

# **¿Qué tan factible es reabrir la actividad económica sin contar con una vacuna?**

Alejandro Hernández Delgado

*Instituto Tecnológico Autónomo de México*

## **Introducción**

Varios de los países desarrollados que fueron expuestos a la pandemia antes que otros han iniciado el proceso de reapertura gradual de sus economías. Un argumento que se ha presentado a favor de una apertura más agresiva es que la propia enfermedad ha generado cierta inmunidad de grupo, resultado del alto número de contagios, lo que daría lugar a que el número de nuevos contagios fuera manejable. Dicha inmunidad de grupo simplemente significa que cuando un porcentaje suficientemente grande de la población ha contraído el virus (algunos de forma asintomática) y por lo tanto ha desarrollado anticuerpos, la probabilidad de un encuentro entre una persona infecciosa y una persona sin anticuerpos es baja, lo que mantiene el número de contagios acotado.

Investigadores médicos cuestionan la inmunidad de grupo como fundamento de la reactivación gradual de las economías (entrevista al Dr. Julio Frenk, 2020). El principal argumento en contra es que, para que la inmunidad de grupo fuera capaz de contener un nuevo brote de contagios, se requeriría que un porcentaje muy elevado de la población (quizás superior al 75%) hubiera adquirido los anticuerpos, en este caso por haber sido infectado y sobrevivido la enfermedad. Un argumento adicional es que aún se desconoce si los anticuerpos que pudieran haberse adquirido garantizan la inmunidad; y de ser así, se desconoce el período de tiempo en que una persona se mantendría inmune.

Al 20 de mayo, el total de casos registrados en el mundo ha sido de un poco más de 5 millones. Sin duda una cifra elevada, pero que sólo representa el 0.06% de la población mundial. El caso de nuestro país es similar. A la misma fecha se han registrado un poco más de 54,000 casos, tan sólo el 0.04% de la población nacional. Aún si el número de casos reales fuera muy superior al registrado (2 veces?, 3 veces?, 10 veces?...), el porcentaje de la

población que ha estado en contacto con el virus es inferior al 1%, cifra que dista mucho de lo que se requeriría para adquirir cierto grado de inmunidad de grupo.

Probablemente el contexto más relevante para estudiar la evolución del Covid 19 no sea a nivel de países sino a nivel de ciudades, ya que el contagio es mayor en áreas más densamente pobladas. De acuerdo con datos oficiales, el número de casos registrados a esa misma fecha en la Ciudad de México es de 15,283; es decir, el 0.17% de los 8.85 millones de habitantes. La cifra para la ZMVM es de 23,144 casos registrados; el 0.11% de los 22 millones de habitantes. Como era de esperarse, las cifras relativas son mayores para la CDMX y, en menor escala para la ZMVM, pero aun así muy pequeñas; y a una distancia muy grande de lo que podría considerarse una inmunidad de grupo razonable.

Siendo así y en la ausencia de una vacuna que inmunice la sociedad rápidamente, debemos preguntarnos cuáles son las perspectivas de poder regresar a la normalidad sin que la enfermedad se salga de control. Alternativamente, podemos preguntarnos, a que ritmo puede abrirse la economía sin provocar una crisis sanitaria.

### **Un Modelo Epidemiológico**

Los modelos SIR han ampliamente utilizados en la literatura epidemiológica para analizar la trayectoria dinámica de enfermedades contagiosas. A esta clase de modelos se les conoce también como modelos compartimentales, ya que se basan en dividir la población en grupos o compartimentos: los que están infectados en etapa de incubación, los que están enfermos, los que nunca han sido contagiados y por lo tanto son susceptibles a serlo, los que se han recuperado de la enfermedad y son inmunes, y los que han fallecido. Posteriormente se modela probabilísticamente la manera en que una persona puede pasar de un compartimento al que sigue. Por ejemplo, una persona susceptible al contagio puede ser contagiada y eso depende de la proporción de infectados en la población, del número de contactos personales al día, y del número de días en que una persona que incuba el virus es contagiosa antes de que la enfermedad se manifieste. Por su parte, una persona contagiada pasa al grupo de enfermos después de un número aleatorio de días, dependiendo de las características del

virus. Finalmente, después de un período que también es aleatorio, una persona enferma se cura con cierta probabilidad o de lo contrario fallece.

El parámetro más relevante para la trayectoria dinámica de la enfermedad es la probabilidad de contagio. Depende de factores epidemiológicos (la duración del período de incubación), de factores sociales (la interacción que da lugar al contagio) y la probabilidad de que se encuentren una persona infecciosa y una persona susceptible a ser contagiada. La velocidad con la que en un inicio el virus se propagó varió entre países y ciudades debido en parte a la forma en que sus habitantes interactuaban. Se ha argumentado, por ejemplo, que el uso del transporte público o la costumbre de acudir a centros de reunión social fueron factores importantes en la trayectoria de arranque de la enfermedad.

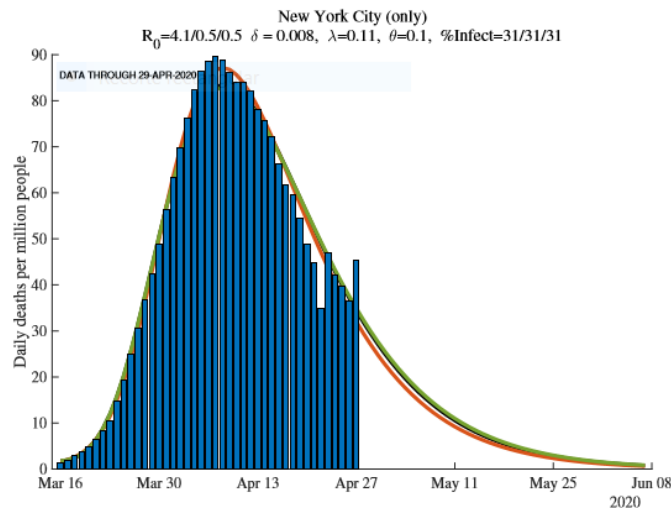
La contribución reciente de la literatura económica ha sido proponer que la interacción social que puede dar lugar al contagio no se mantiene constante durante la vida de la enfermedad. Aún en ausencia de políticas gubernamentales, la gente reacciona y toma sus precauciones. El cambio en la conducta y en la probabilidad de contagio es más drástico si las autoridades limitan la movilidad de las personas u obligan a sus ciudadanos a seguir ciertos lineamientos sanitarios. Diversos autores han dado un tratamiento distinto a este cambio endógeno en la conducta. Por ejemplo, Fernández-Villaverde y Jones (2020), modelan el número de contactos como una transición gradual a partir una situación inicial, definida por los diversos hábitos y costumbres sociales, hacia una situación ideal de distanciamiento. La velocidad de la transición depende de lo ordenada de una sociedad o de su nivel de consciencia. Cochrane (2020) modela el número de contactos en función de la gravedad de la enfermedad; la gente toma precauciones en función de la información que recibe sobre el número de fallecidos o de infectados. Para fines de esta nota, nos concentraremos en el trabajo de Fernández-Villaverde y Jones, donde se estiman valores de los parámetros para diversas ciudades y países.

Quizás el parámetro más importante para estos modelos es el llamado  $R_0$ , que representa el número promedio de gente que una persona infecciosa contagia. Este número es función de la longitud del período de incubación, así como del nivel de interacción social. Hay otros parámetros importantes, como son la letalidad de la enfermedad, que tienen un rol

determinante en el número de fallecimientos; pero es el número de contagios el que determina en gran medida la trayectoria dinámica de la enfermedad.

En la siguiente gráfica se presentan los resultados de la aplicación del modelo al caso la ciudad de Nueva York (Fernández-Villaverde y Jones (2020)). Como puede apreciarse en la gráfica, el ajuste del modelo (líneas continuas) a los datos empíricos (barras) es razonable.

Figure 2: New York City: Daily Deaths per Million People ( $\delta = 0.8\%/0.3\%/1.0\%$ )



Hay dos puntos a destacar de este ejercicio. Lo primero es señalar que, en la práctica, el mejor ajuste se logra al trabajar con el número de fallecimientos y no con el número de casos registrados. La razón es que el número de casos depende de la disponibilidad de pruebas, que en ocasiones captan casos asintomáticos positivos. El número de fallecimientos se considera una estadística más confiable, especialmente al comparar diversos países. Aún así, esta estadística puede estar subestimada porque no se reconozca al Covid como causa de muerte cuando no se hubiera aplicado la prueba al enfermo terminal, o cuando ésta haya dado un falso negativo.

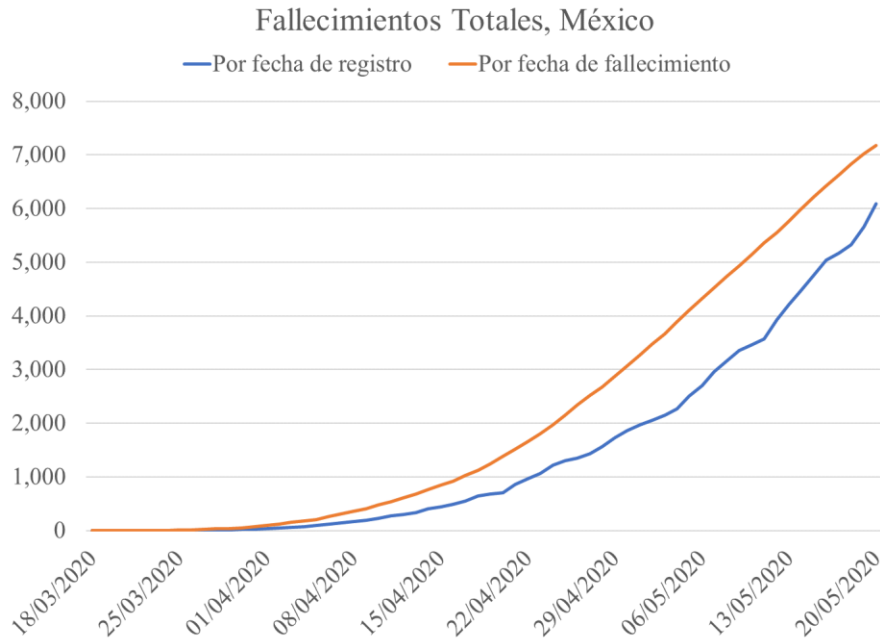
El segundo punto que se debe destacar es el valor del parámetro de contagios. Estos autores logran un buen ajuste con un valor inicial de  $R_0$  de 4.1 y un valor final de 0.5, con una velocidad de ajuste de 0.11. Es decir, al inicio de la enfermedad una persona infectada contagiaba en total a 4.1 personas (es decir una persona cada dos días, si consideramos una

duración del período de incubación de 8 días). En cambio, el valor final de 0.5 significa que una persona que resultara infectada en la etapa de post confinamiento contagiaría, en promedio, a media persona durante todo el período infeccioso. Adicionalmente los autores estimaron que el número de contagios se fue reduciendo a una tasa del 11% al día, en la medida en que el confinamiento se fue volviendo más estricto.

Los autores muestran también los resultados del modelo para otros casos como España, Italia y Alemania. El mejor ajuste se logra con los siguientes valores iniciales y finales del parámetro de contagio: España (5.2, 0.5), Italia (4.5, 0.7) y Alemania (4.0, 0.6). Estos valores resultan intuitivamente razonables con base en la concepción que se tiene del estilo de interacción social en cada país y el rigor con el que se aplicaron las medidas de confinamiento.

### **La aplicación del modelo SIR al caso de la CDMX**

En la siguiente gráfica se muestran mi estimación del modelo para la Ciudad de México. Es necesario esclarecer primero algunos puntos. El número diario de fallecimientos se refiere al número de personas que efectivamente fallecieron ese día, con base en el registro oficial, y no corresponde al número que día a día anuncian las autoridades (aunque el total sí). La razón es que el número que las autoridades reportan es el número de fallecimientos que se fueron reportados ese día. Existe un desfase de varios días, y en ocasiones más de una semana, entre la fecha de registro y la fecha de fallecimiento. La base de datos oficial registra el día en que ocurrió el fallecimiento, así como otras características del paciente (edad, existencia de otras enfermedades, etc.). El número de fallecimientos reales por día es la variable más relevante para la dinámica de la enfermedad. Como puede apreciarse en la siguiente gráfica del total de fallecimientos a nivel nacional, la historia es distinta cuando se trabaja con el número de fallecimientos efectivos por día.

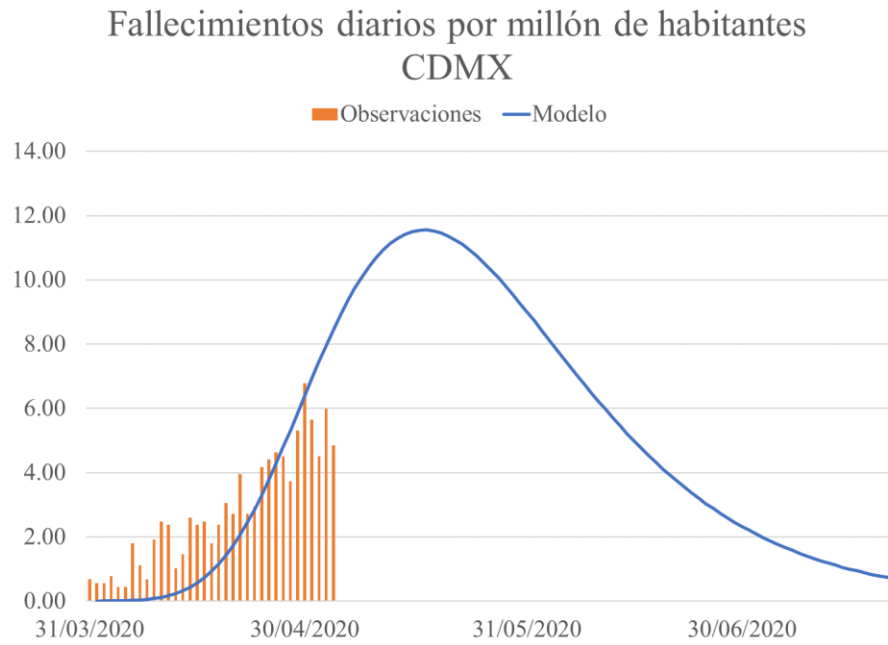


El rezago en el reporte de los fallecimientos complica el trabajo empírico. Si de por sí el número de observaciones diarias es pequeño, no ayuda tener que desechar los datos de los días más recientes por ser aún observaciones parciales.

En el escenario base que se reporta, supongo que el valor de  $R_0$ , después del confinamiento, es de 0.6, similar al que estos autores utilizan para diversas ciudades en los Estados Unidos y países europeos. Asimismo, supongo una velocidad de transición de 0.07, inferior a la que emplearon los autores para el caso de Nueva York. La elección de estos parámetros responde, por un lado, a que en México el confinamiento no fue mandatorio y, por el otro, a que, ante la realidad económica de amplios sectores de la población, el confinamiento ha sido más laxo que en otros países.

Una vez definidos estos parámetros, la estrategia de estimación del modelo consiste en encontrar el valor inicial de  $R_0$  que mejor adapte la trayectoria dinámica del modelo a los datos reales. En este caso, el mejor ajuste se obtiene con un valor inicial de  $R_0$  de 6.2. Comparado a los valores de  $R_0$  estimados para otros países y ciudades, la estimación parece razonable, considerando la aglomeración en transporte público en la ciudad, el hábito de comer en la vía pública, y otras costumbres de interacción social propias de nuestra realidad. En la siguiente página se muestra una tabla con un análisis de sensibilidad del modelo para

distintos valores iniciales de  $R_0$  y distintas velocidades de transición. Como podrá apreciarse, algunas variables son muy sensibles a todos estos parámetros, aunque en términos cualitativos la trayectoria no se ve muy alterada.



La gráfica sugiere que el punto más grave de la enfermedad pudo haberse alcanzado en la segunda mitad de mayo, y a partir de ese momento el número de fallecimientos decae, alcanzando un nivel muy bajo a fines de julio, con un máximo de casi 12 fallecimientos por millón de habitantes (es decir 102 fallecimientos al día), cifra que es radicalmente menor al máximo de 90 fallecimientos por millón al día que se registró en Nueva York y a los 20 en España y 16 en Italia. Esto en parte se debe a que al haber llegado la enfermedad a México más tardíamente, el distanciamiento social se aplicó en de forma temprana.

El número total de fallecimientos que el modelo estima para la Ciudad de México es de 4,892 (al 20 de mayo había 1,675 registrados). Esta cifra es muy superior al pronóstico de las autoridades, aunque debe tomarse sólo como un dato de referencia. El número estimado de fallecimientos es muy sensible a los valores de los parámetros y los intervalos de confianza son muy amplios. Es decir, el modelo no es capaz de estimar este dato con precisión. El número estimado de fallecimientos por Covid-19 en esta fase inicial, en la que se vivió un

confinamiento de mediados de abril a finales de julio, representaría aproximadamente un 8% del total de fallecimientos que ocurren anualmente en la Ciudad de México<sup>1</sup>.

Como puede apreciarse en la siguiente tabla, la fecha en que ocurre el máximo de fallecimientos y el número de total de fallecimientos son altamente sensibles a la elección de los parámetros. El propósito de esta nota no es dar una estimación precisa de estas variables, sino ejemplificar a través de simulaciones las implicaciones de abrir la economía para valores de parámetros que parecen más o menos sensatos.

### Sensibilidad del modelo con respecto a la elección de parámetros

Valor final de R0	Vel. de transición	Valor ini. de R <sub>0</sub>	Pico	Max. día decesos	Decesos a fin de julio	% inmune a fin julio
<b>0.6</b>	<b>0.07</b>	<b>6.2</b>	<b>17 mayo</b>	<b>102</b>	<b>4,892</b>	<b>11.1</b>
0.6	0.09	7.3	12 mayo	78	3,586	8.1
0.6	0.05	5.1	25 mayo	165	8,240	18.8
0.5	0.07	6.3	13 mayo	94	4,162	9.4
0.7	0.07	6.1	20 mayo	114	5,896	13.5

### Reapertura de la Economía

Es importante enfatizar que los datos reportados se generaron bajo el supuesto que el confinamiento se mantiene hasta fines de julio. La cifra relativamente baja de fallecimientos (comparada con Nueva York o España), va acompañada de un número muy bajo de personas expuestas al virus. El escenario base del modelo estima que al final de julio sólo el 11.1% de la población de la ciudad habría desarrollado inmunidad. Esta cifra no es suficiente para que, en condiciones normales de actividad, los contagios se contengan por sí mismos. Al seguir

---

<sup>1</sup> Según las cifras publicadas por el INEGI, en 2018 fallecieron en la Ciudad de México 63 mil personas. A nivel nacional, el número de fallecimientos fue de 722 mil. Los fallecidos por influenza y neumonía a nivel nacional fueron 28 mil (3.9%), más otros 23 mil fallecimientos (3.2%) por otras enfermedades pulmonares de obstrucción.



habiendo personas infectadas, si a fines de julio se volviera súbitamente a la normalidad, la enfermedad se esparciría fuera de control.

La pregunta es, por tanto, qué tan rápidamente se puede abrir la economía sin que se de un nuevo brote, y de qué tamaño sería éste. Recordemos que el confinamiento llevó al parámetro  $R_0$  de 6.2 a 0.6; es decir una reducción de 5.6 puntos.

No existe una manera razonable de vincular la actividad económica y social al valor de  $R_0$ . Sin duda, el impacto de una reapertura sobre la probabilidad de contagio dependerá de los sectores que se abran y de la intensidad con que cada uno lo haga; del uso de pruebas y del confinamiento a personas que sean expuestas al virus; del uso de cubrebocas y otras medidas de higiene; de las restricciones sobre el transporte público; etc. Seguramente la relación que existe entre una apertura inicial bien diseñada y el valor de  $R_0$  no es lineal; es decir una reapertura de  $x\%$  de la economía incrementaría  $R_0$  en menos que  $x\%$ . Es igualmente previsible que la pandemia tenga efectos duraderos sobre el comportamiento social: aún si la economía volviera de súbito a la normalidad. Es factible que  $R_0$  tomara un valor inferior al estimado de 6.2 con el que inició la pandemia; los individuos habremos aprendido a tomar precauciones y modificaremos de forma permanente ciertas conductas.

Reconociendo la dificultad de establecer un vínculo entre apertura y probabilidad de contagio, podemos preguntarnos de cualquier manera cuál es el margen de maniobra, en términos de permitir un incremento en  $R_0$  al regresar a una nueva normalidad, pero manteniendo el nivel de contagios bajo control. La conclusión que se puede extraer de las simulaciones que se muestran es que, dado el bajo índice de inmunidad de grupo, el margen de maniobra es muy estrecho. El regreso debe hacerse con precaución y buen juicio. En tanto no se cuente con una vacuna el riesgo de un nuevo brote es inminente.

Un aspecto clave del modelo es la interacción de  $R_0$  con  $s_t$ , donde  $s_t$  es la fracción de la población susceptible al contagio (y que nuestro modelo estima en 88.9% a finales de julio). Si el producto de estos dos parámetros es mayor que uno, la trayectoria de la enfermedad es explosiva. Es evidente que con una  $s_t$  tan grande,  $R_0$  apenas y podría alcanzar un valor ligeramente mayor a la unidad para poder mantener la enfermedad bajo control. Si consideramos que el confinamiento llevó  $R_0$  de un valor inicial 6.2 a 0.6 (una reducción de

5.6 puntos), un incremento de tan sólo 10% de esta reducción (0.56), llevaría a dicha variable a los valores máximos admisibles.

En la siguiente gráfica se simula la trayectoria de la enfermedad bajo una estrategia de apertura gradual de 5% mensual. Es decir, la economía se abre gradualmente mes a mes de agosto a diciembre, de forma tal que el valor promedio de  $R_0$  se vaya incrementando 5% cada mes. De acuerdo a esta estrategia, en diciembre de 2020 se habría alcanzado una  $R_0$  de 2.0 (apenas la tercera parte de su valor inicial). El ejercicio supone que ese valor de  $R_0$  se mantiene fijo en los primeros meses de 2021.

Como puede apreciarse, con esta estrategia la enfermedad se mantendría bajo control durante casi todo el año; pero hacia el mes de diciembre daría inicio otro brote que obligaría a un nuevo confinamiento (que no está incluido en la simulación). Como se mencionó anteriormente, la apertura gradual de la economía habría llevado el valor de  $R_0$  a 2.0 a principios de diciembre, con un porcentaje de la población susceptible,  $s_t$ , de 88.1. Como el producto de estas dos variables es mayor a uno, la enfermedad terminaría por dispararse nuevamente.



En la siguiente gráfica se presenta un segundo ejercicio de simulación bajo otra estrategia. En este caso, se supone una apertura un poco mayor y de una sola vez en el mes de agosto, que permitiera una recuperación del 15% en el valor de  $R_0$ , es decir, llevándolo a un valor de 1.44 y manteniéndolo constante en el futuro. En este caso, en el mes de septiembre se presentaría un nuevo brote, que se contralaría por sí mismo hacia mediados de 2021 ( $s_t$  llegará a valer para ese entonces aproximadamente 54%) con un considerable costo en términos de víctimas (alrededor de 20,000 en la ciudad de México. Permanece la pregunta de qué tanta reactivación económica puede lograrse, aún con el uso de estrategias que detecten nuevos contagios y fuercen el confinamiento de personas infectadas, de manera que se mantenga  $R_0$  en el rango de 1 a 1.5.



## **Conclusiones**

A partir de estos ejemplos, y muchos otros que pueden generarse, el modelo muestra que es muy estrecho el margen de maniobra para reactivar la economía sin incurrir en un costo considerable en términos de vidas humanas. No existen actualmente las condiciones para hablar de inmunidad de grupo. Bajo estas condiciones, el dilema que enfrentan las autoridades es muy grande. No parece factible lograr niveles razonables de actividad económica sin que surjan nuevos brotes de la enfermedad. La elección entre pérdida de ingresos y pérdida de vidas parece inevitable-

La única política pública viable parece ser la apertura gradual y controlada de la economía apoyándose en el uso de pruebas y en información de calidad para mantener el número de contagios bajo control. El grado de apertura al que se puede aspirar dista de ser ideal, pero no parece haber otra opción en tanto que la ciencia médica ofrezca una salida. La solución de largo plazo está en el descubrimiento de una vacuna, u otro hallazgo médico que inmunice rápidamente a la sociedad.

## **Referencias**

1. Cochrane, John (2020), “An SIR Model with Behavior” [johnhcochrane.blogspot.com](http://johnhcochrane.blogspot.com)
2. Fernández-Villaverde, J. y C. Jones (2020), “Estimating and Simulating a SIRD Model of COVID-19 for Many Countries, States, and Cities”. National Bureau of Economic Research. Manuscrito.
3. Frenk, Julio (2020), “Reflexiones sobre el Covid 19”, panel-on-line ITAM, <https://www.facebook.com/itam.mx/videos/379734166274137/>