



Universidad  
Carlos III de Madrid



Documento publicado en marzo de 2016 en:

[www.709mediaroom.es](http://www.709mediaroom.es)

Utray, F. & Ochoa, L. (2016) “Alto Rango Dinámico en vídeo digital”, 709MediaRoom.

# Alto Rango Dinámico en vídeo digital

Francisco Utray (UC3M) y Luis Ochoa (709 MediaRoom)

Publicado en marzo de 2016 en [www.709mediaroom.es](http://www.709mediaroom.es)

Citar como: Utray, F. & Ochoa, L. (2016) “Alto Rango Dinámico en vídeo digital”, 709MediaRoom.

1º Parte. Una nueva generación de pantallas .....	2
Introducción.....	2
HDR en televisión y cine digital .....	3
Ratio de contraste de las pantallas.....	4
Pantallas de alto rango dinámico.....	5
2º Parte. Soluciones técnicas para el Alto Rango Dinámico.....	9
Introducción.....	9
Las curvas de gamma captación y en monitorización.....	9
La norma SMPTE ST-2084 .....	11
Hybrid Log-Gamma (HLG) (ARIB STD-B67) .....	12
Conclusiones .....	12
Referencias citadas .....	14

# 1º Parte. Una nueva generación de pantallas

## Introducción

El objetivo de esta guía sobre 'alto rango dinámico para video' (*High-Dynamic-Range*, HDR), es presentar en un formato didáctico y divulgativo, el estado de la cuestión del HDR en este momento (marzo 2016) y el reto que supone la aparición de una nueva generación de pantallas y monitores con mayor capacidad de reproducción de la luminosidad de las imágenes.

En esta primera parte nos centramos en las características de las pantallas HDR y en la segunda entrega no acercamos a las funciones de transferencia (EOTF), la corrección de gamma y las normas técnicas que la industria está adoptando.

Las imágenes con alto rango dinámico tienen más detalle en las altas luces y en las sombras. Sus valores máximos de luminancia son más brillantes y los mínimos más oscuros. Con esta tecnología se persigue una nueva experiencia de usuario con una representación en pantalla más cercana a la visión directa de la realidad.

HDR está vinculado con la 'Ultra Alta Definición' (*Ultra-High-Definition*, Ultra HD o UHD). Los televisores 4K se están comercializando ya con buenas perspectivas, pero para que realmente se aprecie la diferencia entre Ultra HD y 'Alta Definición' (*High-Definition*, HD) es necesario que la resolución 4K vaya acompañada de un incremento del rango dinámico (HDR), un gamut de color más amplio (*Wide-Color-Gamut*, WCG) y de una profundidad de color (*bit-depth*) de al menos 10 bits. Sin embargo, los televisores 4K actuales son una primera generación híbrida, todavía anclada en las limitaciones de la norma de televisión de alta definición BT-709.

Para HDR existen distintos estándares y soluciones propietarias de empresas y aún no se sabe cuál será capaz de imponerse en el mercado.

- SMPTE publicó en 2014 la norma ST-2084, el primer estándar internacional de HDR.
- Por otra parte la BBC y la NHK han propuesto la 'Híbrido Log Gamma' (HLG) que ha sido publicada en 2015 como estándar por ARIB, la agencia japonesa de normalización (ARIB STD-B67).

La Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU) está evaluando estas dos propuestas para ver si definitivamente se opta por una de ellas, o lo más probable, por estandarizar las dos, ya que cubren necesidades distintas.

Las empresas del sector también están aportando sus soluciones propietarias intentando posicionarse en este nuevo mercado.

- Cabe destacar el sistema 'Dolby-Visión', pionero del HDR. Dolby ha sido la primera empresa que ha ofrecido una solución completa que cubre toda la cadena de producción, distribución y exhibición con alto rango dinámico. El

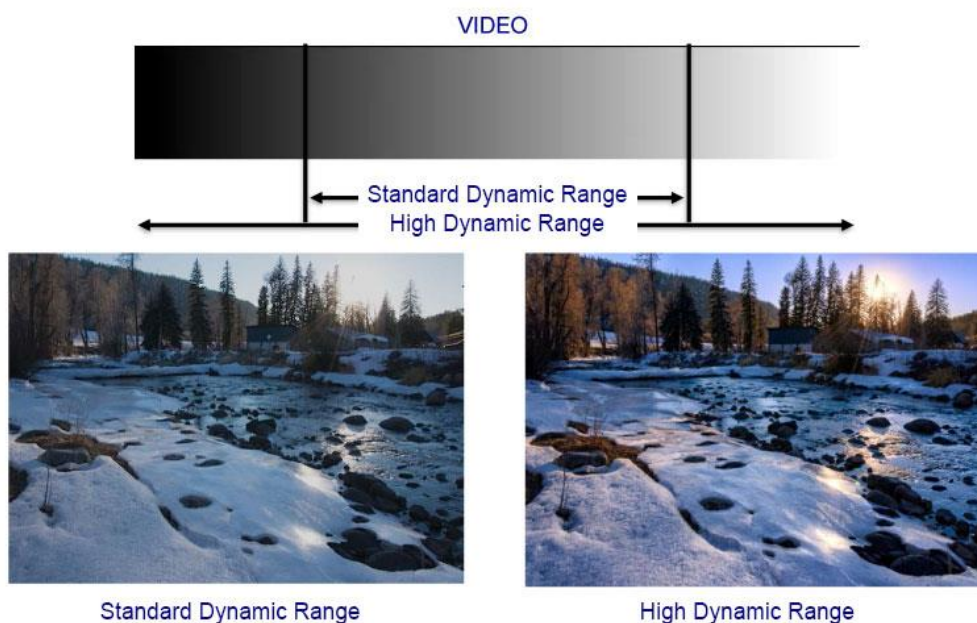
modelo de Dolby, “Dolby Perceptual Quantizer (PQ)”, está recogido en la norma SMPTE ST-2084.

- Otras empresas como Philips conjuntamente con Thomson (SMPTE 2015: 35) o la asociación Blu-ray Disc (2015) también han avanzado en este campo.

HDR es una tecnología para una nueva generación de monitores y pantallas con mayores prestaciones que las actuales y afecta a toda la cadena de producción y distribución de contenidos audiovisuales. Tiene implicaciones en las cámaras de cine y televisión, en la masterización de los contenidos, en las redes de distribución y finalmente a las pantallas donde se presentan las imágenes.

## HDR en televisión y cine digital

HDR en televisión y cine digital es una tecnología que permite presentar imágenes con mayor latitud, un gamut de color más amplio y mayor contraste. El resultado es una representación visual más realista.



Alto rango dinámico (HDR) y rango dinámico estándar (SDR). Fuente: “Ultra HD Alliance”

SMPTE (2015: 4) propone una definición para un sistema de alto rango dinámico como aquel que “está especificado y diseñado para capturar, procesar y reproducir una escena, cubriendo todo el rango perceptible de detalle en las sombras y las altas luces, con suficiente precisión y un nivel aceptable de artefactos, incluyendo una separación suficiente entre el blanco difuso y las altas luces especulares”.

Conviene no confundir la tecnología HDR con lo que en fotografía de imágenes fijas se llama también HDR. Una técnica por la cual se mezclan en una sola imagen, distintas exposiciones para conseguir más detalle en las sombras y las altas luces (*Tone Mapping*). El objetivo final es similar pero la técnica es completamente distinta para la televisión y el cine.

*“Although it’s using rather different techniques, HDR video is often likened to HDR photography as their aims are similar: to capture and reproduce scenes with a greater dynamic range than traditional technology can, in order to offer a more true-to-life experience. With HDR, more detail is visible in images that would otherwise look either overexposed, showing too little detail in bright areas, or underexposed, showing too little detail in dark areas.” (Geutskens 2016)*

Esta técnica de múltiples exposiciones para maximizar el rango dinámico también la implementó Red en sus cámaras de cine bajo el nombre de **HDRx**.

Pero el ecosistema del cine y la televisión es un escenario complejo que requiere una normalización técnica internacional (estandarización) para que los distintos actores de la industria -productores, distribuidores y fabricantes de pantallas- puedan interoperar.

La normalización técnica empieza por los equipos de recepción, es decir por los monitores profesionales, los televisores y los proyectores de cine. Una vez definido el estándar de los dispositivos de consumo, los fabricantes de cámaras y proveedores de contenido pueden preparar el material HDR y su distribución para una correcta recepción por parte del usuario final.

También conviene señalar que las condiciones de visionado de una sala de cine y de un televisor en un hogar son muy distintas. La sala oscura favorece la representación de las sombras, pero si se aumenta demasiado el brillo de las altas luces, surge un problema con la reflexión de luz en la sala -en las paredes, en el mobiliario y en los rostros de los espectadores- que afecta a la profundidad de los negros.

Hay dos parámetros clave que condicionan la producción en HDR: la función de transferencia *Electro-Optical* de las pantallas (EOTF) y el nivel máximo de brillo de las pantallas. Para adentrarnos en este asunto vamos a comenzar por la definición del ‘ratio de contraste’ de un monitor y las métricas que se utilizan en este campo.

## Ratio de contraste de las pantallas

La unidad que se utiliza para medir el brillo de una pantalla es el ‘nit’, o lo que es lo mismo, la ‘candela por metro cuadrado’ (cd/m<sup>2</sup>). En nits se mide el nivel máximo de brillo, que se corresponde con el blanco puro, y el mínimo que representa el negro.

El ‘ratio de contraste’ es el valor que expresa la capacidad de una pantalla para la reproducción del contraste. Es la división entre el nivel máximo y mínimo de brillo que puede reproducir.

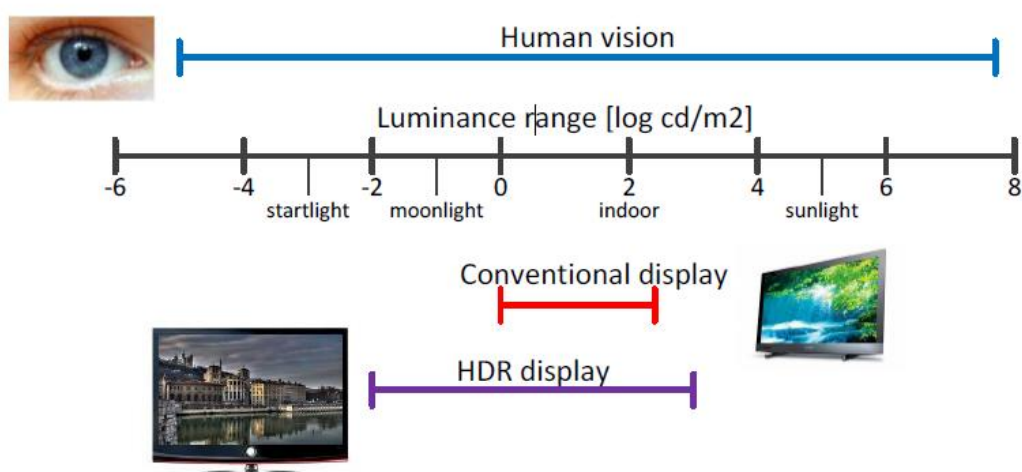
Por ejemplo un televisor cuya capacidad máxima de brillo es de 100 nits y la mínima de 0,1 nits tiene un ratio de contraste de 100/0,1 es decir de 1000:1. Este es el estándar actual para los televisores HD. Si aumentamos el brillo máximo a 400 nits manteniendo el nivel de negro en 0,1 nits, obtendremos un ratio de contraste de 4000:1. Es decir se ha incrementado el ratio de contraste y por lo tanto el rango dinámico.

En proyección de cine digital los picos de brillo se sitúan en 48 nits (14 FtL) pero los niveles mínimos para los negros son inferiores alcanzándose un ratio de contraste de 2000:1.

## Pantallas de alto rango dinámico

Como hemos señalado en la introducción, la mayoría de los televisores 4K que se están comercializando estos días en las grandes superficies cumplen los requisitos de resolución espacial de Ultra HD pero todavía funcionan con el rango dinámico y el espacio de color BT-709, es decir con las características convencionales de las pantallas de alta definición (HD).

En el siguiente gráfico podemos comparar la diferencia de capacidad de la visión humana con las pantallas convencionales y las nuevas de alto rango dinámico.



Fuente: Pierre Andrivon - Technicolor

La visión humana tiene mucha capacidad para ajustarse a los distintos niveles de luminosidad de una escena porque dispone de unos mecanismos muy complejos y eficientes de micro-adaptación. Así que resulta muy difícil comparar el ojo humano con una cámara o una pantalla. Barten (2004) ha propuesto una 'fórmula' para evaluar la sensibilidad al contraste del ojo humano que indica una capacidad de percepción de un ratio de contraste de 10.000:1 que se corresponde con unos 15 f-stops de rango dinámico (Borer 2014: 1)<sup>1</sup>.

Las cámaras de cine tradicionales para película fotoquímica y las nuevas cámaras digitales son perfectamente capaces de captar este rango dinámico. El problema está en las pantallas que han tenido hasta ahora una capacidad muy limitada de contraste y rango dinámico, aproximadamente entre 6 y 9 f-stops con un ratio de contraste de 1000:1.

<sup>1</sup> (...). This dynamic range is similar to the simultaneous dynamic range of the human visual system, which is about 10.000:1. Humans can simultaneously in the same scene, see brightness variations of this range, for example between shadows and highlights (Borer 2014: 1).

Por lo tanto, el centro de atención actualmente está en la fabricación de una nueva generación de pantallas con mayores prestaciones para la representación del contraste.

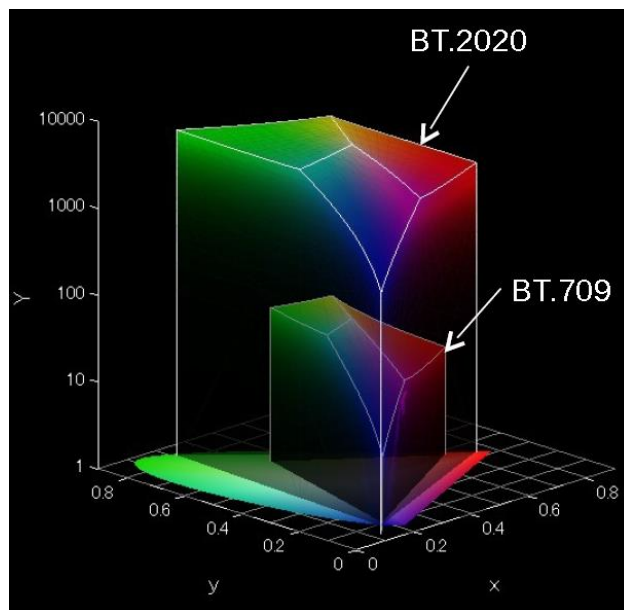
La idea de producir pantallas de televisión HDR surgió hace unos cuatro años cuando los fabricantes empezaron a utilizar LEDs (*Light Emitting Diodes*) con mejores respuestas en términos de color y brillo. El desarrollo de pantallas OLED con 'semiconductores orgánicos' y sin necesidad de retroiluminación ha mejorado aún más estas prestaciones.

Con esta nueva tecnología, los fabricantes han sido capaces de crear pantallas más brillantes, manteniendo muy bajos los niveles de las sombras. Es decir pantallas con un contraste más amplio. Muchas pantallas HDR son capaces de alcanzar un nivel máximo de brillo de 1.000 nits, pero los estándares prevén para el futuro hasta 10.000 nits. De esta forma la industria está sentando las bases para un gran paso adelante en la representación de imágenes: el paso de la televisión HD con rango dinámico estándar (SDR, *Standard Dynamic Range*), y un valor máximo de brillo de 100 nits, hacia la Ultra HD con alto rango dinámico.

HDR también podría encontrar su cancha en las pantallas HD, aunque para los fabricantes resulte más interesante a nivel comercial vincularlo exclusivamente a las nuevas pantallas de Ultra HD.

Para el cine en salas se está trabajando con proyectores laser capaces de mantener los negros en niveles muy bajos aumentando el ratio de contraste y el rango dinámico y minimizando el impacto en la luz ambiente.

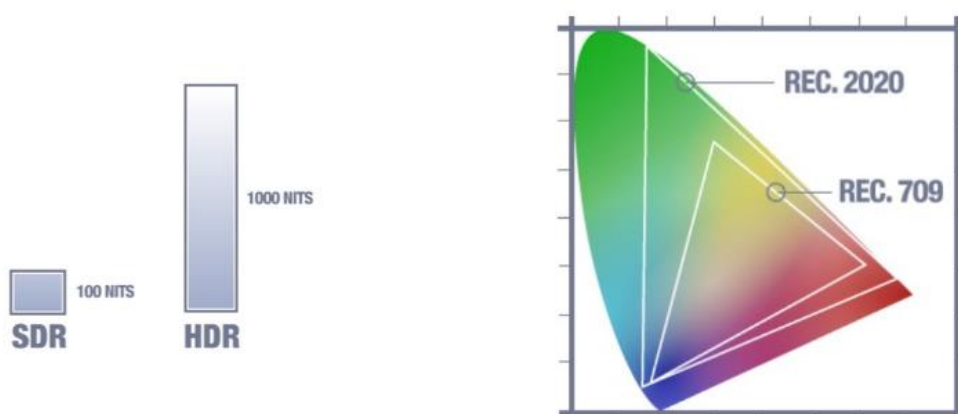
El rango dinámico está también en relación directa con los espacios de color. En el siguiente gráfico se pone en relación el nivel de brillo con la representación de color. Se puede apreciar como el gamut de color ampliado de la norma de Ultra HD (BT-2020), no tiene sentido si no viene acompañado de un incremento del rango dinámico. Para presentar todos los niveles de brillo del color de Ultra HD hace falta un monitor HDR.



Gamut de color BT-2020 y BT-709 puestos en relación con la luminosidad del monitor: BT.2020 (10,000 nits) versus BT.709 (100 nits). Fuente: [Sony](#).

Cabe señalar que estos valores de rango dinámico no se pueden conseguir con una profundidad de color de 8 bit por canal. Son necesarios 10, 12 o 16 bits para registrar toda esta información.

Resumiendo, las imágenes Ultra HD de ‘alto rango dinámico’ (HDR) contienen mucha más información de brillo y color para cada pixel que las HD con ‘rango dinámico estándar’ (SDR). Esto afecta no solamente a los valores de luminosidad máxima y mínima sino también al espacio de color.



Fuente: “[HDR Survival Guide](#)” (Valentic 2016)

Conviene puntualizar que el propósito del alto rango dinámico no es crear imágenes más brillantes y con más color, sino presentar en la pantalla mayor nivel de detalle sobre



todo en las altas luces. Una información que normalmente se pierde al quedar quemada o 'clipeada'. También se persigue conseguir colores más realistas y cercanos a la visión directa de la realidad (*life-like*).

En una segunda parte de esta guía nos detendremos en la corrección de gamma en HDR y las distintas soluciones técnicas que se están debatiendo en las organizaciones internacionales de normalización.

## 2º Parte. Soluciones técnicas para el Alto Rango Dinámico

### Introducción

En esta segunda parte de la guía HDR vamos a hacer un breve repaso de las soluciones que se están planteando en la industria y las entidades de normalización para el alto rango dinámico y las curvas de gamma para la producción y exhibición de imágenes de Ultra HD - HDR.

El reto que se plantea es aumentar el nivel máximo de brillo y a la vez, bajar el nivel de negros. Se está avanzando en las dos direcciones. Las nuevas pantallas de alto rango dinámico (HDR), podrán así presentar imágenes con más detalle en las altas luces y las sombras profundas. El objetivo es, sobre todo, conseguir más capacidad de representación en las altas luces. Cuanto mayor sea el rango dinámico de un monitor más capacidad tendrá de presentar detalle en las altas luces.

Otra cosa importante a tener en cuenta es que no todas las imágenes requieren estos niveles de rango dinámico. Si la escena que se está representando no tiene ratios de contraste lumínicos muy altos, no será necesario aprovechar toda la capacidad que ofrece un monitor HDR. Se notará la diferencia solo en aquellos planos que lo precisen. Por ejemplo una escena grabada en interiores con iluminación controlada no necesita el mismo nivel de contraste que un contraluz en exteriores un día soleado.

En captación, para conseguir alcanzar 14 o 15 f-stops de rango dinámico, los fabricantes de cámaras utilizan una curva de gamma logarítmica. No hay un estándar, cada fabricante tiene su propia curva de gamma logarítmica (Arri, Red, Sony, Canon, Panasonic, etc.), aunque todas están más o menos basadas en la curva de CINEON de Kodak. Para ver correctamente estas imágenes en los monitores actuales se hace una conversión -mediante una LUT o un proceso de corrección de color- para adaptar la señal a la norma BT-709. Pero en ese momento, ya estamos en el entorno BT-709, y se han perdido el alto rango dinámico y gamut de color ampliado (Wide Color Gamut, WCG).

Es por lo tanto necesario que se estandarice una curva de corrección de gamma para los nuevos monitores y televisores HDR para que los fabricantes de cámaras, los coloristas y los responsables de la masterización sepan con exactitud en qué condiciones que van a reproducir los contenidos.

### Las curvas de gamma captación y en monitorización

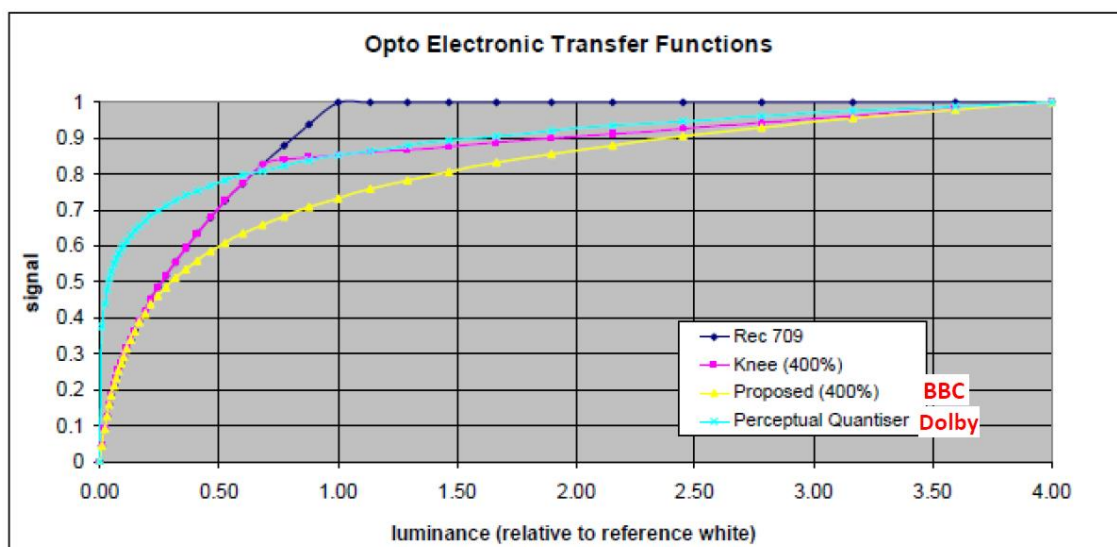
El proceso de corrección de gamma en monitorización se denomina *Electro-Optical Transfer Function* (EOTF) y proviene de los tiempos de los televisores de tubo (CTR). Todas las pantallas actuales siguen las recomendaciones BT-709 y aplican una corrección de gamma de 2.4. Un procedimiento con muchas limitaciones que ya no tiene cabida en el mundo de la Ultra Alta Definición y el HDR.

En captación se utiliza una curva inversa, la *Opto-Electronic Transfer Function* (OETF). Son las curvas de gamma que utilizan los fabricantes de cámara para maximizar el rango dinámico en captación (curvas log) o para generar directamente imágenes procesadas listas para la emisión (curva de gamma estándar BT-709).

Corrección de gamma en captación y en monitorización		
<b>EOTF</b>	<i>Electro-Optical Transfer Function</i>	Corrección de gama en monitorización. Es una función que asigna un nivel de brillo en el monitor a cada valor de codificación digital.
<b>OETF</b>	<i>Opto-Electronic Transfer Function</i>	Curva de gamma que se aplica en el cámara. Es una función que asigna un valor de codificación digital a los distintos niveles de brillo de la escena que la cámara está captando.

Fuente: 709 MediaRoom (SMPTE 2015: 4)

En el siguiente gráfico se pueden comparar las propuestas de OETF que han planteado Dolby (Dolby-Visión) y la BBC (HLG HDR) con la curva BT-709. Se puede observar como la curva BT-709 se rompe en las altas luces y como las nuevas propuestas corrigen este problema.



Curvas OETF para HDR. Fuente: (Borer 2014: 9)

La cuestión que se plantea para las nuevas pantallas HDR es definir una curva estándar EOTF que aproveche toda la capacidad de representación del alto rango dinámico y deje atrás las limitaciones de la norma BT-709 (Borer 2014). Esta tarea se está abordando en las organizaciones internacionales de normalización técnica como SMPTE, ISO o ITU entre otras.

La estandarización de una curva EOTF que se integre en todas las pantallas HDR es un paso previo fundamental para el desarrollo de esta nueva tecnología. Todas las

pantallas se han de comportar igual independientemente de la marca y el fabricante. De esta forma los proveedores de contenido y los fabricantes de cámaras pueden preparar el material para estos dispositivos.

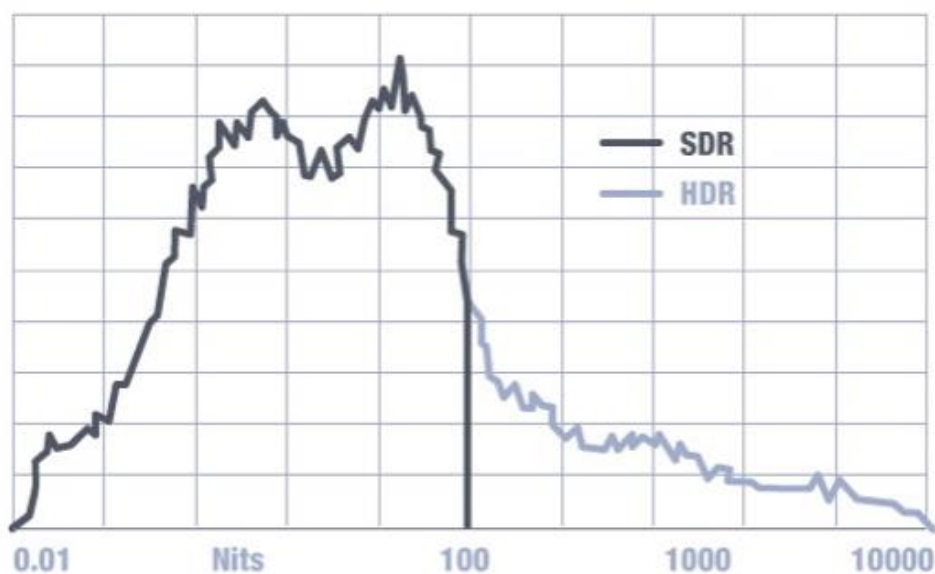
En la actualidad, por ejemplo, existe un monitor de campo HDR de la marca Canon. Si estamos haciendo una grabación con una cámara Canon, el monitor podrá presentar las imágenes en alto rango dinámico sin necesidad de procesado la señal, puesto que es el mismo fabricante quien ha diseñado la cámara y el monitor. La estandarización de una curva EOTF permitirá que las imágenes de cualquier cámara se puedan ver en HDR en cualquier pantalla. La estandarización de una curva EOTF permitirá igualmente establecer los criterios de masterización de los contenidos HDR para su difusión.

### La norma SMPTE ST-2084

La norma técnica SMPTE ST-2084, por el momento, está ganando la carrera para ser la forma más aceptada para masterizar, distribuir y consumir contenidos en HDR. Muchos fabricantes, como Sony, Panasonic o Samsung, están adoptando esta norma para sus nuevas pantallas HDR.

SMPTE ha adoptado para esta norma una parte de la solución de Doby-Vision, “Dolby Perceptual Quantizer (PQ)”, que se ofrece como estándar libre de royalties.

La norma propone un estándar de curva EOFT para pantallas de 10.000 nits que consigue incrementar el detalle en las altas luces. Esto puede apreciarse en la siguiente imagen con los histogramas de una imagen en SDR y HDR. Se ve el ‘clipeo’ en la señal SDR en el nivel de 100 nits y el detalle en HDR hasta los 10.000 nits.

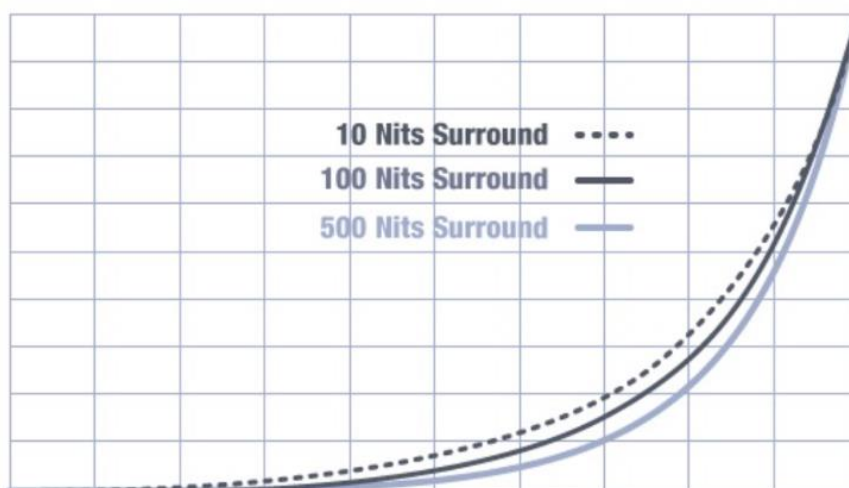


*Histograma que representa el detalle en las altas luces en HDR. Fuente: “HDR Survival Guide” (Valentic 2016)*

## Hybrid Log-Gamma (HLG) (ARIB STD-B67)

Hybrid Log-Gamma (HLG) es un estándar para alto rango dinámico desarrollado conjuntamente por la BBC y la NHK japonesa. Se ha publicado en 2015 en ARIB, la agencia japonesa de normalización técnica (*Association of Radio Industries and Businesses*) (ARIB STD-B67). La HLG tiene en consideración la compatibilidad con las pantallas de rango dinámico estándar (SDR) y no utiliza metadatos.

Propone una curva diferente para los distintos niveles de brillo máximo de las pantallas con un límite en los 5.000 nits. Una cuestión interesante de esta solución es que tiene en consideración la luminosidad ambiental que también afectará a la curva. En el siguiente gráfico se puede ver un ejemplo de como la curva cambia en función de los cambios de luz ambiente.



*Impacto de la luz ambiente en la curva Hybrid Log-Gamma (HLG). Fuente: "HDR Survival Guide" (Valentic 2016)*

## Conclusiones

Hemos podido comprobar al hacer esta guía que la tecnología del HDR para televisión está todavía en una fase inicial de desarrollo.

El salto que se persigue es la sustitución de la actual EOTF de la norma de televisión de alta definición (BT-709) por un nuevo conjunto de funciones de transferencia electro-ópticas de mayores prestaciones.

La gran industria de la electrónica de consumo necesita un nuevo producto, una vez que se han estabilizado las ventas de las pantallas 'Full HD'. El relevo lo tiene que tomar el

'Ultra HD' que implica, no solamente 4K, sino también HDR y gamut de color ampliado (WCG). Veamos las expectativas que plantea Paul Erickson, *Senior Analyst* en IHS Technology.

*“Ever-rising consumer adoption of Ultra HD TV sets will fuel strong growth for the entire Ultra HD ecosystem over the next few years. Annual worldwide shipments of Ultra HD TVs are expected to grow nearly 719% over the next several years according to IHS’ forecasts, from nearly 12 million in 2014 to nearly 96 million in 2019, with over 300 million in use by the end of 2019.”* (UHD Alliance, 2016).

Desde el punto de vista de la industria parece haber intereses irrenunciables para empujar esta nueva tecnología.

HDR una tecnología más orientada a la televisión que a la proyección de cine en salas. El aumento de la luminosidad de las altas luces en la pantalla grande genera reflexión en la sala y por lo tanto incrementa la luz ambiental. Dobby-Cinema es un diseño completo de sala de exhibición que intenta paliar este efecto, preservando las condiciones de 'sala oscura' pero aumentando el rango dinámico y los niveles de los picos de brillo.

Como profesionales de la creación de imágenes la pregunta que nos surge es si es realmente necesario dar este salto y la aceptación que tendrán estas nuevas imágenes en los públicos del cine y la televisión. Estamos ante 'lo nunca visto'. El cine, la televisión, la fotografía, la pintura, etc. han creado los cánones estéticos vigentes en nuestra cultura. El aumento de los ratios de contraste de la representación puede suponer un cambio de paradigma desde la perspectiva de la creación artística. No es un reto sencillo para directores de fotografía y coloristas.

Las primeras experiencias que hemos tenido con el monitor de masterización HDR de Canon es que unos brillos sutiles en el rostro de un personaje se pueden convertir en un defecto grave difícil de corregir en una pantalla HDR más brillante. También es cierto que los planos generales exteriores con detalle en las altas luces darán unas imágenes magnificas. En este sentido se pronuncia el colorista Dado Valentic entusiasta de esta nueva tecnología:

*“It is refreshing to see that HDR is one of those technologies and innovations that won't require any heavy marketing for it to be accepted by the end user. Once you glance at an HDR TV screen you won't need any convincing – images look much better, fresher, and more exciting. If 3D was interesting for its novelty and the 4K advantages were not visible to all, it is clear to see that HDR is not going to fall into any of these two categories.”* (Valentic 2016)

Será necesario también un proceso de adaptación del público, acostumbrado tradicionalmente a las limitaciones del SDR que se va a encontrar con nuevas imágenes 'distintas' a las que se han producido con anterioridad y que no tienen por qué agradales desde el primer momento.

Por último, cabe plantearse cuál es el impacto para la salud de observar imágenes más brillantes, en pantallas más grandes y desde más cerca.

## Referencias citadas

ARIB (2015) "Essential parameter values for the Extended Image Dynamic Range Television (EIDRTV) system for programme production" ARIB STD-B67 Version 1.0. Disponible para descarga en [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/2-STD-B67v1\\_0.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/2-STD-B67v1_0.pdf)

Blu-ray (2015), "White Paper Blu-ray Disc™ Read-Only Format (Ultra HD Blu-ray™). Audio Visual Application Format Specifications for BD-ROM Version 3.0". Blu-ray Disc Association. Disponible para descarga en: [http://www.blu-raydisc.com/assets/Downloadablefile/BD-ROM\\_Part3\\_V3.0\\_WhitePaper\\_150724.pdf](http://www.blu-raydisc.com/assets/Downloadablefile/BD-ROM_Part3_V3.0_WhitePaper_150724.pdf)

Borer, T. (2014) "Non-linear Opto-Electrical Transfer Functions for HDR TV" BBC White Paper WHP 283.

Barten, P.G.J. (2004) "Formula for the Contrast Sensitivity of the Human Eye", Proc. SPIE-IS&T, 5294:231–238, Jan. 2004.

Geutskens, Yoeri (2016) "The State of #HDR in Broadcast and OTT – CES 2016 update" Disponible en línea en <http://www.ctoic.net/blog/the-state-of-hdr-in-broadcast-and-ott-at-year-end-2015/>

SMPTE (2015) "Study Group Report High-Dynamic-Range (HDR) Imaging Ecosystem" Society of Motion Picture and Television Engineers®, Inc. (SMPTE®)

UHD Alliance (2016) "UHD alliance defines premium home entertainment experience" *Press release*. Disponible en línea en: <http://www.uhdalliance.org/uhd-alliance-press-releasejanuary-4-2016/#more-1227>

Valentic, Dado (2016) "HDR SURVIVAL GUIDE - Next Generation Home Entertainment". Disponible en línea en: <https://www.linkedin.com/pulse/hdr-survival-guide-next-generation-home-dado-valentic>