

Observatorio COVID-19 UNJu

La velocidad de circulación, el tiempo de duplicación, la actitud de la población y la toma de decisiones.

Introducción

Antecedentes docentes en Probabilidad y Estadística y en Investigación Operativa, ayudaron a desarrollar este observatorio de COVID-19, que hoy comparto con ustedes.

Soy Profesor de la Asignatura Investigación Operativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy. La **I. O.** es una rama de las matemáticas consistente en el uso de **modelos matemáticos, estadística y algoritmos** con objeto de auxiliar a la administración a determinar su política y acciones científicamente. La **estadística** incluye la recopilación, presentación y caracterización de la información para el análisis de datos. La adopción de modelos es un punto de partida para analizar la pandemia, el sistema donde se desarrolla y tomar decisiones.

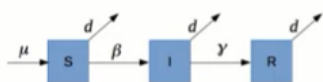
De la observación y comparación de los datos que nos aporta la tabla resumen correspondiente a los datos del 15/8 y del 1/9/20, podemos sacar conclusiones que nos ayudaran a la hora de tomar decisiones.

Un punto de partida para analizar la propagación de epidemias es la adopción de un modelo. Los modelos permiten: 1) Hacer predicciones confiables acerca de las tendencias para algunos días siguientes. 2) Mejorar los procesos.

Modelos tradicionales de la **Teoría de Colas** permiten analizar cómo se comporta el Servicio de Urgencias Hospitalario conociendo los tiempos entre llegadas de los pacientes y los tiempos de servicio asistenciales y pueden estimar, por ejemplo, el número óptimo de servidores (en internación, terapia intensiva e intermedia, respiradores, etc.) con que debe contar el servicio para que no exista riesgo alguno de desestabilización del sistema.

¿Cómo se modeliza una epidemia?

Una opción no tan compleja es con el modelo SIR, la población en la que se desarrolla la epidemia se la puede dividir en 3 grupos: 1) los individuos susceptibles de contraer la enfermedad: S. 2) los infectados: I. 3) los removidos (recuperados + fallecidos): R. La suma de los tres grupos es siempre N, que es la cantidad total de la población ($N = S+I+R$). Así la cantidad de infectados **Aumenta** por el contacto entre susceptibles e infectados y **Disminuye** al crecer los removidos.



El modelo SIR consiste en el siguiente sistema de ecuaciones en diferencias:

$$S(t + 1) = S(t) - \beta_t S(t) (I(t) / N)$$

$$I(t + 1) = I(t) + \beta_t S(t) (I(t) / N) - \gamma I(t)$$

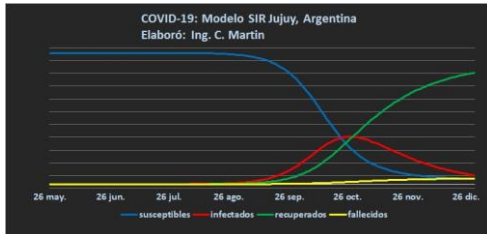
$$R(t + 1) = R(t) + \gamma I(t)$$

donde:

S(t), I(t) y R(t) corresponden a la población susceptible, infectada y recuperada, respectivamente.

β_t , γ corresponden a la tasas de transmisión y recuperación respectivamente.

N corresponde a la población total de Jujuy.



Que es R_0 ?

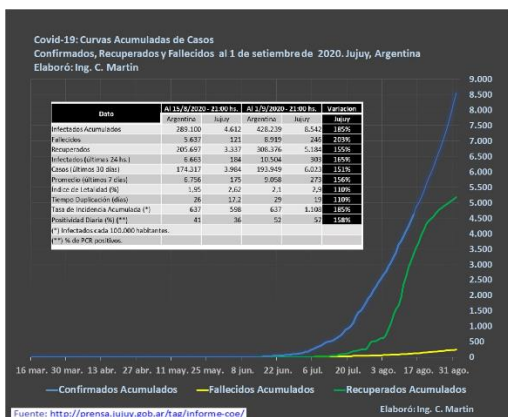
R_0 representa el número medio de casos originados por el contagio de un solo infectado al comienzo de la expansión de la enfermedad. Si R_0 es menor que 1, la epidemia se encuentra en retirada, pero. Si R_0 es mayor a 1, la enfermedad se está extendiendo.



Estado de situación en Jujuy al 1 de septiembre de 2020

A partir de los reportes oficiales con relación a los casos confirmados de COVID-19 en la provincia, se elaboró la síntesis estadística, la que puede sintetizarse como:

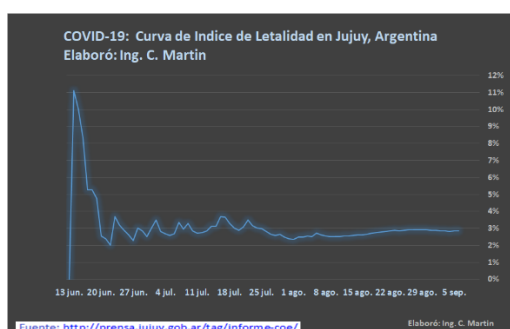
Infectados Acumulados: 8.542. Fallecidos: 246. Recuperados: 5.184. Tasa de recuperados: 61 %. Tasa de Activos: 36 %. Índice de Letalidad: 2,9 %. Tasa de Mortalidad: 352 muertes cada millón de habitantes. Tiempo Duplicación: 19 días. Tasa de Incidencia Acumulada: 1.108 Infectados cada 100.000 habitantes. Positividad Diaria: 57 % de PCR positivos. Positividad Acumulada: 29 % de PCR positivos, entre otros.



El **porcentaje de positividad** indica si estamos pudiendo encontrar adecuadamente a las personas infectadas en la población y para eso es mucho mejor indicador que la variable de test por millón de habitantes. Se calcula con el número de casos confirmados y el número de test realizados. La OMS sugiere mantenerla por debajo del 10%. El testeo de los asintomáticos

es clave. Si aislamos todos los contactos de una persona que testea positivo para Covid-19, logramos cortar la cadena de transmisión del virus. Una de las razones que puede causar un aumento de la positividad es justamente que se haga menos rastreo de contactos.

En cuanto al **índice de letalidad**, el cual se define como el número de casos mortales dividido entre el número de casos totales, es del 2,9%. En este caso conocemos con certeza el número de muertos, pero no ocurre lo mismo a la hora de considerar el número de infectados totales ya que si bien conocemos los casos confirmados, no conocemos el número de personas asintomáticas y levemente sintomáticas. Si es así, con el aumento del número de testeos sistemáticos tendríamos una disminución del índice de letalidad. Jujuy tiene una positividad superior al 10%. La positividad del día 1/9/20 es del 57% y la de todo el periodo es del 29%.



La **distribución espacial de los contagios** desde que comenzó la pandemia en las localidades de la provincia, nos revela que San Salvador de Jujuy presenta el 32% del total de casos, luego les siguen LGSM con el 13% y Perico con 10%, entre los primeros. La **tasa de incidencia** para S. S. de Jujuy es de 929, para L. G. S. M. de 2.066, para Perico de 1.680 y para la provincia de 1.108 casos por 100 mil habitantes, lo que expresa una alta penetración del virus en la comunidad. Veamos que a pesar de que S. S. de Jujuy, tiene más población, su situación es menos riesgosa.

Jujuy ocupa el 5° lugar en la tabla nacional de los distritos más complicados, transitando la Fase 1 hasta el 20/9/20, con 166 días de cuarentena al 1/9/20 y habiendo pasado 51 días consecutivos sin casos desde el 3/4 al 24/5.

Del análisis de la curva de Contagios Acumulada, se deduce que la tasa de infectados sigue creciendo exponencialmente y se infiere que esta situación se mantendrá mientras no se tomen medidas drásticas de confinamiento, de rastreo y testeo masivo y reorganización social (transporte, sanidad, etc.).

De la observación y comparación de los datos que nos aporta la tabla del resumen estadístico, podemos sacar conclusiones, y el sentido común y hasta una regla de tres simple nos ayudaran a la hora de tomar decisiones.

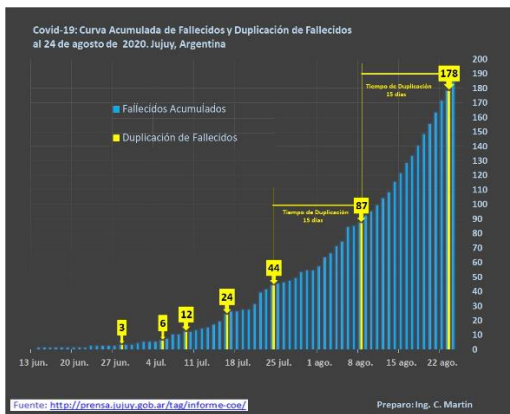
Cada cuánto se duplican los casos de coronavirus?

El Tiempo de Duplicación es una variable fundamental para medir la velocidad de contagio en términos de proyección. El plan de administración del aislamiento se basa en este dato para tomar decisiones ya sea para flexibilizar o endurecer las restricciones y permite establecer si se ha logrado el objetivo de acharar la curva de contagios.

Estima cuántos días se tarda en duplicar la cantidad de contagios. Para el 1/9/20, el tiempo de duplicación para Jujuy es de 19 días. Una tasa de duplicación de 19 días (digamos 3 semanas), significa que si al 1/9/20 tenemos 8.542 casos confirmados, digamos en números redondos

8.500 casos, en 3 semanas más estaremos en torno a los 17.000, en 6 semanas serán 34.000, y este comportamiento seguirá si no se implementan medidas enérgicas de mitigación, pero además la totalidad de las unidades de terapia intensiva estarán ocupadas.

Esto hace pensar que para la última semana de diciembre de 2020, toda la población de Jujuy estaría contagiada.



La inmunidad de rebaño

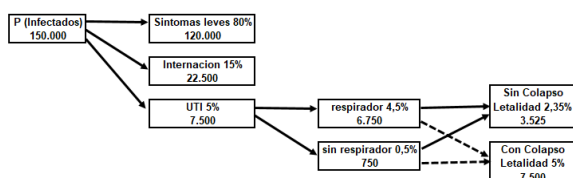
Por otra parte, un nuevo umbral para lograr la inmunidad de rebaño sería la clave para vencer la pandemia. Hasta ahora se ha dicho ampliamente que el umbral de inmunidad de rebaño (HIT) requerido para evitar un resurgimiento del SARS-CoV-2 es superior al 50% para cualquier entorno epidemiológico.

Sin embargo, un reciente estudio de la Universidad de Oxford, en el Reino Unido, sostiene que este escudo inmunológico podría reducirse en gran escala si una fracción de la población no puede transmitir el virus debido a la resistencia innata o la protección cruzada de la exposición a coronavirus estacionales.

De acuerdo a un nuevo modelo presentado por un equipo de la Universidad de Oxford, dirigido por la profesora Sunetra Gupta, tan solo el 20% de la población puede necesitar resistencia al virus para evitar que se propague una nueva epidemia.

Los responsables del trabajo piensan que el “umbral” de la inmunidad colectiva o de rebaño se ha reducido porque muchas personas ya pueden ser inmunes a la infección sin haber sido atrapadas por esta.

En ese sentido, Jujuy con una población de 770.881 habitantes, con 155.000 alcanzaría ese umbral de inmunidad de rebaño. Cifra que al ritmo actual se alcanzaría a mediados de octubre.



Pero no solo se trata de contagios:

Para tener una idea más precisa del estado y la respuesta del **sistema sanitario** a la pandemia, no solo hay que analizar los **números de contagiados, recuperados y muertos**, sino también la **cantidad de pacientes en terapia intensiva** que es un indicador indirecto de la situación epidemiológica. Así, el número de internados en terapia intensiva es otro dato clave. Se estima que del total de contagiados: El 80% tendrá síntomas leves. El 15% necesitará internación, y el 5% llegará a terapia intensiva. De ese 5%, nueve de cada diez (90%) requerirán de un respirador artificial, y es lo que puede hacer que colapse el sistema de salud en el área crítica.

COVID-19: Las características del sistema

El número de internados en terapia intensiva: un dato clave. En los últimos 7 días (del 31/8 al 6/9/20), el número promedio de los infectados por día es de 316. Por lo tanto vamos a considerar que tenemos una tasa de 316 contagiados/día. Se estima que del total de contagiados diarios (316 personas (100 %)): El 80% tendrá síntomas leves: 253 personas. El 15% necesitará internación: 47 personas. El 5% llegará a terapia intensiva: 16 personas. De ese 5% que llegara a terapia intensiva: Nueve de cada diez (el 90%) requerirán de un respirador artificial: 14 personas y el 50% morirá: 7 personas.

Analicemos las Características Básicas del Sistema. Supondremos: Que la cantidad de pacientes que llegan a la UTI en promedio es de 16 por día. Que el tratamiento de cada paciente en UTI dura en promedio 30 días y que la eficiencia del sistema es del 100%. Entonces podemos concluir que la cantidad de camas “vestidas” para que no “Explote el Sistema” debe ser de 474. Con una eficiencia del sistema del 100%, 474 camas “vestidas” nos aseguraran poder atender a un flujo de 16 pacientes por día sin que exista riesgo alguno de desestabilización del sistema.

Al 3/9/2020, el sistema público cuenta con 60 camas “vestidas”, el tratamiento de cada paciente en UTI dura (en promedio) 30 días y si la eficiencia del sistema es del 100 %, tendría capacidad para atender solo a 2 paciente por día en UTI. Con el sistema en este estado se recurre al sector privado de salud, a la telemedicina y a la internación domiciliaria. Finalmente, el índice de letalidad al 6/9/2020 es de 2,9%, con el sistema colapsado ese valor tendera al 5% de los infectados.

COVID-19 y la Toma de Decisiones

- Al 6/9/2020, estamos en el día 171 de cuarentena, el escenario nos dice que en la provincia de Jujuy tenemos 10.125 casos confirmados acumulados de COVID-19 desde que comenzó la pandemia; que la tasa de duplicación de casos es de 20 días;
- Que la cantidad de muertos hasta el momento es de 288 personas lo que representa un Índice de Letalidad del 2,8%, el índice de Infectados es de 1.313 cada 100.000 habitantes, indicadores que no son estáticos y que crecen exponencialmente.
- Conviene tener en cuenta que la aplicación de las políticas para evitar nuevos casos, tardan unos días en verse reflejadas, por ejemplo: un caso contabilizado el día de hoy corresponde a una persona que lleva de 4-6 días infectado; hoy estamos viendo el impacto de lo realizado hace 15 días.
- Que con el sistema de salud no colapsado, el índice de letalidad es del 2,8%; con el sistema colapsado, el índice de letalidad tendera al 5 % (del total de infectado).
- Que para que finalice el año y aun sin vacuna faltan 115 días
- Que el promedio (últimos 7 días: del 30/8 al 6/9/20) de infectados confirmados es de 316 infectados por día. Seguramente alguien ya hizo el cálculo: $115 \times 316 = 36.340$ infectados.

- Si solo se tratara de pacientes con COVID-19, el sistema público de Jujuy, tiene una capacidad para atender a lo sumo a dos internados en terapia intensiva por día.
- Estiman que la vacuna se aplicará en Argentina en el primer semestre de 2021. Con un criterio pesimista: a fines del primer semestre, o sea fines de junio. Es decir que estamos a 296 días.
- Cuál es la estrategia para gestionar esta etapa de la pandemia?
- Que ponderación tienen la preocupación económica y la sanitaria a la hora de decidir?

En función de todo esto y de otras cosas más, cuál será la mejor decisión?

Conclusiones y Recomendaciones

El gran desafío que tenemos por delante es lograr que la curva de infectados no se dispare aún más, lo cual significa, en otras palabras, que debemos conseguir que el tiempo de duplicación de los casos infectados no disminuya.

La mejor estrategia es conseguir que se desacelere la curva de contagios, de modo que el pico se retrase en el tiempo y se mantenga lo más bajo posible para mitigar las consecuencias en el sistema de salud.

Es muy importante que la población sepa con certeza cuál es el desarrollo de la pandemia para tomar conciencia de cuál es el estado de situación real.

Una solución es que si todos nos aislamos socialmente y tomamos las medidas de precaución adecuadas, la tasa de propagación bajara y dejara de saturar el sistema sanitario y con suerte podremos mantener la tasa de mortandad lo más baja posible hasta que aparezca un tratamiento efectivo y/o la vacuna.

La aplicación del método científico para asignar los recursos o actividades de forma eficaz, en la gestión y organización de sistemas complejos requiere un enfoque interdisciplinario.

Hay que resistir y trabajar en equipo, vienen escalones difíciles.

A no relajarse y acatar los protocolos.

Prof. Ing. Carlos Martin. FI-UNJu. Jujuy. Septiembre de 2020.-