ARTICULO ORIGINAL

REVISTA ARGENTINA DE DERMATOLOGÍA
Propiedad de la Asociación Argentina de Dermatología
ISSN 1851-300X | Número de Propiedad Intelectual 20459734

Paradojas del color en dermatología

PARADOXES OF COLOR IN DERMATOLOGY

Oct- Dic 2017 | Vol. 98 N°4

Artículo Original
Rev. argent. dermatol. 2017: 98 (4): 22– 37
Publicado en línea 2017, Diciembre / Published online December 2017.
Paradojas del color en dermatología

Autores | Contacto

Y Montoya*, ME Camacho*, S Lugo*, R Sánchez *, S Vivas ** y A Muñoz***

*** Residentes de 2° año del Postgrado de Dermatología. Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.**
**** Jefa del Servicio y Coordinadora del Programa de Postgrado de Dermatología. Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.**
***** Director del Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (CIMBUC).**

e-mail: yesemontoya@gmail.com

Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». Av. Lisandro Alvarado. Edificio Hospital Central de Valencia. Urbanización Lisandro Alvarado. Servicio de Dermatología. Valencia. Edo. Carabobo. Venezuela.

e-mail: postgradodermatologiachet@gmail.com

Los autores declaramos que no poseemos conflictos de interés.

Recibido: 04.09.2017
Aceptado para su Publicación: 19.10.2017

RESUMEN

La lógica dermatológica, ha encontrado el rompimiento de los paradigmas semiológicos, desde la incorporación de la imagen digital al estudio de las lesiones de piel, características como: forma, límites, contraste, estructura y profundidad están ligadas al color. Su percepción puede objetivarse, con la ayuda de instrumentos como el dermato-colorímetro, el derma-espectrofotómetro e inclusive el dermatoscopio digital, que permiten corregir los errores de metamerismo. En esta disertación pretendemos abrir nuevas ideas, sobre la importancia de estudiar el color de la piel más allá del fototipo cutáneo, así como, reconocer el color estructurado como una variante de la semiología pigmentaria y la incorporación del estudio heurístico, en el diseño de modelos enseñanza-aprendizaje para los programas de Dermatología.

PALABRAS CLAVES

color de piel, color estructurado, paradojas de color, percepción del color, Dermatología.mucosecretante, canal anal y adalilumab.

SUMMARY

The dermatological logic study has found breaking out paradigms since the introduction of digital imaging for the study of skin disease, features like shape, boundaries, contrast, depth and structure are related to color, color perception can be objectified through instruments such as derm-colorimeter, derm-spectrophotometer and even digital dermatoscopy, which can correct the metamerism phenomenon. In this dissertation, we intend to open mind and give new ideas about the importance of studying the skin color beyond the skin phototype, recognize the structured color as a variant of the semiology of color, as well as the incorporation of models of study design teaching-learning heuristic for dermatology programs.

KEY WORDS

skin color, structured color, color paradoxes, color perception, Dermatology.

INTRODUCCIÓN

El arte de la Dermatología se muestra como una serie de dimensiones biológicas, ontológicas, antropológicas y sociales, que la definen como una especialidad "compleja". El punto cardinal del estudio semiológico, es el reconocimiento de las eflorescencias, las que dirigirán el diagnóstico clínico al triangularlo con su topografía y con el ambiente psicosocial, de la persona que se estudia. En medicina, la eflorescencia se define como un cambio en la capa visible de la piel que puede afectar color, apariencia o textura.

Analizar el color en forma fina y acuciosa ayuda a definir los elementos de las lesiones. El color es una percepción compleja y subjetiva, cuyo concepto puede variar de acuerdo con el ámbito en el que es utilizado. Se trata de un fenómeno físico perceptual de la visión, dependiente de la luz y producido por las ondas de energía, que penetran en el ojo a través de la córnea. [1]

La luz es energía y pertenece a la radiación electromagnética, la que se clasifica de acuerdo con las longitudes de onda; en este sentido el espectro visible se corresponde con longitudes de onda, comprendidas entre 400 y 700 nanómetros (nm). Recibe el nombre de espectro visible, precisamente por ser las únicas longitudes de onda que puede percibir el ojo humano como el color, lo que demuestra que sin luz no hay color y sin color no hay imagen. [2]

Una vez que las ondas lumínicas sensibilizan a las células fotorreceptoras de la retina, conos y bastones, estas se encargan de interpretar y distinguir las diferentes longitudes de onda que captan, transmitiendo la información a través del nervio óptico al cerebro, el que actuando como una base de datos, registra la sensación de color. Por lo tanto, el ojo humano reacciona a la incidencia de energía y lo expresa a través de la apreciación del color, asignándole un simbolismo. [1,3]

La percepción del color depende de las propiedades bioquímicas y físicas de la piel, de acuerdo con lo que podrán describirse distintos fenómenos ópticos, como la absorción o reflexión de la luz que incide sobre ella. De esta forma, si el color que se percibe es blanco, es porque la superficie refleja toda la luz, mientras que si se observa negro es porque la absorbe en su totalidad y en aquellos casos donde la percepción del color es roja, se debe a que la superficie absorbe las longitudes de ondas pertenecientes al azul y verde y refleja sólo rojo. Así, se entiende por color la percepción de un resto de luz, pues vemos solo la mezcla de radiaciones no absorbidas selectivamente, por la superficie correspondiente. [1]

El ojo humano tiene una respuesta logarítmica, es decir, una respuesta temporal relativamente lenta a la intensidad de luz y funciona mejor en contraste, como ocurre al distinguir una lesión eritematosa o pigmentada, cuando está rodeada por piel aparentemente normal. [4]

La capacidad de adaptación del ojo a la luz que recibe, permite que dos colores iguales se puedan apreciar de diferente tonalidad al ser observados bajo distintas fuentes luminosas, o bien, si el entorno que le rodea es diferente. Esta diferencia en la percepción del color debido a los iluminantes, es lo que se denomina metamerismo, considerado un fenómeno psicofísico donde varía la composición espectral del iluminante y la apreciación subjetiva y psicológica del color. Así, dos colores podrán coincidir ante ciertas condiciones, mientras que en otras no. [5]

Los colores dependen de los objetos, al mismo tiempo que de la luz que los ilumina y del observador. Al haber alguna variación en uno de ellos, se modificará su percepción. De allí, la importancia de recurrir a métodos auxiliares para objetivar la percepción del color, que en ocasiones puede desvirtuarse por alteraciones biológicas del observador, por errores de percepción del mismo (a causa del iluminante o del ambiente) o por ambigüedad de absorción (por parte del objeto) en el caso del estudio dermatológico de la piel.

DE LOS FOTOTIPOS Y DEL COLOR DE LA PIEL

Diferentes teorías se han propuesto para explicar el color de la piel y su fenomenología. Hay teorías que aluden al color de piel como resultado de múltiples cambios evolutivos, asociados al crecimiento de la especie humana a través del tiempo, ya que, ha seguido un patrón adaptativo para sobrevivir a distintas condiciones climáticas y asegurar la continuidad como especie. [6.]

El color de la piel es una característica fenotípica de distinción, es propio de cada ser humano; constituye una variante social, debido al poder de segregación de los individuos, "el valor de la diferencia". Es imperativo reconocer el color de la piel al momento de evaluar las dermatosis, a fines de disminuir los errores psicofísicos de percepción, como el metamerismo.

En cualquier color de piel hay una respuesta única y específica de adaptación que data desde el pasado. Hoy en día existe un impacto que afecta al fenotipo humano; esto es como resultado del crecimiento de la población mundial, dado por cruces interétnicos e interraciales con genotipos resultantes combinados, evidenciados en la demografía mundial y en la diversidad del color de la piel en la población. Este fenotipo resultante tiene implicaciones de gran relevancia en Dermatología e influye en las variaciones que se evidencian en algunas dermatosis, por ejemplo: en los procesos de cicatrización, siendo posible la aparición de queloides en individuos con piel clara y rubios, cuando son los de piel oscura quienes los presentan mayormente. [7]

El análisis del color de piel es por lo tanto, una necesidad que debe considerarse al momento de decidir una terapéutica, pues son varias las reacciones desfavorables que pueden observarse en la piel (de cualquier color) tras un procedimiento, de forma tal que el entendimiento de esta variabilidad es indispensable, para un adecuado manejo y amerita un entrenamiento previo.

Para la clasificación del fototipo de piel en la práctica clínica, el estándar de oro es la escala de fototipos de Fitzpatrick, creada en 1975 por Thomas B. Fitzpatrick, para la predicción de la reactividad de la piel en el tratamiento con PUVA (psoraleno vía oral y fototerapia con UVA), basada en una entrevista personal explorando la historia de quemadura solar y la capacidad de broncearse. Esta escala mundialmente aceptada, tipifica al fototipo de acuerdo con la capacidad del eritema y bronceado posterior a la exposición de la radiación solar, incluyendo también el color del pelo y de los ojos, denotando seis diferentes fototipos que van de piel muy clara (tipo I) a muy oscura (tipo VI). [8-10.]

Sin embargo, ya en 1965, Schulze basado en respuestas tempranas y tardías a la radiación solar separó en distintos grupos a las personas. Identificó individuos quienes desarrollaban eritema y no bronceado e individuos que solo presentaban bronceado. Al primer grupo lo llamó "E" y al segundo "P", planteando que estos tipos eran los extremos del espectro y que incluían una gran variedad de tipos, que llamó E más P. De modo que desde hace varias décadas había interés en la reactividad de la piel, lo que daría a su vez información sobre las funciones de los pigmentos cutáneos. [11]

Ahora bien, si la escala de Fitzpatrick permite conocer la sensibilidad de la piel frente a la radiación ultravioleta, la que comprende longitudes de onda de 100 a 400 nm, surge la interrogante de si es correcto asociarla directamente como color de piel. ¿Se trata realmente del color?

Es común en la práctica clínica el uso sin distinción de fototipo como color de piel. Las definiciones de ambos están bien establecidas, sin embargo, se tienden a usar indiferentemente. El fototipo explica la reacción de eritema o bronceado a la radiación, mientras que el color es el resto de luz no absorbido, en este caso por la piel y sus componentes. De modo que los fototipos no están creados para describir los colores de la piel ni ser marcadores del mismo; cuando se habla de fototipos debe hacerse sin implicaciones cromáticas.

Aunque la escala de Fitzpatrick es una herramienta de amplia difusión y utilidad en Dermatología, que permite incluso establecer el riesgo de predisposición para cáncer de piel, su basamento tiende a una evaluación subjetiva-perceptiva y poco precisa. Existen además, poblaciones que reúnen de forma incompleta los criterios de clasificación de dicha escala, debido a la diversidad del llamado fototipo de piel. Esta incertidumbre en la determinación del fototipo está asociada al mestizaje de la población, especialmente en poblaciones hispanas, como es el caso de la venezolana. [8,9]

Investigaciones realizadas sobre las diferentes etnias y grupos poblacionales, sugieren el estudio del fototipo cutáneo como controversial, puesto que constituyen una diversidad de expresiones de piel, que quizás, cuando se estableció la escala de fototipos de Fitzpatrick hace aproximadamente cuatro décadas, no fueron tomadas en cuenta. Diferencias que parten desde el contenido del pigmento, melanina, hasta la distribución de los melanosomas, influyendo no sólo en la incidencia de cáncer de piel, sino también en la presentación de trastornos de la pigmentación y en el fotoenvejecimiento, entre otros aspectos. [12]

La diversidad del color de piel entre las personas o en áreas distintas en el mismo sujeto, dependen de otros parámetros además de la melanina, como lo son la concentración de hemoglobina en los eritrocitos y la saturación de oxígeno de la sangre. La determinación de estos parámetros es de gran interés, ya que, las propiedades ópticas ligadas a ellos, difieren si se trata de un tejido sano o no.[10,13,14]

Estudios con técnicas de óptica biomédica, como la espectrofotometría, han permitido definir en forma objetiva el color de piel con valores numéricos y se ha comprobado, que podemos recoger información de la situación de la piel en su profundidad con la ayuda de la dermatoscopía multiespectral, una técnica óptica no invasiva. Se conoce que al penetrar la luz en la piel, parte de ella es absorbida, reflejada, esparcida y transmitida. A través de estas interacciones, principalmente absorción y esparcimiento, la composición espectral de la luz se ve alterada, reflejando las propiedades estructurales y ópticas de los componentes que constituyen la piel (Esquema I). [2,13,15]

Los efectos de la luz sobre la piel se deben a diversos grados de absorción, dicho fenómeno está determinado fundamentalmente por los cromóforos, siendo los dos principales la melanina y la hemoglobina. La melanina es un compuesto químico capaz de actuar como cromóforo, es decir, capaz de absorber la luz en sus diferentes longitudes de ondas. Al penetrar la luz, los cromóforos serán capaces de absorber selectivamente ciertas longitudes de onda, de acuerdo con el grado de absorción de cada uno y al estrato de la piel, donde se encuentren. [2,13,15]

La melanina absorbe principalmente la luz visible y las radiaciones ultravioletas, existiendo una relación directamente proporcional, a mayor cantidad de melanina mayor absorción de luz. Además, el espectro de absorción aumentará hacia longitudes de onda más cortas, para actuar como un filtro de protección. [2,13,16]

La melanina como pigmento y a través de sus propiedades como cromóforo, es responsable parcialmente del color de la piel y mediante técnicas ópticas no invasivas, como la Espectrofotometría de Reflexión Difusa (ERD), puede ser cuantificada dando información objetiva sobre el fototipo de piel, en especial en poblaciones que no pueden ser encasilladas clásicamente en la escala de Fitzpatrick. Como lo demostró en el 2015 Pardo y col, en el trabajo titulado firmas espectrales de fototipos cutáneos de los habitantes de Venezuela, donde se evaluaron 1000 sujetos adultos de distintos géneros, observándose una relación inversamente proporcional entre la reflectancia y el fototipo cutáneo. El comportamiento de las curvas demostró homogeneidad en cada fototipo, llegando a la conclusión que la firma espectral de los participantes del estudio pertenecía, en su mayoría, a los fototipos cutáneos III y IV (Gráfico I). [17]

Así pues, el color de piel traduce un mensaje importante del individuo, informa sobre su grupo étnico, fototipo cutáneo y la capacidad de respuesta ante distintas lesiones y procesos inflamatorios.

UN POCO MÁS ALLÁ DEL COLOR

Son distintos los aspectos que se deben tomar en cuenta, para la identificación y descripción detallada de las lesiones dermatológicas, siendo el color una clave importante, especialmente cuando se estudian lesiones pigmentadas de la piel. Aporta información sobre el tamaño de la lesión, a través de una ligera diferencia de color y la observación precisa del mismo, puede ayudar a determinar la presencia de malignidad. Es así como la percepción del contraste, profundidad, límites y forma, están estrechamente vinculados a la apreciación de los colores. [18-20]

Las lesiones pigmentadas de tipo melanocíticas, constituyen la causa más frecuente de consulta dermatológica y el color representa su principal característica, como en el caso de nevos melanocíticos adquiridos, o bien, en el estudio del melanoma donde una distribución irregular del color, aumenta la sospecha del diagnóstico. Por las razones expuestas, el análisis apropiado del color proporciona información inconmensurable. En la actualidad, se ha logrado obtener un mayor valor del color y sus variaciones, a través de investigaciones realizadas en lesiones pigmentadas con distintos métodos ópticos no invasivos, permitiendo utilizar estos métodos como pesquizaje de condiciones y enfermedades. [21]

Bajo esta perspectiva, en la búsqueda de verificar el uso de estas técnicas no invasivas, señalamos el estudio de Álvarez y col, con el uso de ERD se relacionaron las curvas espectrales con los tipos histopatológicos de nevos melanocíticos adquiridos, analizando 120 nevos clasificados según el diagnóstico histopatológico. Los resultados demostraron que existían formas de discriminar los diferentes tipos de nevos según la reflectancia de cada una de las lesiones estudiadas, es decir, cada nevos presentó una firma espectral definida. Característicamente, el nevos displásico demostró mayor absorción de melanina relacionado a su mayor profundidad en la piel (Gráfico II). [22]

La clasificación de las lesiones melanocíticas, está definida por la agrupación ultraestructural de los melanocitos, de modo que su caracterización depende de la localización de las tecas de melanina, en las capas de la piel. Por lo tanto, el color por medio de la absorción de la melanina, nos pudiese

aportar información de la profundidad e incluso en forma secuencial, como cortes axiales de una misma lesión, permitiendo mayor precisión en el diagnóstico. [20]

En el trabajo realizado por Hernández y col en el año 2016, se relacionaron las curvas espectrales con las imágenes multiespectrales de los nevos melanocíticos, adquiridos a través de estudios de espectrofotometría, dermatoscopía digital y dermatoscopía multiespectral; los resultados demostraron la relación diagnóstica que existe entre la lectura gráfica espectrofotométrica (firma espectral), la localización del nevos y la precisión diagnóstica del dermatoscopio multiespectral. La cantidad de melanina y la profundidad de la lesión, determinaron la firma característica para cada nevos y a su vez, la plantilla de la dermatoscopía multiespectral. Se entendió que a mayor cantidad de melanina, existe menor reflectancia y por lo tanto la curva estará más cerca de la línea de base; con el análisis multiespectral se evidenció que a mayor cantidad de pigmento existe menor intensidad de pixeles (Gráfico III), confirmando lo obtenido por Álvarez en el 2015 con la ERD. [23]

Como se mencionó previamente, otro de los elementos que actúa como cromóforo y por tanto en el color de la piel, es la hemoglobina, formada por una parte proteínica incolora, la globina y por otra parte no proteínica coloreada, el grupo hem (hierro en estado ferroso). El contenido de sangre en la piel puede variar, dependiendo de distintas condiciones y es observado como eritema. [10,13,16]

El color es capaz de informar sobre la severidad, actividad e intensidad de una dermatosis; bajo esta premisa, siendo la psoriasis uno de los trastornos inflamatorios más representativos en Dermatología, donde el eritema constituye uno de sus parámetros de valoración en la conocida escala PASI y a sabiendas, que la misma puede presentar variaciones dependiendo del observador, la posibilidad que el eritema, a través de la hemoglobina como cromóforo, se pueda medir de manera objetiva, resulta innovador.

Así lo demostró Martínez y col en su trabajo: caracterización óptica del eritema en lesiones de psoriasis vulgar, donde se estudiaron placas de psoriasis con distintos grados de eritema (desde el 1 hasta el 4), concluyendo que cada grado de eritema tiene una magnitud determinada, representada por una pendiente característica en las curvas espectrales (Gráfico IV), exhibiendo cómo la subjetividad en la observación del eritema, puede transformase en un parámetro totalmente cuantificable. [24]

Sin embargo, esta medición del eritema aporta más información de lo pensado, ya que, se obtienen datos sobre el proceso inflamatorio que ocurre en la psoriasis. Así fue reportado por Luzardo y col, donde durante la medición de lesiones de psoriasis y de la piel aparentemente sana, evidenciaron morfologías específicas en las curvas espectrales que no sólo se asocia a la angiogénesis, sino también al infiltrado inflamatorio. Hallazgos similares se obtuvieron durante el estudio del liquen plano, confirmando lo anteriormente expuesto (Gráfico V). [25]

LA ACROMÍA EN EL VITILIGO

La pigmentación cutánea está originada por la combinación de cuatro pigmentos, localizados en la dermis y epidermis: a) hemoglobina oxigenada de arteriolas y capilares, b) hemoglobina desoxigenada de vénulas, c) depósitos de carotenos o bilis no metabolizada, así como otros pigmentos exógenos (medicamentos, metales, etc.), d) melanina epidérmica. [2]

La referencia de piel acrómica llama a la definición del vitiligo. La semiología dermatológica describe al vitiligo como "ausencia de la coloración de la piel o de cualquiera de sus componentes", sin embargo, en términos biofísicos la ausencia de color es el negro.

El vitiligo es considerado como un trastorno de la pigmentación de tipo hipopigmentado, que se caracteriza por la disminución o ausencia de melanocitos y por ende de melanina, de tal manera que el fenómeno de absorción no ocurre de manera habitual. Es decir: ¿Hay pigmento?, ¿Hay color en el vitiligo? [26]

La palabra acromía describe ausencia de color y el vitiligo es blanco, es máxima claridad, la unión de todos los colores. Se hace evidente cuando al dispersar la luz blanca se observan los distintos colores, como sucede en la naturaleza con la formación del arco iris. [1]

En términos biofísicos, se entiende la percepción del blanco como el resultado de una mínima absorción, donde la mayor parte de las longitudes de onda se reflejan y al unirse, la interpretamos como blanco. De manera que no se requiere sólo de pigmento para que exista color.

La percepción visual del color de la piel, no sólo se le atribuye a los principales cromóforos, ya que, el fenómeno del esparcimiento también influye en el color. Se define al mismo como el cambio de dirección que sufren las distintas longitudes de onda, al interactuar con partículas de distintos tamaños presentes en el medio como: fibras de colágeno, vasos sanguíneos, organelas celulares, linfocitos, entre otros. [13]

En este sentido, estudios realizados sobre el vitiligo, como el elaborado por De Sousa y col en el año 2016, mediante la determinación de la curva espectral del vitiligo, demostraron que el fenómeno óptico que rige la curva de la lesión es el esparcimiento y no la absorción como ocurre en la piel sana; esto es secundario al proceso inflamatorio propio de la condición y a la ausencia o disminución de la melanina (Gráfico VI).[27]

A tal efecto, el color que se percibe como blanco en las lesiones de vitiligo es el resultado del esparcimiento, seguido por la reflexión especular, aportando no sólo un patrón de comportamiento de la dermatosis, sino una base para posteriormente evaluar la eficacia del tratamiento, es decir, el color ofrece la posibilidad de un seguimiento objetivo al ser analizado con métodos ópticos como la ERD.

LA HIPERPIGMENTACIÓN NO PIGMENTADA

La estructura de la superficie de la piel, la composición del cromóforo y la variación de la composición con la profundidad, pueden influir fuertemente los rasgos característicos de un espectro de luz dispersada, por una muestra de piel. [28]

El color originado por la presencia de pigmentos, se puede producir por la absorción selectiva de la luz, sin embargo, no es la única forma. Existe otra manera de producirse el color, es el caso del color estructural o estructurado, dado por la interacción de la luz con nano estructuras periódicas de un orden determinado. Al encontrarse con estas estructuras diminutas, la radiación luminosa presentará cambios ópticos, evidenciados por un reflejo selectivo de longitudes de onda provocando el fenómeno de interferencias, las que podrán reforzar o anular a dichas ondas. Este concepto en óptica es denominado interferencia constructiva y destructiva, respectivamente. [29]

El color estructural es una propiedad definida, en función de la distribución geométrica de los componentes estructurales, que conforman la superficie con la que interactúa la luz, dando origen a un determinado color que nada tiene que ver con los cromóforos.

Ejemplo de ello, es lo que ocurre en la acantosis nigricans, considerada una dermatosis que se caracteriza por la presencia de una placa hiperpigmentada pardo oscura y aterciopelada, que se localiza frecuentemente en los pliegues y cuyo principal hallazgo histopatológico es la hiperqueratosis, como consecuencia de la unión estrecha y apilamiento entre los queratinocitos. [30]

Como fue expuesto en el trabajo realizado por Boscán y col, firma espectral de la acantosis nigricans, al analizar más allá de la simple observación y en búsqueda del detalle de la estructura, que forma la rugosidad característica de la lesión, a través de la proyección 3D con microscopía electrónica, se constata que la segmentación de los filamentos intermedios de queratina, forma un complejo bien estructurado donde los componentes al estar fuertemente interconectados, determinan una especie de trampa de luz, que hace que ocurra el fenómeno de interferencia. En este caso, interferencia destructiva, explicando la visualización de la coloración oscura (Gráfico VII). [31]

Visto de esta manera, la placa pardo oscura de la acantosis nigricans se rige por la estructura que la conforma y no por una hiperpigmentación, estructura que evita que la luz pueda ser reflejada y quede "atrapada", proporcionando la percepción del oscuro. No obstante, cabe señalar que lo observado como pardo se origina por otro proceso.

El color no solo se observa por los fenómenos explicados previamente, puesto que, en algunos casos en particular, existen compuestos capaces de generar luz con longitud de onda distinta, a la que fueron expuestos. Este tipo de luminiscencia es lo que se conoce como fluorescencia. Es así como en el trabajo previamente mencionado, se demostró que si bien es cierto que los queratinocitos no tienen melanina, son capaces de producir fluorescencia al ser estimulados por longitudes de onda del ultravioleta cercano al espectro visible, pudiendo así observarse incluso como pardo. [31,32]

Este fenómeno de fluorescencia, ocurre debido a la excitación de los electrones posterior a la absorción de la luz, subiendo a niveles de energía mayores y cuando los electrones regresan a su estado basal, liberan un fotón de menor energía al que absorbieron. Por lo tanto, la luz emitida es de una longitud mayor a la inicial, es decir, de un color que se encuentra más arriba en el espectro de la luz. [32]

Los tejidos ricos en queratina (estrato córneo de la piel, pelo, uñas) contienen muchos cromóforos que dan fluorescencia, llamados fluoróforos, en las regiones de radiación visible y ultravioleta; esto es lo que explica la fluorescencia que se observa con la lámpara de Wood, en algunas dermatofitosis. Este aspecto se determina por la composición física y química del tejido.

CONCLUSIÓN

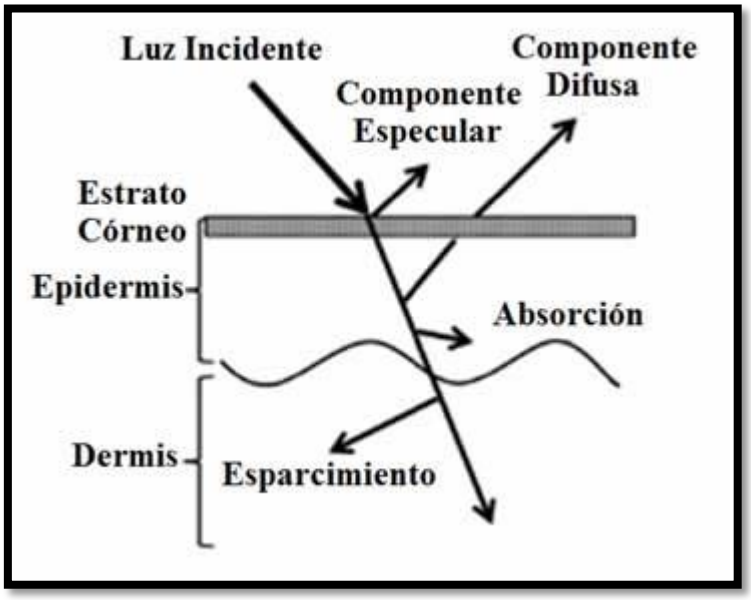
La estimulación del sentido de la visión mediante la energía lumínica, permite la percepción del color que universalmente nos rodea. El color traslada a cada forma un valor invisible, un significado e incluso es un punto cardinal de la semiología dermatológica. El ejercicio clínico de la Dermatología, con la aplicación de métodos ópticos no invasivos que faciliten mediciones objetivas, sugiere un avance de punta en el mundo contemporáneo.

El progreso acelerado en los últimos años de las tecnologías, basadas en la imagen e indirectamente en la luz, manifiesta el papel fundamental que tiene ésta en múltiples campos como la medicina, de modo que, el entendimiento de su importancia está trascendiendo fronteras tanto geográficas y culturales, como científicas y sociales.

La percepción del color aporta datos que no sólo se traducen en tonos, el especialista debe estar entrenado para poder descifrar y comprender esta información, puesto que permite mayor precisión en diagnósticos y por ende en tratamientos de distintas dermatosis; este entrenamiento en la disertación del significado del color, debe ir de la mano con la tecnología en la óptica médica.

Es necesario profundizar en los cimientos del conocimiento semiológico, para poder forjar la riqueza del color, saber realmente su aplicabilidad y no restringirlo a un solo carácter.

PARADOJAS DEL COLOR EN DERMATOLOGÍA



Esquema I. Representación de las propiedades ópticas de la piel.

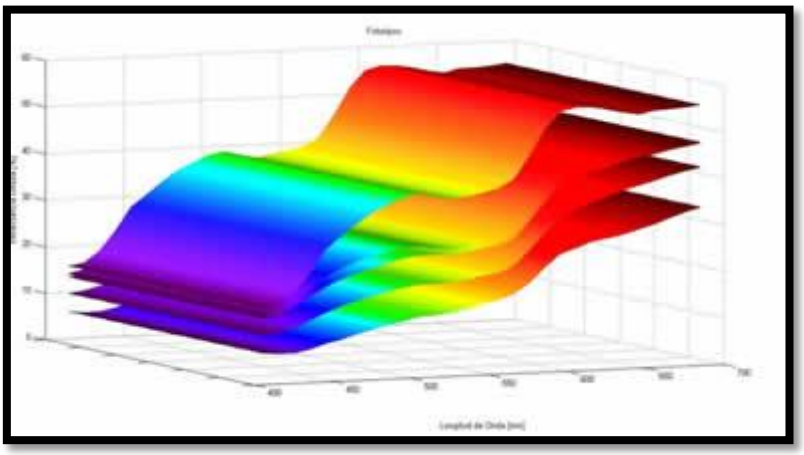


Gráfico I. Firma Espectral obtenidas por EDR del venezolano

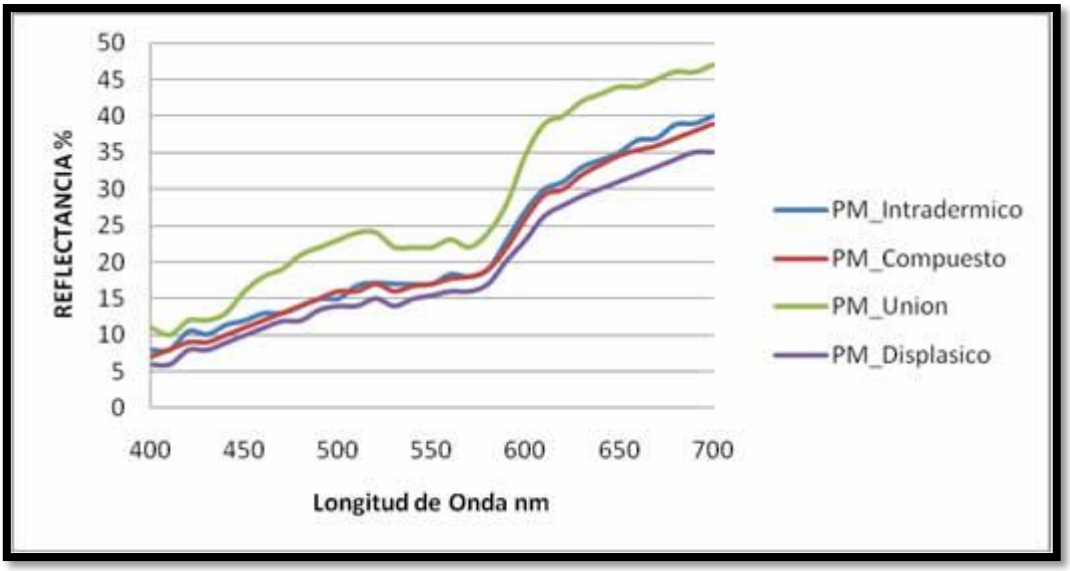


Gráfico II. Firma Espectral de Lesiones Melanocíticas Adquiridas

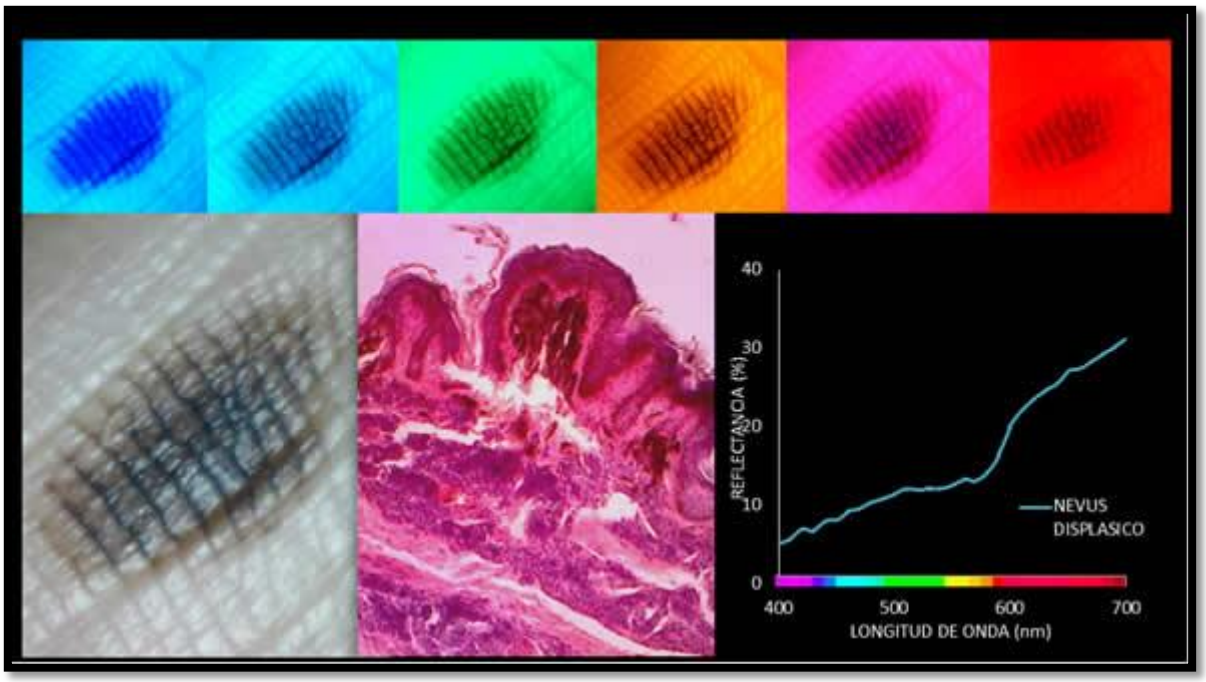


Gráfico III. Análisis Comparativos de Reflectancia Difusa, Dermatoscopía Multiespectral y Biopsia

ERITEMA	PENDIENTE DE ERITEMA
0	0,0993
1	0,1249
2	0,1273
3	0,1356

Gráfico IV. Pendiente del

Eritema de Psoriasis de la
Curva de Reflectancia Difusa

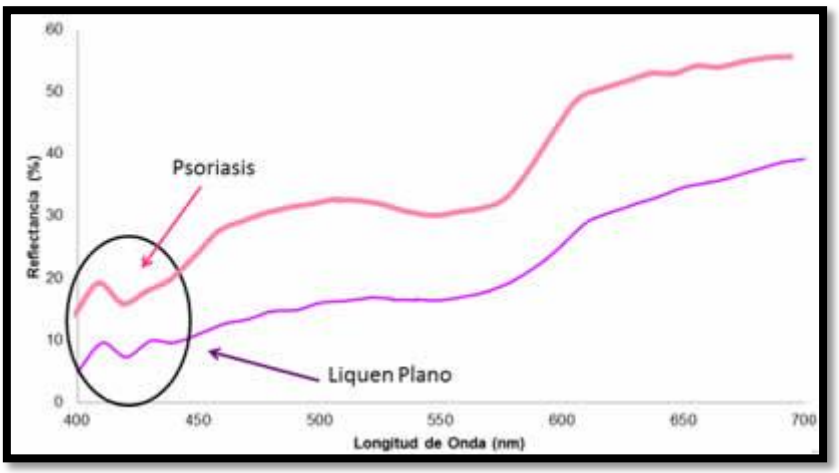


Gráfico V. Firma Espectral de Psoriasis y Liquen Plano

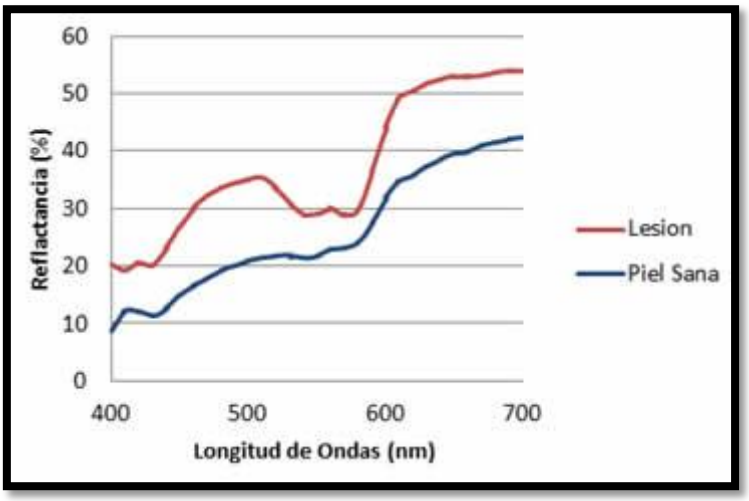


Gráfico VI. Firma Espectral del Vitiligo

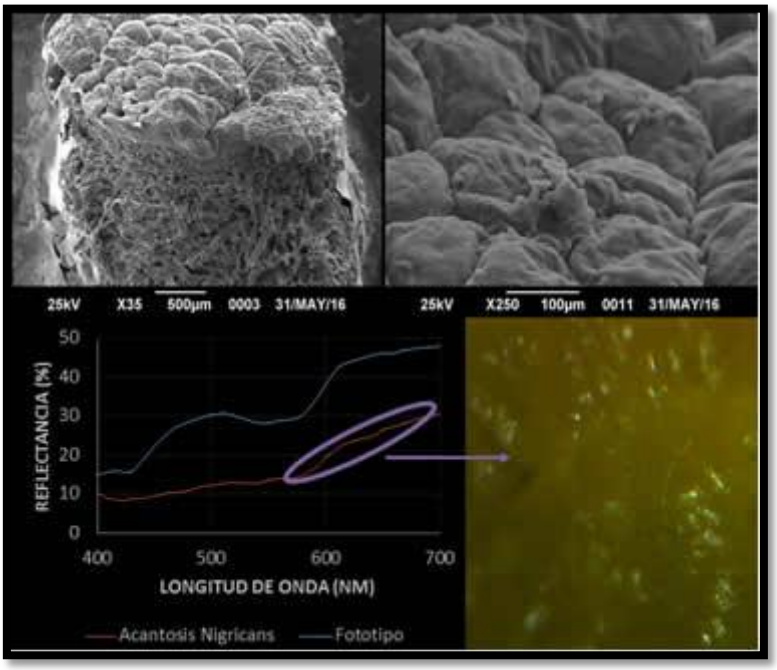


Gráfico VII. Fenomenología Óptica de la Acantosis Nigricans

REFERENCIAS

1. Malacara D. Óptica Básica. Segunda Edición. Editorial Fondo de cultura económica. México. 2004; capítulo XXIII: 515-532.

2. Fodor L, Ullmann Y y Elman M. Aplicaciones Estéticas de la Luz Pulsada Intensa. Editorial Amolca. Actualidades Médicas CA Germany. 2012; capítulo II: 11-20.

3. Puell M. Óptica fisiológica. El sistema óptico del ojo y la visión binocular. Versión Digital código ID 14823. Universidad Complutense de Madrid: ISBN 1-4135-6363 depositado 17/04/2012. [Internet]; 2006 [Consultado en Agosto 2016]. Disponible en: http://eprints.sim.ucm.es/14823/1/Puell_%C3%93ptica_Fisiol%C3%B3gica.pdf.

4. De Faría E. Ojos y oídos logarítmicos y trigonométricos. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 25. 2012. Capítulo 2. Disponible en: http://funes.uniandes.edu.co/4355/1/DefariaOjosALME2012.pdf.

5. Hoyos A. Color e ilusión. Revista CES Odontología. 2001; 14 (2): 53-62.

6. Jablonski N. The Evolution of Human Skin and Skin Color. Annual Review of Anthropology. 2004; 33 (1): 585-623.

7. Roberts WE. Skin type classification systems old and new. Dermatol Clin 2009; 27 (4): 529-533.

8. Sachdeva S. Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology. Indian Dermatol Venereol Leprol 2009; 75 (1): 93-96.

9. Henriksen M. Objective determination of Fitzpatrick skin type. [PHD Thesis]. Danish medical bulletin. [Internet]; 2010. [Consultado en Julio 2016]; 57(8):B4153. Disponible en: http://www.danmedj.dk/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=8782868.PDF.

10. Ash C, Town G, Bjerring P y col. Evaluation of a novel skin tone meter and the correlation between Fitzpatrick skin type and skin color. Photonics and Lasers in Medicine 2015; 4 (2): 177-186.

11. Fitzpatrick TB. The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. Arch Dermatol 1988; 124 (6): 869-871.

12. Taylor S. Skin of color: Biology, structure, function, and implications for dermatologic disease. J Am Acad Dermatol 2002; 46: S41-62.

13. Akimoto M, Koshiishi Y, Ikeda H y col. Skin Color Measurements: Usefulness of the Metric Hue Angle of Uniform Color Spaces for Dermatological Treatment. PIERS Proceedings 2014; 187-191.

14. Kollias K y Stamatas GN. Optical Non – Invasive Approaches to Diagnosis of Skin Diseases. J Invest Dermatol 2002; 7: 64-65.

15. Vivas S, Pardo E, Martínez C y col. Método Diagnóstico no Invasivo en Dermatología: Espectrofotometria de Reflexión Difusa. Informe Médico. 2015; 17 (2): 49-54.

16. González FJ, Martínez-Escanamé M, Muñoz RI, et al. Diffuse reflectance spectrophotometry for skin phototype determination. Skin Research and Technology. 2010; 16 (4): 397-400.

17. Pardo E. Firmas Espectrales de Fototipos Cutáneos en habitantes de Venezuela; Valencia – Estado Carabobo, 2015. [TEG]. Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de la Salud, Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». 2015. Consultada en Septiembre 2016. Disponible en: http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/2442.

18. Zerubia LJ. Skin image illumination modeling and chromophore identification for melanoma diagnosis. Phys Med Biol 2015; 60 (9): 3415-3431.

19. Vander Y, Naeyeart JM y Lemahieu I. Towards Consistent Color Image Acquisition in Dermatology; Image Processing 2005. ICIP 2005. IEEE International Conference on 2 II 374.

20. Yamaguchi M, Mitsui M, Murakami Y y col. Multispectral color imaging for dermatology: application in inflammatory and immunologic diseases. Color and Imaging Conference Final Program and Proceedings. 2005; 53-58.

21. Drakaki E, Vergou T, Dessinioti C y col. Special section on optical methods of imaging in the skin spectroscopic methods for the photodiagnosis of non-melanoma skin cancer. J Biomed Opt 2013; 18 (6): 061221.

22. Álvarez I. Firma Espectral de las lesiones melanocíticas adquiridas, Servicio de Dermatología de la Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera», Valencia -Estado Carabobo – Venezuela 2015. TEG. Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de la Salud, Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». 2015. [Consultado en Septiembre 2016]. Disponible en: http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/2444/1/ialvarez.pdf.

23. Hernández Y. Relación entre las imágenes multiespectrales y las curvas espectrales de los nevus melanocíticos adquiridos. TEG. Universidad de Carabobo, facultad de Ciencias de la Salud, Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». 2016. [Consultado en Septiembre 2016]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/306095131_RELATIONSHIP_BETWEEN_MULTISPECTRAL_IMAGING_AND_SPECTRAL_CURVES_OF_ACQUIRED_MELANOCYTIC_NEVI_RELACION_ENTRE_LAS_IMAGENES_MULTIESPECTRALES_Y_LAS_CURVAS_ESPECTRALES_DE_LOS_NEVUS_MELANOCITICOS_ADQUIRIDOS.

24. Martínez C. Caracterización óptica del eritema en lesiones de Psoriasis Vulgar. Servicio de Dermatología de la Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera», Valencia – Estado Carabobo – Venezuela 2015. [TEG]. Universidad de Carabobo, facultad de Ciencias de la Salud, Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». 2015. [Consultado en Septiembre 2016]. Disponible en: http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/2443/cmartinez.pdf?sequence=1.

25. Luzardo A. Comparación de las firmas espectrales de la piel sin lesiones de pacientes con psoriasis y la piel de personas sanas. [TEG]. Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de la Salud, Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». 2016. [Consultado en Septiembre 2016]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/306095062_COMPARISON_OF_THE_REFLECTANCED_CURVED_OF_THE_SKIN_OF_PATIENTS_WITH_PSORIASIS_WITHOUT_INJURY_AND_THE_SKIN_OF_HEALTHY_PERSON.

26. Goldsmith L, Katz S, Gilchrest B y col. Fitzpatrick: Dermatología en Medicina General. Octava Edición. Madrid. Editorial Panamericana S.A. 2013: 792-803.

27. De Sousa Y. Determinación de la Firma Espectral del Vitiligo de los Pacientes del Servicio de Dermatología de la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera. [TEG]. Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de la Salud, Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». 2016. [Consultado en Septiembre 2016]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/306960454_Determining_the_spectral_signature_of_Vitiligo_in_the_Service_of_Dermatology_Dr_Enrique_Tejera_Hospital_City

28. Devpura S, Pattamadilok B, Syed Z y col. Critical comparison of diffuse reflectance spectroscopy and colorimetry as dermatological diagnostic tools for acanthosis nigricans: a chemometric approach. Biomed Opt Express 2011; 2 (6): 1664-1673.

29. Pérez L. Expresión y función del color del plumaje. Tercera Parte: Colores estructurales. Ornitología Práctica 2011; 47: 52-58.

30. Griffiths C, Barker J, Bleiker T y col. Rook´s Textbook of Dermatology. Novena Edición. Blackwell Publishing. UK. 2016; chapter 87, 87.2-87.5.

31. Boscán M. Firma Espectral de Acantosis Nigricans. [TEG]. Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de la Salud, Postgrado de Dermatología, Ciudad Hospitalaria «Dr. Enrique Tejera». 2016. [Consultado en Septiembre 2016]. Disponible

en: https://www.researchgate.net/publication/308937631_SPECTRAL_SIGNATURE_ACANTHOSIS_NIGRICANS.

32. McMullen R, Chen S y Moore D. Fluorescencia de los Tejidos Queratinosos. Int J Morphol 2012; 30 (3): 956-963.