

# Investigación

Nombre: David Egas

Desarrollo

## Entornos de soporte al desarrollo de simulaciones: Simpy - Parte 1

### 1. Instalación de Simpy

Existen diversas alternativas para instalar **simpy** (no confundir con *sympy*), sin embargo, en esta subsección mostraremos cómo hacerlo.

#### 1.1. Pasos a seguir:

En virtud de que **simpy** requiere la versión 3.7 de Python, llevaremos a cabo el proceso para instalar dicha versión:

1. Creamos el entorno virtual llamado "simulacion" con la versión 3.7 de Python:

```
conda activate
```

2. Installamos **simpy** en el entorno creado:

```
pip3 install -U simpy
```

Si la instalación ha sido exitosa, podremos ejecutar el siguiente código sin inconvenientes:

```
In [1]: import simpy

# Definimos un reloj:
def reloj(env, nombre, tiempo):
    while True:
        print(nombre, ">", env.now)
        yield env.timeout(tiempo) # Pasamos el control al programa principal

env=simpy.Environment() # Creamos un entorno de simulación
env.process(reloj(env, 'R. Rapido',0.25)) # Ejecutamos un "reloj" rapido (timer) en el en
env.process(reloj(env, 'R. Lento',0.5)) # Ejecutamos un "reloj" Lento (timer) en el entor

env.run(until=2.1) # Ejecutamos Los procesos 2 unidades de tiempo

R. Rapido > 0
R. Lento > 0
R. Rapido > 0.25
R. Lento > 0.5
R. Rapido > 0.5
R. Rapido > 0.75
R. Lento > 1.0
R. Rapido > 1.0
```

```
R. Rapido > 1.25
R. Lento > 1.5
R. Rapido > 1.5
R. Rapido > 1.75
R. Lento > 2.0
R. Rapido > 2.0
```

## 2. Ejemplo del negocio de lavado de autos [5]

Este ejemplo permite simular un negocio de lavado de automóviles. De igual forma, es importante destacar que este ejemplo aborda los siguientes puntos:

- Estados de espera por otros procesos
- Recursos: clase **Resource**

### 2.1. Características del sistema real a simular

Es importante observar que el negocio de lavado de autos tiene características propias a su naturaleza. A continuación establecemos dichas peculiaridades a tener en mente en el momento de llevar a cabo la simulación:

- El negocio tiene un número limitado de máquinas de lavado.
- Se puede recibir un cierto número de vehículos para ser lavados, de los cuáles los que no estén siendo procesados tendrán que esperar.
- Una vez que un vehículo entra a la máquina, debe ser lavado y solo al finalizar la limpieza podrá salir de la misma, dejando un espacio libre a otro vehículo.

### 2.2. Desarrollo de la simulación

A continuación procedemos a desarrollar la simulación.

Como primer paso, importamos las librerías necesarias y establecemos los parámetros requeridos:

- Variables de interés
- Tiempo de simulación
- Parámetros de inicialización (número de máquinas, tiempo de lavado, intervalo de llegada de vehículos).

In [2]:

```
import simpy
import random

# Maximo de vehiculos que puede recibir el negocio
MAX_VEHICULOS = 57
# Total de maquinas de lavado con que cuenta el negocio
NUM_MQUINAS = 3
# Tiempo que tarda en lavarse un vehiculo (minutos)
TIEMPO_LAVADO = 7
# Intervalo de tiempo en que llegan vehiculos (minutos)
INTERVALO_LLEGADA = 9
# Tiempo de simulación
TIEMPO_SIMULACION = 23
```

```

class Lavanderia(object):

    def __init__(self, environment, num_maquinas, tiempo_lavado):
        # Guardamos como variable el entorno de ejecucion
        self.env=environment
        # Creamos el recurso que representa Las maquinas
        self.maquinas = simpy.Resource(environment, num_maquinas)
        # Variable para el tiempo de lavado
        self.tiempo_lavado = tiempo_lavado

    def lavar_vehiculo(self, vehiculo):
        # Este metodo representa el proceso de lavado del vehiculo.
        # Se ingresa el vehiculo y se lava

        # Simulamos el tiempo que tarda en lavarse el vehiculo
        # Es importante notar que la instruccion "yield" es distinta de "sleep"
        # ya que esta ultima bloquea el hilo de ejecucion durante 't' unidades de tiempo,
        # mientras que 'yield' no bloquea el hilo de ejecucion, solo lo suspende mientras
        # el evento de 'lavado' se realice
        yield self.env.timeout(TIEMPO_LAVADO)

        # Simulamos que se ha limpiado parte (%) de la suciedad del vehiculo
        # Para el % generamos un entero entre 30 y 90
        print('Removido {0d%} suciedad vehiculo => %s ' \
              % (random.randint(30,90), vehiculo))

def llegada_vehiculo(env, nombre, lavanderia):
    # Usamos el reloj de la simulacion (env.now()) para indicar a la
    # hora que llega el vehiculo con el nombre pasado como parametro
    print('Llega vehiculo: %s a la hora %.2f.' % (nombre, env.now))

    # Especificamos que vamos a usar un recurso (Resource) que representa
    # la maquina de lavado
    with lavanderia.maquinas.request() as maquina:
        # Ocupamos la maquina de lavado
        yield maquina
        # Indicamos que vehiculo entra a la lavanderia
        print('Entra vehiculo a lavarse: %s a la hora %.2f.' % (nombre, env.now))
        # Procesamos la operacion de lavado
        yield env.process(lavanderia.lavar_vehiculo(nombre))
        # Una vez que termina la llamada con 'yield', se indica que se ha lavado el vehiculo
        print('Vehiculo [%s] lavado a las %.2f.' % (nombre, env.now))

def ejecutar_simulacion(env, num_maquinas, tiempo_lavado, intervalo):
    lavanderia=Lavanderia(env, num_maquinas, tiempo_lavado)
    # Creamos 5 llegadas de vehiculos iniciales
    for i in range(5):
        env.process(llegada_vehiculo(env, 'Vehiculo-%d'%(i+1),lavanderia))

    # Ejecutamos la simulacion
    while True:
        yield env.timeout(random.randint(intervalo-2, intervalo+2)) # Generar un random
        i+=1
        # Mientras se lavan los vehiculos generamos mas vehiculos
        env.process(llegada_vehiculo(env, 'Vehiculo-%d'%(i+1),lavanderia))

print('Lavanderia UPS')

# Creamos el entorno de simulacion

```

```

env=simpy.Environment()
env.process(ejecutar_simulacion(env, NUM_MAQUINAS, TIEMPO_LAVADO, INTERVALO_LLEGADA))

# Ejecutamos el proceso durante el tiempo de simulacion
env.run(until = TIEMPO_SIMULACION)

```

```

Lavanderia UPS
Llega vehiculo: Vehiculo-1 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-2 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-3 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-4 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-5 a la hora 0.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-1 a la hora 0.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-2 a la hora 0.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-3 a la hora 0.00.
Removido {53%} suciedad vehiculo => Vehiculo-1
Removido {63%} suciedad vehiculo => Vehiculo-2
Removido {88%} suciedad vehiculo => Vehiculo-3
Vehiculo [Vehiculo-1] lavado a las 7.00.
Vehiculo [Vehiculo-2] lavado a las 7.00.
Vehiculo [Vehiculo-3] lavado a las 7.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-4 a la hora 7.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-5 a la hora 7.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-6 a la hora 9.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-6 a la hora 9.00.
Removido {30%} suciedad vehiculo => Vehiculo-4
Removido {34%} suciedad vehiculo => Vehiculo-5
Vehiculo [Vehiculo-4] lavado a las 14.00.
Vehiculo [Vehiculo-5] lavado a las 14.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-7 a la hora 16.00.
Removido {67%} suciedad vehiculo => Vehiculo-6
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-7 a la hora 16.00.
Vehiculo [Vehiculo-6] lavado a las 16.00.

```

## Práctica - SimPy

- Investigar el proceso de atención de un paciente diagnosticado con COVID-19, además de tiempos de atención, recursos necesarios y tipos de pacientes.
- Investigar en cada una de las provincias asignadas el número de hospitales, camas, respiradores y personal médico, limpieza y enfermería.
- Finalmente el costo de atender a un paciente con COVID-19 y medicamentos.

### 1. Investigar el proceso de atención de un paciente diagnosticado con COVID-19, además de tiempos de atención, recursos necesarios y tipos de pacientes.

EL Ministerio de Salud Pública recomienda los siguientes aspectos para el manejo inicial de pacientes con COVID-19.

El personal de salud y el personal de apoyo que este asignado al paciente deberá aplicar precauciones estándar y precauciones de acuerdo a las vías de transmisión en todo momento durante el manejo del paciente.

El personal de salud que brinde la atención debe cumplir con las normas y protocolos para manejo de pacientes críticos, en base a su evolución clínica y de las complicaciones que puedan aparecer en el

paciente.

No existe tratamiento específico ni vacuna para coronavirus, por lo que, todo caso debe ser manejado para lo cual se requiere cumplir con las siguientes recomendaciones:

- Activación del Comité Técnico de Prevención y Control de Infecciones del establecimiento de salud para aplicar medidas de contención.
- Monitoreo y registro continuo de constantes vitales (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura y tensión arterial).
- Administración de líquidos intravenosos para mantenimiento del equilibrio hidroelectrolítico y balance hídrico.
- Mantenimiento de niveles adecuados de oxígeno y presión arterial.
- Administración de antipiréticos. No administrar ASA, antiinflamatorios no esteroideos (AINES).
- Tratamiento de otras infecciones y/o complicaciones según se presenten.

#### Recursos Biomédicos:

1. Equipos, monitores, limpiar con mopa humedecida con alcohol al 70 %.
2. En caso de utilización de silla de ruedas, limpiar con mopa húmeda con agua oxigenada si tiene residuo de sangre o fluidos, secar y luego pasar mopa húmeda con alcohol al 70 % esperar que seque y guardar, de lo contrario únicamente pase una mopa húmeda con alcohol al 70 %.
3. Camilla lavar con agua oxigenada si tiene residuos de sangre o fluidos, luego limpiar con mopa humedecida de alcohol al 70 %, colchoneta lavar con detergente hospitalario secar, luego pasar mopa húmeda con alcohol al 70 %, esperar que seque y armar la camilla, de lo contrario únicamente pasar la mopa de alcohol al 70 % la camilla y la colchoneta secar.
4. Gavetas, casilleros, limpieza con mopa humedecida con detergente hospitalario y luego con alcohol al 70%.
5. Muebles, si tuviere, limpieza con mopa humedecida con detergente hospitalario y luego con alcohol al 70%.
6. Soportes de suero, limpiar con mopa humedecida de alcohol al 70 %,.
7. La toma de oxígeno, limpiar con mopa humedecida de alcohol al 70 %, mantener el humidificador lavado y listo para ser utilizado, jamás se debe mantener lleno de agua destilada.
8. Si la ambulancia utiliza una cobija, ésta se deberá almacenada en una bolsa roja, etiquetarla y entregar para su esterilización.
9. En caso de utilizar BVM, maleta o botiquín, termómetro, oxímetro de pulso, fonendoscopio, kit de laringoscopia, set de diagnóstico, entre otros equipos utilizados durante el traslado, se realizará el proceso de limpieza y desinfección según el manual de bioseguridad para los establecimientos de salud.
10. En el caso de existir manchas de sangre y fluidos, cubrir con papel absorbente, recoger y colocar en funda roja. Una vez impregnado el fluido limpiar con alcohol al 70 % dejar actuar de 10 a 15 minutos y limpiar el residuo con papel absorbente, colocar en la funda roja y proceder a realizar la limpieza y desinfección con el apoyo del personal de limpieza del hospital receptor del paciente.

Los tipos de paciente son:

- Pacientes Sospechosos: Pacientes con infección respiratoria aguda grave y wue requieren hospitalización, Paciente con enfermedad respiratoria aguda leve y que no requiere hospitalización.
- Paciente Probable: Un caso sospechoso a quien realizaron pruebas para coronavirus (COVID-19) y no es concluyente el resultado de la prueba.
- Paciente Confirmado: Caso sospechoso con confirmación de laboratorio de coronavirus (COVID-19), independientemente de los signos y síntomas clínicos.

## **2. Investigar en cada una de las provincias asignadas el numero de hospitales, camas, respiradores y personal medico, limpieza y enfermeria.**

En el Hospital se ingresan a los pacientes con sospecha de Covid-19 y les toman las muestras cuyos resultados llegan a los tres días posteriores. Aún si salen negativas, los enfermos se quedan ocho días en observación para descartar completamente que se trate de un caso positivo y se aplica el protocolo con cerco epidemiológico, según el director provincial del IESS.

Tungurahua cuenta con el Hospital General Docente Ambato (HGDA), para la atencion de pacientes con posibles sintomas de COVID-19, el HGDA cuenta con 120 camas disponibles, se adecuó el quinto piso exclusivamente para pacientes contagiados de Covid-19 y cuentan con una carpa para la atención exclusiva de pacientes con temas respiratorios.

En Ambato hay una capacidad instalada para atender a 24 pacientes con Covid-19 en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), tanto en el Hospital General Docente como en el Hospital del IESS. El Hospital Ambato cuenta con 18 camas con sus respectivos respiradores en la UCI, de las cuales 15 están ocupadas, mientras que el IESS tiene seis camas en la UCI y cinco ya están con pacientes.

## **3. Finalmente el costo de atender a un paciente con COVID-19 y medicamentos.**

Los costos de médicos en Ecuador se determinan básicamente por la oferta de doctores y demanda de pacientes. En la actualidad, los precios han variado de manera drástica por la situación sanitaria que vive el país debido a la pandemia Covid-19.

Según el boletín de precios al consumidor del año 2020, emitido por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), los productos con mayor incidencia a la variación mensual de inflación en la división de Salud son: gastos en hospitalización con 0,53%; consulta médico especialista 0,11%; medicamentos para el sistema nervioso 0,73% y consulta médico general 0,38%.

La hospitalización de un paciente por covid se ha disparado llegando a estar entre los 50000y70000 dolares, precios que han tenido que cancelar pacientes con bajos recursos económicos y que han sido de malestar general para la población.

## Referencias

- [1] Matloff, N. (2008). Introduction to Discrete-Event Simulation and the SimPy Language.
- [2] Team Simpy (2017). SimPy Documentation, Release 3.0.10, 2017. URL:  
<https://media.readthedocs.org/pdf/simpy/latest/simpy.pdf>