

Trabajo inscrito en la categoría de trabajos orales del SEMINARIO SELECTO “DR. JUAN DI PRISCO”

LA DERMATOSCOPIA: UNA MIRADA COMPLEJA DEL DERMATOSCOPIO

Elianny Andazora¹, Sandra Vivas Toro²

1. Residente de Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

2. Médico Internista - Dermatóloga, Magister en Investigación Educativa. Profesora Ordinaria de la Universidad de Carabobo. Jefa del Servicio de Dermatología de la Ciudad Hospitalaria Doctor Enrique Tejera. Coordinadora del Programa de Postgrado de Dermatología, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Miembro de la Sociedad Venezolana de Dermatología, Sociedad Internacional de Dermatoscopia.

Resumen:

La complejidad es un paradigma epistémico, incorporado en la investigación médica; por ende reconocer al cuerpo humano con un comportamiento impredecible, que funciona como un sistema caótico. En la modernidad, la decodificación de estos sistemas se realiza por medio de la dimensión y geometría fractal, la cual cuantifica la complejidad y determina el patrón de comportamiento útil en múltiples alteraciones de la biología humana. Gracias al desarrollo de nuevas tecnologías basadas en imágenes digitales se realiza el reconocimiento de patrones dermatológicos. Por ello, en la práctica clínica han surgido técnicas no invasivas que facilitan el diagnóstico clínico, desde la creación del microscopio hasta el dermatoscopio. Entre los beneficios ópticos de la visualización de lesiones de piel con el dermatoscopio, se encuentran la eliminación de la reflexión y el aumento de la refracción; estos fenómenos permiten visualizar estructuras debajo del estrato corneo que no son visibles a simple vista, sea por el uso de medios de inmersión o luz polarizada. Además de los fenómenos biofísicos de reflexión, refracción, dispersión y absorción que interactúan en la piel al observar una lesión por dermatoscopia, también intervienen elementos como la luz, visión, percepción del color y la rugosidad de la piel, variables que no se pueden menospreciar al momento de realizar estudios clínicos con el paciente en vivo. Si bien reflexionar en la complejidad nos abre un paradigma; incorporarlo a la dermatoscopia nos acerca un diagnóstico oportuno y brinda una esperanza al paciente.

Palabras clave: Fractales; dermatoscopia; biofísica; luz; color.

DERMATOSCOPY: A COMPLEX VIEW OF THE DERMATOSCOPE

Summary

Complexity is an epistemic paradigm, incorporated in medical research; therefore recognize the human body with unpredictable behavior, which functions as a chaotic system. In modernity, the decoding of these systems is done through the dimension and fractal geometry, which quantifies the complexity and determines the useful behavior pattern in multiple alterations of human biology. Thanks to the development of new technologies based on digital images, the recognition of dermatological patterns is carried out. For this reason, non-invasive techniques have emerged in clinical practice that facilitate clinical diagnosis, from the creation of the microscope to the dermatoscope. Among the optical benefits of visualizing skin lesions with the dermatoscope, the elimination of reflection and the increase in refraction. These are phenomena that allow the visualization of structures under the stratum corneum that are not visible to the naked eye, either through the use of immersion media or polarized light. In addition to the biophysical phenomena of reflection, refraction, dispersion and absorption that interact in the skin when observing a lesion by dermatoscopy, elements such as light, vision, color perception and skin roughness are also involved, variables that cannot be underestimated. at the time of conducting clinical studies with in vivo patients. Although reflecting on complexity opens up a paradigm for us; Incorporating it into dermatoscopy brings us a timely diagnosis and hope for patients.

Key words: Fractals; dermatoscopy; biophysics; light; color.

INTRODUCCION

Con el advenimiento de la globalización y la planetización, las dimensiones de las ciencias médicas, han volcado sus intereses a la visibilización de otras realidades, como es la complejidad. La complejidad, se origina de una corriente filosófica que agrega al paradigma cientificista un predicado de impredecibilidad. Sostenidos en la teoría de los sistemas, se reconocen los sistemas caóticos como procesos dinámicos sensibles a variaciones de las condiciones iniciales, es el caso del cuerpo humano, un sistema "complejo". De esta forma, las células dentro del cuerpo humano pudiesen presentar un comportamiento caótico e impredecible.

Pero, ¿qué es el caos?... ¿qué es un sistema caótico? El caos y los sistemas caóticos no implican, en sentido literal, desorden. Son sistemas altamente impredecibles que se manifiestan en diferentes formas, como la naturaleza y el cuerpo humano. De este modo presentan comportamientos muy sensibles a condiciones iniciales. A partir de este sistema caótico surgen estructuras matemáticas denominadas fractales, cuya característica principal lo representa la autosimilitud, es decir, son figuras que se repiten una y otra vez, pero sus bordes o superficies son irregulares a simple vista, manteniendo el mismo patrón como si se observara de forma magnificada.

En este mismo sentido, surge otra característica de los fractales y son las dimensiones. Hace referencia a la cantidad fraccionaria que se representa cuando una estructura ocupa el espacio que la contiene y se reconoce por la geometría fractal. De esta manera, en los sistemas del cuerpo humano lo podemos reconocer en las ramificaciones de venas y pulmones, ritmo cardíaco o encontrarlo en células de nuestro organismo como la red neuronal o melanocitos.

Al enterarnos de la situación del caos, surgen muchas interrogantes en el área dermatológica, en cuanto al acercamiento diagnóstico de lesiones melanocíticas; tal como los nevus melanocíticos adquiridos; cuyo comportamiento, al parecer, es caótico y organizado, pero impredecible; no obstante, pueden transformarse en lesiones caóticas, llamadas potencialmente malignas cuando su organización resulta descontrolada.

Es evidente, entonces, cómo los nevus melanocíticos adquiridos han sido sujeto de estudio en los entornos digitales. En efecto, la

determinación de patrones en imágenes digitales mediante la dimensión fractal, se ha convertido en una técnica ampliamente usada para diseñar modelos de reconocimiento de patrones. La geometría fractal resulta de gran utilidad para modelar superficies naturales en tercera dimensión, permitiendo describir estas superficies en forma cualitativa.

Al coincidir la práctica clínica, el ambiente digital y la complejidad, surgen necesidades de desarrollar técnicas no invasivas que faciliten el diagnóstico clínico en el consultorio. Es el caso del microscopio de epiluminiscencia (dermatoscopio), el cual, en términos sencillos, es una lente de magnificación de imágenes, que han revolucionado el entendimiento de los patrones dermatológicos. Esta metodología emergente de estudio incorpora el conocimiento biofísico de las propiedades de la luz en la piel, de la biofísica de la visión, por lo que necesita un entrenamiento profundo en estas caracterizaciones. Significa, entonces, que la dermatoscopia es una técnica no invasiva, de fácil acceso, inocua, de visualización en tiempo real, y con entrenamiento adecuado su aplicación resulta sencilla.

Entre los beneficios ópticos de la visualización de lesiones de piel por dermatoscopia, se describen: la eliminación del proceso biofísico de reflexión y aumento de la refracción; quiere decir que los haces de luz penetran las capas más profundas de la piel y podemos visualizar estructuras debajo del estrato córneo solo con el uso de medios de inmersión o luz polarizada, que a simple vista no eran perceptibles (visibles). A continuación, desarrollaremos los fenómenos biofísicos que interactúan con la piel cuando observamos una lesión mediante el uso del dermatoscopio como la reflexión, refracción, dispersión y absorción. Asimismo, la interacción de la luz, color, visión y cromóforos entre la piel y el ambiente.

LA PIEL Y EL CAOS

El caos y los sistemas complejos integran uno de los aspectos, realidades filosóficas, más proclives a ser abordados desde una perspectiva tanto interdisciplinaria como multidisciplinaria; es decir, desde una visión de convergencia de ideas, conceptos y métodos que pueden considerarse comunes a varias disciplinas, como lo es el campo de la medicina. De especial interés en la biología del cuerpo humano, la comprensión del mismo como un sistema caótico, entendiéndose como caótico al comportamiento dinámico

sensible a las variaciones en el inicio de cualquier proceso biológico, por cuanto resultaría imposible realizar una predicción^{1,2,3}.

De estos comportamientos caóticos se originan nuevas estructuras llamadas fractales. Los fractales son objetos matemáticos con características de autosimilitud en todas las escalas, es decir, la figura se repite una y otra vez. Son figuras con bordes o superficies irregulares a simple vista, pero al ser amplificadas se evidencia el mismo patrón como si se observara de forma magnificada^{4,5,6}. La repetición de la figura con variación en la escala del tamaño, lugar y orientación de la observación es definida por la simetría.

La dimensión fractal cuantifica la complejidad a través de la medición de la tasa de adición del detalle estructural, al aumentar la escala o la resolución. Además, demostrando el carácter fractal de un proceso biológico, se determina el patrón de comportamiento; en consecuencia, se obtienen beneficios para el desarrollo de aplicaciones biomédicas, que ameritan con frecuencia la identificación de estructuras y patrones en numerosas escalas temporales y espaciales^{7,8,9}. El reconocimiento de patrones, condiciones fisiológicas y patológicas de sistemas como respiratorio, circulatorio y nervioso, análisis de imágenes por ultrasonido, radiología o digitales, expresión genética, entre otros, representa parte de la visión paradigmática de los fractales.

Siguiendo los conceptos estudiados, nos preguntamos: ¿cómo influyen los fractales en nuestra piel? ¿Es el caos la vía de entender el comportamiento de las lesiones melanocíticas? Pues, el caos en nuestra piel lo representamos en forma didáctica, a través del comportamiento de los nevus melanocíticos adquiridos (NMA). Se desconoce el mecanismo por el cual los melanocitos de la unión dermoepidérmica se agrupan en tecas para originar estas neoplasias. Se pudiese atribuir a factores complejos e impredecibles y a la organización desordenada de los melanocitos, la formación de lesiones potencialmente malignas, quiere decir que, el origen de los NMA se atribuyen a fenómenos cuyo comportamiento caótico está ordenado y organizado, pero no son fáciles de predecir^{10,11}.

La determinación de patrones en imágenes digitales mediante la dimensión fractal, es una técnica ampliamente usada para la detección de características, cuando se diseña un modelo de reconocimiento de patrones, independientemente si se utilizan herramientas de la estadística convencional o si se utiliza inteligencia computacional. En este contexto, la geometría fractal es de gran

utilidad para modelar superficies naturales en tercera dimensión permitiendo describir estas superficies cualitativamente^{12,13}. Con el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en imágenes digitales facilitamos el diagnóstico en la práctica clínica y de esta forma mejora la precisión diagnóstica en la consulta del dermatólogo.

En el contexto histórico, la importancia de la visualización de las estructuras de la piel ameritó la creación del dermatoscopio, cuya idea inicial se fundamentó en el microscopio creado por Zacharias Jansen (1590). Han surgido teniendo en cuenta la dispersión de la luz en la piel y considerando que los rayos luminosos con longitud de onda corta no alcanzan las capas más profundas¹⁴.

A partir de allí, el dermatoscopio, también denominado microscopía de epiluminiscencia, epiluminiscencia o microscopía de superficie ampliada, se ha convertido en una herramienta diagnóstica no invasiva que utilizamos en el consultorio y nos permite visualizar patrones y estructuras cutáneas (epidermis, unión dermoepidérmica y dermis superficial) que normalmente no son visibles a simple vista; enlazando de esta forma la dermatología clínica, (visión macroscópica), y la dermatopatología (visión microscópica), es decir, introducimos la dermatopatología al consultorio.

La dermatoscopia es una técnica no invasiva, de fácil acceso, de visualización en tiempo real, y con entrenamiento adecuado, su aplicación resulta sencilla. Inicialmente, se creó con el propósito de detectar en forma precoz lesiones malignas tipo melanoma, desde las lesiones pigmentadas^{15,16}. Sin embargo, en los últimos años su uso se ha extendido para el estudio y reconocimiento de nuevas estructuras y patrones dermatoscópicos como lesiones no melanocíticas, infecciones ectoparasitarias, dermatosis inflamatorias (inflamoscopia) y lesiones de pelo (tricoscopio) y uñas (onicoscopia)^{17,18}.

Normalmente, al evaluar una lesión de piel a simple vista, observamos la capa más superficial (el estrato córneo), la cual refleja los haces de luz que llegan a su superficie entre 93-96%; debido a su composición de alto nivel de agua (70%) e índice de refracción de 1,55 (Figura 1)^{19,20}. Para entender este fenómeno, lo comparamos con la reacción que ocurre con el agua y la luz del sol, supongamos que estamos viendo la imagen en un lago (la piel es como el agua) y los rayos del sol inciden directamente; al observar la imagen en el

mismo, todos aquellos elementos que están por debajo no se pueden observar, razón atribuible al índice de refracción. Por tanto, solo describiremos en él, las imágenes que se proyectan en su superficie, de allí que, al observar una lesión de piel, se pueden describir las características macroscópicas como son el color o la simetría de la lesión.

En este sentido, al incidir un rayo de luz sobre la piel experimenta los fenómenos biofísicos de reflexión, refracción, dispersión y absorción en proporciones variables, lo cual impide la visualización de las lesiones de la profundidad^{21, 22}. Si una superficie es irregular, mayor cantidad de haces de luz serán reflejados y, por lo tanto, menor cantidad de luz llegará hasta las estructuras epidérmicas y dérmicas profundas. Por el contrario, una superficie suave y oleosa permitirá que la mayor parte de luz la atraviese y alcance estructuras más profundas, la cual es un principio de observación con dermatoscopio de contacto que explicare en párrafos posteriores. Entre los beneficios ópticos de la visualización de lesiones de piel con el dermatoscopio, es la eliminación de la reflexión y el aumento la refracción; fenómenos que permiten visualizar estructuras debajo del estrato córneo que no eran visibles a simple vista, sea por el uso de medios de inmersión o luz polarizada²³. A través de los medios de inmersión (son sustancias que permiten establecer el contacto entre la superficie del estrato córneo y una superficie de vidrio) se eliminan las posibilidades de reflexión de los haces de luz y alcanzan estructuras más profundas de la piel; logrando igualar así el índice de refracción normal del estrato córneo-aire de 1,55 a 1,52, por lo que alcanza una penetración del 100% de la luz²⁴.

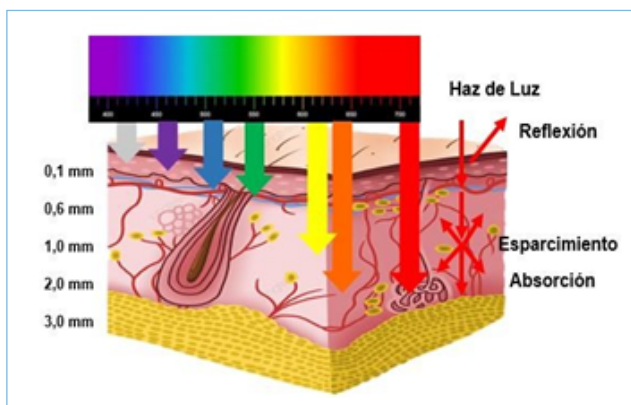


Figura 1. Representación esquemática de las propiedades ópticas de la piel.

BIOFÍSICA DE LA VISIÓN

Es interesante el proceso biofísico de la visión, por lo que hay que recordar que la luz reflejada por el ambiente choca primero con la córnea, cuya superficie anterior es convexa, pasa a través de la pupila y luego al cristalino; el cual en conjunto con la córnea tienen la función de refractar la luz y llevarla al punto focal para formar una imagen proyectada en la retina. Es precisamente en el interior de la fovea, donde se encuentran los fotorreceptores (los conos sensibles a niveles elevados de luz y responsables del color y bastones sensibles a niveles lumínicos bajos), capaces de transformar la energía lumínica en energía química²⁵. Cada cono activa una célula bipolar y ésta a su vez forma el nervio óptico, quien hace su recorrido por el quiasma óptico, se entrecruza y permite dar profundidad y distancia²⁶. La visión de los colores se debe a la adaptación de la luz al ojo y depende de los conos retinados.

BIOFÍSICA DEL COLOR, PIGMENTO O CROMÓFORO

En otro orden de ideas, reconocer el ambiente que influye en la visión es conocer parte del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir, llamado espectro de luz visible^{27, 28}. Las longitudes de ondas visibles al ojo humano tienen un rango de 400 a 700 nm (Figura 2). El reflejo de la luz incidente en el objeto produce varios fenómenos, el principal es la absorción, que depende de la longitud de la onda incidente, la composición del cromóforo y la característica visual del observador. La fusión de los 3 tipos de tonos de los 3 colores primarios puede conformar la amplia gama de todos los colores que son visibles hasta ahora para el ojo humano.

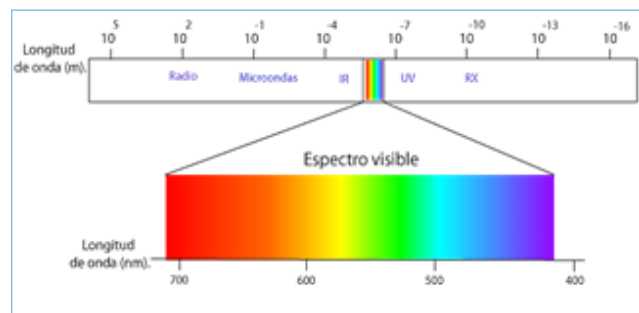


Figura 2. Representación esquemática del espectro visible.

Durante el proceso de evaluación dermatoscópica, se evalúa el color de la lesión o de las lesiones, necesaria para obtener mayor información de las mismas, teniendo en cuenta que los conceptos de color, pigmento y cromóforo son sinónimos. En la piel existen dos cromóforos principales: la melanina y la hemoglobina. Las propiedades tisulares de absorción y dispersión de la luz dependen de su composición bioquímica, su estructura celular y la longitud de onda de la luz incidente²⁹. Se ha demostrado que en las propiedades ópticas de los tejidos difieren los sanos y normales de aquellos con características de malignidad.

Al hablar de la melanina, la clasificación se atribuye a dos polímeros unidos por enlaces no hidrolizables a múltiples monómeros llamado eumelanina (de color negro-marrón) y feomelanina (de color amarillo-rojo); ellos son capaces de absorber longitudes de ondas desde 200 nm hasta más de 1.000 nm³⁰. A mayor cantidad de melanina, mayor absorción de luz. Esto se manifiesta en la capacidad de absorción del rango espectral, debido a que mayor capacidad de absorción, menor reflectancia (Figura 3).

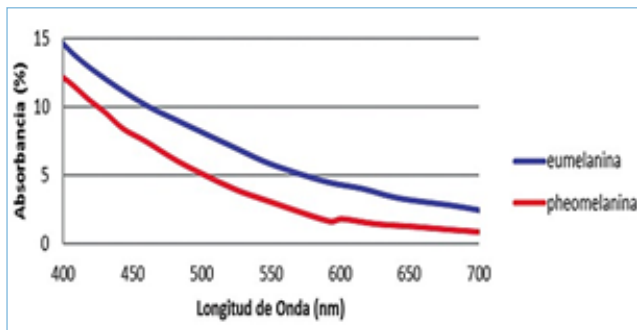


Figura 3. Representación esquemática de la absorción de la melanina.

La percepción del color depende del observador, del ambiente, de la longitud de onda de luz incidente, del objeto observado. En nuestro caso, dependerá de la lesión, su ubicación dentro de la piel. En el caso de las lesiones melanocíticas, cuando la lesión se localiza en epidermis, se observará de color marrón y, si se encuentra en la dermis, puede observarse de color azul^{31,32}. La percepción del color tiene una variable propia que se conoce como metamerismo, el cual es el fenómeno de percepción subjetiva del color. En otras palabras, se denomina metamerismo al fenómeno psicofísico donde varía la composición espectral del iluminante y la apreciación subjetiva y psicológica del color³³. Es por ello que podrán coincidir dos colores

bajo determinadas circunstancias, mientras que en otras situaciones no. De esta forma, la percepción de la forma, profundidad, contraste y límites, están íntimamente relacionados con la apreciación de los colores (Figura 4).

Por lo tanto, resulta necesario el uso de métodos auxiliares como el dermatoscopio, que objetive la percepción del color y evitar así errores de percepción (por el iluminante o ambiente) o por ambigüedad de absorción (en el objeto) en el estudio dermatológico.

Como se mencionó previamente, otro de los elementos que actúa como cromóforo y por tanto en el color de la piel, es la hemoglobina, conformada por el grupo hem, porción no proteínica coloreada y globulinas, y la porción proteínica incolora. Según diversas condiciones, el contenido de hemoglobina puede variar y lo observamos clínicamente como la presencia de eritema, nos indica la severidad e intensidad de una dermatosis y la posibilidad de ser medida de forma objetiva, mediante escalas como el PASI en el caso de psoriasis³⁴.

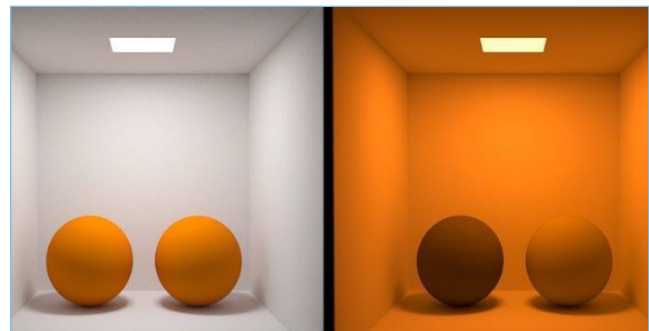


Figura 4. Representación esquemática del metamerismo.

BIOFÍSICA DE LA LUZ

Ahora bien, la luz es energía y forma parte de la radiación electromagnética, comprende longitudes de onda del espectro visible entre 400-700 nanómetros (nm), quiere decir que son las únicas longitudes de onda percibidas por el ojo humano como el color, sin luz no hay color y sin color no hay imagen²⁸. Existen dos formas de luz, no polarizada y polarizada. Hablamos de luz no polarizada cuando nos referimos a vibraciones eléctricas y magnéticas de una onda luminosa en varios planos como el sol, las

lámparas o antorchas. Ésta puede convertirse en luz polarizada y vibrar en una sola dirección a través de un proceso que se denomina Polarización ^{22, 35}.

Cuando la luz incide en la superficie de la piel, se absorbe, refracta, refleja y dispersa. La luz no polarizada puede sufrir polarización al reflejarse en superficies no metálicas, creando reflectancia especular (deslumbramiento). El deslumbramiento reduce la capacidad de nuestros ojos para ver las estructuras subyacentes. Bajo este principio se basa la dermatoscopia polarizada de que hablaremos más adelante.

BIOFÍSICA DEL DERMATOSCOPIO

El dermatoscopio está conformado por una lente acromática cuyo aumento varía entre 10X y 1000X en caso de videodermoscopios, un sistema de iluminación especializado con luz visible o polarizada, una fuente de alimentación generalmente constituida por batería recargable y un sistema de visualización a través de una ventana de imagen simple en el caso de los dermatoscopios convencionales o pantalla de computadora en los videodermoscopios ³².

Propiedades ópticas de la luz sin el uso del dermatoscopio.

Resulta necesario describir los eventos biofísicos que ocurren cuando observamos una lesión dermatológica a simple vista. Esto se debe a que solo observamos características macroscópicas como el color o la simetría, resultado de la luz absorbida por las capas superficiales de la epidermis y su mínima dispersión, mientras que otra parte de los haces de luz penetra más profundamente y sufre más eventos de dispersión ³⁶. Sin embargo, la mayor parte de la luz incidente se refleja en el estrato córneo, este resplandor superficial supera la retina y, por lo tanto, impide que el observador visualice la luz reflejada en las capas más profundas de la piel. Este fenómeno es llamado deslumbramiento (Figura 5). En términos prácticos, el examen clínico de la piel (no dermatoscópico) solo ve la luz que se refleja en la superficie de la piel y, por lo tanto, la mayoría de las estructuras profundas no son visibles.

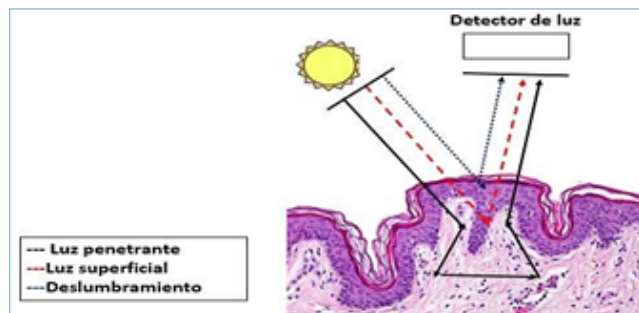


Figura 5. Representación esquemática de la interacción de los fenómenos biofísicos y la piel.

BIOFÍSICA DEL DERMATOSCOPIO DE CONTACTO

El dermatoscopio de contacto está equipado con una lente de aumento y diodos emisores de luz para proporcionar iluminación. Para el dermatoscopio de contacto, la reducción en la reflexión de la superficie de la piel se logra mediante el uso de una interfaz de inmersión entre la piel y el cristalino. Durante el examen, una interfaz líquida (idealmente con un índice de refracción igual al de la piel) une ópticamente el estrato córneo (índice de refracción, 1,55) con una placa de vidrio (índice de refracción, aproximadamente 1,52). La luz que pasa a través de medios con índices de refracción similares tiende a mantener su dirección de propagación^{37, 38}. Con este método, hay menos reflexión de luz y refracción en la superficie de la piel y, por lo tanto, se pueden visualizar estructuras más profundas (Figura 6).

Ahora bien, dentro de los medios de inmersión utilizados encontramos el alcohol, aceite de inmersión, aceite mineral, agua, glicerina y gel. Sin embargo, en la práctica diaria se prefiere el uso de alcohol que ha demostrado proporcionar imágenes más claras, menos formación de burbujas y más aséptico. Mientras que podemos hacer uso del gel para superficies específicas de la piel como la lámina ungueal, mucosa y lesiones elevadas.

El dermatoscopio no polarizado de contacto permite la visualización de estructuras ubicadas en la epidermis y la unión dérmico-epidérmica, pero difícilmente puede visualizar estructuras más profundas ^{39, 40}.

Propiedades ópticas de la luz con el uso del dermatoscopio de contacto

Gracias a la aplicación de la placa de vidrio del dermatoscopio de contacto, el medio de inmersión y la piel, se elimina el fenómeno de deslumbramiento de la superficie, al coincidir los índices de refracción. Predomina la luz penetrante superficial, principal fuente de contraste cuando se utiliza el dermatoscopio de contacto. La luz que entra en la piel es absorbida (por ejemplo, por la melanina) o reflejada de nuevo (como ocurre con la queratina en los quistes miliares) en las capas de la epidermis y la unión dermoepidérmica. Posteriormente, la luz penetrante superficial sufre eventos de dispersión mínimos y, por lo tanto, es la principal fuente de luz que se refleja en la lente del dermatoscopio de contacto^{41, 42}. Por otra parte, la luz penetrante profunda contribuye solo con una pequeña fracción de la luz retrorreflejada detectada con dermatoscopio de contacto. Esto se debe a la descomposición de la luz por múltiples eventos de dispersión y penetra más profundamente la piel (Figura 6).

En otras palabras, la mayor parte de la luz es absorbida y reflejada desde las capas superficiales de la epidermis después de sufrir eventos de dispersión mínimos, mientras que otra se refleja en el estrato córneo, pero este resplandor superficial es insuficiente para interferir con la capacidad de visualizar las estructuras dermatoscópicas más profundas. Otra parte de la luz penetra más allá y es absorbida y reflejada después de múltiples eventos de dispersión, sin embargo, la luz de la capa más profunda contribuye solo una pequeña fracción detectada con el dermatoscopio no polarizado y la mayor parte de la luz que llega a la retina proviene de la fracción de luz más superficial, mínimamente dispersa⁴³.

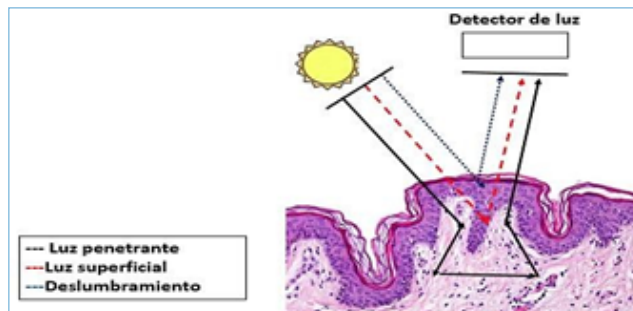


Figura 6. Representación esquemática de la interacción de los fenómenos biofísicos y su la piel a través del dermatoscopio de contacto.

BIOFÍSICA DEL DERMATOSCOPIO POLARIZADO

Los dermatoscopios polarizados, al igual que los dermatoscopios de contacto, contienen diodos emisores de luz para proporcionar iluminación y están equipados con una lente de aumento. Sin embargo, el dermatoscopio polarizado utiliza 2 filtros para originar un proceso llamado polarización cruzada. Se coloca un filtro entre la fuente de luz y la piel, y el segundo se coloca entre la piel y el detector de luz^{44, 45}. Por lo tanto, no requieren contacto directo con la piel y no ameritan el uso de líquidos de inmersión. Es así como podemos visualizar estructuras ubicadas en la unión dérmico-epidérmica o dermis superficial, y son casi "ciegas" a estructuras de la epidermis superficial.

Propiedades ópticas de la luz con el uso del dermatoscopio polarizado

El proceso biofísico del dermatoscopio polarizado inicia una vez que la luz es emitida por la fuente del dermatoscopio y pasa a través de un polarizador, lo que resulta en la generación de luz polarizada (unidireccional). La luz que se refleja hacia nuestro ojo (detector) debe pasar primero a través de un filtro polarizado cruzado cuya dirección es perpendicular (ortogonal) a la del polarizador fuente⁴⁶. Es así como la luz polarizada no puede pasar a través del filtro de polarización cruzada a menos que la luz cambie su dirección en 90°, lo que ocurre si la luz polarizada original sufre suficientes eventos de dispersión en la piel que cambian su dirección ("aleatorización de la polarización").

Sin embargo, cabe resaltar que la luz reflejada desde el estrato córneo mantiene su polarización original y, por lo tanto, no puede pasar a través del filtro de polarización cruzada. Asimismo, la luz que es absorbida por las capas superficiales de la epidermis que no sufre suficientes eventos de dispersión para generar una polarización aleatoria, también será bloqueada por el filtro de polarización cruzada. Resulta hacer mención a la luz que penetra más profundamente y/o sufre múltiples eventos de dispersión que dará como resultado la aleatorización de la polarización. Cuando esta luz se refleja de nuevo, podrá pasar a través del filtro de polarización cruzada, lo que permitirá al observador visualizar estructuras dermatoscópicas⁴⁷. Mientras que el dermatoscopio no polarizado no requiere contacto directo y una interfaz líquida, algunos de los

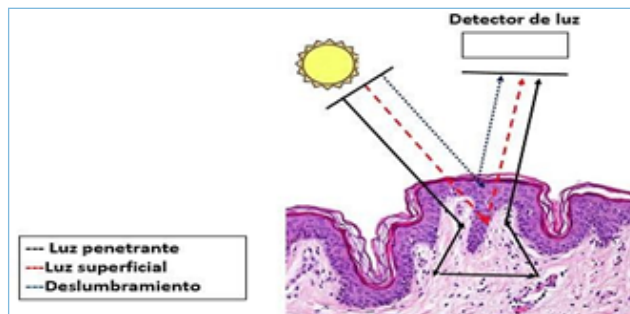


Figura 7. Representación esquemática de los fenómenos físicos de la luz con dermatoscopia polarizada.

dispositivos tienen la opción de contacto polarizado.

De esta forma, podemos describir cómo fenómenos ópticos en la dermatoscopia polarizada, el bloqueo del fenómeno de deslumbramiento superficial, al mantener su polarización original y no pasar a través del filtro de polarización cruzado. Resultando así la dermatoscopia polarizada "ciega" al deslumbramiento de la superficie. Parte de la luz superficial no sufre suficientes eventos de dispersión para dar lugar a la aleatorización de la polarización. Es por ello que también es "ciega" a la luz retrodispersada de las capas superficiales de la epidermis (Figura 7).

En este caso, predomina la luz penetrante profunda que alcanza el nivel de la unión dermoepidérmica y la dermis superficial, sufriendo múltiples eventos de dispersión y resultan en la aleatorización de la polarización 48. Por lo tanto, la "luz penetrante profunda" reflejada en el fondo puede pasar a través del filtro de polarización cruzada y entrar en nuestro ojo, lo que permite la visualización de estructuras dermatoscópicas desde la unión dermoepidérmica y la dermis superficial.

Conclusión

Resulta innegable la relación que existe entre caos y fractales, ambos buscan describir a través de la geometría fractal, la estructura profunda de la irregularidad y presentan un nuevo lenguaje para reconocer las formas de los fenómenos complejos encontrados en la naturaleza o células del cuerpo humano, específicamente nuestra piel, a través del uso de herramientas diagnósticas no invasivas como la dermatoscopia, que reconoce patrones de desorganización morfológica como asimetría, cambios de color o textura, que indican

finalmente si existe riesgo relevante o no.

De esta forma, la complejidad es un paradigma incorporado a la investigación médica y se ha transformado en pocos años en una herramienta multidisciplinaria, así como un nuevo lenguaje de enseñanza, que una vez aprehendido nos permitirá describir la forma de una nube tan precisa como un arquitecto describe en sus planos la casa a construir.

Por ello, podemos concluir que, si bien reflexionar sobre la complejidad nos abre un paradigma, incorporarlo a la dermatoscopia nos acerca a un diagnóstico oportuno y una esperanza al paciente ●

Referencias

- 1 Gallegos M. Algunas consideraciones epistemológicas sobre las teorías del caos y la complejidad. *Acta académica*, 2005, 8: 347-350.
- 2 López O; La teoría de la complejidad y el caos como alternativa epistemológica para la psicología. *IRICE*, 2016;16: 5-35.
- 3 Becerra G y Castorina J. Acerca de la noción de 'marco epistémico' del constructivismo. Una comparación con la noción de 'paradigma' de Kuhn. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2016, 11: 9-28.
- 4 González J. La teoría de la complejidad. *REDALYC*, 2009; 76: 243-245
- 5 Sienna G. Fractales y dinámica: imágenes en las matemáticas. *Ciencia*, 2008; 8: 34-44
- 6 Barnsley M, et al. *Fantastic Deterministic Fractal*, en: Heinz, P, *The Science of Fractal Images*, New York: Springer, 1988; 169-218
- 7 Ibáñez A, Iglesias S; Fractal dimension of internally and externally generated conscious percepts. *Brain and Cognition*, 2014; 87: 69-75
- 8 García R. *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, 1 edición, Barcelona, Gedisa, 2006, 13-22
- 9 Estrada G, William F. *Geometría fractal: conceptos y procedimientos para la construcción de fractales*. 1 edición, Bogotá, Editorial Magisterio, 2004.
- 10 Di Lorenzo A, Romero H, Muñoz A, et al. Análisis multiespectral y digital de los nevos melanocíticos adquiridos. *Rev. acad. colomb. cienc. exact. fis. Nat*, 2018; 42: 173-181
- 11 Ruela M, Barata C, Marques J, et al. A system for the detection of melanomas in dermoscopy images using shape and symmetry features. *CMBBE: Imaging & Visualization*, 2015; 5: 127-137.
- 12 Muñoz A, Vivas S. Implementación de sistema de captura de imágenes

- multiespectrales para el análisis de la piel humana. *FARAUTE*, 2014; 9: 35-39.
- 13 Paredes I, Rabzelj B, Vivas S, *et al.* Microscopía de epiluminiscencia multiespectral. *ResearchGate*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284187217_microscopia_de_epiluminiscencia_multiespectral, Publicado: 13 de febrero de 2016, Fecha de consulta: 2 de junio de 2022.
- 14 Camacho M, Lugo S, Montoya Y. La lente dermatológica... historia y algo más. *Rev. argent. Dermatol*, 2018; 99: 1-10.
- 15 Roldán R, Ortega B. Fundamentos de dermatoscopia. *DCMQ*, 2014;12: 297-305.
- 16 Blanco C, Avilés J, Lázaro P. Hallazgos dermoscópicos para la detección precoz del melanoma. Análisis de 200 casos. *Actas dermo*, 2014; 105: 683-693
- 17 Chinchilla D. Dermatoscopia: la piel bajo otro cristal. *Dermatología Argentina*, 2018; 24: 65-66.
- 18 Boespflug A, Perier-Muzet M, Phan A, *et al.* Dermatoscopia de las lesiones cutáneas no neoplásicas. *EMC-dermatología*, 2018; 52: 1-9.
- 19 Rodríguez R, Montoya G. El dermatoscopio: herramienta de diagnóstico, en: Ortega B, *Dermatoscopia. Utilidad y peculiaridades en piel pigmentada*. 1 edición, México DF: McGraw Hill, 2016; 352-387
- 20 Perusquía A. Dermatoscopia y sus principios ópticos En: Perrusquía A, *Atlas de Dermatoscopia*, 1ª edición: ETM, México, 2006, 18-61.
- 21 Mahelvy J, Puig S, Argenziano G, Marghoob A, *et al.* Dermoscopy report: Proposal for standarization. *J Am Acad Dermatol*, 2007; 57: 84-95.
- 22 Perusquía AM. Cap. 4 Dermatoscopia y sus principios ópticos En: *Atlas de Dermatoscopia*. ETM México, 2006: 18-61.
- 23 Mahelvy J, Puig S, Argenziano G, *et al.* Dermoscopy report: Proposal for standarization. *J Am Acad Dermatol* 2007; 57: 84-95
- 24 Katz B, Rabinovitz HS. Introducción to Dermoscopy. *Dermatologic Clinics* 2002; 19:1-14
- 25 González F. Sistema visual, en: Fernández J, Ruiz Cachofeiro, Cardinali D, Escriche E, *et al.* *Fisiología humana*, 4 edición: McGraw Hill; 2016, 1-59.
- 26 Forrester J, Dick A, McMenamin P, *et al.* *The Eye: fisiology*. En: Saunder W, *the eye: basic sciences in practice*, 3a Edición, Filadelfia, 2007, 22-35.
- 27 Fontal B. *El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones*, 1ª edición, Mérida, Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química, 2005, 47-56.
- 28 Rodríguez J, Virgós J. Fundamentos de óptica ondulatoria, En: Rodríguez J, *biofísica de la óptica*, 1ª edición: Oviedo, 1999, 17-30
- 29 Arrendodo I, Vasquez L, Arroyave E, *et al.* Láser en dermatología. *Rev Asoc Colomb Dermatol*, 2014; 22:111-125.
- 30 Hamzavi I, Lui H. Using light in dermatology: An update on lasers, ultraviolet phototherapy, and photodynamic therapy. *Dermatol Clin*, 2005, 23:199-207.
- 31 Manzano A, Sánchez K, Ochoa P, *et al.* Ggeneralidades en dermatoscopia. *Dermatología CMQ*, 2011; 9: 201-206.
- 32 Mateu T, Vilavella C. Qué es la dermatoscopia y cómo funciona, *AMF*. 2017; 13:543-546
- 33 Montoya, Y; Camacho, M; Lugo, S, *et al.* Paradojas del color en dermatología, *Rev. argent. Dermatol*, 2017; 98: 1-10.
- 34 Schmitt J, Wozel G. The Psoriasis Area and Severity Index Is the Adequate Criterion to Define Severity in Chronic Plaque-Type Psoriasis. *Dermatology*, Kargel, 2005; 210:194-199.
- 35 Puig, S, Mahelvy J. Nuevos horizontes diagnósticos en dermatoscopia. *Piel* 2003; 18:401-2.
- 36 Irmal B. Dermatoscopy: Physics and principles. *Indian J Dermatopathol Diagn Dermatol*, 2017;4:27-30
- 37 Kaliyadan F. The scope of the dermoscope. *Indian Dermatol Online J* 2016; 7:359-63
- 38 Lallas A, Argenziano G. Dermatoscope – The dermatologist's stethoscope. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2014; 80:493-4.
- 39 Pan Y, Gareau D, Scope A, *et al.* Polarized and nonpolarized dermoscopy: The explanation for the observed differences. *Arch Dermatol* 2008; 144:828-9.
- 40 Benvenuto C, Dusza S, Agero A, *et al.* Differences between polarized light dermoscopy and immersion contact dermoscopy for the evaluation of skin lesions. *Arch Dermatol*, 2007; 143:329-38
- 41 Kittler H, Marghoob AA, Argenziano G, *et al.* Standardization of terminology in dermoscopy/dermatology: Results of the third consensus conference of the international society of dermoscopy. *J Am Acad Dermatol* 2016; 74:1093-106.
- 42 Anderson R. Polarized light examination and photography of the skin. *Arch Dermatol* 1991; 127:1000-5
- 43 Benvenuto C, Dusza S, Agero A, *et al.* Differences Between Polarized Light Dermoscopy and Immersion Contact Dermoscopy for the Evaluation of Skin Lesions. *Arch Dermatol*, 2007; 143:329-338.
- 44 Arrazola P, Mullani N, Abramovits A. DermLite II: an innovative portable instrument for dermoscopy without the need of immersion fluids, *Skinmed* 2005;478- 83
- 45 Agero A, Taliercio S, Dusza S, *et al.* A Conventional and polarized dermoscopy features of dermatofibromas. *Arch Dermatol* 2006;1421431- 1437.
- 46 Weedon D. Lentiginos, nevi, and melanomas, en: Weedon D, *Weedon's Skin Pathology*, 3ª edición, Churchill Livingstone, 2010, 709-756.
- 47 Figueras O. ¿Qué es un dermatoscopio?, *AM*, 2017;13:547-551.
- 48 Wang S, Dusza S, Scope A, *et al.* Differences in dermoscopic images from non polarized dermoscope and polarized dermoscope influence the diagnostic accuracy and confidence level: pilot study, *Dermatol Surg*, 2017; 34:1389-95.