos

El programa debe correr sin errores.