
Modelo de evaluación del desempeño del Sistema de enfrentamiento a la COVID-19

Performance evaluation model of the COVID-19 Confrontation System

Leudis Orlando Vega-de-la-Cruz ^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-7758-2561>

Milagros Caridad Pérez-Pravia ² <https://orcid.org/0000-0002-3062-5939>

Elisa Leyva Cardeñosa ¹ <https://orcid.org/0000-0002-9418-5354>

¹ Universidad Oscar Lucero Maya. Facultad de Ingeniería Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial. Holguín, Cuba.

² Universidad Oscar Lucero Maya. Vicerrectoría. Holguín, Cuba.

*Autor para la correspondencia (email): leovega@uho.edu.cu

RESUMEN

Introducción: El mundo se encuentra frente a una situación compleja, donde se investiga y se aprende en una marcha vertiginosa, no exenta de angustias y de exceso de trabajo para mucho. En este sentido la gestión del desempeño del sistema de enfrentamiento conlleva al éxito en cada territorio.

Objetivo: Diseñar un modelo de diagnóstico integral del desempeño del sistema de enfrentamiento a la COVID-19.

Métodos: Se realizó una investigación aplicada en el primer período de transmisión autóctona en el territorio cubano, mediante el diseño de un modelo teniendo como base el indicador de letalidad,

mediante el método de sustituciones consecutiva, el estudio se apoyó con la modelación matemática de indicadores de gestión con un enfoque de integralidad en sus análisis.

Resultados: Se tiene un modelo de diagnóstico basado en el análisis de los casos confirmados y recuperados, permitiendo integrar un gran número de indicadores de gestión y visualizar las relaciones entre ellos.

Conclusiones: Se obtuvo el diseño de un modelo de diagnóstico del desempeño del sistema de enfrentamiento a la COVID-19 basado en la desintegración del indicador letalidad, permitiendo visualizar de manera integral los indicadores de gestión del sistema.

DeCS: INFECCIONES POR CORONAVIRUS; INDICADORES DE GESTIÓN; MORTALIDAD; EFECTIVIDAD; INVESTIGACIÓN APLICADA.

ABSTRACT

Introduction: The world is in front of a complex situation, where it is investigated and it is learned in a vertiginous march, not without anguish and overwork for a lot. In this sense, managing the performance of the confrontation system leads to success in each territory.

Objective: To design a comprehensive diagnostic model of the performance of the COVID-19 coping system.

Methods: An applied research was carried out in the first period of autochthonous transmission in Cuban territory, by means of the design of a model based on the lethality indicator, through the method of consecutive substitutions, the study was supported with the mathematical modeling of indicators management with a comprehensive approach in their analyzes.

Results: There is a diagnostic model based on the analysis of confirmed and recovered cases, allowing the integration of a large number of management indicators and visualizing the relationships between them.

Conclusions: The design of a diagnostic model of the performance of the COVID-19 coping system was obtained based on the disintegration of the lethality indicator, allowing the system management indicators to be viewed in a comprehensive manner.

DeCS: CORONAVIRUS INFECTIONS; MANAGEMENT INDICATORS; MORTALITY; EFFECTIVENESS; APPLIED RESEARCH.

Recibido: 24/04/2021

Aprobado: 04/12/2021

Ronda: 2

INTRODUCCIÓN

El 30 de enero del año 2020, el Director General de la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el brote de la enfermedad coronavirus 2019 (COVID-19) como emergencia de salud pública de interés internacional (PHEIC por sus siglas en inglés) bajo al Reglamento Sanitario Internacional (RSI 2005), con el asesoramiento del Comité de Emergencia del RSI. El 4 de febrero de 2020, el Director General de la OMS informó al Secretario General de las Naciones Unidas y pidió que se activara la política de gestión de crisis de las Naciones Unidas para establecer un equipo de gestión de crisis o *Crisis Management Team* (CMT) que coordinara la ampliación a todo el sistema de las Naciones Unidas para ayudar a los países en el enfrentamiento a la COVID-19 y responder a esta. ⁽¹⁾

Una pandemia es la propagación mundial de una nueva enfermedad. Las pandemias son acontecimientos impredecibles pero recurrentes que pueden afectar de manera considerable a la salud, las comunidades y las economías de todo el mundo. ^(2,3) La planificación y la preparación son fundamentales para ayudar a mitigar el riesgo y el impacto de una pandemia y para gestionar la respuesta y la recuperación. Como práctica en el sistema de enfrentamiento a la COVID-19 en el ámbito internacional se destacan indicadores como: el número reproductivo de casos que es la tasa a la cual se está dando y está creciendo la transmisión de casos. El indicador de morbilidad que expresa el número de casos nuevos diarios y su acumulado. El indicador de letalidad que mide el porcentaje de personas fallecidas y el total de casos confirmados positivos. El indicador de mortalidad general que expresa cuantas personas está muriendo a nivel nacional por diferentes causas. El indicador de días de duplicación expresa cada cuanto día se duplica el número de casos de contagios. ⁽²⁾

La positividad mide el porcentaje de muestras positivas dentro del total de muestra de COVID-19 que se están tomando o se han procesado. El número de ocupación de Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). La movilidad expresa el porcentaje de ocupación del servicio de transporte masivo en las mayores grandes ciudades. El indicador de transacciones físicas muestra el número de transacciones de cajeros automáticos en una ciudad o territorio determinado, lo cual sirve para indicar como se mueve la población y que densidad se tiene.

A pesar de existir estos indicadores en el enfrentamiento de esta pandemia, se consideran que no son suficientes, se carece de indicadores causales de incidencia que posibiliten un diagnóstico integral. Como bien se ha dicho, se está frente a una situación inédita, donde se investiga y se aprende en una marcha vertiginosa, no exenta de angustias y de exceso de trabajo para mucho.

Cuba se une a este cometido, ya que, es una verdad indudable que el sistema de salud cubano ha alcanzado una relevante importancia en el escenario mundial desde el triunfo de la revolución, exhibe al mundo la graduación de notables cifras de médicos y especialistas de la salud cada año, para suplir su creciente demanda a nivel nacional e internacional. Los logros de Cuba en el campo de la salud

pública, acumulados en más de cincuenta años, se comparan con los alcanzados por países más desarrollados. Sin embargo, también se enfrenta por primera vez a esta pandemia del nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) responsable de la infección respiratoria, que poco tiempo denominada COVID-19. Cuba se enfrenta a esta pandemia donde se insiste por diferentes medios que la disciplina individual constituye la mejor conducta para su enfrentamiento. Además evidencia su enfoque de sistema, donde cada elemento se encuentra integrado al resto de los elementos. Debido a esto, investigadores cubanos se han dado a la tarea de explicar desde su visión el comportamiento de la enfermedad, ^(1,4) al presentar modelos de alta veracidad, sin embargo, se hace necesario diagnosticar el desempeño de manera integral del sistema y determinar de manera oportuna la relación de los indicadores de gestión. ^(5,6,7,8) Por esto el objetivo del artículo es diseñar un modelo para diagnosticar el desempeño del sistema de enfrentamiento a la COVID-19 a través de indicadores de gestión y con esto apoyar la toma de decisiones en este sentido.

MÉTODOS

Se realizó una investigación aplicada mediante el diseño de un modelo donde se tuvo como base el indicador de letalidad, mediante el método de sustituciones consecutiva. Muchos son los modelos matemáticos realizados para el análisis del comportamiento de enfermedades de la salud. ^(9,10,11,12) El proceso de construcción de un modelo de investigación proviene del instinto humano para la creación de una representación abstracta y simplificada de la realidad con la finalidad de obtener un mejor entendimiento a un problema. ⁽⁷⁾

El propósito de la modelación es la comprensión de los problemas y no tanto su solución computacional. Una buena modelación matemática involucra el establecimiento de relaciones entre el mundo real y el mundo matemático y la habilidad para moverse entre cada uno de ellos. La modelación matemática está enfocada hacia dos variables: ciencia y arte, que no son mutuamente excluyentes, sino complementarios, ya que es el arte lo que motiva y prolonga el estudio de la ciencia ante la mirada evaluativa de su propio rendimiento.

Por lo antes planteado, los autores de la investigación consideran que la modelación matemática es la actividad de construir modelos de sistemas complejos que permitan la predicción de procesos mediante un lenguaje matemático, para resolver a través de la práctica, los problemas decisionales. Unos de los sistemas complejos es la salud humana, donde la fiabilidad de las decisiones es vital para evitar las muertes de personas, en esta enfermedad se proyecta de manera más compleja por los múltiples factores que intervienen, de ahí la alta pertinencia de analizar la efectividad de estas a través de su comportamiento estadístico. Para esto es importante analizar la información obtenida y verificar el impacto de las decisiones adoptadas.

Se parte de identificar todos los indicadores que presenta el sistema de enfrentamiento de la COVID-19 y establecer los criterios a emplear en la toma de decisiones:

- Ligados a la estrategia: aquellos indicadores que captarán con precisión la esencia de la estrategia de exterminar la pandemia.
- Cuantitativos: se basa en tratar de eliminar la subjetividad de las evaluaciones.
- Accesibilidad: debe ser posible la obtención del mismo a partir de los sistemas de información de las unidades sanitarias.
- Fácil comprensión: la meta final debe ser crear un sistema de información que motive a la acción, que los participantes entiendan el significado de los indicadores seleccionados.
- Contrabalanceados: el sistema de información en el entorno de pandemia exigirá que se tomen decisiones respecto a la asignación de recursos y, por tanto, buscar el equilibrio entre los diversos objetivos de las unidades sanitarias.
- Relevantes: los indicadores que aparecen en el sistema de diagnóstico deben describir con exactitud el proceso u objetivo que intenta evaluar.
- Definición común: se debe conseguir el consenso tanto en la definición como en la interpretación de cada uno de los indicadores.

Los indicadores de gestión sanitaria deben mostrar estados y que activen acciones en búsqueda de la mejora y de manera proactiva. Un indicador integral debe contener un gran número de indicadores y abarcar una gran gama del espectro sanitario en enfrentamiento de la pandemia.

RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el sistema de enfrentamiento a la COVID-19, una interacción de procesos que involucra a todo el pueblo cubano, de manera simplificada se representa en un mapa de procesos en donde se evidencia tres grandes grupos. De manera estratégica se destaca la Asamblea Nacional del Poder Popular y los Consejos de Estado y de Ministros, estos establecen las estrategias en el país para enfrentar a la pandemia, como proceso clave se encuentra el excelente sistema de salud orientado por su ministro y los consejos de salud y unidades en todos los niveles, destacándose la atención primaria con los Consultorios Médicos Familiares que sirven de base a los grupos de trabajos y policlínicos municipales. Como procesos de apoyo se evidencia la ardua labor de los gobernadores provinciales así como, las asambleas municipales e intendente con estrecha relación con los delegados de las zonas o circunscripción, sirviendo de apoyo a todos los niveles (Figura 1).



Fuente: elaboración propia.

Figura 1 Mapa del proceso: Sistema de enfrentamiento a la COVID-19.

En este sistema se evidencia el control de manera transversal a todos los procesos jugando su papel de regulador. Este descansa en un sistema de información fiable y oportuna, que permita el desempeño y la mejora del sistema con el único objetivo de exterminar la pandemia, en el mismo se destacan los indicadores de gestión referente a la COVID-19. Se considera el indicador letalidad como el indicador más integral de análisis en la pandemia de la COVID-19. Se propone la siguiente metodología de diagnóstico integral al sistema de enfrentamiento a la COVID-19 mediante la desintegración de los elementos que inciden en la letalidad, basado en la técnica de los cinco por qué. ⁽¹³⁾ La estrategia a seguir la integran 16 indicadores con la acción causa-efecto (Figura 2).

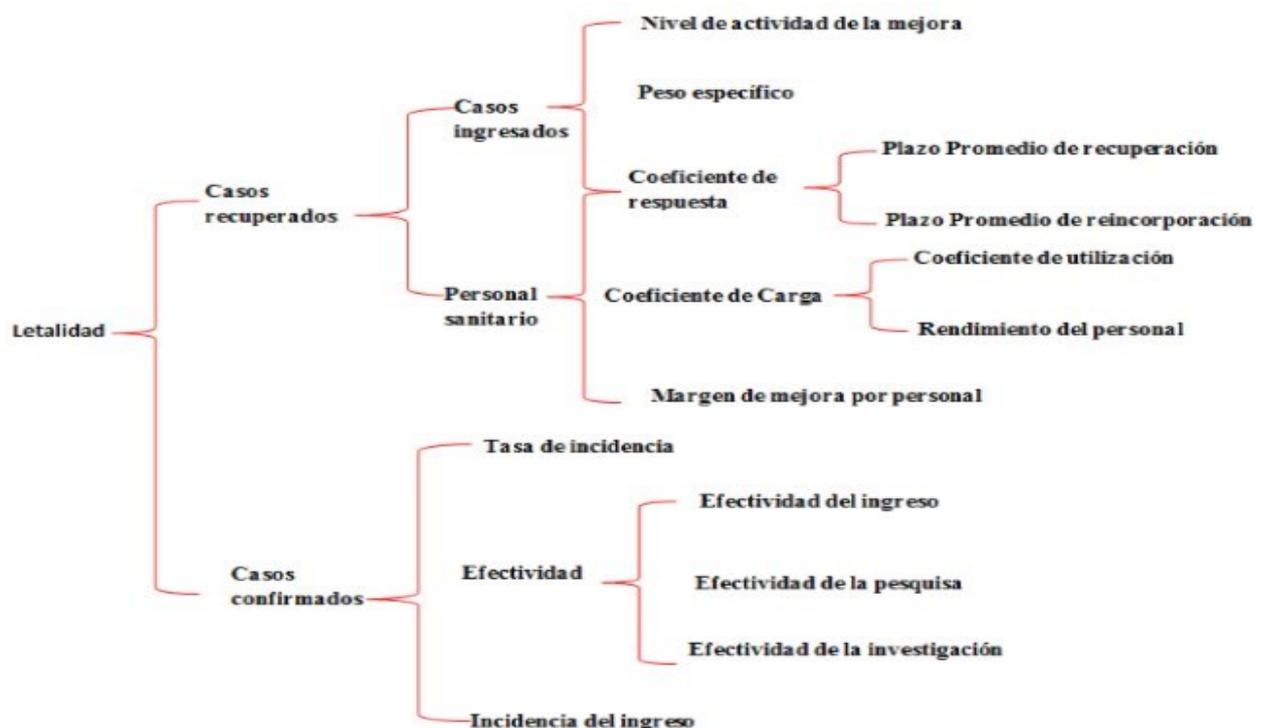


Figura 2. Estrategia a seguir en el diagnóstico del desempeño del sistema de enfrentamiento a la COVID-19.

La expresión de letalidad en caso de pandemia, como ya es conocido, es la correspondencia porcentual entre el número de fallecidos y el número de confirmados. ^(14,15,16)

Su indicador inverso será lo contrario y se nombrará Nivel de recuperación (Expresión 1).

$$\text{Nivel de recuperación} = \frac{\text{Casos recuperados}}{\text{Casos confirmados}} \times 100$$

Expresión 1

De la expresión anterior se establece que la letalidad y su inverso nivel de recuperación guarda una relación directa con el número de casos confirmados y de acuerdo a la forma en que varíen estos casos recuperados su incidencia será favorable o no. Con respecto los casos confirmados, para conocer qué efecto provocan, se deben determinar y analizar los indicadores que más adelante se proponen. Con el objetivo de determinar en qué magnitud influyeron estos elementos en el nivel de recuperación y en la letalidad, se aplica el método de sustituciones consecutivas, siguiendo los pasos siguientes:

1. Cálculo del nivel de recuperación, sustituyendo consecutivamente cada uno de los elementos:

- Todos los elementos en su valor anterior (Expresión 2):

$$\text{Nivel de recuperación}_{\text{anterior}} = \frac{\text{Casos recuperados}_{\text{anterior}}}{\text{Casos confirmados}_{\text{anterior}}} \times 100$$

Expresión 2

- Se sustituye el valor de los casos confirmados por su valor real y el resto se mantienen con valor plan (Expresión 3):

$$\text{Nivel de recuperación} = \frac{\text{Casos recuperados}_{\text{anterior}}}{\text{Casos confirmados}_{\text{actual}}} \times 100$$

Expresión 3

- Se sustituyen todos los elementos en sus valores reales (Expresión 4):

$$\text{Nivel de recuperación}_{\text{actual}} = \frac{\text{Casos recuperados}_{\text{actual}}}{\text{Casos confirmados}_{\text{actual}}} \times 100$$

Expresión 4

2. Determinación de la influencia de cada uno de los elementos en el nivel de recuperación:

- Restando al resultado de la Expresión 3 y la Expresión 2, se obtiene en que magnitud la variación de los casos confirmados, influyó en la variación del nivel de recuperación.

- Restándole al valor de la Expresión 4 el valor de la Expresión 3, se obtiene en cuanto la variación de los casos recuperados influyó en el valor del nivel de recuperación.

Análisis de los casos confirmados:

Respecto a los casos confirmados se debe analizar su estructura, determinando el peso que tiene cada componente (Efectividad, Tasa de incidencia e Incidencia del ingreso, etc.).⁽¹⁵⁾ Se profundiza en el estudio de la efectividad, por constituir la magnitud más representativa dentro de los casos confirmados y ser los más difícil de obtener.

Tasa de incidencia:

La tasa de incidencia es uno de los indicadores más reconocidos en estos sucesos de pandemia. Evidencia el número de casos confirmados e incluye el número de población por regiones.⁽¹⁴⁾ Se espera valores ínfimos en la población (Expresión 5).

$$Tasa\ de\ incidencia = \frac{No.\ de\ casos\ confirmados}{No.\ de\ habitantes} \times 100000$$

Expresión 5

Efectividad:

La efectividad de exploración de casos confirmados es uno de los indicadores, a criterio de los autores más importante en lo que a COVID-19 se refiere, por su contenido de búsquedas de contagios sin síntomas, se debe indagar en la efectividad de las pesquisas, del ingreso y de las investigaciones.

Efectividad del ingreso:

El efecto del ingreso como se muestra en la Expresión 6 es un indicador que muestra la detección de los casos asintomáticos en la población (Expresión 6).⁽¹⁶⁾

$$Efectividad_{ingreso} = \frac{Casos\ asintomáticos}{Caso\ confirmados}$$

Expresión 6

Efectividad de la pesquisa:

La Expresión 7 muestra la oportunidad para realizar pesquisas, uno de los indicadores inéditos del país, donde descansa la esperanza del fin de la pandemia (Expresión 7).

$$Efectividad_{pesquisa} = \frac{Casos\ detectados\ por\ pesquisa}{Caso\ confirmados}$$

Expresión 7

Efectividad de la investigación:

La efectividad de la investigación como se muestra en la Expresión 8, involucra a la comunidad y a la atención primaria de la salud. Su umbral es el valor uno, menores que este umbral evidencia descontrol en la transmisión de los contagios (Expresión 8).^(14,15)

$$Efectividad_{investigación} = \frac{Casos\ confirmados\ con\ conocida\ fuente\ de\ transmisión}{Casos\ confirmados}$$

Expresión 8

Incidencia del ingreso:

La Expresión 9 representa la incidencia del ingreso, es el valor relativo de las muestras positivas sobre el total de muestras realizadas, estos valores dan una noción del comportamiento de los casos confirmados en el periodo transcurrido (Expresión 9). ^(14,15,16)

$$Incidencia_{ingreso} = \frac{Casos\ confirmados}{Muestras\ analizadas}$$

Expresión 9

Análisis de los Casos recuperados:

Respecto a los casos recuperados se debe analizar su estructura, mediante el análisis carga-capacidad, la carga evidenciada por los contagios y la capacidad determinada por el personal que batalla en la zona roja durante el período de ingreso. Se profundiza en estos dos elementos como se muestra a continuación. ^(1,14,15,16)

Análisis de los casos ingresados:

En el análisis de los casos ingresados se analiza igual por su estructura. Se debe profundizar en el nivel de actividad de la recuperación, en los pesos específicos de la calidad de los pacientes y en el plazo promedio de recuperación.

Nivel de actividad de la mejora:

La Expresión 10 evidencia el nivel de actividad de la mejora, lo establecido es que este valor se comporte con un valor del 100 %, pero es difícil alcanzarlo por la peligrosidad de la pandemia. Sin embargo, debe alcanzarse un alto por ciento de este valor en todos los territorios (Expresión 10). ⁽¹⁶⁾

$$Nivel\ de\ actividad\ de\ la\ mejora = \frac{Casos\ estables}{Casos\ confirmados} \times 100$$

Expresión 10

Peso específico:

Muestra el índice que representa cada clase de calidad de salud, del paciente ingresado. Debe ser ínfimo y con tendencia a cero los pesos específicos de los pacientes ingresados en estado grave y críticos (Expresión 11).

$$\text{Pesoespecífico} = \frac{\text{Cantidad de casos estables, graves o críticos}}{\text{Total de casos confirmados}}$$

Expresión 11

Coefficiente de respuesta:

El coeficiente de respuesta es el indicador más integral en el caso del análisis de los casos recuperados, por dar información no solo de la carga, sino también de la capacidad. Se representa a través de la Expresión 12 y relaciona tanto las variables de los ingresados, como del personal en acción (Expresión 12).

$$\text{Coeficiente}_{\text{respuesta}} = \frac{\text{Plazo promedio}_{\text{recuperación}}}{\text{Plazo promedio}_{\text{reincorporación del personal}}}$$

Expresión 12

Este indicador tiene que ser igual a uno. De ser superior a uno puede significar un mal avance de la salud del paciente y de ser inferior a uno puede significar un mal avance en el desempeño del personal sanitario y aunque se le da respuestas a los casos será con mayor número de recursos humanos. ⁽¹⁾

Análisis del personal sanitario:

En este análisis se indaga en la capacidad que tienen las unidades de salud especializada en el tratamiento de la COVID-19. En cada provincia se destinó una unidad para estos cuidados. Se profundiza en los coeficientes de carga, los márgenes de mejora y el coeficiente de respuesta ya analizado.

Coefficiente de carga:

Como se muestra en la Expresión 13, este coeficiente evidencia el rendimiento del personal que se desempeña en estas unidades. Cuando este indicador alcanza valores menores que uno, indica que el personal trabajó con menos carga que la programada, lo cual puede estar relacionado con ineficiencias en el cumplimiento de los protocolos de la institución de salud (Expresión 13).

$$\text{Coeficiente}_{\text{carga}} = \frac{\frac{\text{Casos recuperados}}{\text{Número de trabajadores en zona roja utilizadas}}}{\frac{\text{Casos confirmados}}{\text{Número de trabajadores en zona roja planificadas}}}$$

Expresión 13

Coefficiente de utilización:

La Expresión 14 evidencia el coeficiente de utilización del personal sanitario con un umbral de 100 %. Estos trabajadores están expuestos a un riesgo mayor, por lo que se estima que se expongan a un periodo aproximado de 14 días en la atención de pacientes ingresados por COVID-19. Posteriormente

se les hacen las pruebas de PCR para verificar su estado, y protegerlos al máximo. Una mala aplicación de los protocolos pudiera ser motivo de contagio, por lo que se proponen los siguientes indicadores (Expresión 14).

$$\text{Coeficiente de utilización} = \frac{\text{Personal de la Salud utilizada en Zona roja}}{\text{Personal de la Salud planificada en Zona roja}} \times 100$$

Expresión 14

Rendimiento del personal:

La Expresión 15 representa el rendimiento promedio de casos recuperados por el personal médico en esta nueva pandemia. Es un indicador de productividad que evidencia la eficiencia del personal de la salud, la tendencia del indicadores el incremento a la mejora (Expresión 15).

$$\text{Rendimiento del Personal} = \frac{\text{Casos recuperados}}{\text{Cantidad de personal de salud que colaboró}}$$

Expresión 15

Margen de mejora de la calidad de vida:

La calidad de vida en el tiempo de ingreso es una variable determinante en los casos contagiados por el virus. La Expresión 16 evidencia la mejora por personal médico en el enfrentamiento de la pandemia. Se puede interpretar como el valor de la mejora que puede aportar cada personal que combate en esta lucha contra la COVID-19, representa además el incremento de las competencias debido a los elementos de formación de todo el personal (Expresión 16).⁽¹⁶⁾

$$\text{Margen mejora} = \frac{\text{Casos activos} - \text{Casos grave} - \text{Casos críticos}}{\text{No. personal médico}}$$

Expresión 16

De manera general se ofrecen indicadores que posibilitan un diagnóstico en el desempeño del enfrentamiento a esta enfermedad, en estos resultados se reflejan otros factores incontrolables del entorno. Se evidencia la integración de indicadores que fueron diseñados a partir de elementos que describen incidencia de avances o no en el enfrentamiento del COVID-19.

DISCUSIÓN

Los servicios de salud pública de las administraciones públicas cubren un espectro de actividades amplio y heterogéneo. Con la definición explícita de un catálogo o de carteras de servicios de salud pública se avanza en su formalización y visibilidad. Para un buen seguimiento de su desempeño se

precisa disponer de indicadores apropiados, como es habitual en los servicios asistenciales. ^(16,17) Sobre todo, es importante que los indicadores permitan evaluar el desempeño de manera integral y de manera detallada al mismo tiempo.

En los últimos tiempos se ha conocido un nuevo enemigo invisible, el virus conocido como el síndrome respiratorio agudo grave coronavirus (SARS-Co-2), identificado como la causa de un brote de enfermedades que comenzó en China en 2019. Esta enfermedad se llama enfermedad del coronavirus 2019 (COVID19). El mundo ha tenido que realizar un arduo trabajo para el enfrentamiento a la pandemia que todavía es un acápite pendiente y Cuba no ha estado exenta de este complejo proceso que involucra a diferentes actores.

Desde la confirmación de los primeros casos en la primera quincena del mes de marzo se han realizado cambios para afrontar esta pandemia y científicos cubanos confirman la efectividad de las medidas tomadas a nivel nacional, por lo que cuantificar esta efectividad constituiría una herramienta de gestión del enfrentamiento. ⁽¹⁶⁾

En Cuba se han realizado estudios para el control de esta letal pandemia desde la óptica integral como la Gestión de los riesgos sanitarios en el enfrentamiento a la COVID-19 en Cuba, ⁽¹⁸⁾ sin embargo, la especialización de las causas desde un enfoque integrado de manera integral a los factores que impactan en este análisis es una de las carencias presentada. Por otra parte, la investigación Modelo del sistema de enfrentamiento a la COVID-19 soportado en un Cuadro de Mando Integral, ⁽¹⁶⁾ brinda un sistema de indicadores de manera global que permiten la implementación de una estrategia para exterminar la pandemia, también se detallan las relaciones entre los indicadores, sin embargo, no se desagrega las causas de los principales indicadores de gestión.

Según Benavides, ⁽¹⁸⁾ investigaciones se han centrado en indicadores de riesgos para trabajadores donde abordan desde una perspectiva integral los efectos de la pandemia COVID-19, sin embargo, no se cuantifican estos efectos.

Por otra parte Robles, ⁽¹⁹⁾ ha estudiado la psicología de emergencias ante la COVID-19: enfoque desde la prevención, detección y gestión operativa del riesgo, en esta se gestionan los riesgos mediante un modelo de gestión de emergencias, pero, no se cuantifica la gestión de las actividades específica que la afectan.

Jorna et al., ⁽²⁰⁾ han realizado estudios de evaluación de impacto de los sistemas de salud y modelos matemáticos mediante curvas de pronóstico para visualizar el comportamiento de la pandemia en los últimos días y para el futuro, pero sin embargo, se hace necesario visualizar un diagnóstico más detallado e integral del desempeño del sistema en el enfrentamiento a esta pandemia. El artículo responde a esta deficiencia al presentar un modelo de diagnóstico del desempeño del sistema de enfrentamiento a la COVID-19. Como novedad presenta la desintegración del indicador letalidad de la pandemia, que permite buscar la causa raíz de su comportamiento, además de ver la relación e integración de

los elementos que lo componen al poder integrar un alto espectro de variables del entorno. Esto se puede considerar un aporte que permita a que ciencias como la Matemática y la Teleinformática en sinergia con otras disciplinas científicas puedan aportar informaciones más veraces de tendencias, pronósticos y escenarios dinámicos.

Este comportamiento permite evidenciar el aumento del impacto de la efectividad del tratamiento ante esta pandemia. Este análisis resulta de vital importancia para evitar que colapsen hospitales y centro de aislamiento en el país, además de evidenciar matemáticamente el impacto de la efectividad del servicio médico cubano y del sistema de medidas adoptadas, que a su vez impacta en el territorio de manera directa.

CONCLUSIONES

Se obtuvo un modelo de diagnóstico del desempeño del sistema de enfrentamiento a la COVID-19, basado en el método de sustituciones consecutivas y en la desintegración del indicador letalidad de la pandemia como indicador integral para el diagnóstico. En este modelo interactúan 16 indicadores que se relacionan como sistema, evidenciando además el estado del sistema como indicador de salud. Este indicador sirve de base para mejorar la fiabilidad de los modelos de otras ciencias de apoyo a la salud pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas/INFOMED. Coronavirus 2019 actualización [Internet]. La Habana: Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas/INFOMED; 17 Feb 2020 [citado 22 May 2020]. Disponible en: <https://temas.sld.cu/coronavirus/2019ncov/actualización17defebrerode2020>
2. Blasco Navarro M, Cruz Cobas M, Cogle Duvergel Y, Navarro Tordera M. Principales factores de riesgo de la morbilidad y mortalidad neonatales. MEDISAN [Internet]. Jul-Ago 2018 [citado 17 Abr 2021];22(7). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192018000700578&lng=es
3. Ministerio de Sanidad. Procedimiento de actuación frente a casos de infección por el nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) [Internet]. España: Ministerio de Sanidad; Abr 2020 [citado 22 May 2020]:18 p. Disponible en: http://www.aeemt.com/web/wpcontent/uploads/2020/04/Procedimiento_COVID_19-11042020.pdf
4. Ministerio de Salud Pública. Protocolo Nacional MINSAP vs COVID-19 [Internet]. La Habana:

MINSAP; 2020 [citado 22 May 2020]:103 p. Disponible en: <https://covid19cubadata.github.io/protocolos/protocolo-version-2.pdf>

5. Vega de la Cruz LO, Gonzáles Reyes LL. Diagnóstico estadístico del control interno en una institución hospitalaria. Rev haban cienc méd [Internet]. Mar-Abr 2017 [citado 22 May 2020];16(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729519X2017000200015&lng=es

6. Barrios Araya S, Urrutia Egaña M, Rubio Acuña M. Impacto de la simulación en el desarrollo de la autoeficacia y del locus de control en estudiantes de enfermería. Educ med super [Internet]. Ene-Mar 2017 [citado 22 May 2020];31(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412017000100012&lng=es

7. Vega de la Cruz L, Herrera González Y, González Reyes LL, Cantero Cora H. Construcción de futuros en una institución hospitalaria cubana. Arch méd Camagüey [Internet]. May-Jun 2017 [citado 22 May 2020];21(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552017000300006&lng=es

8. Vega de la Cruz LO, Lao León YO, Nieves Julbe AF. Propuesta de un índice para evaluar la gestión del control interno. Contaduría y administración [Internet]. 2017 [citado 22 May 2020];62(2):683-698. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cya/v62n2/0186-1042-cya-62-02-00683.pdf>

9. de Oliveira AC, Oliveira de Paula A, Farnetano Rocha R. Custos com antimicrobianos no tratamento de pacientes com infecção. av enferm [Internet]. 2015 Set-Dic [citado 22 May 2020];33(3). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-45002015000300003&lng=pt

10. Ospino Castro A, Robles Algarín C, Duran Pabón A. Diseño de un sistema médico asistencial de autorregulación de oxígeno por monitoreo no invasivo, basado en lógica difusa. Prospect [Internet]. Jul-Dic 2014 [citado 02 May 2020];12(2):57-64. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250640006.pdf>

11. Huapaya CR, Lizarralde FA, Arona GM. Modelo basado en Lógica Difusa para el Diagnóstico Cognitivo del Estudiante. Form Univ [Internet]. 2012 [citado 22 May 2020]; 5(1). Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062012000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=en

12. Jensen R, Baena de Moraes Lopes MH. Nursing and fuzzy logic: an integrative review. Rev Latino-Am Enfermagem [Internet]. 2011 Feb [citado 22 May 2020]; 19(1). Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/r56xqwgqVWK8rj7H6cfjXk4r/?lang=en>

13. Hidalgo Batista ER, Romero W. Six Sigma as Strategy of Maintenance in the Corn Harvester Massey Ferguson Model 7252. Rev Cie Téc Agr [Internet]. 2020 Ene-Mar [citado 01 Mar 2020]; 29(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542020000100009&lng=es&tlng=es

<http://revistaamc.sld.cu/>

14. Cubadebate. ¿Qué índices sanitarios marcan el pase a cada fase de la recuperación en Cuba? [Internet]. La Habana: UCI; © 2014 [actualizado 01 Jun 2020; citado 10 Sep 2020]. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2020/07/01/que-indices-sanitarios-marcan-el-pase-a-cada-fase-de-la-recuperacion-en-cuba/>.
15. Betancourt Torres I, Lima Sarmientos L, Pérez Esquivel GJ, Hernández Pousada Y, López Aguilera AF, Furones Mourelle JA. Vulnerabilidad de la Covid-19 por estratificación epidemiológica en policlínicos de Arroyo Naranjo, La Habana. Rev cubana med [Internet]. 2021 Ene-Mar [citado 17 Abr 2021]; 60(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232021000100008&lng=es
16. Vega-de la Cruz LO, Perez-Pravia MC. Modelo del sistema de enfrentamiento a la COVID-19 soportado en un Cuadro de Mando Integral. Rev inf cient [Internet]. Nov-Dic 2020 [citado 17 Abr 2021]; 99(6). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332020000600548&lng=es.%20%20Epub%2004-Dic-2020
17. Placeres Hernández JF, de León Rosales LC, Martínez Abreu J, del Huerto Marimón ME, Romeo Almanza D, Prado Sola LA. El Sistema de Evaluación y Acreditación de Especialidades de Postgrado en la Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Rev méd electrón [Internet]. 2017 [citado 22 May 2020]; 39(6). Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2446/3652>
18. Benavides FG. La salud de los trabajadores y la COVID-19. Arch Prev Riesgos Labor [Internet]. Abr-Jun 2020 [citado 17 Abr 2021]; 23(2). Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200002&lng=es
19. Robles Sánchez JI. La psicología de emergencias ante la COVID-19: enfoque desde la prevención, detección y gestión operativa del riesgo. Clínica y Salud [Internet]. Jul 2020 [citado 17 Abr 2021]; 31(2). Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-52742020000200008&lng=es
20. Jorna Calixto AR, Véliz Martínez PL, Vidal Ledo MJ, Véliz Jorna AL. Gestión de los riesgos sanitarios en el enfrentamiento a la COVID-19 en Cuba. Rev cuba salud pública [Internet]. 2020 [citado 17 Abr 2021]; 46(Suppl 1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662020000500008&lng=es

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores de la carrera de Ingeniería Industrial. A la Universidad de Holguín por enseñarme tanto. A todo el personal médico que batalla en la primera trinchera del combate contra esta pandemia, esta también es su obra.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Leudis Orlando Vega-de-la-Cruz (Conceptualización. Curación de datos. Análisis formal. Investigación. Metodología. Visualización. Redacción. Revisión y edición).

Milagros Caridad Pérez-Pravia (Conceptualización. Investigación. Metodología. Administración del proyecto. Supervisión. Revisión y edición).

Elisa Leyva-Cardenosa (Conceptualización. Investigación. Metodología. Administración del proyecto. Supervisión. Revisión y edición).