

## Trabajo Final Integrador

### Simulación de campaña de vacunación.

#### Contexto.

Un centro regional organiza una campaña de vacunación contra una enfermedad respiratoria (ej. COVID-19).

La población objetivo es de todos los habitantes de la ciudad de Concordia. Para ordenar la afluencia, a cada persona se le asigna **un día de la semana** para concurrir en función de la **última cifra** de su número de documento.

El centro tiene un número variable de **puestos de vacunación** (cabinas), atiende un número de horas por día y dispone de un cierto ritmo operacional por puesto.

Hay además factores logísticos: tasa de asistencia, disponibilidad diaria de dosis, posibilidad de dosis de refuerzo (dos dosis), y limitaciones de horario/recursos.

Diseñe y analice un **modelo dinámico discreto en tiempo** que permita responder si, con la configuración actual de puestos, es posible vacunar a toda la población, en cuánto tiempo y estimar el costo de incorporar más puestos de vacunación (cabinas).

#### Consideraciones:

1. Se dispone de 5 cabinas para vacunación.
2. No hay límites en la cola de espera, excepto el definido por el horario de atención (08:00 a 18:00hs).
3. En promedio, llegan al centro de vacunación 30 personas por minuto.
4. El tiempo promedio empleado en cada cabina para vacunación es de 3 minutos.
5. Cuando una persona decide no esperar por la vacuna, solicita una reprogramación (ocurre en el 20% de los asistentes).
6. Se dispone de la siguiente información:

| Concepto                 | Valor estimado (\$) |
|--------------------------|---------------------|
| Costo fijo por cabina    | 55.000 / día        |
| Costo por dosis          | 2.000 / día         |
| Costo por reprogramación | 300 / persona       |

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Costo por cabina adicional | 150.000 (por única vez) |
| Costo por espera           | 3 / minutos / persona   |

Estimar los costos asociados a los siguientes ítems:

- Costo acumulado por día
- Costo por persona vacunada
- Costo por escenario
- Comparación de eficiencia costo/tiempo entre escenarios

**Tareas:**

1. **Programar una simulación** que implemente el modelo y permita variar parámetros.
2. **Experimentos/escenarios** a comparar (mínimo):
  - Escenario base con parámetros por defecto.
  - Variar número de puestos de vacunación.
  - Diferentes tasas de asistencia (ej. 60%, 80%, 95%).
  - Escenario acelerado.
3. **Salidas requeridas:**
  - Tiempo (en días y semanas) hasta vacunar al 70%, 80% y 100% de la población según cada escenario.
  - Gráficas: vacunados acumulados vs. tiempo, cola acumulada vs. tiempo, ocupación diaria de puestos y otros gráficos a criterio del alumno.
  - Tabla/resumen con parámetros y tiempo final para cada escenario.
  - Tabla/resumen con análisis de los cotos por cada escenario.
  - Breve discusión de limitaciones y recomendaciones operativas (p. ej., cuántos puestos son necesarios para terminar en X semanas).

**Preguntas:**

1. Tiempo (en días y semanas) hasta vacunar al 70%, 80% y 100% (fijar número) de la población según cada escenario.
2. Breve discusión de limitaciones y recomendaciones operativas (p. ej., cuántos puestos son necesarios para terminar en X semanas).
3. Estadísticas de cola: Tiempo máximo, mínimo, Longitud máxima, mínima, Tasa de abandono, Tiempo promedio de espera.

4. Estadísticas de servicio: Tiempo promedio de vacunación, Tiempo máximo, mínimo.
5. Gráficas: vacunados acumulados vs. tiempo, cola acumulada vs. tiempo, ocupación diaria de puestos.
6. Tabla/resumen con parámetros y tiempo final para cada escenario.

**Entregables:**

- Código fuente (con instrucciones para ejecutar).
  - Informe breve (máx. 5 páginas) con supuestos, resultados, figuras y recomendaciones.
  - Incluir la justificación de la elección de los generadores de números pseudoaleatorios y la distribución de probabilidad utilizada en cada caso.
  - Presentar el informe en formato PDF.
  - Archivo de datos de salida (CSV).
- 

**Observaciones:**

1. **Construya e implemente** el modelo y valide que con los parámetros base obtiene resultados coherentes con la aproximación analítica mostrada.
2. ¿Con la política de asignación (último dígito → día), **es posible vacunar a la población objetivo sin generar colas masivas?**
3. ¿Cuántos puestos (cabinas) son necesarios para completar la vacunación en **12 semanas**?
4. Modele el **esquema de 2 dosis** (intervalo 21 días). ¿Cómo cambia la logística y el tiempo para dar **al menos una dosis** a toda la población? ¿Y para completar las dos dosis?
5. Proponga **políticas operativas** para reducir el tiempo total (por ejemplo: reasignar últimos dígitos a días con menor carga, incorporar turnos virtuales para días restantes, jornadas extraordinarias los fines de semana). Compare por simulación.

**Criterio de evaluación**

- Correcta definición del modelo y justificación de supuestos: 25%
- Implementación correcta y reproducible del código: 25%
- Calidad de los experimentos y análisis de sensibilidad: 25%
- Presentación (gráficas claras, tablas) y conclusiones operativas razonadas: 15%
- Documentación / comentario en código y entrega de informes: 10%

- Se debe subir el trabajo final a través del campus, en un espacio asignado para tal propósito.
- La realización y entrega del trabajo final, puede ser individual o grupal (hasta 2 integrantes).
- Por motivos de seguridad, se pide que los alumnos de manera individual suban los trabajos aunque el desarrollo sea en grupo.
- No se aceptarán trabajos fuera de tiempo, y se deben respetar los puntos especificados en entregables.