Editorial

Ciencia del color, Inteligencia artificial y Odontología: nuevos aliados?

La ciencia del color es un campo fundamental de la ciencia dedicado a la comprensión de la creación de estímulos de color, fuentes de iluminación, y por último, la percepción del color. En la actualidad, la ciencia del color se utiliza en el diseño y la producción de la mayoría de los materiales sintéticos, entre los que podemos destacar las pinturas, cerámicas, plásticos y los sistemas de imagen. Igualmente, para especificar las propiedades de diversos materiales y productos naturales como, aceites vegetales, piel, suelo, frutas, vegetales, etc. Las aplicaciones de la ciencia del color están omnipresentes en la sociedad actual.

El interés científico e industrial en la medida, predicción y evaluación de las diferencias del color no es nuevo y, en la actualidad, están emergiendo nuevas aplicaciones en el ámbito de la odontología para las cuales las herramientas que puede proporcionar la ciencia del color resultan indispensables.

El propósito final de la medición, instrumental o subjetiva, del color en odontología es que la reproducción de las estructuras orales presente una apariencia semejante a éstas. Además, es de destacar que la medición del color en odontología a menudo implica medidas de capas no homogéneas que producen variaciones inherentes de color y translucidez. Ello nos obliga a conocer y caracterizar las propiedades ópticas, *scattering* fundamentalmente, del material o de la estructura oral como responsables de los cambios de color y translucidez. Asimismo, el tipo de dispositivo de medida, la configuración experimental y tipo de iluminación deben estar completamente controladas y estandarizadas. Por ello, los progresos en odontología, especialmente en estética dental y materiales dentales no pueden ser ajenos al conocimiento y aplicación de otros campos de la ciencia.

En este sentido, son numerosas las investigaciones e instrumentos de medida en los que se comienzan a seguir las recomendaciones de la *Commission Internationale de l'Éclairage (CIE)* para la medida y especificación del color en odontología. Así, el espacio de representación de color CIE $L^*a^*b^*$ es admitido y ampliamente usado, así como sus diferencias de color asociadas, CIELAB (ΔE^*_{ab}) y las más reciente recomendada CIEDE2000 (ΔE^*_{00}). CIEDE2000 utiliza también los conceptos de croma y tono pero reforzados por el desarrollo conceptual del Munsell.

Los sistemas inteligentes vienen siendo en los últimos 20 años una herramienta indispensable y transversal en la investigación en todas las áreas de la ciencia. Más específicamente, en biomedicina, numerosas áreas de estudio serían impensables sin la utilización de sistemas inteligentes para el tratamiento automático de grandes cantidades de información para la predicción de propiedades como ocurre por ejemplo en áreas como la genómica y la proteómica. Sin embargo, en concreto en el ámbito de la odontología, hasta el momento, son prácticamente inexistentes los estudios que usen los de sistemas inteligentes para, por ejemplo, predecir el comportamiento de los materiales dentales.

Los sistemas inteligentes engloban varias metodologías como son las redes neuronales, sistemas difusos, algoritmos genéticos y sistemas de inferencia bayesiana, cada una con un origen, utilización, propiedades y ventajas características. La gran aportación de estos paradigmas en el tratamiento de la información, frente a los métodos estadísticos tradicionales, es la capacidad de identificar y modelar relaciones no lineales entre los factores que intervienen en un sistema natural o biofísico. En estos métodos se parte de un conjunto de datos disponibles, identificados como variables de entrada, para intentar predecir ciertos parámetros o propiedades en principio desconocidos del sistema estudiado, identificados como variables de salida. Otra de las aportaciones de los estudios realizados en los últimos años en el área de los sistemas inteligentes es la identificación de las variables relevantes para en la estimación de un parámetro físico concreto, específicamente utilizando la Información Mutua como medida de relevancia -no lineal- entre variables. Así es posible trabajar en un principio con un número arbitrario de factores plausibles, descartar

los irrelevantes y los redundantes, e identificar los que realmente influyen de forma definitiva en el comportamiento estudiado.

Dentro del ámbito de la odontología, hasta el momento, los sistemas inteligentes han sido empleados de forma poco representativa. Ha sido empleada lógica difusa para predecir cambios de color tras un procedimiento de blanqueamiento dental, y aproximación difusa TSK como ajuste de umbrales de diferencia de color de aceptabilidad y perceptibilidad de cerámicas dentales. Estas incipientes pero fructíferas investigaciones nos ponen de manifiesto la enormes expectativas que los sistemas inteligentes nos ofrecen para estudiar cambios cromáticos, estudiar los factores de relevancia que influyen en estos cambios, construir un espacio de color dental y predecir comportamientos de nuevos materiales, entre otras aplicaciones.

En definitiva, nos espera un futuro apasionante donde la colaboración entre investigadores de la ciencia del color, odontología e inteligencia artificial proporcionará una nueva perspectiva para afrontar los retos que nos plantea la sociedad en cuanto a sus problemas de salud dental. Y por todo ello, SI, son y serán nuevos y productivos aliados.

Dra. María del Mar Pérez Gómez
Catedrática y directora del Laboratorio de Óptica de Biomateriales
Universidad de Granada (España)