



Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación de las manifestaciones cutáneas secundarias al uso de equipos de bioseguridad por Covid -19

Analytical Hierarchical Neutrosophic Analytical Process for the evaluation of skin manifestations secondary to the use of biosafety equipment by Covid -19

Jami Carrera Jeanneth Elizabeth¹ Rosales Cedeño Kenyi Nicole² and Jordán Escobar Paúl Mateo³

¹ Profesora de la Universidad Regional Autónoma de los Andes. UNIANDES-Ecuador. E-mail: ua.jeannethjami@uniandes.edu.ec; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2217-9593>

² Estudiante de la Universidad Regional Autónoma de los Andes. UNIANDES-Ecuador. E-mail: ma.kenyinrc49@uniandes.edu.ec; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6223-6786>

³ Estudiante de la Universidad Regional Autónoma de los Andes. UNIANDES-Ecuador. E-mail: ma.paulmje14@uniandes.edu.ec; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2298-4920>

Resumen. Desde el inicio de la pandemia en el año 2019 a causa del virus SARS-CoV2 que puso a todos los países en alerta mundial, el personal de salud se vio en la obligación de hacer frente a esta nueva enfermedad, la cual demostró un alto nivel de contagio y propagación al ser transmitida por contacto directo con las secreciones respiratorias. Por ello, fue necesario que el personal de salud implementara medidas de bioseguridad de nivel 3, como: uso de mascarilla, gafas, gorros, batas quirúrgicas, overol de bioseguridad impermeable, zapatones y guantes. El uso constante de todos estos implementos de bioseguridad sobre todo a nivel hospitalario, ha causado afecciones de tipo cutáneas como dermatitis de contacto irritativa o alérgica, manifestaciones de acné y ha agravado enfermedades de la piel previamente identificadas. La presente investigación propone una solución a la problemática planteada a partir de la implementación de un método para la evaluación de las manifestaciones cutáneas secundarias al uso de equipos de bioseguridad por Covid-19. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio con el empleo del Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico.

Palabras Claves: Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico, SARS-CoV2, método para la evaluación de las manifestaciones.

Abstract. Since the start of the pandemic in 2019 due to the SARS-CoV2 virus that put all countries on global alert, health personnel were forced to deal with this new disease, which demonstrated a high level of contagion and spread by being transmitted by direct contact with respiratory secretions. For this reason, it was necessary for health personnel to implement level 3 biosafety measures, such as: use of a mask, goggles, hats, surgical gowns, waterproof biosafety overalls, shoes and gloves. The constant use of all these biosafety implements, especially at the hospital level, has caused skin conditions such as irritant or allergic contact dermatitis, acne manifestations, and has aggravated previously identified skin diseases. This research proposes a solution to the problem raised from the implementation of a method for the evaluation of skin manifestations secondary to the use of biosafety equipment by Covid-19. Its operation is based on a multi-criteria approach using the Neutrosophic Hierarchical Analytical Process.

Keywords: Analytical Hierarchical Neutrosophic Process, SARS-CoV2, method for the evaluation of manifestations.

1 Introducción

El virus del SARS (síndrome respiratorio agudo grave por sus siglas en inglés) y el MERS (síndrome respiratorio de Oriente Medio) pertenecen a la familia de los coronavirus identificados como los que ocasionan

el resfriado común e infecciones del tracto respiratorio. A finales del año 2019 en Wuhan, China, se identificó una serie de contagios por un virus de tipo respiratorio que más tarde fue identificado como un nuevo coronavirus el cual se le denominó Coronavirus 2 del Síndrome Respiratorio Agudo Grave (SARS-CoV-2) que dio lugar a una de las más grandes crisis sanitarias a nivel internacional, catalogada como una pandemia. El SARS-CoV 2 causa el Covid-19, la cual es una enfermedad infecciosa que principalmente causa síntomas respiratorios, pero con el pasar del tiempo se pudo evidenciar que también podía tener otras manifestaciones, como afección del aparato digestivo, la función renal, afección a nivel neurológico, manifestaciones cutáneas, trastornos de coagulación e incluso afectar directamente a órganos como el hígado, entre otras.

El Covid-19 tiene un periodo de incubación de 2 – 14 días por lo cual la persona infectada podría no presentar síntomas si no hasta 14 días después de la exposición al virus. Este es el principal factor causal de la alta y rápida propagación del virus, lo que en poco tiempo provocó el colapso de los sistemas de salud pública por la gran afluencia de pacientes moderados y graves. La replicación viral ocurre en la mucosa nasal y de la faringe, en el tracto respiratorio inferior se encuentran los receptores ACE 2 que son proteínas de membrana de tipo I, los cuales poseen receptores para el SARS-CoV2, el cual tiene una proteína denominada “proteína S” y mediante esta el virus es capaz de unirse a dichos receptores y, por ende, a las células humanas.

Para enfrentar la pandemia se implementó el uso de medidas de prevención y protección en la población y sobre todo en el personal de atención de salud. Se necesitó el uso de medidas de bioseguridad de nivel 3, entre los elementos más utilizados a nivel general se destaca la mascarilla o cubrebocas y para el personal sanitario se implementaron otros elementos como los gorros, las batas quirúrgicas impermeables, los overoles de bioseguridad impermeables, gafas o escudos faciales y guantes de distintos materiales. Sin embargo, estos últimos no fueron adoptados solo por el personal de la salud, si no que la población en general empezó a usarlos y debido al uso incorrecto de los mismos en ambientes no especializados, se evidenciaron distintos efectos adversos relacionados al material de fabricación, específicamente manifestaciones de tipo cutáneas.

Si bien es cierto la covid - 19 como tal puede causar reacciones cutáneas secundarias al virus, pero en esta revisión se describen las dermatosis causadas por el uso prolongado de los elementos de bioseguridad, las cuales se han evidenciado a nivel general en la población, manifestaciones entre las que podemos destacar a la dermatitis de contacto de tipo irritativa o alérgica principalmente causada por el material del cual están elaborados dichos implementos, también a causa del uso constante de la mascarilla se han ocasionado casos de acné y se han agravado otras dermatosis que previamente ya habían sido diagnosticadas. Es importante también describir los tratamientos y medidas preventivas para cada una de estas reacciones causadas por el uso de implementos de bioseguridad, debido a que el uso de estos continuará prolongándose hasta que se logre controlar los contagios e inmunizar a la población para evitar que el SARS-CoV2 siga cobrando la vida de miles de personas a nivel mundial.

A partir de la problemática antes descrita la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método para la evaluación de las manifestaciones cutáneas secundarias al uso de equipos de bioseguridad por Covid-19. La investigación se encuentra estructurada en introducción, preliminares, materiales y métodos; resultados y discusión. La introducción realizó una descripción de los principales elementos relacionados con el SARS-CoV2 para el contexto de la presente investigación. Los preliminares realizan una descripción de los principales elementos conceptuales relacionados con el dominio de la investigación. Los materiales y métodos presentan la estructura y funcionamiento del método para la evaluación de las manifestaciones cutáneas secundarias al uso de equipos de bioseguridad por Covid-19 basado en un enfoque multicriterio con el empleo del Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico. Los resultados y discusión presentan la implementación de la propuesta en un caso de estudio donde es posible demostrar la aplicabilidad del mismo.

2 Preliminares

Se realizaron diversas revisiones bibliográficas para la redacción de este artículo con información de un periodo de publicación no mayor a 5 años, usando como método de búsqueda de antecedentes diversas plataformas científicas como Elsevier, Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, Scielo, IPSA Scientia, Scopus, entre otras. Se seleccionaron un total de 50 artículos de los cuales 20 fueron de interés para esta revisión, usando criterios de inclusión y exclusión y palabras claves para la búsqueda de información como “Dermatosis por equipos de bioseguridad”, “Maskne”, “Dermatitis de contacto asociada a covid 19”, “equipos de bioseguridad”, “materia prima de mascarillas”.

2.1 Manifestaciones cutáneas por el uso de mascarilla

Los cubrebocas o mascarillas son el principal elemento de bioseguridad que se implementó a raíz de la Covid-19 y actualmente es utilizado a nivel mundial por la población en general y personal sanitario como medio de protección ante dicha enfermedad respiratoria. Debido al uso prolongado de la mascarilla se han evidenciado distintas manifestaciones y lesiones faciales que incluyen: pseudo-sabañones, brotes vesiculares, lesiones urticariales, brote maculopapular e inclusive necrosis o livedo. Y también, manifestaciones como eccema, eritema, prurito, xerosis y descamación.

Las mascarillas N95 que han sido catalogadas como las más efectivas para la protección contra la Covid-19, son fabricadas con polipropileno que es un material de fibra sintética plástica originada de petróleo. Estas fibras se funden en un proceso de soplado y se forman finas fibras a las cuales se les aplica aire caliente para fusionarlas entre sí, esto es lo que le da la característica de firmeza y evita el ingreso del 95% de microbios. Este tipo de mascarillas son fabricadas bajo estándares de seguridad para las personas, lo que quiere decir que no suponen un riesgo elevado para las mismas. Sin embargo, si son capaces de liberar formaldehído al estar expuestas al calor de la epidermis lo que ha demostrado que puede causar una respuesta de tipo toxica en la piel, sobre todo.

Las mascarillas como la N95 al liberar formaldehído son capaces de causar una dermatitis de tipo alérgica e irritativa. Los pacientes que presentan sensibilidad al formaldehído son difíciles de tratar debido a que se encuentra presente en varios productos, sobre todo actualmente ya que el uso de la mascarilla es de carácter obligatorio y habitual. En el personal sanitario se priorizo el uso de mascarillas N95 debido a su alto porcentaje de protección ante el virus del SARS – CoV2 lo que causo que en un porcentaje de este personal presentara dermatitis de contacto por la exposición al formaldehído. Los pacientes con esta dermatitis presentan principalmente eccema, eritema y prurito en la zona de nariz, boca y mejillas.

El tratamiento para las dermatitis de contacto consiste principalmente en evitar la exposición a los agentes causales. El tratamiento farmacológico depende del nivel evolutivo de la dermatitis, en caso de ser aguda se puede utilizar fomentos fríos con subacetato de plomo a partes iguales con agua destilada o fomentos con solución de Burrow; después se aplica una pasta al agua o pomadas inertes con óxido de cinc y talco. En casos crónicos se recomienda el uso de pomadas o cremas lubricantes inertes, linimento oleocalcáreo o algún aceite. Cuando existen liquenificaciones es recomendable el uso de pomadas con alquitrán de hulla al 1 o 2% por 3 - 4 semanas y se debe evitar la exposición solar. También se pueden usar glucocorticoides de mediana y alta potencia según sea requerido por breves periodos y a nivel sintomatológico para aliviar el prurito se pueden usar antihistamínicos como coadyuvantes.

2.2 Maskne

El acné es una afección a nivel cutáneo de tipo inflamatoria que se produce cuando hay una obstrucción de los folículos pilosos por acumulación de bacterias, células muertas y sebo, es de carácter multifactorial. Se presenta comúnmente con un cuadro clínico de comedones, pápulas, pústulas, nódulos, suele haber eritema y dolor.

El término “Maskne” se utiliza para referirse al acné que es específicamente causado por el uso prolongado de la mascarilla tanto en la población general como en el personal de salud, independientemente del material de fabricación de los cubrebocas estos pueden provocar un brote de acné, y en las personas que ya lo padecían muy probablemente empeorarlo, a causa del aumento la humedad en la zona cubierta por la mascarilla y por ende del escualeno en la piel, además la humedad junto al exceso de sudor provoca inflamación en los queratinocitos y el aumento de la temperatura se relaciona con la producción de sebo en la piel.

Actualmente las mascarillas se han vuelto un implemento fundamental en el día a día y es incierto el tiempo que debemos usarlas. Por ello, es esencial seguir ciertas recomendaciones para evitar que aparezcan estos cuadros de “Maskne” o evitar empeorarlo si ya se padece del mismo. Se recomienda en caso de dermatitis de contacto alérgica identificar el material causal y reemplazarlo con otro tipo, acortar el tiempo de uso de la mascarilla todo lo que sea posible, reemplazar las mascarillas frecuentemente y en caso de necesitar usar la mascarilla por lapsos de tiempo muy prolongados es necesario tomar descansos del cubrebocas de 15 minutos cada dos horas para evitar la acumulación de sudor y el aumento de la temperatura y la humedad en la zona del rostro que cubre la mascarilla.

Es importante indicar a los pacientes que padecen Acné a causa o no del uso de mascarilla, que no se debe manipular las lesiones. A nivel farmacológico, el manejo estándar de un acné leve consiste en el lavado dos veces al día con agua y jabón, aplicar lociones desengrasantes elaboradas con licor de Hoffman o acetona con alcohol, también se puede agregar ácido acetilsalicílico, resorcina o azufre al 1 – 3%. Cuando existen lesiones pustulosas se puede aplicar alcohol yodado al 0.5 – 1%. También pueden utilizarse comedolíticos como el peróxido de benzoílo al 2.5, 3.5 y 10% (combinado o no con antibióticos según el caso); ácido retinoico al 0.010, 0.025, 0.05 o 0.10%, en crema o solución gel; isotretinoína al 0.05 o 0.025%. El ácido azelaico al 20% es un tipo de comedolítico que además tiene efecto antibacteriano por lo cual es muy útil cuando existen lesiones inflamatorias y papulopustulosas. En el caso de acné moderado e inflamatorio se puede usar antibióticos tópicos como fosfato de clindamicina al 1%, o eritromicina al 2%, sola o con acetato de cinc al 1.2% en solución o gel.

El tratamiento sistémico se recomienda en casos severos de acné resistente, se utiliza generalmente tetraciclinas vía oral: la minociclina 50 – 100mg/día y la doxiciclina 50 – 100mg/día. También se puede usar oxitetraciclina 250 - 500mg/día, trimetoprim/sulfametoxazol 80 - 400mg dos veces al día o eritromicina 1g/día en casos de niños menores de 12 años y mujeres en estado de gestación.

2.3 Manifestaciones cutáneas por el uso de guantes

Los guantes son usados como un medio de protección sanitaria para evitar la contaminación cruzada sobre

todo a nivel hospitalario. Actualmente debido a la pandemia por el virus del SARS-CoV2 además del personal de salud, la población adoptó el uso de guantes como medio de protección, aunque es innecesario usarlos fuera de un ambiente hospitalario ya que los guantes deben ser usados solo para procedimientos necesarios y de la forma correcta que consiste en desecharlos después del contacto con un paciente. Usarlos fuera de estas situaciones solo provoca que se acumulen microorganismos, aumentando el riesgo de contaminación y de reacciones alérgicas o irritativas por la exposición al material.

Los guantes pueden ser fabricados de diferentes materiales, siendo los más comunes los guantes de látex y los guantes de nitrilo. El látex es un polímero natural que proviene de la savia del árbol *Hevea Brasiliensis*, comúnmente denominado árbol de caucho, crece principalmente en los bosques tropicales de Centroamérica y América del Sur. La goma de látex de origen vegetal puede ser confundida con la que se obtiene a partir del petróleo, sin embargo, de esta última no existen evidencias de que ocasione reacciones de ningún tipo en las personas. El mecanismo patogénico identificado en las personas que tienen una reacción de tipo alérgica al látex, es una reacción de hipersensibilidad inmediata de tipo I mediada por inmunoglobulinas E que se manifiesta con urticaria, angioedema, rinoconjuntivitis, asma bronquial e inclusive anafilaxia.

Por otro lado, los guantes de nitrilo son fabricados a partir de copolímeros compuestos de 2 elementos esenciales que son el propano-nitrilo o también denominado acrilonitrilo y monómeros de butadieno. Aunque la hipersensibilidad al nitrilo es extremadamente rara pueden presentarse y se debe a una reacción alérgica a los aceleradores de goma utilizados para fabricar los guantes, estos incluyen tiurams, ditiocarbamatos y mercaptobenzotiazol. El acrilonitrilo también ha sido identificado como uno de los agentes causales, es una pequeña molécula que puede penetrar fácilmente en la piel y ha sido reconocido como una potente toxina y sensibilizador.

Durante la emergencia sanitaria, se ha evidenciado por el uso diario sobre todo del personal sanitario, dermatitis de contacto de tipo alérgica principalmente, pero también de tipo irritativa a causa del látex con una prevalencia del 1% en la población general y del 3 – 11% en el personal del área de salud. A nivel cutáneo se caracteriza la dermatitis de contacto alérgica por presentar prurito, eritema, angioedema y urticaria, posterior a la exposición al alérgico, sin embargo, no solo puede presentar síntomas cutáneos, también puede haber rinoconjuntivitis y shock anafiláctico en casos severos. En la dermatitis de tipo irritativa es común que se presente ardor, eritema, vesículas, descamación e incluso puede provocar lesiones ampollas en las manos. En menor cantidad existen las dermatitis de contacto por nitrilo, la clínica es la misma que en la provocada por la exposición al látex.

La recomendación es identificar el material que provoca la sintomatología, evitarlo y de ser necesario sustituirlo por uno diferente. El tratamiento farmacológico está recomendado en los casos moderados y severos, dirigido al control sintomatológico con el uso de antihistamícos y corticoesteroides.

2.4 Manifestaciones cutáneas por otros elementos de bioseguridad

Desde la propagación del Covid-19 fue necesario educar a la población en prevención, primordialmente enseñando el lavado correcto de las manos y el lavarse las manos varias veces al día luego de entrar en contacto con superficies posiblemente contaminadas, debido a que puede contraerse el SARS-CoV 2 al tener contacto directo con las mucosas (ojos, nariz, boca) a través de las manos. Por ello, se volvió bastante común el uso de jabones antibacteriales, alcoholes en gel antibacteriales y el alcohol antiséptico.

Se ha logrado evidenciar que los jabones y soluciones hidroalcohólicas como medio de higiene y desinfección de las manos pueden generar reacciones de hipersensibilidad tanto tóxicas como alérgicas. Los jabones son elaborados a base de disolventes orgánicos y en el caso de los jabones antibacteriales se incluye sustancias antimicrobianas como el triclosán y triclocarbán. El triclosán es uno de los ingredientes antisépticos más comúnmente utilizado para la elaboración de este tipo de jabones ya que tiene un amplio espectro antimicrobiano abarcando una extensa gama de actividad hacia bacterias Gram-positivas y Gram-negativas no esporulantes y algunos hongos. A pesar de todos los beneficios que los jabones antibacteriales han supuesto sobre todo en la lucha contra la propagación de la Covid-19, diversos efectos adversos han sido identificados entre los que se incluye dermatitis de contacto debido a los disolventes orgánicos y también al triclosán y triclocarbán.

Las soluciones hidroalcohólicas por su parte, están compuestas principalmente por alcohol desde el 50% al 70 – 90%, generalmente se utiliza Etanol el mismo que puede estar en combinación de isopropanol o alcohol isopropílico, propanol o alcohol propílico; e inclusive con desinfectantes como el cloruro de benzalconio, etilsulfato de mecetronio, cloruro de didecildimetilamonio, fenoxietanol y el peróxido de hidrógeno. Todas estas sustancias han demostrado tener gran efectividad para la limpieza y desinfección de las manos, sin embargo, también se han reportado manifestaciones cutáneas debido a los componentes de las soluciones hidroalcohólicas.

Los productos mencionados son sensibilizantes y tóxicos debido a que actúan removiendo las grasas y al ser antisépticos tienden a ser irritantes, una vez que se remueve la capa grasa de la piel esta es más susceptible a la deshidratación e irritación causada por las sustancias que los componen. Causando sobre todo resequeidad, prurito, eritema, fisuras en la piel de las manos que pueden resultar dolorosas y liquenificaciones. Para ello lo más aconsejable es identificar si existe un tipo específico de jabón que debido a su composición desencadene esta reacción y evitarlo por completo, también se recomienda el uso de cremas hidratantes para prevenir la resequeidad, descamación y formación de lesiones; en el personal de salud es importante indicar que la humedad en

combinación con las sustancias irritantes que poseen dichos jabones o soluciones hidroalcohólicas puede ocasionar manifestaciones cutáneas severas, por ello se recomienda no usar guantes inmediatamente después del lavado de manos, se debe esperar a que las manos se encuentren completamente secas. En casos un poco más severos de estas lesiones, se puede utilizar antiinflamatorios tópicos como corticoesteroides de baja potencia.

El uso de la ropa de bioseguridad es esencial para el personal del área de salud, es necesario usar batas o trajes que sean de material impermeable para evitar entrar en contacto con los fluidos de los pacientes infectados. El material con el que se fabrica esta tela comúnmente llamada "antifluido" es la fibra sintética de poliéster, lo cual se ha evidenciado que también produce reacciones de hipersensibilidad e irritación, debido a las largas jornadas de uso. Este material provoca un aumento de la temperatura corporal, humedad y sudoración, propiciando reacciones cutáneas comunes como eritema y prurito. Aunque dentro de las unidades hospitalarias resulta muy necesario el uso de la ropa de bioseguridad, es importante que se identifique si es responsable de una reacción de hipersensibilidad y lo recomendable sería evitar el material causal o tomar descansos de la ropa de bioseguridad cada cierto tiempo. A pesar de que a raíz de la pandemia la población general hizo uso de este tipo de medio de protección, no se recomienda su uso fuera de las unidades hospitalarias, debido a que el uso incorrecto de la misma no representa ningún beneficio y crea más posibilidades de padecer cualquiera de las manifestaciones cutáneas previamente mencionadas.

3 Materiales y métodos

El método propuesto en esta investigación está estructurado en tres etapas: entrada, procesamiento y salida de información. La etapa de entrada nutre los criterios de selección del método, posteriormente en la etapa de procesamiento se implementa la evaluación multicriterio. La etapa de salida visualiza la inferencia propuesta por el método como resultado del proceso de evaluación. El método basa su funcionamiento mediante Neutrosophic Analytic Hierarchy Process (NAHP).

3.1 El Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico

El proceso analítico jerárquico (AHP) fue propuesto por Thomas Saaty 1980 [1]. Constituye uno de los métodos más difundidos en la resolución de problemas de toma de decisiones multicriterios. Esta técnica realiza una modelación del problema que da lugar a la formación de una jerarquía representativa del esquema decisional asociado [2-4]. Dicha jerarquía presenta en el nivel superior la meta que se persigue al resolver el problema y en el nivel inferior se incluyen las distintas alternativas a partir de las que debe tomarse una decisión. Los niveles intermedios detallan el conjunto de criterios y atributos considerados [5], [6].

AHP es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores [7-9]. La figura 1 muestra la estructura jerárquica de AHP [10], [11].

En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de toma de decisiones [12], [13-15]. Los elementos que afectan la toma de decisiones son representados en el nivel intermedio, ocupando los criterios los niveles intermedios. En el nivel más bajo se comprenden las opciones de decisiones [16], [17], [18].

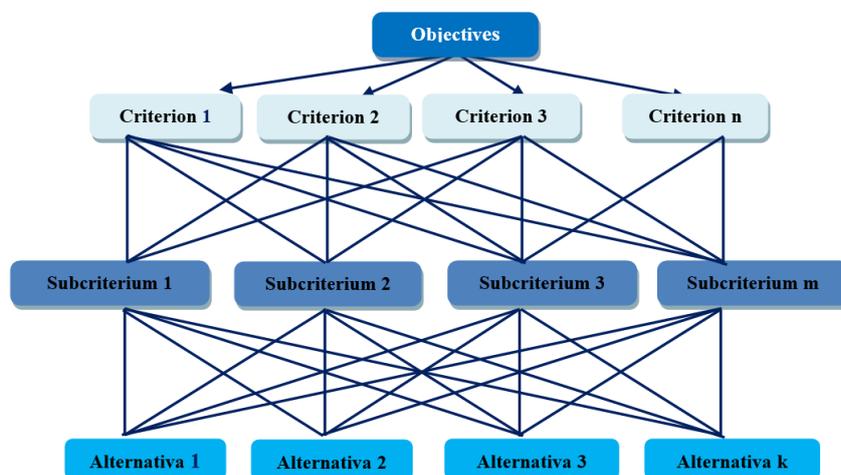


Figura 1. Proceso Analítico Jerárquico.

Una vez definida la estructura jerárquica, se comparan los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Para ello se utilizan matrices de comparación pareadas usando una Escala Fundamental [19].

La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de decisión.

3.2 Estructura del método propuesto.

Una vez identificado los criterios evaluación, el método realiza un proceso de comparación entre criterios. Se establecen los niveles de importancia o ponderación asociados a los criterios. Se estiman por medio de comparaciones apareadas entre cada criterio. Esta comparación se lleva a cabo usando una escala, tal como expresa la ecuación (1) [20], [21].

$$S = \left\{ \frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \right\} \quad (1)$$

En el caso de n atributos la comparación apareada del elemento i con el elemento j es colocado en la posición de a_{ij} de la matriz A de comparaciones apareadas, tal como se muestra en la ecuación (2).

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

A partir del proceso de comparación se obtienen los valores recíprocos de estas comparaciones. Los valores obtenidos se colocados en la posición a_{ji} de A , con la finalidad de preservar la consistencia del juicio [22, 23]. El proceso de decisión debe comparar la importancia relativa de un elemento con respecto a un segundo, usando la escala de 9 puntos mostrada en la tabla 1.

Para el elemento 1 que fue calificado con fuerte dominancia sobre el elemento 2, se expresa como resultado en la posición a_{12} , se coloca un 5 y recíprocamente en la posición de a_{21} se coloca $1/5$.

Tabla 1. La escala de Saaty traducida a una escala triangular neutrosófica.

Escala Saaty	Definición	Neutrosophic Triangular Scale
1	Igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle (1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50 \rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle (2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70 \rangle$
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle (4, 5, 6); 0.80, 0.15, 0.20 \rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle (6, 7, 8); 0.90, 0.10, 0.10 \rangle$
9	Absolutamente influyente	$\tilde{9} = \langle (9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00 \rangle$
2, 4, 6, 8	Valores intermedio entre dos escalas cercanas	$\tilde{2} = \langle (1, 2, 3); 0.40, 0.65, 0.60 \rangle$ $\tilde{4} = \langle (3, 4, 5); 0.60, 0.35, 0.40 \rangle$ $\tilde{6} = \langle (5, 6, 7); 0.70, 0.25, 0.30 \rangle$ $\tilde{8} = \langle (7, 8, 9); 0.85, 0.10, 0.15 \rangle$

Por su parte, Saaty estableció que el Índice de Consistencia (CI) debería depender de λ_{\max} , el valor propio máximo de la matriz. Definió la ecuación $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, donde n es el orden de la matriz. Además, definió la Relación de Consistencia (CR) con la ecuación $CR = CI/RI$, donde RI se relaciona en la Tabla 2.

Table 2. RI asociada a cada pedido

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Si $CR \leq 0.1$ se considera que la evaluación de los expertos es suficientemente consistente y por lo tanto podemos proceder a utilizar NAHP.

NAHP tiene como objetivo calificar criterios, subcriterios y alternativas, y clasificar cada alternativa de acuerdo con estos puntajes [24, 25].

NAHP también se puede utilizar en la evaluación de grupo. En tal caso, el valor final se calcula mediante la media geométrica ponderada, mediante las ecuaciones 3 y 4.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3)$$

Si los pesos de los expertos suman uno, es decir $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, la ecuación 3 se transforma en la ecuación 4.

$$\bar{x} = \prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \tag{4}$$

4 Resultados y discusión

Como parte de los resultados el método propuesto fue implementado para la evaluación de las manifestaciones cutáneas secundarias al uso de equipos de bioseguridad por Covid -19. La presente sección realiza una descripción de los resultados obtenidos de su implementación. Para la obtención de la información el método propuesto emplea un enfoque multicriterio multiexperto, expresado como:

El grupo de criterios que caracterizan manifestaciones cutáneas en el problema de toma de decisiones tal que:

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}, m \geq 1$$

Para lo cual participan el grupo de expertos que intervienen en el problema de toma de decisiones tal que:

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}, n \geq 1$$

Mediante el conjunto de alternativas de decisión para en el problema de toma de decisiones propuesto tal que:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}, k \geq 1$$

A partir del análisis realizado, se obtienen los principales criterios a tener en cuenta.

La alternativa para evaluar es la siguiente:

A₁: Sí existen manifestaciones cutáneas secundarias

A₂: No existen manifestaciones cutáneas secundarias

Los criterios para evaluar son los siguientes:

C₁: Dermatitis de Contacto por uso de mascarilla.

C₂: Maskne.

C₃: Dermatitis de contacto alérgica por exposición al látex.

C₄: Dermatitis de contacto por uso de jabón antibacterial, piel de aspecto eritematosa y con resequedad.

Las tres matrices por pares obtenidas correspondientes a los criterios, una por experto, se resumen en la tabla 3. Los valores se expresan en forma de la escala dada en la tabla 1.

Tabla 3: Pares de comparación correspondientes a los criterios agregados dados por los expertos.

Criterio	A ₁	A ₂
A ₁	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$
A ₂	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

La tabla 4, contiene la valoración media para el total de expertos correspondientes a los requisitos, uno por cada criterio.

Tabla 4: Matriz media nítida por pares correspondiente a los requerimientos dados por los expertos según criterio C₁.

C	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
C ₁	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$
C ₂	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$
C ₃	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(4, 5, 6); 0.80, 0.15, 0.20\rangle$
C ₄	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(4, 5, 6); 0.80, 0.15, 0.20\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$

A partir de la aplicación de la ecuación 1, se aplica la ecuación 4 para convertir las matrices por pares en matrices nítidas. El CR obtenido fue 0.00325 que represente el valor agregado de los expertos, Se observa que es

menor que 0.1. Mientras que, para las matrices de requerimientos, los CR son menores a 0.1 respecto a cada experto y cada criterio.

La Tabla 5 resume los vectores prioritarios de los tres expertos para los criterios, aplicando la Ecuación 2 con pesos $w_i = 1/3$ for $i = 1, 2, 3$.

Tabla 5: Promedio de vectores de prioridad obtenidos para cada criterio sobre los expertos y su orden.

Alternativas	Promedio sobre expertos de Criterios	Vectores Prioritarios	Order
A ₁	$\langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$		1
A ₂	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$		2

La Tabla 6 resume los pesos para cada requerimiento y el orden final.

Tabla 6: Los vectores de prioridad de requisitos y el orden final de requisitos.

Criterios	A ₁ (0.76)	A ₂ (0.58)	Vector Prioridad	Order
C ₁	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	0,387096774	1
C ₂	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$	0,225806452	3
C ₃	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	0,064516129	4
C ₄	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	0,322580645	2

De acuerdo con los resultados resumidos en la Tabla 6, los indicadores poseen un nivel de cumplimiento que se ordenan de la siguiente manera: $C_1 > C_4 > C_3 > C_2$.

4.2 Discusión

El virus del SARS-CoV 2 perteneciente a la familia de los coronavirus ha supuesto un verdadero reto para los sistemas de salud pública de todos los países a nivel mundial, debido a que ninguno se encontraba lo suficientemente preparado para enfrentar una crisis sanitaria de esta magnitud. El Covid-19 desde que se originó el pasado año 2019 en Wuhan, China ha cobrado la vida de miles de personas alrededor del mundo y nos obligó a crear una nueva "normalidad" en la que nos vimos en la necesidad de implementar medidas de bioseguridad estrictas siendo una de las más habituales el uso indefinido de la mascarilla como método de prevención para evitar la propagación del virus.

El personal sanitario fue la primera línea de defensa contra esta nueva enfermedad desde el día 1, teniendo que adaptarse a nuevos implementos de bioseguridad para poder cumplir sus funciones. Esto lastimosamente ocasionó consecuencias para su salud, sobre todo a nivel cutáneo como las que se ha mencionado en esta revisión bibliográfica. Sin embargo, estas manifestaciones no solo se han evidenciado en el personal de salud ya que las dermatosis en su mayoría han sido ocasionadas por el uso de la mascarilla, la cual no está restringida solo para personal sanitario, sino que es de uso obligatorio para la población general, quienes han llevado a consulta principalmente cuadros clínicos que corresponden a dermatitis de contacto por el material de fabricación de los cubrebocas. También se ha evidenciado las complicaciones en dermatosis preexistentes que se han visto agravadas por el uso prolongado de estos equipos de bioseguridad. Es esencial que los médicos aprendan a manejar los casos llevados a consulta ya que por el momento los elementos de bioseguridad son la única forma de protegernos y evitar que el virus continúe propagándose y dé origen a nuevas cepas que podrían empeorar la situación sanitaria.

Conclusión

Los coronavirus son reconocidos como los virus causales de las infecciones respiratorias y resfriados comunes desde hace varios años, sin embargo, el nuevo SARS-CoV 2 ha significado un amplio campo de aprendizaje principalmente para el ámbito de la salud, esto debido a que es un virus que ha demostrado que puede afectar no solamente al tracto respiratorio si no, en otras medidas al cuerpo humano en los pacientes con una respuesta inmunitaria exacerbada, por ello se ha visto compromiso a nivel gastrointestinal, neurológico, renal, cardiovascular y cutáneo que ha provocado el deceso de miles de personas alrededor del mundo.

La presente investigación, propuso un método para la evaluación de las manifestaciones cutáneas secundarias al uso de equipos de bioseguridad por Covid-19. El método propuesto obtuvo como resultado un proceso de inferencia mediante el Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico. Dentro de los principales resultados obtenidos se evidenció el estado del cumplimiento de los indicadores evaluativos resultado una solución que

permite la evaluación de las manifestaciones cutáneas secundarias al uso de equipos de bioseguridad por Covid-19.

El Covid-19 aun es una enfermedad que se esta estudiando conforme va evolucionando y existen aspectos que desconocemos sobre el virus. Por ello, la fecha, es imposible predecir el tiempo que el SARS-CoV 2 nos mantendrá en esta nueva “normalidad” ya que aún existen muchas barreras para lograr mitigar la enfermedad, es por ello que los implementos de bioseguridad siguen siendo indispensables y de uso diario. Las recomendaciones generales para evitar o para disminuir las sintomatologías son identificar los materiales desencadenantes de las reacciones y reemplazar por un material diferente, en la medida de lo posible evitar el uso prolongado de estos equipos de bioseguridad en el transcurso del día y de no ser posible procurar tomar descansos de los mismos para evitar la acumulación de humedad, sudor y el aumento de la temperatura corporal o facial que ocasiona estos cuadros de dermatitis de contacto y acné principalmente.

Referencias

- [1] T. L. Saaty, *Toma de decisiones para líderes*: RWS Publications, 2014.
- [2] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, “Inteligencia artificial y propiedad intelectual,” *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [3] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, “Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador,” *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [4] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, “La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico,” *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [5] A. Arquero, M. Alvarez, and E. Martinez, “Decision Management making by AHP (analytical hierarchy process) trough GIS data,” *IEEE Latin America Transactions*, vol. 7, no. 1, pp. 101-106, 2009.
- [6] S. E. López Cuenca, “Análisis de factibilidad y pertinencia del programa de Maestría en Administración de Empresas con mención en Innovación mediante el modelo AHP difuso,” Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Comercial., 2017.
- [7] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, “Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación,” *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [8] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, “Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador,” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [9] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, “Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI,” *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [10] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, “Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment,” *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.
- [11] O. M. Cornelio, I. S. Ching, J. G. Gulín, and L. Rozhnova, “Competency assessment model for a virtual laboratory system at distance using fuzzy cognitive map,” *Investigación Operacional*, vol. 38, no. 2, pp. 169-177, 2018.
- [12] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, “La perspectiva ambiental en el desarrollo local,” *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [13] B. B. Fonseca, and O. Mar, “Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño,” *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.
- [14] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, “Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina,” *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [15] O. Mar, and B. Bron, “Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso,” *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [16] C. Tubet Abramo, “Diseño de una metodología de evaluación de la sostenibilidad del Mix Eléctrico Nacional, basada en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP),” 2016.
- [17] F. Smarandache, “Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics,” 2017.
- [18] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
- [19] O. M. Cornelio, and J. G. Gulín, “Modelo para la evaluación de habilidades profesionales en un Sistema de Laboratorios a Distancia,” *Revista Científica*, vol. 3, no. 33, pp. 1, 2018.

- [20] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.
- [21] W. Ho, and X. Ma, "The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research*, vol. 267, no. 2, pp. 399-414, 2018.
- [22] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [23] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [24] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.
- [25] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial*, vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

Recibido: Mayo 14, 2022. **Aceptado:** Junio 01, 2022