

Estado: El preprint no ha sido enviado para publicación

Evaluación del comportamiento de la pandemia covid-19 y pronóstico de su evolución

Giordano Rodríguez Rodríguez, Nestor Miguel Álvarez Álvarez, Magaly Almeida Borges, Rafael F. Ramírez Varona

DOI: 10.1590/SciELOPreprints.1367

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación se describen en el manuscrito, cuando corresponda.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints.
- El autor que presenta declara que todos los autores responsables de la preparación del manuscrito están de acuerdo con este depósito.
- Los autores declaran que en el caso de que este manuscrito haya sido enviado previamente a una revista y esté siendo evaluado, han recibido el consentimiento de la revista para realizar el depósito en el servidor de SciELO Preprints.
- Los autores declaran que si el manuscrito se publicará en el servidor SciELO Preprints, estará disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- El autor que hace el envío declara que las contribuciones de todos los autores están incluidas en el manuscrito.
- Si el manuscrito está siendo revisado y publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.

Enviado en (AAAA-MM-DD): 2020-10-20

Postado en (AAAA-MM-DD): 2020-10-29

Evaluación del comportamiento de la pandemia covid-19 y pronóstico de su evolución

The evaluation of behavior of the pandemic covid-19 and the prognosis of its evolution

Autor(es):

Giordano Rodríguez Rodríguez¹

Máster en Análisis Matemático

Email: giordano.rodriguez@reduc.edu.cu*

<https://orcid.org/0000-0002-4025-1424>

Néstor Álvarez Álvarez²

Doctor en Ciencias Pedagógicas

Email: nestor.alvarez@reduc.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-2225-9182>

* Rafael Feliciano Ramírez Varona¹

Doctor en Ciencias Pedagógicas

Email: rafaelfelicianoramirez@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9770-2660>

Magaly Almeida Borges¹

Máster en Investigación Educativa

email: magaly.almeida@reduc.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-0209-5598>

¹ Afiliación: Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Camagüey, Cuba.

² Afiliación: Centro de Estudio de Dirección y Desarrollo Empresarial y Territorial, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Camagüey, Cuba.

Autor de correspondencia: * Rafael Feliciano Ramírez Varona

*email: rafaelfelicianoramirez@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: proponer indicadores y procedimientos para evaluar y predecir el comportamiento de la pandemia covid-19.

Métodos y técnicas: búsqueda de información sobre el comportamiento de la pandemia en diferentes escenarios y aplicación de métodos matemáticos y estadísticos.

Principales resultados: indicadores y procedimientos que contribuyen a evaluar la situación de la pandemia covid-19 y hacer pronósticos en relación con el incremento de los contagios y defunciones para la toma de decisiones.

Conclusiones: los indicadores y procedimientos propuestos contribuyen evaluar el comportamiento de la pandemia covid-19 y a predecir en el corto y mediano plazos su comportamiento para la toma de decisiones sanitarias y gubernamentales.

Palabras clave: Incremento diario de contagios, Incremento promedio, Nueva letalidad, Covid-19, Indicador de salud.

ABSTRACT

Objective: To propose indicator and procedures to evaluate and predict the behavior of the pandemic covid-19.

Methods and techniques: Researching of information about the behavior of the pandemic covid-19 in the different sceneries and the application of mathematic and statistics methods.

Main results: Indicators and procedure that contribute to evaluate the pandemic covid-19 situation and to make prognosis in relation to the increment, sick persons and death for the decision making.

Conclusions: The proposed indicators and procedures contribute to evaluate the behavior of the pandemic covid-19 and to predict in a short and meddle terms it's behavior for the sanitary and governmental decision making.

Keywords: Daily increment of sick person, Standard increment, New lethality, Covid-19, Indicator of salute.

Evaluación del comportamiento de la pandemia covid-19 y pronóstico de su evolución

The evaluation of behavior of the pandemic covid-19 and the prognosis of at's evolution

Introducción

En situaciones que se generan a partir de un caso especial como es esta pandemia, debemos tener en cuenta indicadores que permitan tomar decisiones de forma rápida, oportuna y efectiva, para que no exista un colapso del sistema hospitalario. Por ejemplo, en el caso de la covid-19, la relación entre contagiados y altas diarias permite evaluar esta posibilidad en el sistema de salud, sin embargo, no permite evaluar la tendencia y por lo tanto pronosticar el futuro comportamiento de la enfermedad.

Para un estudio más abarcador del comportamiento de la pandemia generada por el coronavirus que trae aparejada la covid-19, en correspondencia con los indicadores de salud propuestos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2018), se proponen dos indicadores: el incremento diario de contagios asociado al indicador relativo a servicios de salud y otra manera de calcular la letalidad vinculado al indicador de mortalidad. A partir de los cuales se derivan otros.

Con el incremento diario de contagios, se puede calcular el incremento promedio diario de contagios en un período determinado y obtener intervalos de confianza para el mismo, que permiten hacer pronósticos del comportamiento ulterior.

La letalidad que se ofrece diariamente, es relativa en el sentido de que los que fueron diagnosticados en ese día o en días recientes no han tenido tiempo para evolucionar hacia recuperación o un desenlace fatal. Hay que considerar un número de días en el que un porcentaje alto de los positivos decide su evolución definitiva. Lo anterior hace

proponer otra manera de calcular la letalidad ante la interrogante de *¿Cuál es la verdadera letalidad?* Se introduce el error relativo que se comete al aceptar una u otra.

Desarrollo

Uno de los retos de los gobiernos en la actualidad es constar con información relevante y oportuna para el proceso de toma de decisiones, los indicadores son sin duda una herramienta que potencia el actuar de los decisores en los gobiernos y en todas las esferas del país, la información en la toma de decisiones ocupa un papel importante y los indicadores estadísticos constituyen sin duda una herramienta para el logro de tales acciones.

Un indicador es una medición que refleja una situación determinada. Todo indicador de salud es una estimación (una medición con cierto grado de imprecisión) de una dimensión determinada de la salud en una población específica, (OPS, 2018).

Una de las definiciones más utilizadas por diferentes organismos y autores es la que Bauer dio en 1966 (citado por Mondragón, 2002, p.52): “Los indicadores sociales (...) son estadísticas, serie estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto” (p 52).

Existen otras definiciones dadas por otros autores que tratan el tema en cuestión, una de ellas es la ofrecida por Campistrous y Rizo, 2008 donde plantean: “Es una variable que permite indicar a los valores de otra variable, o sea sus valores indican los valores de otra variable” (p 2).

Para el objetivo del presente trabajo resultan pertinentes las definiciones citadas anteriormente, pues los indicadores que se proponen indican los valores de otra variable que está relacionada con el comportamiento de la pandemia covid-19 en el mundo y en consonancia con las metas propuestas.

A continuación, los autores del presente trabajo proponen un conjunto de indicadores y procedimientos que pueden ser utilizados para tomar decisiones.

El incremento diario de contagios

El número de incremento diario de contagios se define como el cociente entre el número de contagiados en ese día y el número total acumulado de contagios del día anterior, nómbrese (IDC).

El incremento promedio (IPC) en n días está dado por la suma de los IDC de los días considerados dividido por n . En fórmula: $IPC = \frac{\sum_{i=1}^n IDC_i}{n}$

Se puede estimar el número acumulado de contagios en el n -ésimo día a partir de un día dado, de dos maneras:

Primero: puntualmente, en este caso es $C_n = (1 + IPC)^n C_i$, donde C_n el número de contagios acumulados que se esperan en el n -ésimo día, a partir del número de contagios acumulados en el día inicial o de partida C_i , n el número de días e IPC el índice promedio de contagios de los últimos 10 días. Se pueden considerar más días, pero es posible que la tendencia sea sensiblemente diferente, véase la tabla 1.

Esta estimación no permite a priori conocer la confiabilidad del resultado, como ocurre con la estimación por intervalos, que a continuación se expone.

Un intervalo de confianza para este IP con varianza desconocida del 90% de confiabilidad viene dado por $\left]IPC - \frac{s}{\sqrt{n}} t_{0.95}^{(n-1)} ; IPC + \frac{s}{\sqrt{n}} t_{0.95}^{(n-1)} \right[=]IPC_i; IPC_d[$ donde s es la desviación típica y $t_{0.95}^{(n-1)}$ se refiere a la distribución t de student.

Para ofrecer un intervalo de confianza que pronostique el acumulado de contagios a partir de un día dado (C_i) para n días posteriores (C_n) se comienza por determinar el intervalo (1) $](1 + IPC_i)^n; (1 + IPC_d)^n[$ y a partir de este multiplicando por C_i ambos extremos el esperado intervalo (2) $](1 + IPC_i)^n C_i; (1 + IPC_d)^n C_i[$.

(3) $C_n = (1 + IPC)^n C_i$, es fórmula básica, para ambas estimaciones

Para ilustrar se consideran los incrementos de contagios en el mundo entre los días 11y 20 de mayo, ambos incluidos. Los datos fueron tomados del sitio oficial del Ministerio de Salud Pública de Cuba (<https://salud.msp.gob.cu/>).

$IP = 0.0202, s = 0.001536$.

El intervalo de confianza para IPC es $]0.0193 ; 0.02109[$, a partir de este se determina el intervalo (1) para 5, 10 y 15 días y se obtienen los intervalos:

$$I_5 =]1.10035 ; 1.10999[$$

$$I_{10} =]1.21077 ; 1.23208[$$

$$I_{15} =]1.33227 ; 1.3676[,$$

Multiplicando ahora por $C_i = 4766468$ cada uno de los extremos de los intervalos anteriores (como indica el intervalo (2)) que corresponde al acumulado de contagios del 20 de mayo, se obtienen los correspondientes intervalos (2) de confianza de los contagios acumulados para los días 25 y 30 de mayo y el 4 de junio.

$$I_5 =]5244783 ; 5290731[\textit{contra el real de 5273572}$$

$$I_{10} =]5771096 ; 5872669[\textit{contra el real de 5776934}$$

$$I_{15} =]6350222 ; 6518621[\textit{contra el real de 6348900}$$

Los errores relativos teórico y real que se cometen al tomar el centro del intervalo como el valor del acumulado de contagios son:

$$e_{5t} = 0.44\% \quad y \quad e_{5r} = 0.11\%$$

$$e_{10t} = 0.87\% \quad y \quad e_{10r} = 0.78\%$$

$e_{15t} = 1.31\%$ y $e_{15r} = 1.35\%$ aquí la t y r indican error teórico o real, los números corresponden al número de días considerados.

El error teórico es

Desarrollando el mismo análisis para el caso de la región de las américas, los resultados son como siguen:

$$IP = 0.0235, \quad s = 0.003612$$

El intervalo de confianza para IPC es $]0.02141 ; 0.02559[$ y los intervalos auxiliares para el cálculo de los intervalos de confianza son:

$$I_5 =]1.11173 ; 1.13466[$$

$$I_{10} =]1.23595 ; 1.28747[$$

$$I_{15} =]1.37404 ; 1.46085[$$

De donde resultan los correspondientes intervalos de confianza, para los propios días señalados anteriormente.

$$I_5 =]2372937 ; 2421880[\textit{contra el real de 2419355}$$

$$I_{10} =]2638079 ; 2748046[\textit{contra el real de 2698519}$$

$$I_{15} =]2932826 ; 3118118[\textit{contra el real de 3019104}$$

Los correspondientes errores relativos resultan:

$$e_{5t} = 1.02\% \quad y \quad e_{5r} = 0.91\%$$

$$e_{10t} = 2.04\% \quad y \quad e_{10r} = 0.20\%$$

$$e_{15t} = 3.06\% \quad y \quad e_{15r} = 0.21\%$$

El error teórico relativo para el intervalo $[a; b]$ viene dado por $e_t = \frac{b-a}{a+b}$ resultado de dividir la mitad de la longitud del intervalo entre el valor de su punto medio. Se expresa en por ciento.

El error real relativo para el intervalo $[a; b]$ viene dado por $e_r = \frac{|2r-a-b|}{r}$ resultado de dividir la diferencia modular entre el valor real y el punto medio del intervalo por el valor real. Se expresa en porciento.

En general los errores reales son mejores que los errores teóricos, en el caso de las américas son mejores, esto puede obedecer a que la media del incremento de contagios en esta región en los 15 días siguientes, coincide con la del período anterior y en el mundo, la del período anterior es 0.0202 y en los 15 días posteriores es 0.0192, además de errores eventualmente acumulados al aproximar los incrementos diarios. Esto sucede a pesar de que hay mayor variabilidad en el comportamiento del indicador en el caso de américas (en el período tratado). Nótese que el coeficiente de variación en el caso de las américas es del 15.37% en tanto que en el mundo es del 7.60%.

A continuación, una tabla con el comportamiento del índice de incremento promedio en algunos períodos de la pandemia y en diversos escenarios.

Tabla 1: Comportamiento del incremento promedio en algunos períodos

Período	Mundo	América	EEUU	Cuba
1 – 10/5	0.0248	0.0305	0.0220	0.0168
11-20/5	0.0202	0.0235	0.0170	0.0073
21-30/5	0.0193	0.0239	0.0159	0.0064
11-20/6	0.0181	0.0206	0.0103	0.0044
21-30/6	0.0179	0.0215	0.0149	0.0013
1 - 10/7	0.0174	0.0201	0.0177	0.0031
11-20/7	0.0174	0.0180	0.0189	0.0011
21-30/7	0.0159	0.0170	0.0205	0.0048
Media	0.0189	0.0219	0.0172	0.00565
Des. Tip.	0.002546	0.003929	0.003297	0.000469
CV	13.49%	17.95%	19.19%	8.29%

Fuente: Datos tomado del sitio oficial del Ministerio de Salud Pública de Cuba.

El comportamiento del incremento de contagios no muestra un decrecimiento estable, más bien tiene altas y bajas, si bien en el momento posterior al recogido en la tabla, no aparecen cifras superiores a la media de cada escenario, si se destacan

incrementos mayores en relación con los incrementos promedios más bajos entre los tabulados, lo que hace esperar incrementos promedio superiores, por lo tanto, sin tendencia al decrecimiento en el corto plazo.

Todo lo anteriormente es válido para el incremento de las defunciones, el cual se calcula de manera análoga y para el cual son válidas todas las fórmulas y procedimientos descritos, haciendo los correspondientes cambios de los datos.

Estimación del número de días que se precisan para alcanzar una determinada cifra de contagios o defunciones

Para conocer al cabo de cuantos días se alcanzará una determinada cifra de contagios o defunciones se emplea la siguiente expresión que resulta de la fórmula general (3), tomando logaritmo en ambos miembros y desarrollando las necesarias transformaciones y adecuaciones.

$$n = \frac{\text{Ln} \frac{C_n}{C_i}}{\text{Ln} (1+IP)}$$

Que permite conocer cuantos días deben transcurrir para alcanzar una cifra prefijada de contagios o defunciones dada por C_n a partir de la cifra actual, dada por C_i y el índice promedio diario de contagios o defunciones según el caso, dado por IP . Por ejemplo:

Del primero al 11 de agosto (10 días) el incremento promedio de defunciones en el mundo es de aproximadamente 0.007527, el día 11 de agosto el número acumulado de fallecidos es 731263 y se pretende saber en cuantos días se arribará al millón, en el supuesto de que se mantenga la tendencia.

$$\text{En } n = \frac{\text{Ln} \frac{D_n}{D_i}}{\text{Ln} (1+IPD)}, D_n = 1000000, D_i = 731263 \text{ e } IPD = 0.007527$$

De aquí resulta que dentro de 42 días el mundo alcanzará el millón de fallecidos, es decir el día 22 de septiembre.

La nueva letalidad y la letalidad oficial

La Organización Panamericana de Salud, 2018, define Indicadores de mortalidad: “Los datos de mortalidad representan una fuente fundamental de información demográfica, geográfica y de causa de muerte. Estos datos se usan para cuantificar los problemas de salud, así como para determinar o monitorear prioridades o metas en salud” (p 9). La letalidad en estrecho vínculo al indicador de la mortalidad.

La propuesta de nueva letalidad, puede alertar lo que finalmente ocurrirá, así como, resultar valiosa a los decisores y desarrollar estrategias en un período post-pandemia, ayudar a evaluar los resultados de los tratamientos aplicados en diferentes momentos y tal vez en otro sentido.

Consiste en dividir el número de defunciones acumuladas hasta el día en cuestión entre el número de contagios acumulados 14 días antes (se está tomando como base 14 días).

Ambas letalidades han estado descendiendo con el avance de la pandemia y apuntan a converger. A continuación, se muestran ejemplos del comportamiento, tomando diferentes escenarios.

Tabla 2: comportamiento de las letalidades y el error en EEUU

Fecha	Letalidad oficial	Letalidad propuesta	Error
27 de abril	5.14	9.37	45.1%
12 de mayo	6.05	8.00	24.4%
18 de mayo	6.09	7.85	22.4%
25 de mayo	5.99	7.54	20.6%
4 de junio	5.84	6.82	14.4%
11 de junio	5.68	6.78	16.2%
3 de julio	5.69	6.75	15.7%
10 de julio	4.40	5.62	21.7%
30 de julio	3.46	4.41	21.54%

Fuente: Datos tomado del sitio oficial del Ministerio de Salud Pública de Cuba.

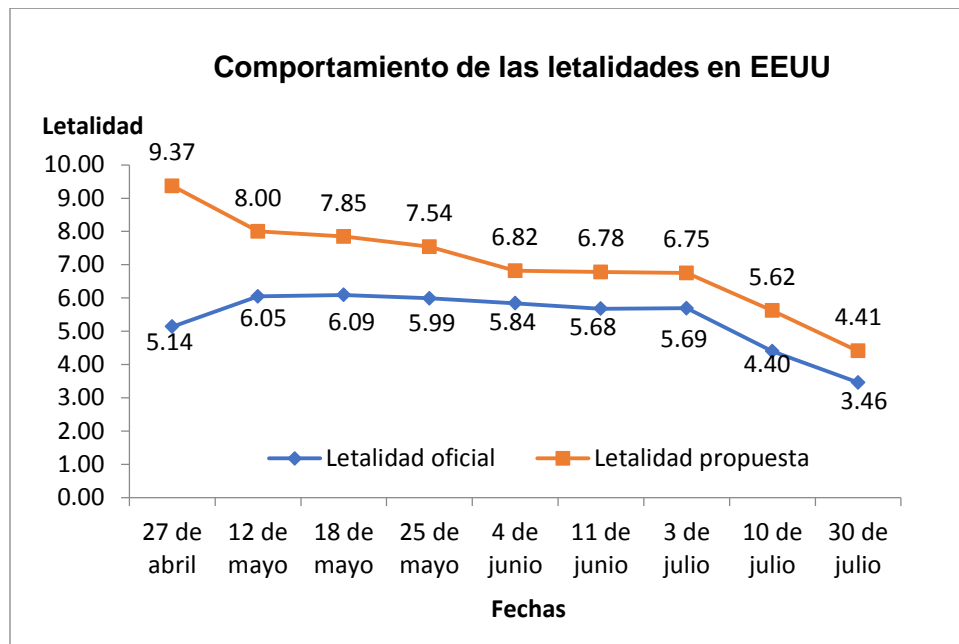


Tabla 3: Comportamiento de las letalidades y el error en el mundo

Fecha	Letalidad oficial	Letalidad propuesta	Error
30 de abril	7.09	11.11	36.18%
7 de mayo	7.09	10.19	30.42%
14 de mayo	6.90	9.31	25.89%
21 de mayo	6.63	8.90	25.51%
1 de junio	6.12	8.02	23.69%
12 de junio	5.67	7.21	21.36%
24 de junio	5.20	6.67	22.04%
11 de julio	4.53	5.79	21.76%
30 de julio	3.95	4.96	20.36%

Fuente: Datos tomado del sitio oficial del Ministerio de Salud Pública de Cuba.

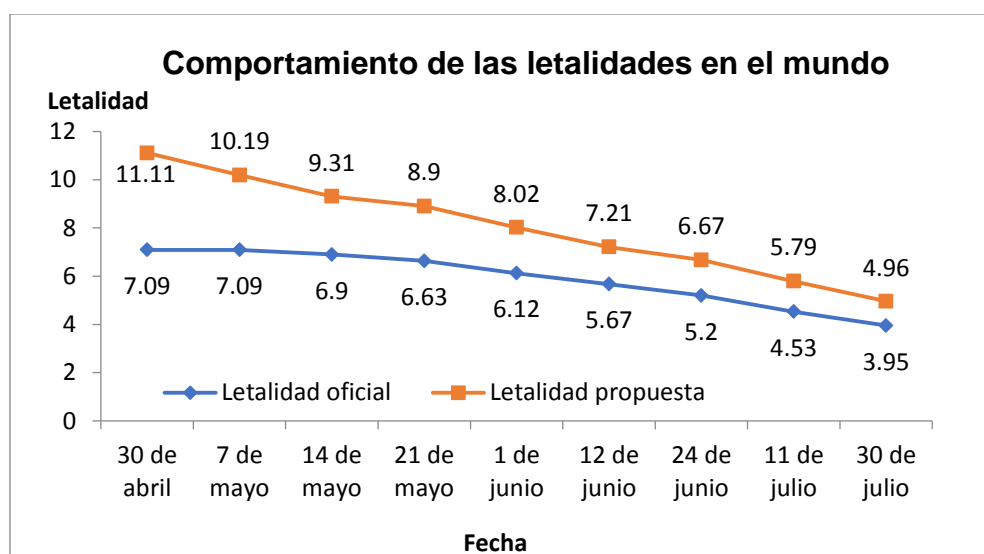


Tabla 4: Comportamiento de las letalidades y el error en las Américas

Fecha	Letalidad oficial	Letalidad propuesta	Error
30 de abril	5.67	10.00	43.30%
7 de mayo	5.83	9.25	36.97%
14 de mayo	6.00	8.56	29.91%
21 de mayo	5.93	8.35	28.98%
1 de junio	5.67	7.88	28.05%
12 de junio	5.41	7.15	24.34%
24 de junio	5.00	6.65	24.81%
11 de julio	4.37	5.81	24.78%
30 de julio	3.85	4.93	21.91%

Fuente: Datos tomado del sitio oficial del Ministerio de Salud Pública de Cuba.

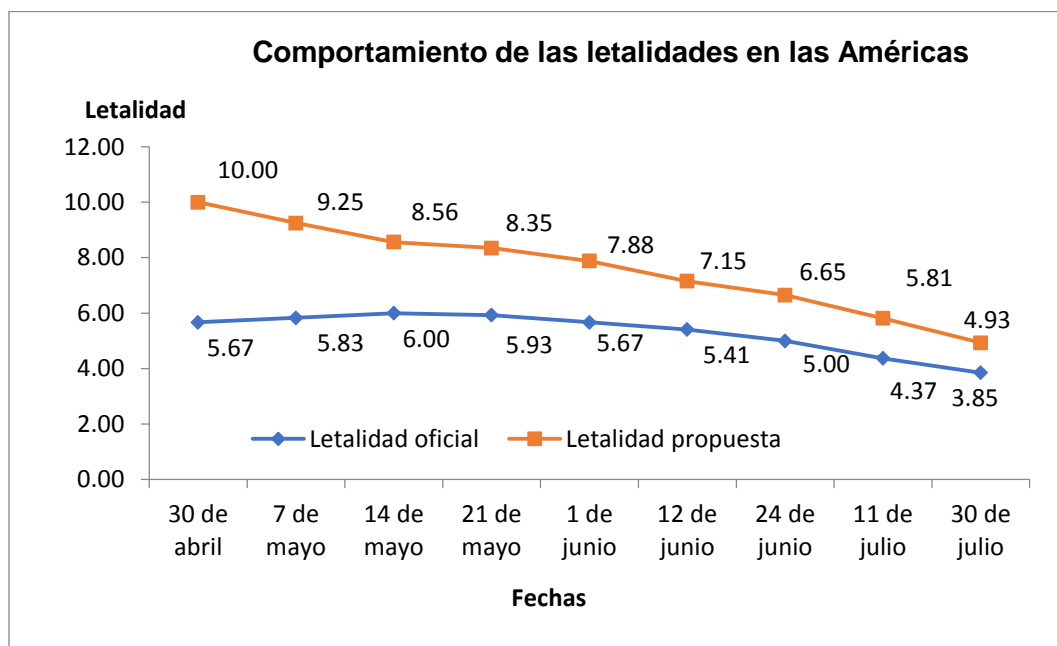
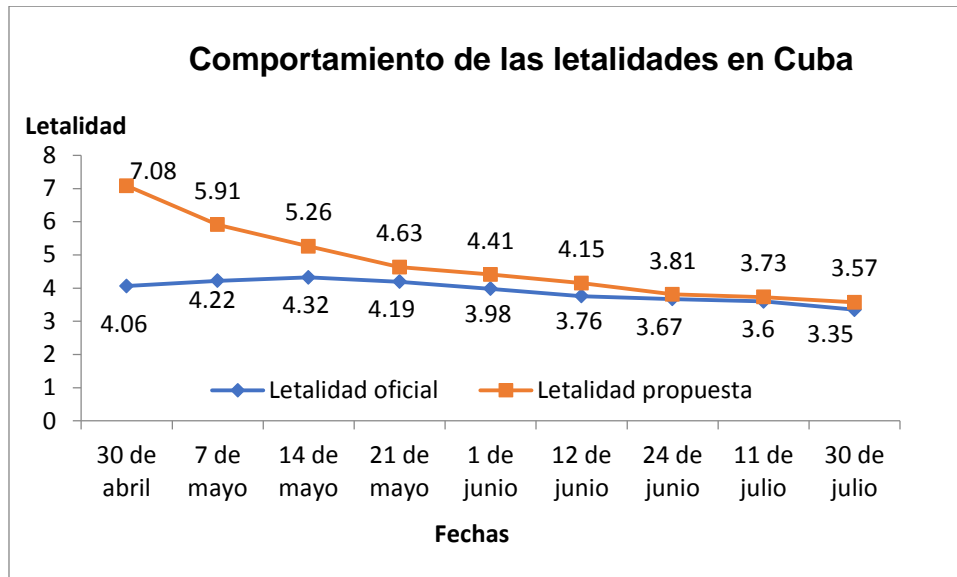


Tabla 5: Comportamiento de las letalidades y el error en Cuba

Fecha	Letalidad oficial	Letalidad propuesta	Error(%)
30 de abril	4.06	7.08	42.66
7 de mayo	4.22	5.91	28.60
14 de mayo	4.32	5.26	17.87
21 de mayo	4.19	4.63	9.50
1 de junio	3.98	4.41	9.75
12 de junio	3.76	4.15	9.40
24 de junio	3.67	3.81	3.67
11 de julio	3.60	3.73	3.49
30 de julio	3.35	3.57	6.16

Fuente: Datos tomado del sitio oficial del Ministerio de Salud Pública de Cuba.



Matemáticamente se puede explicar el hecho de la convergencia de ambas letalidades. Con este fin se definen las siguientes variables:

D_i : acumulado de defunciones en el día i

C_i : acumulado de contagios en el día i

Ip_i : índice de incremento en el día i

LO_i : letalidad oficial en el día i

LN_i : nueva letalidad en el día i

Se tiene $LO_i = \frac{D_i}{C_i}$, $LN_i = \frac{D_i}{C_{i-14}}$

De la expresión $C_i = C_{i-14} (1 + Ip_i)^{14}$ se obtiene $C_{i-14} = \frac{C_i}{(1+Ip_i)^{14}}$

De donde resulta $LN_i = \frac{D_i(1+Ip_i)^{14}}{C_i}$ luego, cuando $Ip_i \rightarrow 0$, $LN_i \rightarrow LO_i$

Cuando se pretende valorar el comportamiento de la pandemia, ambos indicadores deben verse juntos, el índice de incremento diario no sólo debe mostrar tendencia a bajar, debe ser bastante menor que el 1% y al mismo tiempo el error debe aproximarse a cero. Por ejemplo, en Cuba en el período del 2 de junio al 21 de julio

el índice de incremento promedio diario fue de 0.31%. El día 2 de junio la letalidad oficial era del 3.97% en tanto la nueva era del 4.37%, lo cual daba un error del 9.15% y el 21 de julio la letalidad oficial era del 3.55%, en tanto la nueva letalidad era del 3.63, lo que arrojó un error del 2.20%, un período donde todo apuntaba al control. A partir de entonces comenzó una tendencia al alza, si bien oscilante en los primeros días, pero a partir del 26 de julio la tendencia fue francamente al aumento, hasta alcanzar 14.08% el 8 de agosto, en este mismo lapso el índice de incremento diario se disparó en relación con el comportamiento anterior, alcanzando incluso cifras superiores al 1% con su cifra más alta el 7 de agosto que llegó al 1.73%. Un período donde determinados eventos provocados por el incumplimiento de lo orientado, complicaron la situación.

En los restantes escenarios abordados el índice de incremento diario se mantiene generalmente por encima del 1% y aunque los errores muestran una tendencia a la disminución, esta es bien lenta y aún exhiben porcentos superiores al 15%. Nada de control.

Conclusiones

1. Se establecen como indicadores: el incremento diario de contagios y defunciones, de los que se derivan los correspondientes incrementos promedio y una nueva letalidad, de la que se deriva el error relativo que se comete al aceptar una u otra, que es un indicador que, junto al incremento diario de contagios, ilustran sobre la evolución de la pandemia. Estos indicadores no pretenden sustituir otros, permiten complementarlos y ofrecer otras aristas del problema. Por otra parte, se brindan los procedimientos para

calcular cifras de contagios y defunciones a partir de un día dado, así como para poder establecer el número de días en que se alcanzarán determinados niveles de contagios o defunciones.

2. Los indicadores y los procedimientos propuestos permiten pronosticar el total de contagios y defunciones en un corto y mediano plazo, lo que constituye una importante herramienta para la toma de decisiones de autoridades sanitarias y gubernamentales, que garanticen una logística que evite el colapso de los sistemas sanitarios, de los servicios necrológicos y permitan una adecuada atención de los pacientes.
3. El incremento promedio de defunciones en los primeros 16 días del mes de septiembre resultó ser aproximadamente 0.0094, aplicando el procedimiento propuesto se esperaba un acumulado en las defunciones de 124 fallecidos al término de este mes, el real fue de 28 personas, en lugar de las 30 previstas para este mes, en términos relativos, el error es insignificante, pero en términos absolutos es importante porque toda vida cuenta. La labor abnegada del personal de la salud y decisiones oportunas: salvaron dos vidas.
4. El incremento promedio de contagios en la última decena de septiembre es del 0.95% y el error en la letalidad se ha movido entre un mínimo de 12.8% y un máximo de 16.1%, con una tendencia a bajar desde el día 22 de septiembre, pero que se mantiene alto. No son parámetros que apunten al control, no obstante, este análisis puede aplicarse a los diferentes territorios (provincias o municipios) y valorar junto con otros indicadores, donde hay una franca tendencia al control.

Referencias bibliográficas

Campistrous P, L., y Rizo C, C. (2008). *El criterio de expertos como método de investigación educativa*. La Habana: Pueblo y Educación.

Cué, J. L., Castell Gil, E., & Hernández Carratalá, J. M. (1987). *Estadística* (primera parte). Ciudad de la Habana: EMPES

Danílina, N. I., Dubróvskaya, N. S., Kvashá, O. P., y Smirnov, G. L. (1990). *Matemática de Cálculo*. Moscú: Editorial Mir.

Godin, B. (2003). The emergence of SyT indicators: why did governments supplement statistics with indicators? *Research policy*, 21, 679-691.

Ministerio de Salud Pública de Cuba. (2020). *Covid19. Parte de cierre del día*. La Habana. Cuba: Ministerio de Salud Pública. Recuperado de <https://salud.msp.gob.cu/parte-de-cierre-del-dia.../>

Mondragón, A. R. (2002). ¿Qué son los indicadores? *Notas. Revista de información y Análisis*, (19), 52-58. Recuperado de <http://taybe29.files.wordpress.com/pdf>

Naciones Unidas. (2014). *Principios y recomendaciones para un sistema de estadísticas vitales*. Nueva York: Naciones Unidas (Ed.). Recuperado de <https://unstats.un.org/unsd/demographic/standmeth/principles/M19Rev3es.pdf>

Oliva, J., Delgado, C., y Larrauri, A. (2019). *Guía para la evaluación de la gravedad de las epidemias y pandemias de gripe en España*. España: Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III.

Organización Panamericana de la Salud. (2014). *Compendio de Indicadores: Plan Estratégico de la OPS 2014-2019*. Washington, D.C.: Oficina Regional para las Américas.

Organización Panamericana de la Salud. (2018). *Indicadores de salud. Aspectos conceptuales y operativos*. Washington, D.C.: Oficina Regional para las Américas.

Walker, P. G., Whittaker, C., Watson, O., Baguelin, M., Ainslie, K. E. C., Bhatia, S., y et al. (2020). The Global Impact of COVID-19 and Strategies for Mitigation and Suppression. *Science*, 10(1126/science.abc0035).

Declaración de contribuciones de los autores:

Giordano Rodríguez Rodríguez	Líder. Fundamentos teóricos, desarrollo de indicadores, procedimientos y herramientas para el análisis.
Néstor Álvarez Álvarez	Análisis de resultados, elaboración, redacción del contenido incluida las conclusiones, revisión.
Rafael F. Ramírez Varona	Diseño del artículo, redacción de los resultados, resumen, revisión del contenido.
Magaly Almeida Borges	Redacción y revisión del contenido.

Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos:

Los autores declaramos que el presente manuscrito es original y no ha sido enviado a otra revista. Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo, y en él no existen: ni plagios; ni conflictos de interés; ni éticos.