

Trabajando en azul

Como incrementar la seguridad de los automóviles del futuro sin comprometer la del presente.

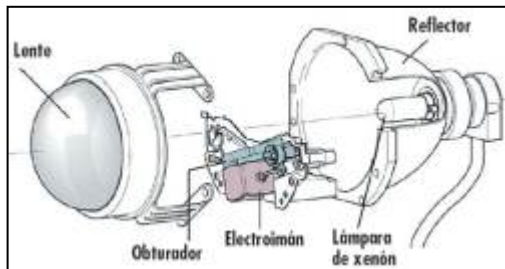


Figura 1. Componentes de un faro bixenón.
<http://debates.coches.net/showthread.php?t=39563>

Desde 1992 hay vehículos equipados con lámparas de xenón en el mercado, un equipamiento que ha ido descendiendo de categorías hasta el punto que el híbrido bixenón - halógeno es habitual en todos los segmentos del actual amplio mercado.

Así como el salto de la bombilla incandescente a halogenuros metálicos permitió un gran incremento en la calidad del haz y el rendimiento en color, el siguiente paso hacia la lámpara de descarga ha encontrado con mas complicaciones técnicas, como se puede apreciar en el grafico, con una lámpara bixenon (lámpara de descarga de xenón con obturador mecánico activado por imán y que debe ir acompañada de una halógena convencional para ráfagas). El siguiente paso (tecnologías LED, OLED y LASER LED) pueden crear otra dimensión en la iluminación de la calzada.

Los distintos niveles de iluminación requeridos en un automóvil (posición, cruce, carretera y niebla) permiten la convivencia de distintos tipos de luminarias para satisfacer las especificaciones de cada tipo de iluminación, garantizando siempre el máximo rendimiento y economía de energía.

A pesar de todo, existe una gran voluntad para montar lámparas de xenón en los actuales vehículos, ya sea por estética o por simple reclamo tecnológico, olvidando quizás los requerimientos del ojo humano a efectos de sensibilidad.

Se debe recordar que, de hecho, existen dos tipos de sensores en nuestro ojo: los bastones que permiten la visión en blanco y negro (captore de flujo luminoso) y los conos receptores que permiten la visión en color. El deslumbramiento se produce en saturar los receptores por exceso de estímulo y entre sexos no existe una diferencia significativa de sensibilidad.

En realidad solo podemos distinguir tres colores básicos que marcan los tres distintos receptores albergados en nuestro ojo como muestra la figura anexa.

Cabe marcar la proximidad de los picos de sensibilidad de los receptores rojo y verde así como su amplitud espectral. La banda azul resulta mucho más estrecha y distante de las otras, con lo que -ciertamente- nos hace bastante rudos cuando se tiene que distinguir entre tonos azules. Actualmente este hueco se utiliza en aplicaciones informáticas para almacenar información codificada en los tonos azulados de las imágenes (watermarking) ya que no se pueden apreciar las diferencias a nivel de usuario.

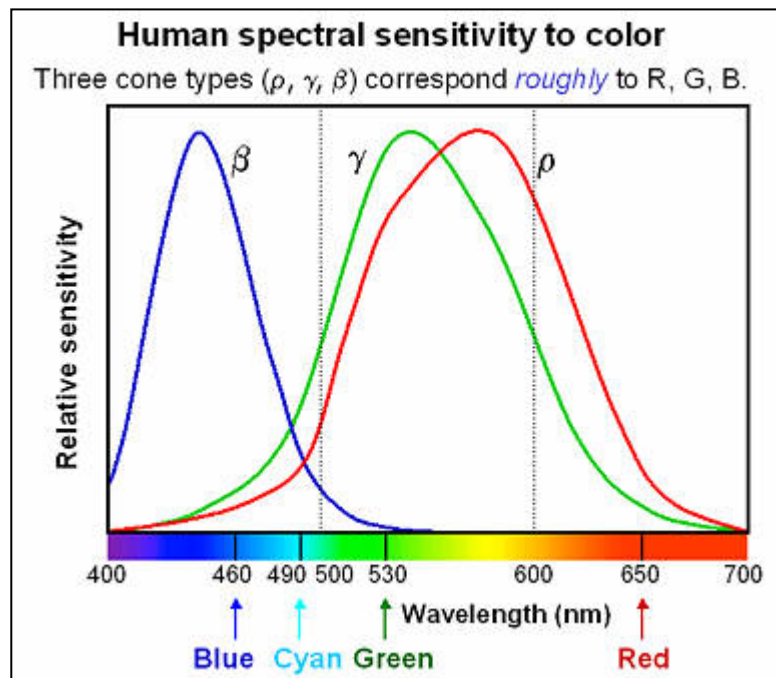


Figura 2. Sensibilidad del ojo humano al color.
http://www.normankoren.com/color_management.html

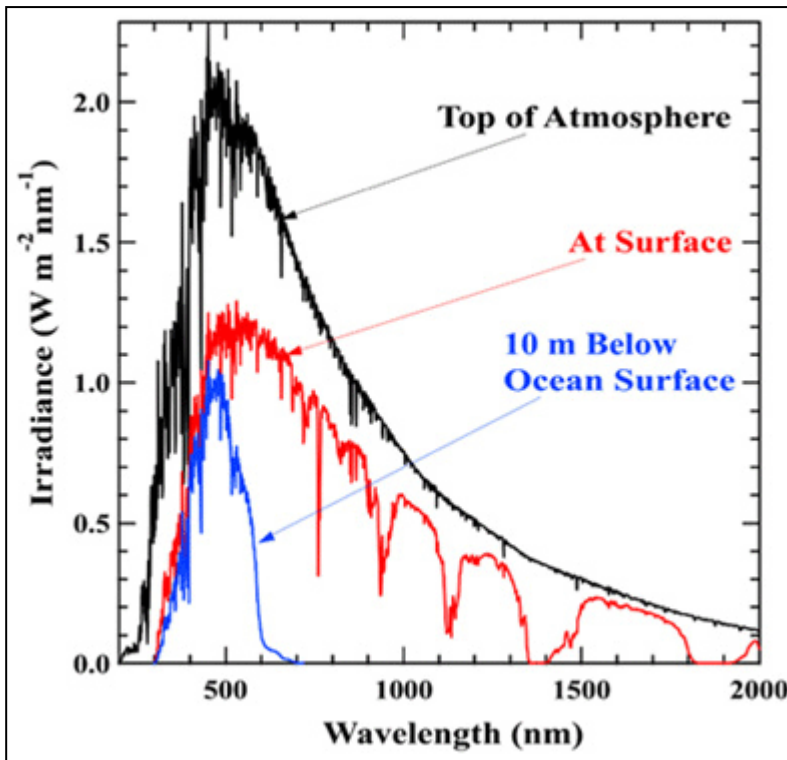


Figura 2. Radiación visible en el espacio, la superficie terrestre y 10m bajo el mar.

http://lasp.colorado.edu/sorce/instruments/sim/sim_science.htm

Por otro lado se tiene la luz solar diurna como modelo espectral a reproducir en la iluminación nocturna. De hecho, el espectro de emisión solar se ve claramente afectado (afortunadamente) por la opacidad de la densa atmósfera terrestre. Así pues, de una temperatura de color cercana a los 6000 K en la cromosfera solar (línea negra en el gráfico) se llega apenas a un color aparente máxima de unos 5000 K en la superficie del globo, que corresponde a un tono de 560 nm de color amarillento (línea roja de la figura). Precisamente esta es la zona de máxima sensibilidad del ojo humano, entre los

máximos de los receptores verde (540 nm) y rojo (580 nm). En el siguiente gráfico se muestra la conversión de temperatura de color y

longitud de onda dominante para apreciar la relación existente entre ambas magnitudes.

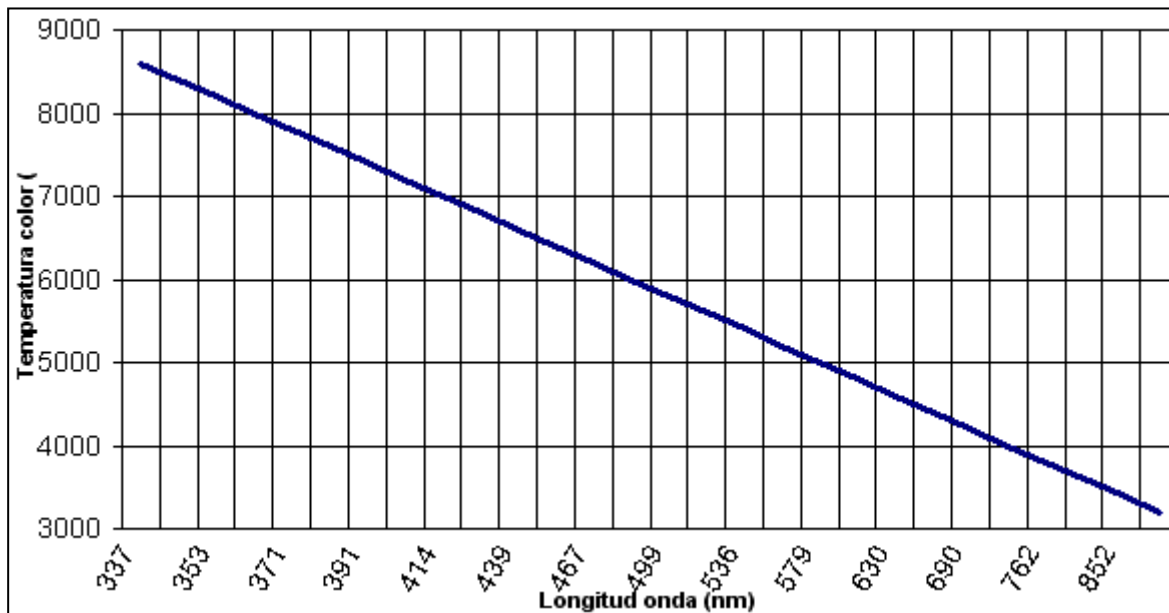


Figura 4. Relación entre longitud de onda (nm) y temperatura de color (K).

La emisión espectral de una lámpara de descarga de xenón (en el gráfico se aprecian los picos en el violeta de 400 nm e infrarrojos de 600 nm) es bastante buena en lo que a flujo luminoso refiere (cantidad de luz), pero su rendimiento en color por lo que respecta a la sensibilidad del ojo humano no es la más adecuada, puesto que sus dos máximos en el rango visible están en el sensor menos sensible (azul) y lejos del receptor rojo (infrarrojo).

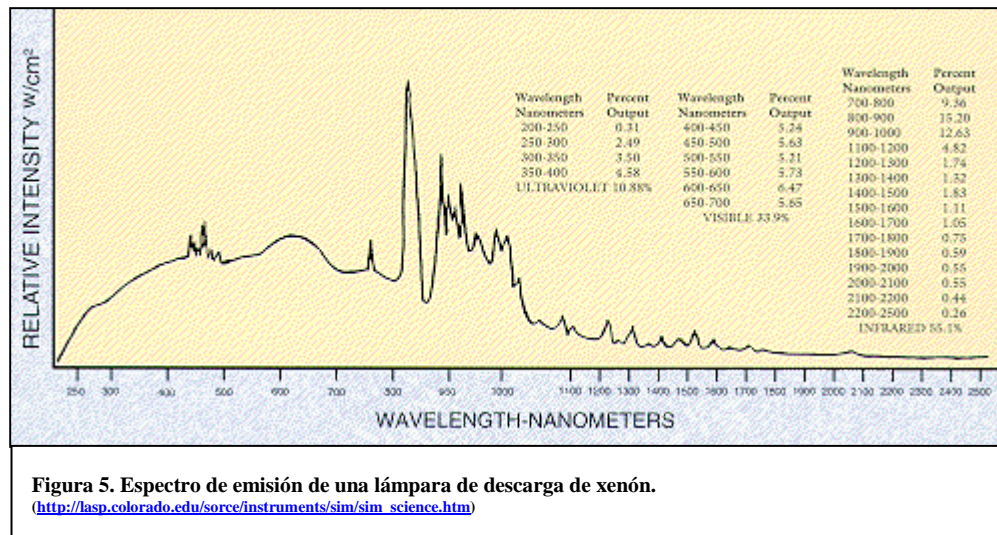


Figura 5. Espectro de emisión de una lámpara de descarga de xenón. (http://lasp.colorado.edu/sorce/instruments/sim/sim_science.htm)

Otro ejemplo se puede encontrar en las lámparas de descarga de sodio a baja presión (la mayor parte de las farolas "amarillas") que difícilmente producen deslumbramiento pese a tener un gran flujo específico. La dirección vertical y la dispersión del haz (diseñado con el reflector) y la temperatura de color (amarillo monocromático) evitan el deslumbramiento del conductor y facilitan una conducción más segura. En cambio, los faros de un vehículo en carretera emiten en dirección casi-horizontal, cerca del plano de visión del resto de conductores, un factor que puede determinar el deslumbramiento y terminar siendo causa de un incidente de circulación. Lo que para un conductor es cómodo y seguro pasa a ser un riesgo para otros.

Hace tiempo que la regulación y uso (o montaje) inapropiado de luces antiniebla era una de las causas de deslumbramiento (temperaturas cercanas a los 5000 K) pero los tonos azulados son mucho más energéticos (un fotón azul contiene 1,5 veces la energía de un fotón rojo) y nosotros somos mucho menos sensibles a ellos. Es un derroche de energía y un riesgo potencial mantener la luz azul. Los mecanismos de regulación activa intentan evitar el deslumbramiento teórico (en carretera llana, sin cambios de rasante y con pocos baches) pero a pesar de todo resulta fácil comprobar que no son suficientes y que la carretera real dista mucho de la teórica.

De esta forma, se puede concluir que quizás se deba replantear el futuro de la iluminación en carretera, mirando desde el punto de vista de los requerimientos técnicos y la seguridad y desde la visión del usuario, que desea un vehículo personalizado y distinto. Las matrices de LED pueden ayudar mucho en este sentido, siendo más simples de regular en temperatura de color (ejemplo de matrices tricromáticas y leds blancos), pudiendo disponer en formas y distribuciones impensables ahora (mayor dispersión lateral con múltiples haces multifocales) y ayudando a una personalización

(cambios en forma y disposición) que añadirá valor al producto final sin duda preservando la seguridad y el confort de ocupantes y terceros.

Oriol Gallemí i Rovira
Ingeniero Superior Industrial