

Material Arquitectónico de Mental Ray (Maya)

(traducido por [Gabriel Gazzán](#) para [A+ escuela de artes visuales](#))

Nota: los nombres que aparecen en **negrita** son los nombres originales de Mental Ray, el texto que aparece **resaltado** a su lado corresponde al nombre tal como aparece en la interfaz de Maya. Los nombres ***resaltados** (precedidos de un asterisco) corresponden a parámetros que no se encuentran en el nodo del material, sino en otro nodo auxiliar, conectado a éste.

Introducción

¿Qué es el *mia_material*?

El material de mental ray *mia_material* es un sombreador de material monolítico que está diseñado para representar los materiales más comunes usados para visualización de proyectos de arquitectura y diseño industrial. Soporta la mayoría de los materiales de superficies rígidas como metal, madera o vidrio. Está especialmente refinado para lograr reflexiones y refracciones difusas rápidas (reemplazando al material DGS) y vidrio de alta calidad (reemplazando al material Dielectric).

Sus principales características son:

- **Fácil de usar** – pero flexible. Los controles se encuentran dispuestos de forma lógica en orden por su "frecuencia de uso".
- **Plantillas** – para alcanzar realismo más rápidamente.
- **Físicamente correcto** – el material conserva la energía, haciendo que sea imposible obtener apariencias que no se ajusten a las leyes físicas.
- **Difusión rápida** – mejoras avanzadas en el desempeño incluyendo interpolación, lustre simulado, y muestreo de importancia.
- **BRDF ajustable¹** – el usuario puede definir la dependencia de la reflectividad y el ángulo de visión.
- **Transparencia – Material "sólido" o "lámina"** – los objetos transparentes como el vidrio pueden ser tratados como "sólidos" (refractantes, construidos a partir de múltiples caras con un cierto espesor) o "láminas" (no refractantes, que usan caras sin espesor).
- **Bordes redondeados** – puede simular "filetes" para lograr que los bordes definidos capturen los brillos de luz de manera más realista.
- **Control de la Iluminación Indirecta** – permite definir la precisión del final gathering o el nivel de la iluminación indirecta por material.
- **Difusión Oren-Nayar** – permite lograr superficies "granuladas" como la arcilla.
- **Oclusión Ambiental incorporada** – para sombras de contacto y mejorar detalles pequeños.
- **Sombreador multi uso** – con sombreador de fotones y sombra incorporado.
- **Pisos encerados, vidrios congelado y metales cepillados...** - ...fáciles de lograr.
- **Múltiples salidas** – al usar el *mia_material_x*

Mejoras en el *mia_material_x*

El material se presenta en dos variantes, el material original *mia_material* y el nuevo y extendido *mia_material_x*. Estas son simplemente dos diferentes interfaces que utilizan el mismo código de programación. Por tanto con una funcionalidad casi idéntica, con la excepción de que el *mia_material_x* ...

- ...tiene algunas propiedades adicionales relativas al mapeo de relieve descrito en la página [Mapeo de relieve \(bump\)](#).
- ...permite definir la propiedad **Use Detail Distance** en [With color bleed](#) para habilitar la "oclusión ambiental con sangrado de color" (ver página [OA con sangrado](#)).
- ...entrega múltiples salidas en forma de *estructuras* de mental ray. Las múltiples salidas son descritas en detalle en la página [Múltiples salidas](#).

Estructura de este documento

Este documento está dividido en secciones de *Fundamentos* (comenzando en la página [Fundamentos](#)) que explican las principales características del material, la sección de *Parámetros* (página [Parámetros](#)) que repasa todos los parámetros uno a uno, y una sección *Consejos y Trucos* (page [Consejos y trucos](#)) con algunos consejos para los usuarios.

Fundamentos

Las leyes físicas y la pantalla

El *mia_material* intenta principalmente ser *físicamente correcto* por lo tanto tiene una salida con un alto rango dinámico. Qué tan agradable luzca el material dependerá de como se realice el mapeo de los colores del motor de render a colores en pantalla.

Al trabajar con el *mia_material* es altamente recomendado asegurarse de estar trabajando con un *mapeador de tonos/control de exposición* o al menos utilizando una corrección gama.

Un nota acerca de la gama

Describir los detalles acerca de la *corrección gama* es algo que va más allá de las pretensiones de este documento y el siguiente es un simple resumen.

El espacio de color de un monitor de computadora normal no es lineal. Un color con valores RGB de 200, 200, 200 no tiene el doble de brillo que un color con valores 100, 100, 100; tal como uno supondría.

Esto no es un "error" porque debido al hecho de que nuestros ojos perciben la luz de una forma *no lineal*, el primer color es en realidad *percibido* con un brillo cercano al doble del aquel. Esto hace al espacio de color de una pantalla normal de computadora mayormente *uniforme desde el punto de vista perceptual*. Esto es bueno y es en realidad la razón principal de que el color de 24 bits (con tan sólo 8

bits - 256 niveles - por cada uno de los canales rojo/verde/azul) luzca tan bien a nuestros ojos como lo hace.

El problema es que los gráficos digitales físicamente correctos operan en un espacio de color *verdaderamente lineal*, donde cada valor representa a la energía lumínica real. Si uno mapeara el rango de colores entregados por el motor de procesamiento al rango 0-255 de cada color RGB, eso sería simplemente incorrecto.

La solución es introducir algún tipo de mapeo. Uno de esos métodos es el llamado *corrección gama*.

La mayoría de las pantallas de computadora tienen una gama de aproximadamente 2.2², pero la mayor parte de los programas trabajan de forma predefinida con una gama de 1.0, lo que hace que todo (especialmente los tonos medios) luzca muy oscuro y la luz no ilumine correctamente.

Usar una gama de 2.2 es lo teóricamente "correcto", haciendo que la luz lineal (físicamente correcta) que maneja internamente el motor de procesamiento luzca lineal al ser mostrada en pantalla.

Sin embargo, como la respuesta de la película fotográfica a la luz tampoco es lineal, los usuarios han encontrado que este valor "teóricamente correcto" luce demasiado "brillante" y "lavado". Por lo tanto una solución muy común es hacer el procesamiento con una gama de 1.8, permitiendo que la imagen luzca más "fotográfica" (esto es, como si hubiera sido captada en película fotográfica y luego revelada).

Mapeo de tonos

Otro método de mapear la energía física dentro del motor de render a valores visualmente agradables en pantalla, es conocida como *mapeo de tonos*. Este puede hacerse generando imágenes en un formato de punto flotante y usando programas externos, o a través de algún plug-in que lo haga directamente luego del procesamiento.

Se incluyen dos sombreadores de mapeo de tonos en la biblioteca arquitectónica de mental ray, el sencillo *mia_exposure_simple* y el más avanzado *mia_exposure_photographic*, ambos documentados en la página [Mapeador de tonos](#)

Nota: Hay que tener un cuidado especial al usar mapeo de tonos en conjunto con corrección gama; algunos sombreadores de mapeo de tonos tienen su propia corrección gama incorporada, por lo que si no se tiene cuidado se puede terminar con una gama doblemente aplicada, logrando un resultado lavado. Vale la pena asegurarse de estar aplicando la corrección gama solamente *una* vez.

Usar Final Gathering y Global Illumination

El material está diseñado para ser usado en un entorno de iluminación realista (usando iluminación directa e indirecta).

En mental ray existen dos métodos básicos de generar luz indirecta: Final Gathering (recolección final) y Global Illumination (iluminación global). Para obtener mejores resultados al menos uno de estos métodos debería ser usado.

Al menos debería habilitarse el Final Gathering o usar Final Gathering combinado con Global Illumination (fotones) para obtener resultados de calidad. Se pueden encontrar consejos de uso de Final Gathering y Global Illumination en la página [Desempeño del Final Gathering](#) de este documento.

Si se está usando un entorno para las reflexiones, asegurarse de usar el mismo entorno (o una copia desenfocada del mismo) para iluminar la escena a través de Final Gathering.

Usar luces físicamente correctas

Las fuentes lumínicas tradicionales en computación gráfica existen en un universo de dibujos animados donde la intensidad de la luz no cambia con la distancia. El mundo real no está de acuerdo con esa simplificación. La luz decae al dejar la fuente lumínica debido al hecho de que los rayos de luz divergen desde su origen y a que la “densidad” de los rayos cambia con la distancia. Este decaimiento de una fuente puntual de luz es de $1/d^2$, o sea, la intensidad de la luz es proporcional al inverso de la distancia al cuadrado, desde el origen.

Una de las razones para esta sobre-simplificación tradicional es el hecho de que realmente en los primeros días de la computación gráfica no se utilizaba el control de exposición y eran por tanto muy comunes los problemas de colores “quemados” a blanco.³

Sin embargo, siempre y cuando únicamente se utilice Final Gathering (FG) como método de iluminación indirecta, tales simplificaciones tradicionales aún funcionarán. Aun luces sin decaimiento generarán una imagen razonable! Esto es porque al FG sólo le preocupa la forma en que la luz se transporta de una superficie a la otra, y no la forma en que la luz se transporta desde la fuente lumínica a la superficie.

Es al trabajar con Global Illumination (GI) (*fotones*) que surgen los problemas.

Al habilitar la GI, las fuentes de luz disparan fotones. Es *imperativo* para que el *mia_material* (o cualquier otro material de *mental ray*) trabaje correctamente, que la energía de esos fotones *concuere con la luz directa proyectada desde esa misma luz!* Y como los fotones modelan la luz en una manera físicamente correcta, el decaimiento ya viene “predefinido”.

De ahí que al usar GI:

- Las fuentes lumínicas deben emitir fotones a la energía correcta
- La luz directa debe decaer de una forma físicamente correcta para concordar con el decaimiento de los fotones.

Por esto es importante asegurarse de que los *sombreadores de luz y de emisión de fotones* de las luces trabajen bien en conjunto.

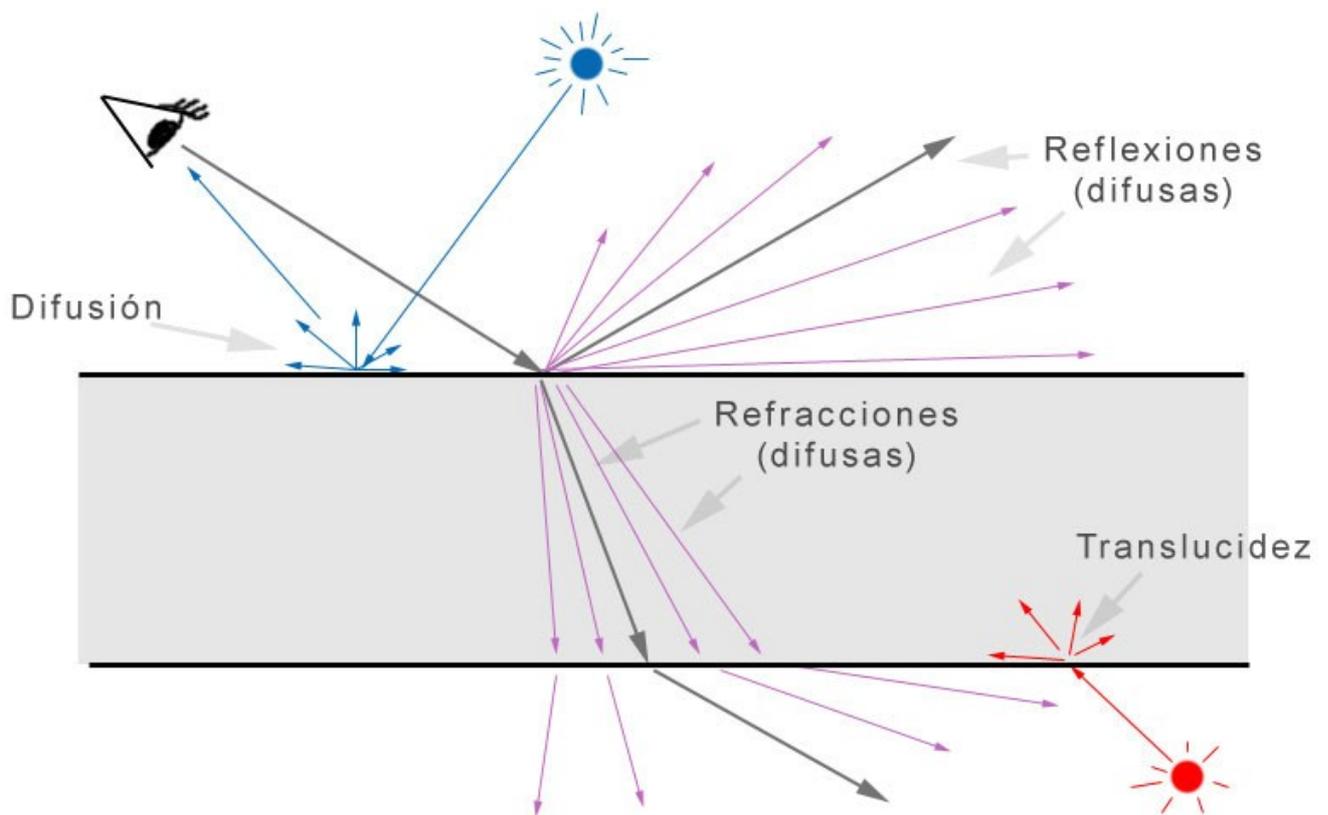
Para resolver esto, se incluye el sombreador *mia_photometric_light* (ver página [Luces fotométricas](#)), que balancea automáticamente de forma correcta los fotones y la luz directa.

Características

El modelo de sombreado

Desde el punto de vista del usuario, el modelo de sombreado se compone de tres elementos:

- **Difusión** – el canal de difusión (incluyendo una “aspereza” de tipo Oren Nayar).
- **Reflexiones** – reflexión (y brillo) anisótropa difusa.
- **Refracciones** – transparencia (y translucidez) anisótropa difusa.



El modelo de sombreado del *mia_material*.

Tanto la luz directa como la indirecta de la escena causan efectos de reflexión y translucidez. Las fuentes de luz directa también causan “destellos” tradicionales (brillos especulares).

Se utiliza el trazado de rayos para crear efectos reflectivos y refractivos; también se utiliza un muestreo múltiple basado en importancia para crear reflejos y refracciones difusas.

La velocidad de procesamiento de los reflejos/refracciones difusas puede ser mejorada mediante interpolación, así como por reflejos “emulados” con la ayuda del Final Gathering.

Conservación de la energía

Una de las características más importantes de este material es que *conserva automáticamente la energía*. Esto significa que en todo momento se asegura de que la $\text{difusión} + \text{reflexión} + \text{refracción} \leq 1$, esto es: que no se cree energía mágicamente y que la energía esté apropiadamente distribuida entre los componentes de difusión, reflexión y refracción, de manera que respete la primera ley de la termodinámica.⁴

En la práctica, esto significa por ejemplo que al agregar más reflectividad, la energía debe ser tomada de algún lado y por lo tanto el nivel de difusión y de transparencia serán automáticamente reducidos como corresponda. De forma similar, al agregar transparencia, esto sucederá a costa del nivel de difusión.

Las reglas son así:

- La Transparencia toma energía de la Difusión, p.ej: al 100% de transparencia, no habrá nada de difusión.
- La Reflectividad toma energía tanto de la Difusión como de la Transparencia, p.ej: al 100% de reflectividad, no habrá ni difusión ni transparencia.
- La Translucidez es un tipo de transparencia y el parámetro **Translucency > Weight** define el porcentaje de transparencia vs. translucidez.



De izquierda a derecha: **Reflectivity** 0.0, 0.4, 0.8 y 1.0



De izquierda a derecha: **Transparency** 0.0, 0.4, 0.8 y 1.0

También significa que el *nivel* de los destellos está vinculado al lustre (*glossiness*) de la superficie. Un valor alto de **Reflection > Glossiness** causa un destello más compacto pero intenso, mientras que un valor bajo causa un destello más extendido pero menos intenso. Esto es porque la energía se encuentra ahora dispersa y disipada sobre un área más grande.

BRDF – reflectividad dependiente del ángulo

En el mundo real, la reflectividad de una superficie es a menudo *dependiente del ángulo de visión*. Un término algo complicado para esto es: BRDF (*Bi-directional Reflectance Distribution Function*, por *Función Bidireccional de Distribución de Reflectancia*), en otras palabras, una forma de definir cuanto refleja un material al ser visto desde distintos ángulos.



La reflectividad del piso de madera depende del ángulo de visión

Muchos materiales exhiben este comportamiento. Vidrio, agua y otros materiales *dieléctricos* con efectos *Fresnel* (donde la dependencia del ángulo está guiada estrictamente por el *Índice de Refracción*) son los ejemplos más obvios, pero otros materiales en capas como la madera laqueada, el plástico, etc. también presentan estas características.

El *mia_material* permite definir este efecto, tanto mediante el Índice de Refracción, como estableciendo dos valores de reflexión explícitos para:

- Caras a 0 grados (superficies directamente enfrentadas a la cámara)
- Caras a 90 grados (superficies totalmente de perfil a la cámara)

Ver la sección BRDF en la página [BRDF](#) para más detalles.

Características de reflectividad

La reflectividad resultante de la superficie es en realidad causada por la suma de tres componentes:

- El efecto de Difusión
- Las propias Reflexiones
- Los Brillos Especulares que simulan la reflexión de las fuentes lumínicas



Difusión, Reflexiones y Brillos Especulares

En el mundo real los “brillos” son sólo reflejos difusos de las fuentes de luz. En los gráficos por computadora es más eficiente tratarlos de forma independiente. Sin embargo, para mantener precisión física el material mantiene la intensidad, lustre y anisotropía del “brillo” en sincronía con la intensidad, lustre y anisotropía de los reflejos, de ahí que no haya controles separados para éstos, ya que ambos son controlados por las opciones de reflectividad.

Características de transparencia

El material soporta una transparencia difusa y anisótropa completa e incluye un componente translúcido, descrito en más detalle en la página de [Translucidez](#).



Translucidez

Sólido o laminado (Thin-Walled)

La transparencia/translucidez puede tratar a los objetos, como sólidos (**Solid**) o como láminas finas (**Thin Walled**).

Si todos los objetos fueran tratados como sólidos todo el tiempo, cada vidrio de ventana en una casa debería ser modelada con *dos* caras; una superficie de entrada (que refractara ligeramente la luz en una dirección) e inmediatamente al lado una superficie de salida (donde la luz se refractara de vuelta a la dirección original).

No sólo implicaría esto un trabajo adicional de modelado, sino que sería también una pérdida de poder de cálculo para modelar un sólo vidrio de una ventana. De ahí que el material permita modelar el vidrio completo como un solo plano, sin aplicar ninguna “refracción” real a la luz.



Transparencia y translucidez sólidas contra laminadas (Thin-walled)

En la imagen de arriba la cabina del helicóptero, el vidrio de la ventana, la cortina translúcida y la esfera derecha utilizan la opción **Advanced Refraction > Thin Walled** para su transparencia o translucidez, mientras que la copa, el caballo de plástico y la esfera izquierda utilizan una transparencia o translucidez “sólida”, usando **Advanced Refraction > Solid**.

Opacidad de recorte

Más allá de la transparencia “física” (que modela una propiedad real del material), existe un canal de transparencia de “recorte” (**Advanced > Cutout Opacity**) no físico que permite generar objetos de

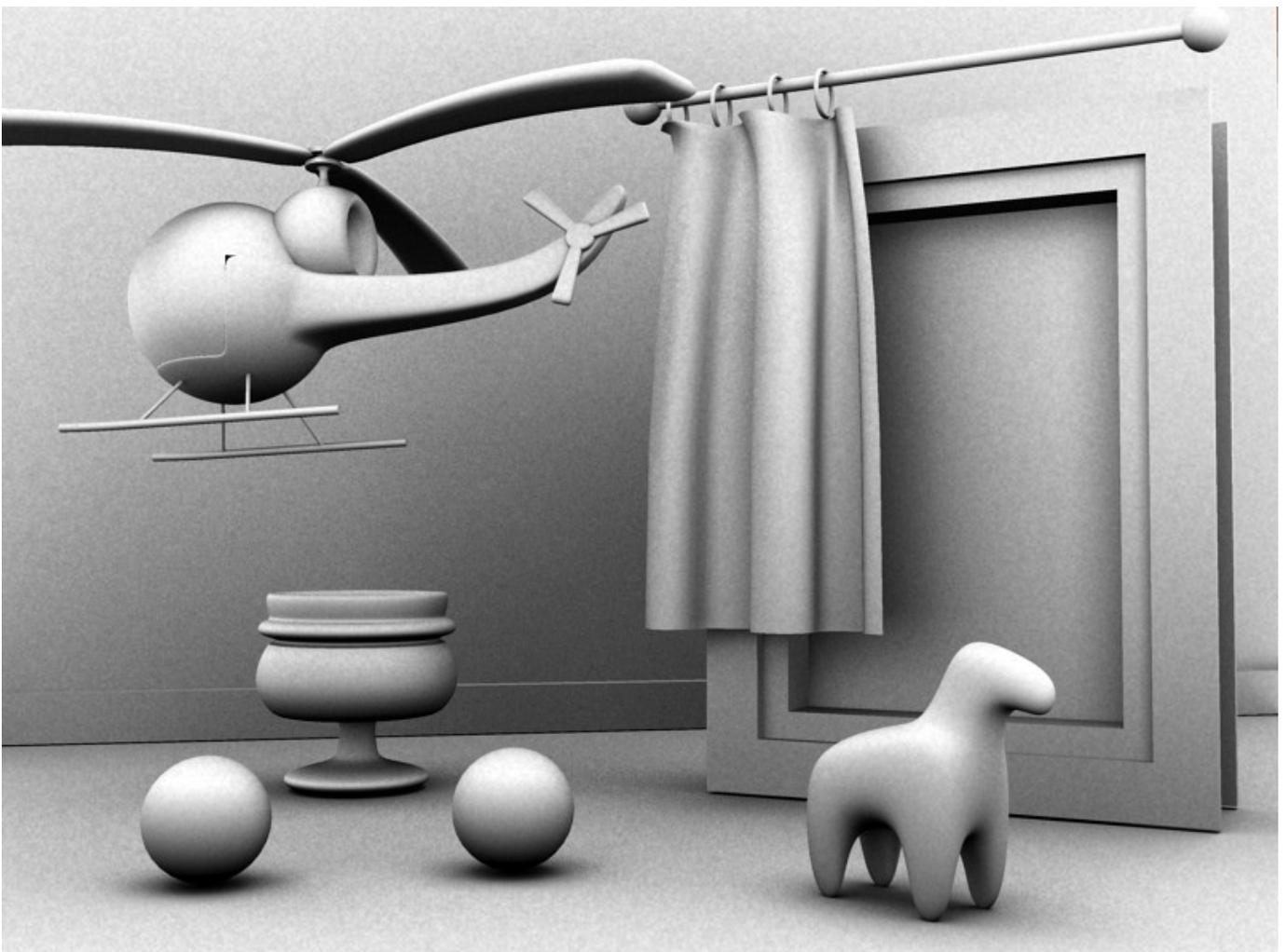
“utilería” como árboles o alambrados, mediante una máscara de opacidad.

Efectos especiales

Oclusión Ambiental incorporada

La *Oclusión Ambiental* (de aquí en más referida como "OA") es un método utilizado por la industria cinematográfica para emular la apariencia de la iluminación global real, utilizando sombreadores que calculan que tan *ocluída* (oculta) se encuentra un área como para recibir luz.

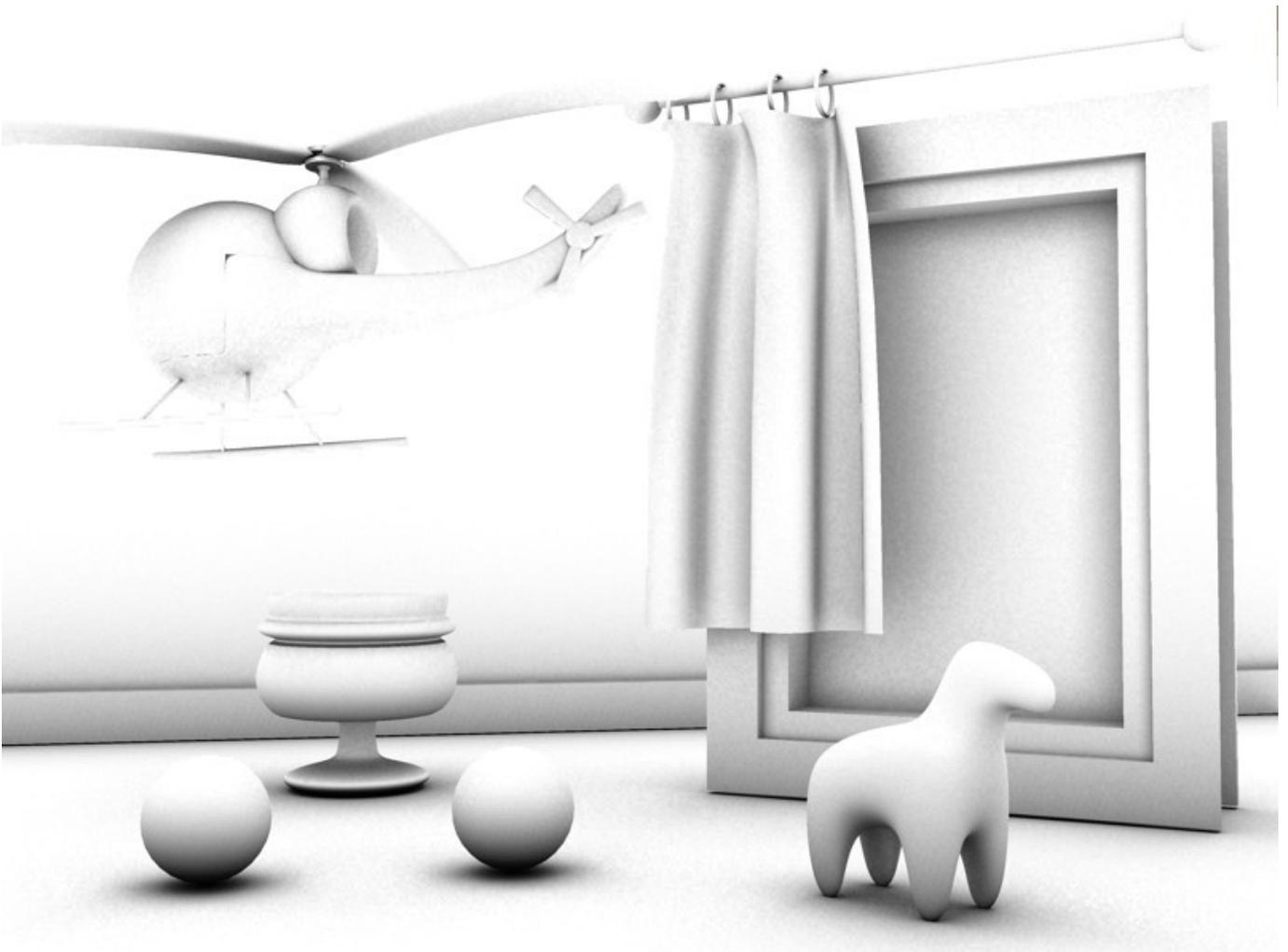
Usado en solitario, un sombreador⁵ de OA crea una escala de grises que es "oscura" en áreas en donde la luz no puede llegar y "clara" en áreas donde sí puede:



Un ejemplo de OA aplicada a una escena

Como se aprecia en la imagen de arriba, uno de los principales resultados de la OA es oscuridad en áreas donde la luz es bloqueada por otras superficies y claridad en áreas que están expuestas al entorno.

Un aspecto importante de la OA es que se puede ajustar la "distancia" a la cual se busca geometría ocluyente.



OA usando un radio menor

Al usar un radio se crea sólo un efecto de OA "localizado"; sólo las superficies que se encuentran dentro de un radio dado son consideradas ocluyentes (lo cual también es *increíblemente* más rápido de procesar). El resultado práctico es que la OA logra un efecto de "sombras de contacto" agradable y hace visibles pequeñas cavidades en las superficies.

Existen dos formas de utilizar la OA incorporada en el material *mia_material* :

- La OA "tradicional" que agrega una iluminación ambiental omnipresente, que es luego atenuada por la OA para crear detalles.
- Usar OA para *resaltar detalles* en conjunto con otros métodos existentes de iluminación indirecta (como Final Gathering o los fotones).

Este último método es especialmente interesante cuando se está usando una solución de iluminación indirecta que sea altamente "suavizada" (con un radio de fotones muy alto o una densidad de Final Gathering extremadamente baja) con la cual se tienden a perder detalles pequeños. Aplicando la OA con un radio pequeño es posible volver a ganar esos detalles.

Características para un mejor desempeño

Finalmente el *mia_material* contiene un gran conjunto de funciones incorporadas para obtener un desempeño excelente, incluyendo (aunque no limitado a):

- Muestreo avanzado de importancia con umbrales de rechazo de rayos
- Cantidad de muestras adaptativas de desenfoque
- Reflexión/refracción difusa interpolada con mejora de detalles
- Reflexiones difusas emuladas ultra rápidas (modo **Reflection > Highlights Only**)
- Posibilidad de ignorar reflexiones internas en objetos de vidrio
- Capacidad de escoger en cada material entre las sombras transparentes tradicionales (apropiadas para p.ej.: un ventanal) y cáusticas refractadas (apropiadas para objetos sólidos de vidrio).

Guía rápida de los parámetros del material

Esta sección es una guía rápida de los parámetros, útil como ayuda-memoria para los usuarios ya familiarizados con el material *mia_material*. Una descripción mucho más detallada se encuentra en la página [Detalle de los Parámetros](#). Los parámetros etiquetados con el signo [+] sólo existen en la variante *mia_material_x* del material.

- **diffuse_weight** [Diffuse > Weight](#) La cantidad de luz difusa reflejada por la superficie.
- **diffuse** [Diffuse > Color](#) El color de difusión (el color base del material).
- **diffuse_roughness** [Diffuse > Roughness](#) La "aspereza" del método Oren-Nayar.
- **reflectivity** [Reflection > Reflectivity](#) Nivel global de reflexión. Multiplicado por los parámetros **brdf_xx_degree_refl** [BRDF > nn Degree Reflection](#).
- **refl_color** [Reflection > Color](#) Color general de la reflexión. Normalmente blanco.
- **refl_gloss** [Reflection > Glossiness](#) Precisión de la reflexión. 1.0 = espejo perfecto, <1.0 = reflexión difusa.
- **refl_gloss_samples** [Reflection > Glossy Samples](#) Cantidad de muestras (rayos) de las reflexiones difusas.
- **refl_interpolate** [Interpolation > Interpolate Reflection](#) Interpolación (suavizado) de las reflexiones difusas. Velocidad a costa de precisión.
- **refl_hl_only** [Reflection > Highlights Only](#) Omite las reflexiones reales, creando sólo brillos y reflexiones "emuladas" a través de FG.
- **refl_is_metal** [Reflection > Metal Material](#) Modo metal. Usa el color de difusión como color de reflexión.
- **transparency** [Refraction > Transparency](#) Nivel global de transparencia.
- **refr_color** [Refraction > Color](#) El color de la transparencia (refracción).
- **refr_gloss** [Refraction > Glossiness](#) La precisión de la transparencia.
- **refr_ior** [Refraction > Index of Refraction](#) El índice de refracción (IOR).
- **refr_gloss_samples** [Refraction > Glossy Samples](#) Cantidad de muestras (rayos) para las refracciones difusas.
- **refr_interpolate** [Interpolation > Interpolate Refraction](#) Interpolación (suavizado) de las refracciones difusas.
- **refr_translucency** [Translucency > Use Translucency](#) Habilita la translucidez.
- **refr_trans_color** [Translucency > Color](#) El color de translucidez.
- **refr_trans_weight** [Translucency > Weight](#) La influencia de la translucidez
- **anisotropy** [Anisotropy > Anisotropy](#) Anisotropía. 1.0 = Isótropo.
- **anisotropy_rotation** [Anisotropy > Rotation](#) La rotación de la dirección de anisotropía.
- **anisotropy_channel** [Anisotropy > Channel](#) El espacio de coordenadas del cual derivar la dirección de la anisotropía.
- **brdf_fresnel** [BRDF > Use Fresnel Reflection](#) Al estar encendido, utiliza la ecuación de Fresnel (basada en el índice de refracción o IOR) para definir la curva de reflectividad. Al estar apagado, usa los valores de abajo, definidos por el usuario.
- **brdf_0_degree_refl** [BRDF > 0 Degree Reflection](#) El valor de la curva de reflectividad para las superficies enfrentadas a la cámara.
- **brdf_90_degree_refl** [BRDF > 90 Degree Reflection](#) El valor de la curva de reflectividad para las superficies de perfil a la cámara.
- **brdf_curve** [BRDF > Brdf Curve](#) La forma de la curva de reflectividad, definida por el usuario.
- **brdf_conserve_energy** Al estar encendido, comprueba que la energía sea conservada. Mantenerlo encendido!
- **intr_grid_density** [Interpolation > Grid Density](#) Densidad de la cuadrícula de interpolación.

- **intr_refl_samples** [Interpolation > Reflection Samples](#) Cantidad de muestras de interpolación para las reflexiones.
- **intr_refl_ddist_on** [Interpolation > Use High Detail Distance](#) Habilita la "distancia de detalle".
- **intr_refl_ddist** [Interpolation > High Detail Distance](#) La distancia de detalle.
- **intr_refr_samples** [Interpolation > Refraction Samples](#) Cantidad de muestras de interpolación para la refracción.
- **single_env_sample** [Interpolation > Single Sample from Environment](#) Realiza una única muestra del entorno, aún si se están trazando múltiples rayos de reflectividad. Usar en conjunto con el sombreador *mia_envblur*.
- **refl_falloff_on** [Advanced Reflection > Use Max Distance](#) Habilita la atenuación de la reflectividad con la distancia.
- **refl_falloff_dist** [Advanced Reflection > Max Distance](#) La distancia a la cual ya no se perciben reflejos.
- **refl_falloff_color_on** [Advanced Reflection > Fade To End Color](#) Habilita el color de atenuación. Si está apagado, la atenuación sucede hacia el color del entorno.
- **refl_falloff_color** [Advanced Reflection > End Color](#) El color de atenuación, cuando la opción de arriba está encendida.
- **refl_depth** [Advanced Reflection > Max Trace Depth](#) La profundidad (cantidad de impactos) de los rayos para las reflexiones.
- **refl_cutoff** [Advanced Reflection > Cutoff Threshold](#) Umbral de rechazo de los reflejos según su importancia.
- **refr_falloff_on** [Advanced Refraction > Use Max Distance](#) Habilita la atenuación de las refracciones (transparencia) con la distancia.
- **refr_falloff_dist** [Advanced Refraction > Max Distance](#) La distancia a la cual no se percibe transparencia o se alcanza el "color" de atenuación.
- **refr_falloff_color_on** [Advanced Refraction > Use Color At Max Distance](#) Si está apagado, las refracciones se atenúan hacia negro (absorción total). Al estar la atenuación sucede hacia el color indicado.
- **refr_falloff_color** [Advanced Refraction > Color At Max Distance](#) El tinte a darle a las refracciones según la distancia recorrida dentro del medio.
- **refr_depth** [Advanced Refraction > Max Trace Depth](#) La profundidad (cantidad de impactos) de los rayos para las refracciones.
- **refr_cutoff** [Advanced Refraction > Cutoff Threshold](#) Umbral de rechazo de las refracciones según su importancia.
- **indirect_multiplier** [Indirect Illumination Options > FG/GI Multiplier](#) La influencia de la iluminación indirecta (FG, GI, Cáusticas)
- **fg_quality** [Indirect Illumination Options > Final Gather Quality](#) La calidad del FG
- **fg_quality_w** [Indirect Illumination Options > Final Gather Quality Weight](#) La influencia del parámetro de arriba (usado para el mapeo de texturas).
- **ao_on** [Ambient Occlusion > Use Ambient Occlusion](#) Habilita la Oclusión Ambiental (OA).
- **ao_samples** [Ambient Occlusion > Samples](#) Cantidad de rayos de sondeo de la OA.
- **ao_distance** [Ambient Occlusion > Distance](#) La distancia máxima de búsqueda de oclusión. Cuanto más pequeño, más rápido.
- **ao_dark** [Ambient Occlusion > Ambient Shadow Color](#) El "color de las sombras" de la OA
- **ao_ambient** [Ambient Occlusion > Ambient Light Color](#) La "luz adicional" de la OA.
- **ao_do_details** [Ambient Occlusion > Use Detail Distance](#) Modo de mejora de detalles de la iluminación indirecta. 1 **On**=usar OA, 2 **With color bleed**=OA con sangrado de color.
- **thin_walled** [Advanced Refraction > Thin Walled](#) Tratar a las superficies como láminas finas de material, en vez de como la superficie de un objeto sólido.
- **no_visible_area_hl** [Advanced Reflection > No Highlights For Visible Area Lights](#) Deshabilita los "brillos especulares" tradicionales para las luces de área visibles.

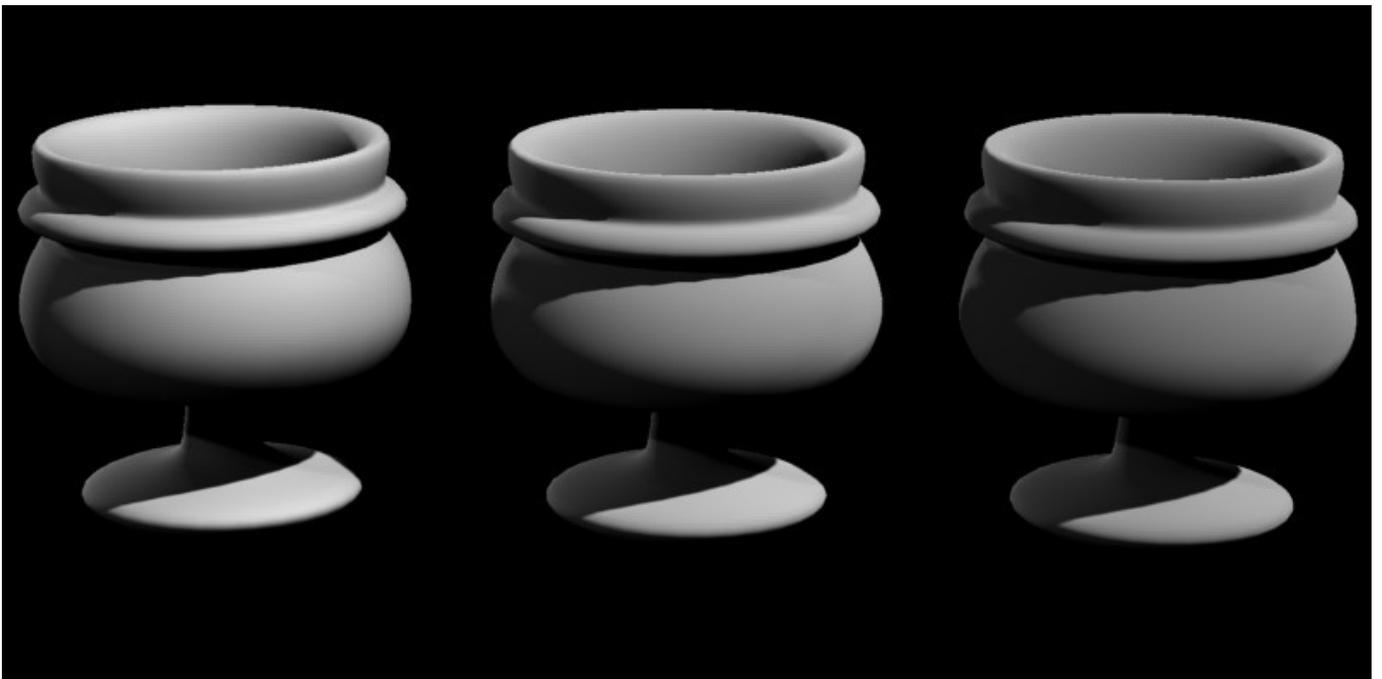
- **skip_inside_refl** [Advanced Reflection > Skip Reflection On Inside](#) Omite las reflexiones débiles en el interior de vidrios.
- **do_refractive_caustics** [Advanced Refraction > Refractive Caustic](#) Realizar cáusticas refractivas, en vez de sombras transparentes. Sólo usar cuando las Cáusticas estén activadas.
- **backface_cull** [Advanced Refraction > Backface Culling](#) Hace a las superficies invisibles desde su lado trasero (únicamente a la cámara).
- **propagate_alpha** [Advanced Refraction > Propagate Alpha](#) Las superficies transparentes propagan el valor del canal alfa de lo que se encuentre detrás de ellas.
- **hl_vs_refl_balance** [Advanced > Specular Balance](#) La intensidad relativa de los "brillos" en comparación con las reflexiones.
- **cutout_opacity** [Advanced > Cutout Opacity](#) Opacidad global. Usada para efectos de recorte y disolución absoluta.
- **additional_color** [Advanced > Additional Color](#) Un color que se adiciona de forma simple al resto del sombreado.
- **bump** [Advanced > mental ray Bump](#) Un sombreador usado para perturbar las normales (mapeo de relieve).
- **no_diffuse_bump** [Bump > No Diffuse Bump](#) Deshabilita el mapeo de relieve para el sombreado de difusión.
- **mode** [Light Linking > Mode](#) El modo de la lista de luces.
- **lights** [Light Linking > Lights](#) La propia lista de luces.
- [+] **bump_mode** [Advanced > Bump Mode](#) Define el modo de las nuevas conexiones de relieve. Si es cero, usa el "relieve" compatible de arriba.
- [+] **overall_bump** [Bump > Overall Bump](#) Relieve que siempre afecta a todos los componentes.
- [+] **standard_bump** [Bump > Standard Bump](#) Relieve general. No afecta a la difusión cuando el parámetro **no_diffuse_bump** [Bump > No Diffuse Bump](#) está activado.
- [+] **multiple_outputs** [Multiple Outputs](#) Si está activado, habilita múltiples salidas (útil para pasadas de render). De lo contrario, sólo se produce un "resultado final" completo.

Descripción detallada de los parámetros del material

Difusión (categoría **Diffuse**)

Weight define el nivel deseado de difusión del material (y afecta al color definido en **Color**). Como el material conserva la energía, el nivel resultante de difusión usado dependerá de la reflectividad y la transparencia, tal como se discutió más arriba.

El componente de difusión utiliza el modelo de sombreado Oren-Nayar. Cuando el parámetro **Roughness** es 0.0 es idéntico al sombreado clásico de tipo Lambert, pero con valores más altos la superficie obtiene una apariencia más "empolvada":



Roughness o aspereza 0.0 (izquierda), 0.5 (medio) y 1.0 (derecha)

Reflexiones (categoría **Reflection**)

Características básicas

En conjunto los parámetros **Reflectivity** y **Color** definen el nivel de reflectividad, así como la intensidad de los "brillos" tradicionales (también conocidos como "brillos especulares").

El valor **Reflectivity** define el *máximo* – pero el valor *resultante* también depende del ángulo de la superficie y es calculado mediante la curva de la BRDF. Esta curva (descrita con más detalle en la página **BRDF**) permite definir los parámetros **BRDF > 0 Degree Reflection** (para superficies enfrentadas a la cámara) y **BRDF > 90 Degree Reflection** (para superficies de perfil a la cámara).



Sin reflectividad (izquierda), dependiente del ángulo (centro), constante (derecha)

- La copa de la izquierda no presenta reflectividad en absoluto y es un material puramente difuso.
- La copa del centro presenta una reflexión definida por un **0 Degree Reflection** de 0.1 y un **90 Degree Reflection** de 1.0.
- La copa de la derecha muestra ambos valores (**0 Degree Reflection** y **90 Degree Reflection**) en 0.9, lo que logra una reflectividad constante en toda la superficie.

Notar cómo una alta reflectividad automáticamente "sustrae" del color blanco de difusión. Si esto no ocurriera, el material quedaría sobre iluminado de una forma poco natural, y quebrantaría las leyes físicas ⁶.

El parámetro **Glossiness** define el "lustre" de la superficie, en un rango de 1.0 (espejo perfecto) a 0.0 (superficie reflectiva difusa):



Glossiness de 1.0 (izquierda), 0.5 (centro) y 0.25 (derecha)

El parámetro **Glossy Samples** define la cantidad máxima⁷ de muestras (rayos) que son disparados para crear las reflexiones difusas. Valores altos se procesan más lentamente pero producen un resultado más suave. Valores bajos se procesan más rápido pero dan un resultado más granuloso. Generalmente un valor de 32 es suficiente en la mayoría de los casos.

Existen dos casos especiales:

- Como un valor de 1.0 en **Glossiness** equivale a un "espejo perfecto", pierde sentido disparar múltiples rayos en ese caso, de ahí que sólo se dispare uno en esa situación.
- Si el valor **Glossy Samples** es definido como 0, las reflexiones serán un "espejo perfecto" (y se disparará sólo un rayo) *independientemente* del valor introducido en **Glossiness**. Esto puede ser usado como una forma de mejorar el desempeño en superficies con reflexiones muy débiles. El brillo especular igualmente se regirá por el valor **Glossiness**.

Los objetos metálicos en realidad tiñen con su propio color a las reflexiones, mientras que otros materiales no. Por ejemplo, una barra de oro tendrá reflejos dorados, mientras que una bola roja de vidrio no tendrá reflejos rojos. Eso es contemplado a través del parámetro **Metal Material**.

- Al estar *desactivado*, el parámetro **Color** define el color y el parámetro **Reflectivity** (en conjunto con las opciones de BRDF) define la intensidad de los reflejos.
- Al estar *activado*, el parámetro **Diffuse > Color** define el color de los reflejos y el parámetro **Reflectivity** define el "balance" entre reflexiones difusas y definidas (metálicas).



Sin reflexiones metálicas (izquierda), reflexiones metálicas (centro), reflexiones metálicas y difusas mezcladas (derecha).

La imagen de la izquierda muestra reflexiones no metálicas (**Metal Material** desactivado). Uno puede ver claramente que los reflejos contienen el color de los propios objetos reflejados y no está influenciado por el color de los materiales.

La imagen del centro usa reflexiones metálicas (**Metal Material** activado). Ahora el color de los reflejos es influenciado por el color del material. La imagen de la derecha muestra una variante de esto con **Reflectivity** en 0.5, creando una mezcla 50:50 entre las reflexiones coloreadas y las difusas.

Características de desempeño

Las reflexiones difusas necesitan trazar múltiples rayos para alcanzar un resultado suave, lo cual puede tornarse en un problema de desempeño. Por esta razón existen un par de características especiales diseñadas para mejorar su desempeño.

La primera de éstas es la *interpolación*. Activando [Interpolation > Interpolate Reflection](#), un algoritmo de suavizado permite reutilizar y suavizar los rayos⁸. El resultado son reflejos difusos más rápidos y suaves a expensas de la precisión. La interpolación se explica con más detalle en la página [Interpolación](#).

Para superficies altamente reflectivas es claro que se necesitan verdaderos rayos de reflexión. Sin embargo, para superficies menos reflectivas (donde es menos "obvio" que la superficie está reflejando algo) existe un atajo para mejorar el desempeño, el parámetro [Highlights Only](#).

Cuando [Highlights Only](#) está *activado*, no se disparan rayos de reflexión. En lugar de eso, solamente se muestran "brillos especulares", así como reflexiones suaves *emuladas* con la ayuda de Final Gathering⁹.

El modo [Highlights Only](#) *no* toma ningún tiempo adicional comparado con una superficie difusa común, aún así puede lograr resultados sorprendentemente convincentes. Si bien puede no ser completamente convincente para objetos "principales" en una escena, igualmente puede conformar en objetos menos esenciales. Tiende a funcionar mejor en materiales con reflexiones débiles o extremadamente difusas (desenfocadas):



Las dos copas de la izquierda usan reflexiones reales, las de la derecha usan [Highlights Only](#)

Mientras que las dos copas de la izquierda son indudablemente más convincentes que las de la derecha, el hecho de que las de la derecha no tomaron un tiempo extra de procesamiento, comparado con una superficie completamente no reflectiva hace a este modo interesante. Las reflexiones emuladas igualmente presentan sangrado de color, por lo que la sección inferior de la copa es influenciado por el color del piso de madera, tal como si esta fuera realmente reflectiva.

Refracciones (categoría [Refraction](#))

El parámetro [Transparency](#) define el nivel de las refracciones y [Color](#) el color. Si bien este color puede ser usado para crear "vidrio coloreado", existe un método ligeramente más preciso de hacer esto descrito en la página [Vidrio coloreado](#).

Debido a la naturaleza de conservación de la energía de este material (ver página [Conservación de la energía](#)) el valor definido en el parámetro [Transparency](#) es el valor *máximo* – el valor *resultante* depende de la reflectividad, así como de la curva de la BRDF.

El parámetro **Index of Refraction** define el índice de refracción (IOR), que es una medida de qué tanto se "desvía" un rayo de luz al entrar en un material. La dirección en que la luz se desvía depende de si el rayo está entrando o saliendo del objeto. El material *mia_material* usa la dirección de la normal de la superficie como pista principal para definir si el rayo está entrando o saliendo. Es por tanto *importante* cuando se modela objetos transparentes refractivos, hacerlo con sus normales apuntando en la dirección apropiada.

El IOR también puede ser usado para definir la curva de la BRDF, que es lo que sucede en los materiales pertenecientes a la clase llamada "dieléctrica", como se ilustra aquí:



Index of Refraction de 1.0 (izquierda), 1.2 (centro) y 1.5 (derecha)

Nótese como la copa de la izquierda luce completamente falsa y es casi invisible. Como un IOR de 1.0 (que equivale al del aire) es imposible, no se produce un cambio en la reflectividad sobre el material y por lo tanto no se perciben "bordes" o cambios de ningún tipo. Mientras que las copas del medio y de la derecha presentan un cambio realista en la reflectividad, guiado por el IOR.

No es obligatorio sin embargo basar la reflectividad en el IOR, pudiéndose utilizar el modo BRDF para definirla manualmente:



Diferentes tipos de transparencia

La copa de la izquierda, de nuevo, adquiere su curva a partir del índice de refracción. La copa del centro tiene una curva definida manualmente, con un **BRDF > 90 Degree Reflection** de 1.0 y un **BRDF > 0 Degree Reflection** de 0.2, que luce un poco más como si fuera vidrio metalizado. La copa de la derecha usa la misma curva de la BRDF, pero en cambio su transparencia esta definida como "thin walled" (lámina, ver página [Sólido o laminado](#)). Claramente, este método es la mejor forma de hacer objetos "no refractivos", comparado con simplemente definir su **Index of Refraction** a 1.0, como intentamos arriba.

De la misma manera que con las reflexiones, el parámetro **Glossiness** define qué tan definidas o desenfocadas son las refracciones/transparencias, con un rango que va desde 1.0 (transparencia completamente clara) hasta 0.0 (transparencia extremadamente difusa):

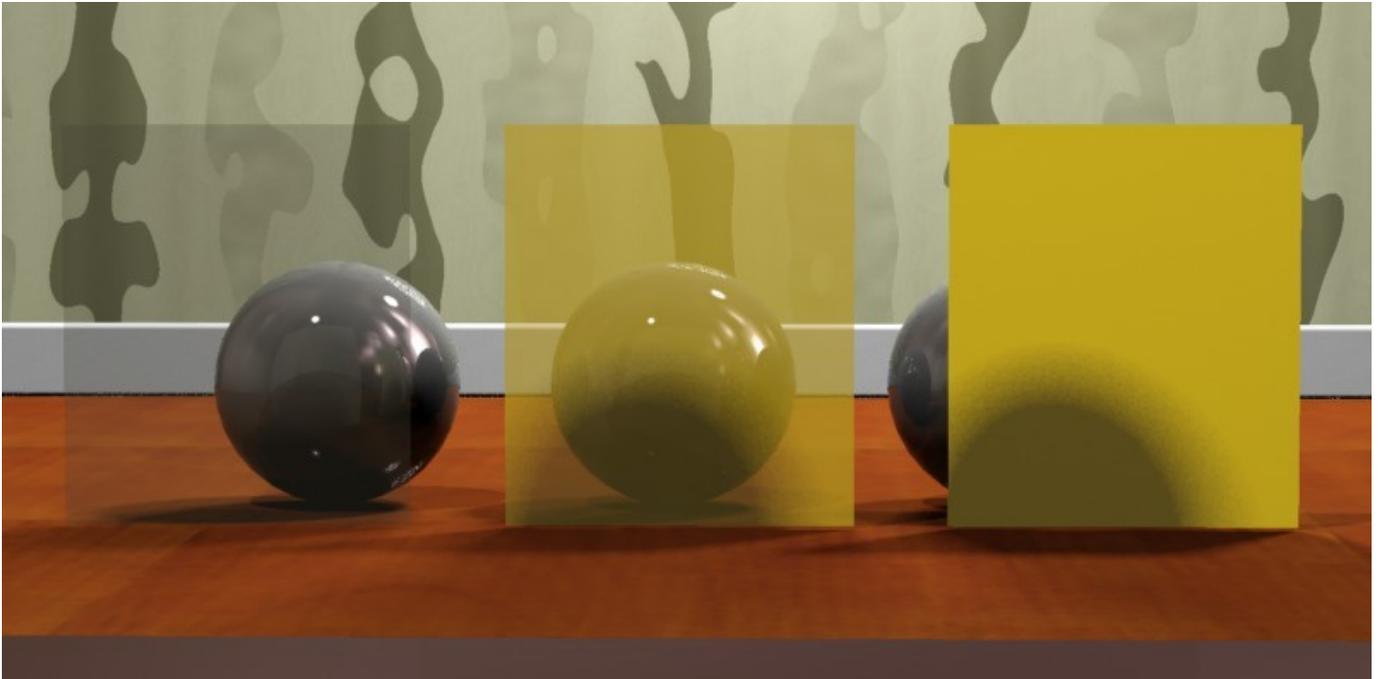


Un **Glossiness** de 1.0 (izquierda), 0.5 (centro) y 0.25 (derecha)

De la misma forma que con las reflexiones difusas, la transparencia difusa ofrece una opción **Interpolation > Interpolate Refraction**, que permite lograr una transparencia difusa más rápida y suave, aunque menos precisa. La interpolación se describe en la página [Interpolación](#).

Translucidez (categoría **Translucency**)

La translucidez es manejada como un caso especial de la transparencia, debido a eso para usar translucidez debe existir primero algún grado de transparencia, así el parámetro **Weight** decide qué tanto de ésta es usado efectivamente como transparencia y cuánto como translucidez:



Transparency en 0.75 y un **Weight** de 0.0 (izquierda), 0.5 (centro) y 1.0 (derecha)

- Si **Weight** es 0.0, todo el valor de **Transparency** es usado como transparencia.
- Si **Weight** es 0.5, la mitad de **Transparency** es usado como transparencia y la otra mitad como translucidez.
- Si **Weight** es 1.0, todo el valor de **Transparency** es usado como translucidez y *no* existirá transparencia real.

La translucidez está pensada para ser usada principalmente en el modo lámina (**Advanced Refraction > Thin Walled**), como en el ejemplo de arriba, para modelar elementos como cortinas, papel manteca y efectos del estilo. En modo **Thin Walled** permite que el sombreado del lado inverso de la geometría "permée" hacia el lado frontal.

El sombreador también funciona en modo sólido (**Advanced Refraction > Solid**), pero la implementación de la translucidez en el material *mia_material* es una simplificación que toma en cuenta únicamente el transporte de la luz desde el lado inverso hacia su parte frontal y no calcula una "verdadera" SSS (dispersión subsuperficial o Sub Surface Scattering). Un efecto "similar a SSS" puede ser generado mediante el uso de transparencia difusa en conjunto con translucidez, pero no es ni tan rápido ni tan potente como los sombreadores dedicados a la SSS.



Translucidez sólida (**Solid**) con un **Weight** de 0.0 (izquierda), 0.5 (centro) y 1.0 (derecha)

Anisotropía (categoría **Anisotropy**)

Es posible crear reflexiones y refracciones anisótropas usando el parámetro **Anisotropy**. El parámetro define la proporción entre el "ancho" y la "altura" de los brillos, por lo tanto cuando el parámetro **Anisotropy** es 1.0 no existe anisotropía (el efecto queda deshabilitado).

Para otros valores de **Anisotropy** (tanto mayores como menores a 1.0 son permitidos) la "forma" del brillo (así como la apariencia de las reflexiones) cambia.



Valores de **Anisotropy** de 1.0 (izquierda), 4.0 (centro) y 8.0 (derecha)

La anisotropía puede ser rotada usando el parámetro **Rotation**. El valor 0.0 significa sin rotación, y el valor 1.0 es una vuelta completa (360 grados). Esto es usado para poder usar una textura para controlar el ángulo:



Valores de **Rotation**, 0.0 (izquierda), 0.25 (centro) y texturizada (derecha)

Nota: Al usar el parámetro **Rotation** texturizado es importante que esa textura no contenga anti-aliasing (suavizado de bordes). De otra manera los píxeles con el suavizado causarán vórtices locales en la anisotropía que lucirán como errores de texturizado.

Para valores de 0 o superiores, el espacio en el que se define la dirección del "estiramiento" de los brillos está definido por el parámetro **Channel**¹⁰.

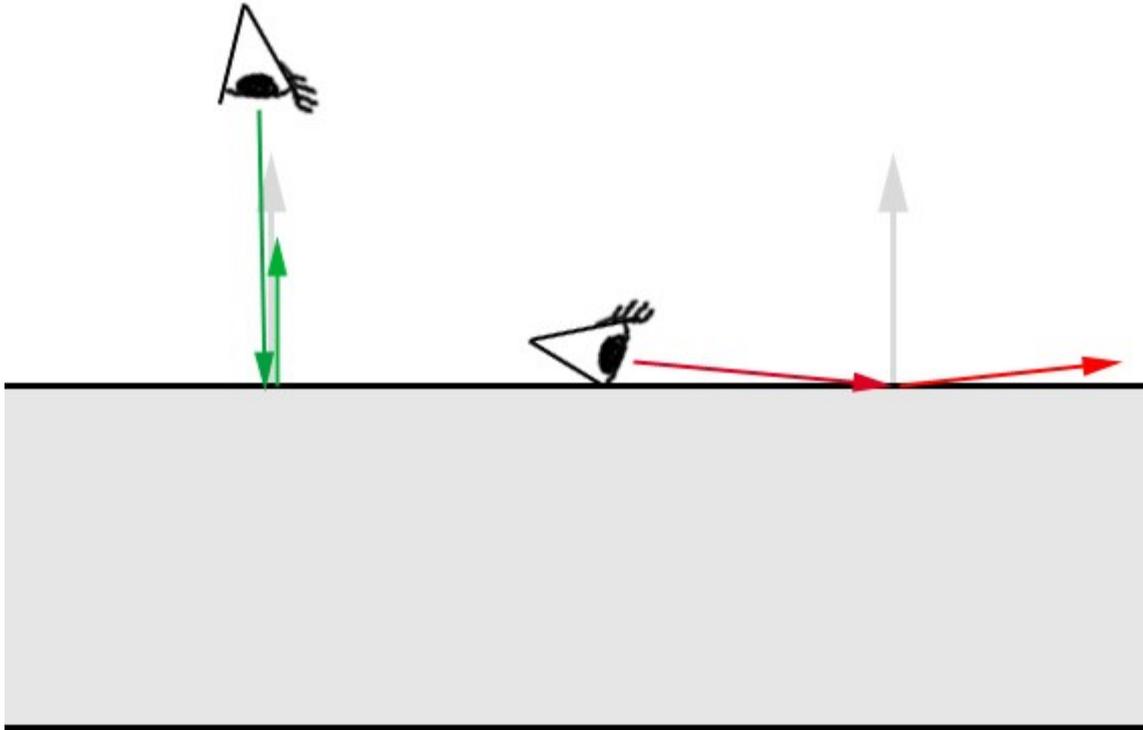
El parámetro **Channel** puede adquirir los siguientes valores "especiales":

- -1: la rotación usa el sistema de coordenadas local del objeto.
- -2: la rotación usa los vectores basados en el relieve (bump).
- -3: la rotación usa los derivados de la superficie
- -4: la rotación usa un vector ubicado en `state>tex` antes de utilizar el `mia_material`

Ver también "metal cepillado" en la página [Metales cepillados](#) de la sección de consejos.

BRDF (Función bidireccional de distribución de reflectancia) (categoría **BRDF**)

Como fue explicado en la página [Ángulo](#) de la introducción, la reflectividad del material es en última instancia gobernada por el ángulo de incidencia de la superficie con respecto al punto desde el cual es observada.



Ángulos de visión de 0 grado (verde) y 90 grados (rojo)

Existen dos modos de definir esta curva de la BRDF:

El primer modo es "por IOR", si **Use Fresnel Reflection** está *activado*. En ese caso la dependencia de la reflectividad según el ángulo está únicamente guiada por el IOR del material. Esto se conoce como *reflexiones Fresnel* y es el comportamiento de la mayoría de los materiales dieléctricos como el agua, vidrio, etc.

El segundo modo es el modo manual, si **Use Fresnel Reflection** está *desactivado*. En este modo el parámetro **0 Degree Reflection** define la reflectividad de las superficies que enfrentan directamente al espectador y **90 Degree Reflection** define la reflectividad de las superficies que se encuentran de perfil al espectador. El parámetro **Brdf_Curve** define los puntos intermedios de esta curva (cómo se pasa de un valor a otro).

Este modo es usado para la mayor parte de materiales híbridos o para metales. La mayoría de los materiales presentan reflexiones fuertes en los ángulos de perfil y es por eso que el parámetro **90 Degree Reflection** puede en general ser mantenido en 1.0 (y entonces usar el parámetro **Reflection > Reflectivity** para guiar la reflectividad general). La reflectividad de los metales tiende a ser mayormente uniforme y su valor **0 Degree Reflection** es alto (0.8 a 1.0) pero muchos otros materiales de varias capas, como el linóleo, la madera laqueada, etc. presentan valores más bajos de **0 Degree Reflection** (0.1 - 0.3).

Ver más consejos en la página [Consejos de materiales](#).

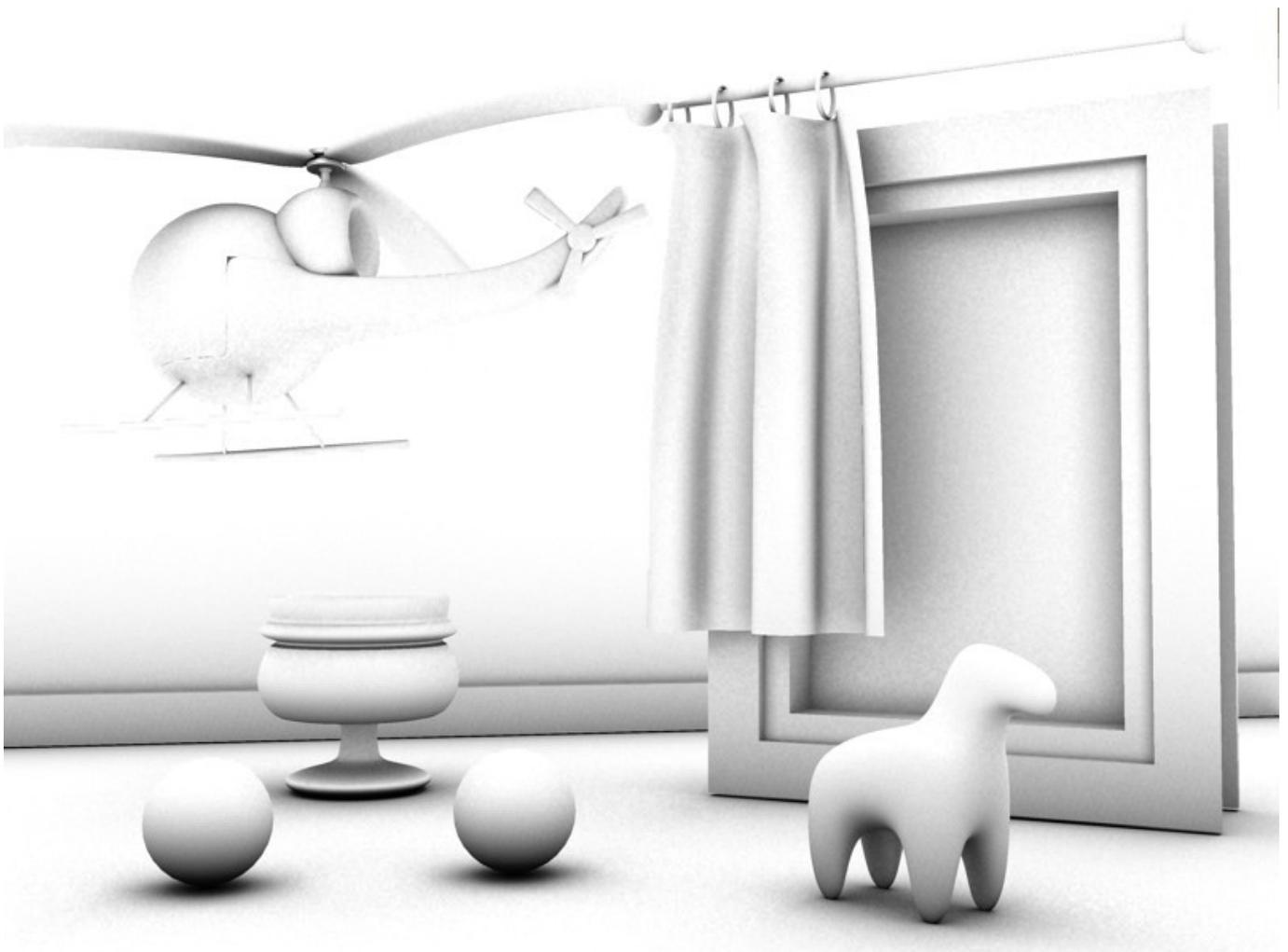
Efectos especiales

Oclusión ambiental incorporada (categoría **Ambient Occlusion**)

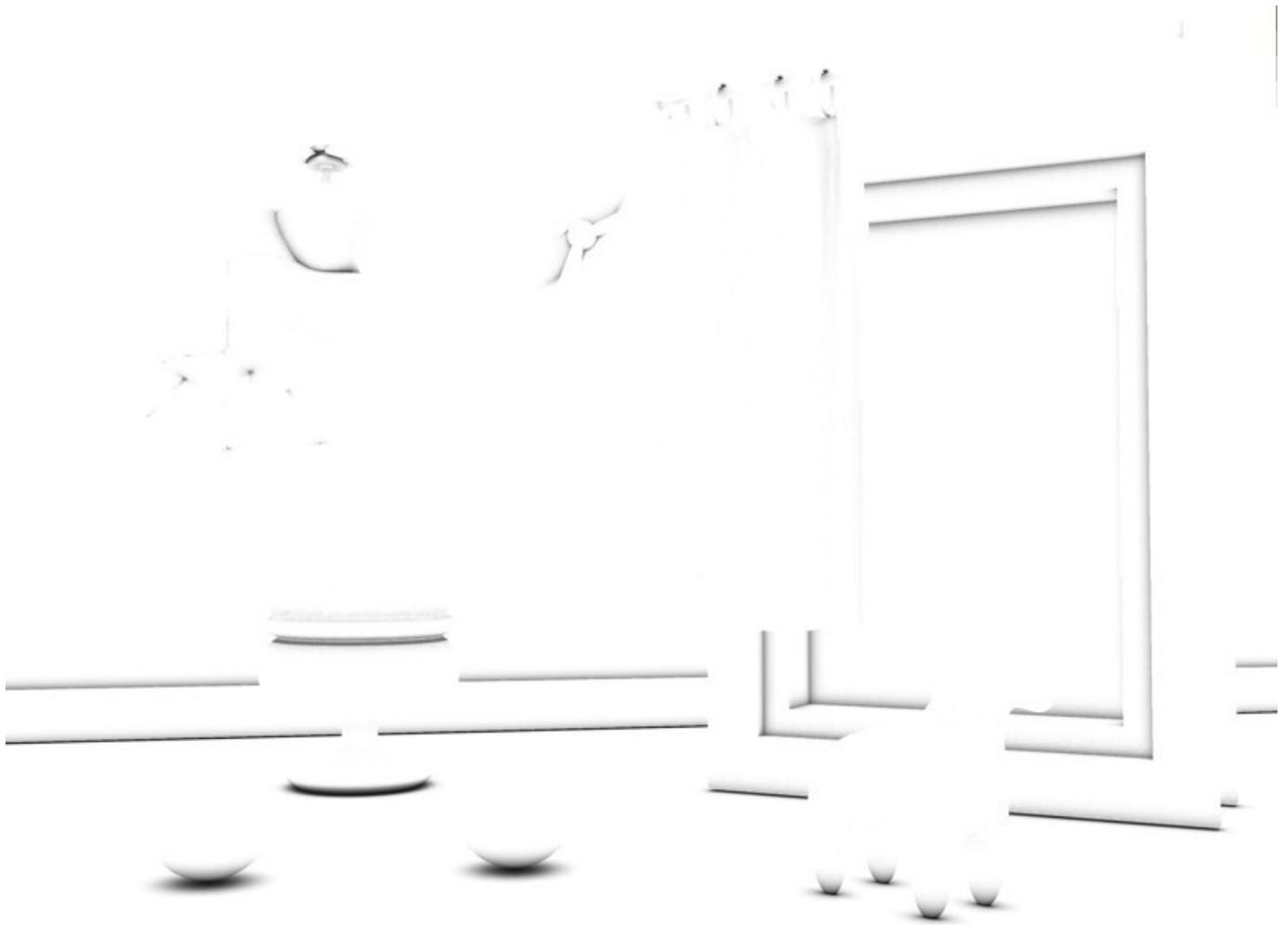
La Oclusión Ambiental incorporada en el material (de aquí en más "OA") puede ser usada de dos formas. Para mejorar detalles y "sombras de contacto" al usar iluminación indirecta (en cuyo caso debe *existir* previamente iluminación indirecta de algún tipo) o usada en conjunto con una "luz ambiental" de una manera más tradicional. Por lo tanto, si no existiera iluminación indirecta o alguna "luz ambiental" la OA *no provocará ningún efecto* ¹¹.

El parámetro **Samples** define la cantidad de muestras (rayos) disparadas para crear la OA. Un valor más alto logrará un resultado más suave y lento, valores más bajos lograrán un resultado más rápido pero a la vez más granulado. 16 es el valor predefinido y un valor de 64 debería funcionar en la mayoría de las situaciones.

El parámetro **Distance** define el radio dentro del cual se produce la búsqueda de objetos ocluyentes. Valores más pequeños restringen el efecto de OA solamente a pequeñas hendiduras en las superficies, y será más rápido de procesar. Valores más altos cubrirán áreas mayores y tomará más tiempo en ser procesado. Las siguientes imágenes ilustran la contribución cruda de la OA con dos distancias distintas:



Distancia mayor

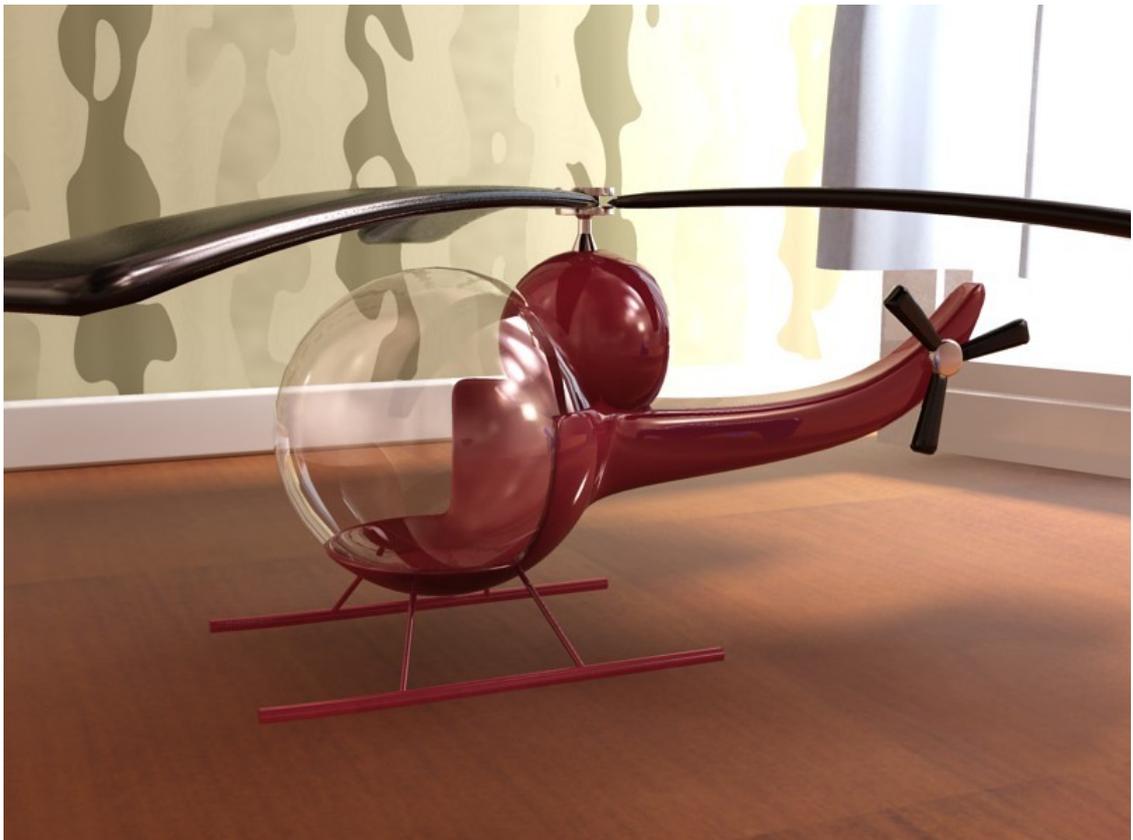


Distancia menor

Como se mencionó en la introducción en la página [Efecto de oclusión ambiental](#) la OA puede ser usada para "mejorar detalles" de la iluminación indirecta. Este modo se habilita definiendo el parámetro [Use Detail Distance](#) en [Qn](#).

Este modo es usado para aplicar una OA de distancia corta y multiplicarla por la *iluminación indirecta* existente (Final Gathering o fotones/GI), rescatando así los detalles pequeños.

Estudiar este helicóptero iluminado casi exclusivamente por iluminación indirecta:



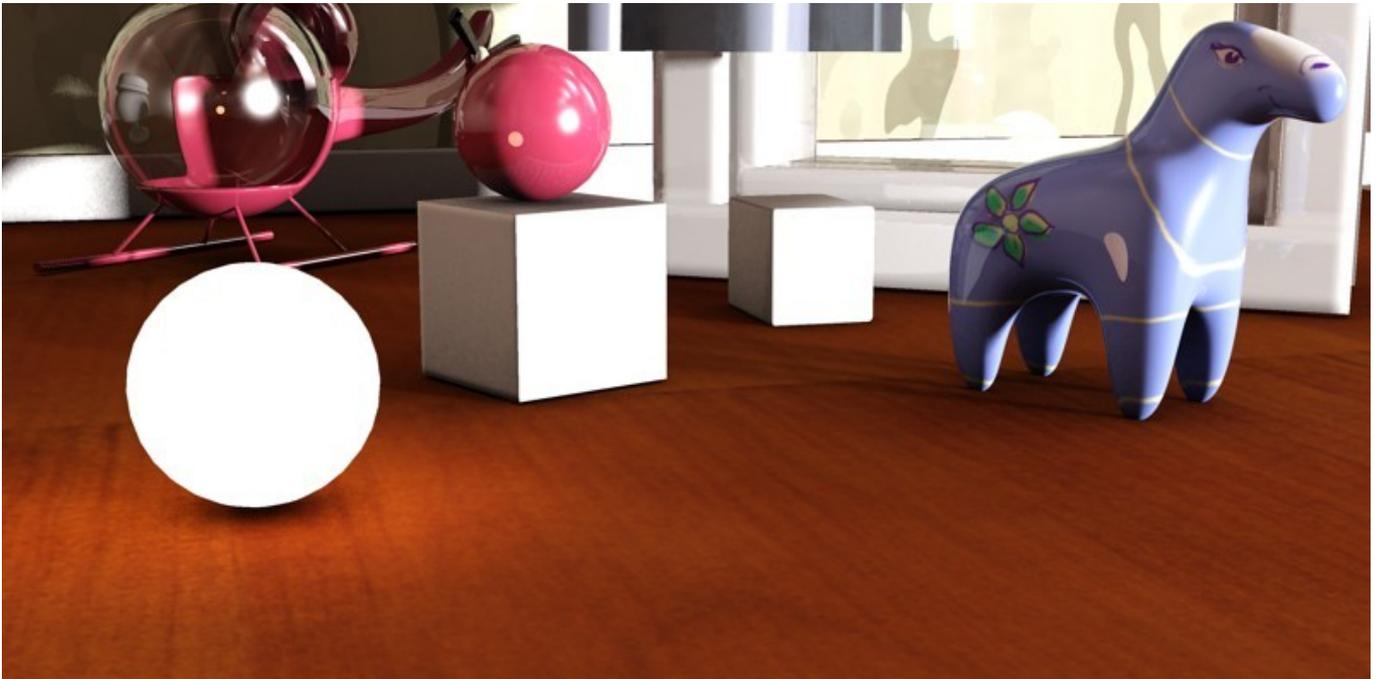
Sin OA



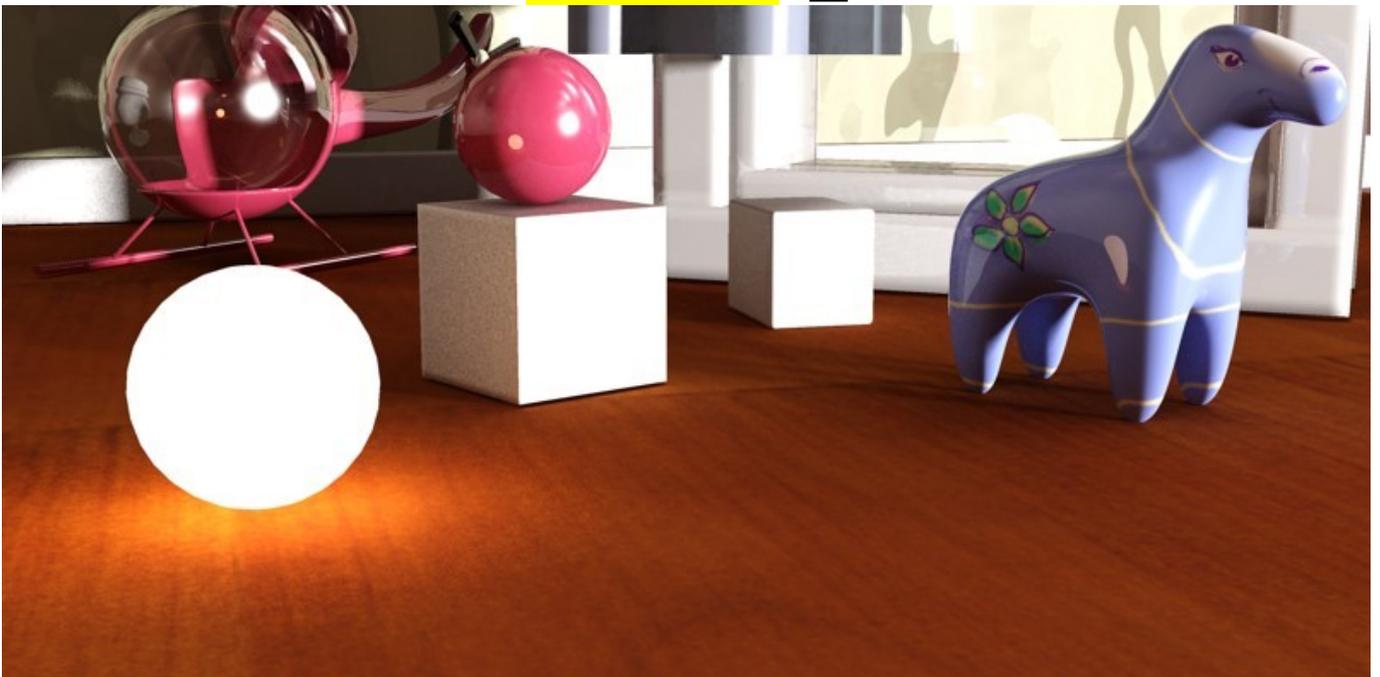
Con OA

Notar cómo el helicóptero no parece completamente "posado" en la imagen de arriba y la sombra bajo los patines de aterrizaje es demasiado vaga. La imagen de abajo usa OA para "potenciar" los detalles y las sombras de contacto.

También es posible definir el parámetro **Use Detail Distance** en With color bleed, lo cual habilita un modo más sofisticado de OA introducido en mental ray 3.6. En vez de calcular una *oclusión* simple, que únicamente agrega una "oscuridad" de grado variable, el sombreador se fijará en el color de los objetos circundantes y utilizará ese color en vez de simplemente "oscurecer" lo que ya está. Como esto implica sombreador cada uno de los puntos de impacto, no es tan rápido como una OA pura, pero tiene el efecto adicional de resolver detalles tanto *claros* como *oscuros*.



Use Detail Distance = On



Use Detail Distance = With color bleed

La imagen de arriba ilustra el problema con la OA tradicional; se aplica a toda la iluminación indirecta y siempre la *oscurece*. Es más notable en la esfera resplandeciente (que tiene un punto oscuro debajo) pero también puede ser percibido en el piso delante del cubo, donde está extrañamente oscuro, aún teniendo en cuenta que el cubo está fuertemente iluminado en su cara frontal, al igual que entre las patas del caballo y la parte inferior de la esfera roja.

Por el contrario, la imagen de abajo está usando el parámetro **Use Detail Distance** = With color bleed para todos los materiales y ahora el piso está correctamente iluminado por la esfera resplandeciente,

existe un indicio de luz blanca rebotada desde el cubo en el piso, hay luz entre las patas del caballo y en la parte inferior de la esfera roja.

Si se nota que al usar la OA se genera una apariencia "sucia" con un excesivo oscurecimiento en las esquinas o ribetes oscuros alrededor de objetos auto iluminados, es posible intentar definir el parámetro **Use Detail Distance** en With color bleed para así obtener un resultado más preciso.

El parámetro **Ambient Shadow Color** define la "oscuridad" de las sombras de la OA. Es usado como el multiplicador para las superficies completamente ocluidas. En la práctica esto significa que: Un color negro hará muy oscuro al efecto de OA, un gris medio hará al efecto menos notable (más claro), etc. Al usar el nuevo modo With color bleed del parámetro **Use Detail Distance**, se define una "fusión" entre el color tomado de los objetos cercanos y la "oscuridad" normal de la OA. La mezcla es calculada como:

$$(1 - \text{Amb Shadow Color}) * (\text{color objetos}) + \text{negro} * \text{Amb Shadow Color}.$$

El parámetro **Ambient Light Color** es usado para lograr una OA más "tradicional", suministrando la "omnipresente luz ambiental" imaginada, la cual es luego atenuada por el efecto de OA para crear sombras.

Si bien la OA "tradicional" es generalmente usada al procesar la imagen *sin* iluminación indirecta, también puede ser usada conjuntamente con ésta. Se necesita tener en mente que esta mágica "omnipresente luz ambiental" no es para nada real, sin embargo puede ayudar a iluminar algunos rincones oscuros problemáticos.

Opciones avanzadas de procesamiento

Opciones de optimización de reflexiones (categoría **Advanced Reflection**)

Estos parámetros definen algunas opciones de mejora del desempeño de las reflexiones.

Use Max Distance permite limitar las reflexiones a una cierta distancia, lo cual permite tanto acelerar el procesamiento, como evitar tomar en cuenta objetos extremadamente distantes al calcular reflexiones difusas.

Si el parámetro **Fade To End Color** está *activado*, los reflejos se desvanecerán hacia el **End Color**. Si está *desactivado*, los reflejos se desvanecerán hacia el color del entorno. Lo primero tiende a ser más útil en escenas interiores, mientras que lo último es útil para escenas exteriores.



Reflexiones completas (izquierda), desvaneciéndose a los 100mm (centro) o 25mm (derecha)

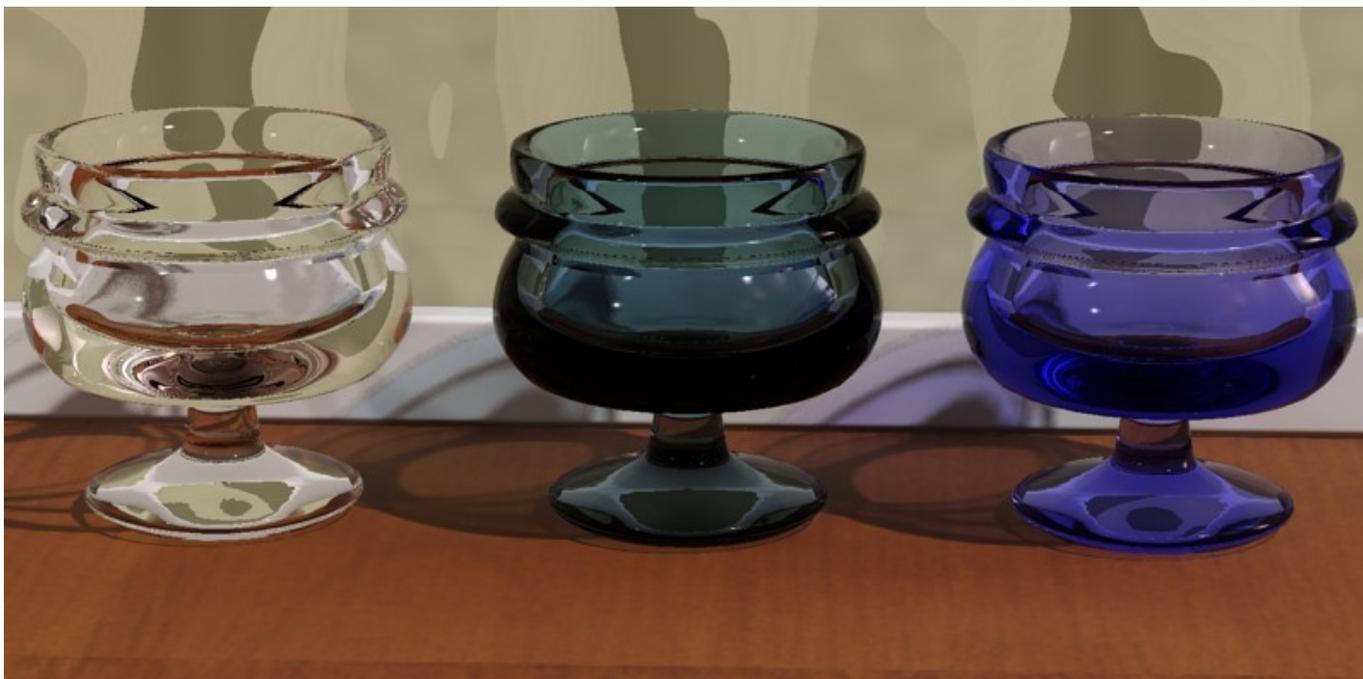
Cada material puede definir localmente una profundidad máxima de trazado de rayos mediante el parámetro **Max Trace Depth**. Al ser alcanzada, el material se comportará como si el parámetro **Reflection > Highlights Only** estuviera activado, esto es: mostrando sólo brillos y reflejos "emulados". Si **Max Trace Depth** es cero, se usará la profundidad de trazado de rayos global de la escena.

Cutoff Threshold es un umbral por debajo del cual las reflexiones serán rechazadas (no serán trazadas). Es un valor relativo, esto es: el valor predefinido 0.01 significa que los rayos que contribuyen menos de 1 al pixel final serán ignorados.

Opciones de optimización de refracciones (categoría **Advanced Refraction**)

Las opciones de optimización para las refracciones (transparencia) son virtualmente idénticas a aquellas para las reflexiones. La excepción es el parámetro **Color At Max Distance** que se comporta de forma diferente.

- Al ser *activado* **Use Max Distance** y estar *desactivado* **Use Color At Max Distance**, los rayos de transparencia decaerán a *negro*. Eso es similar a un vidrio ahumado o algún material altamente absorbente. La transparencia *cesará* completamente a una cierta distancia. Este método logra la misma ventaja en el desempeño que al usar el parámetro **Advanced Reflection > Use Max Distance** para las reflexiones, ya que trazar rayos por una menor distancia es mucho más rápido.
- Sin embargo, al *activar* **Use Color At Max Distance**, el funcionamiento cambia. El material realizará una absorción físicamente correcta. Exactamente a la distancia definida por **Max Distance** las refracciones adquirirán el color definido por el parámetro **Color At Max Distance** – pero el alcance de los rayos *no* estará limitado. Al doble de la distancia, la influencia de **Color At Max Distance** será el doble, a la mitad de distancia la mitad, etc.



Sin límites (izquierda), decaimiento a negro (centro), decaimiento a azul (derecha)

La copa de la izquierda no tiene ningún decaimiento. La del centro tiene desactivado **Use Color At Max Distance** y por lo tanto decae a negro, lo que también tiene los mismos beneficios en el desempeño, al limitar la distancia de los rayos tal como cuando es usado en las reflexiones.

La copa de la derecha, sin embargo, decae hacia un color *azul*. Esto causa una atenuación exponencial correcta en el material, que hace que cuanto más grueso sea el éste, se acentúe más la presencia del color azul. Ver la página [Vidrio coloreado](#) con una discusión acerca de cómo lograr un vidrio coloreado realista.

Nota: Para obtener sombras apropiadas al *activar* **Use Max Distance** se deben usar sombras por trazado de rayos (*ray trace*) y el modo de sombra, en las preferencias de *mental ray*, debe estar definido como **Segment**. Ver la sección del manual de *mental ray* referente a los modos de sombra.

Cada material puede definir localmente una profundidad máxima de trazado utilizando el parámetro **Max Trace Depth**. Cuando ésta es alcanzada el material cambia y comienza a trazar rayos transparentes. Este comportamiento, nuevo a partir de la versión 3.8, está diseñado para ignorar los límites de trazado de rayos en las refracciones. Esto se describe en detalle en la página [refracción tresocho](#).

Es posible volver al viejo comportamiento de agotar la profundidad de trazado de rayos (devolviendo *negro*) al definir este parámetro como -1. Si **Max Trace Depth** es cero, se utiliza la profundidad global de trazado de rayos.

Cutoff Threshold funciona de manera idéntica al caso de reflexiones descrito más arriba.

Opciones

La sección de opciones contiene varias opciones de tipo interruptor que controlan algunos de los detalles más profundos del material:

El parámetro **Thin Walled** decide si el material causa refracciones (comportándose como si estuviera hecho de una sustancia transparente sólida) o no (comportándose como si estuviera compuesto de una delgada lámina de material transparente). Este tópico se discute con más detalle en la página [Laminado](#).



Solid (izquierda) y **Thin Walled** (derecha)

El parámetro **Refractive Caustic** define cómo se comporta el vidrio cuando se habilitan las *caústicas*.

Mientras no se estén procesando cáusticas, el material *mia_material* usa un tipo de sombra transparente, si es apropiado. Para objetos como ventanas esto es perfectamente adecuado y en verdad logra un mejor resultado que la utilización de cáusticas, al permitir el pasaje de la luz directa sin perturbaciones (en mayor o menor medida) a través del vidrio hacia p.ej.: una habitación.

Tradicionalmente, habilitar las cáusticas en *mental ray* causaba que todos los materiales dejaran de proyectar sombras transparentes y en vez de eso comenzaran a generar cáusticas refractivas. En la mayor parte de las escenas de visualización arquitectónica esto no es deseable; es común pretender que un objeto decorativo sobre una mesa genere un efecto de luz cáustica, pero que a la vez la luz directa ingrese de forma normal a la habitación. Esta opción hace esto posible a nivel de cada material.



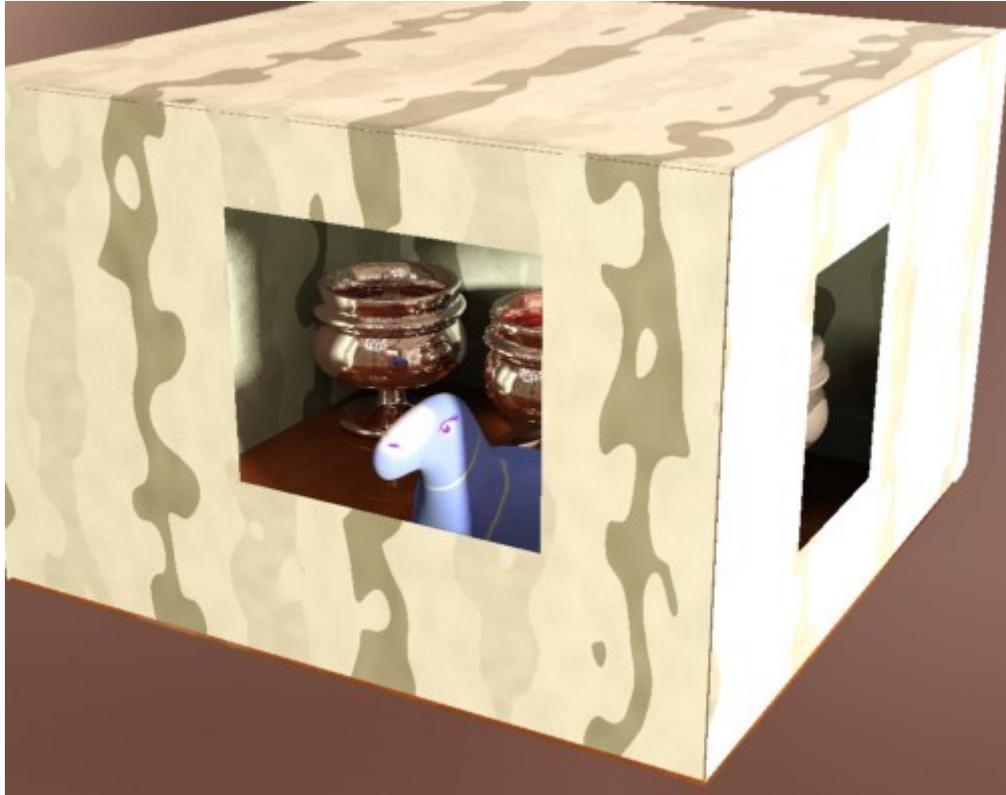
Usando **Transparent Shadow**



Usando **Refractive Caustic**

La imagen de arriba muestra el resultado que se obtiene cuando el parámetro **Transparent Shadow** se encuentra activado, la de abajo el resultado de cuando **Refractive Caustic** se encuentra activado. Ambos modos pueden ser libremente mezclados dentro de la misma imagen procesada. Los fotones son tratados automáticamente como corresponda por el sombreador de fotones incorporado en el material, dejándolos pasar en el primer caso o refractándolos como cáusticas en el último.

La opción **Backface Culling** habilita un modo especial que hace que las superficies sean completamente invisibles a la cámara al ser vistas desde el lado opuesto a su normal. Esto es útil para crear “paredes mágicas” en una habitación. Si todas las paredes fueran creadas como planos con sus normales apuntando hacia el interior, la opción **Backface Culling** permitirá ver la habitación desde el “exterior” durante el procesamiento. La cámara verá hacia el interior, pero las paredes aún “existirán” y proyectarán sombras, rebotarán sobre ellas los fotones, etc. a la vez que se puede ver “a través de ellas” cuando la cámara pase al exterior.



Sin descartar el lado inverso



Descartando el lado inverso de las paredes con **Backface Culling**

La opción **Propagate Alpha** define cómo los objetos transparentes procesan cualquier información de opacidad (canal alfa) que esté en el fondo. Al estar activada, las refracciones y otros efectos de transparencia propagarán el alfa del fondo “a través” del objeto transparente. Al estar desactivada, los objetos transparentes tendrán un alfa opaco.

El parámetro **Advanced Reflection > No Highlights For Visible Area Lights** tiene relación con el comportamiento de las luces de área *visibles*.

Hay que tener en cuenta que los “brillos” tradicionales (p.ej.: los especulares) se crean usando un “truco” en vez de realmente crear una reflexión difusa de una superficie visible que emite luz, como sucedería en la naturaleza.

Sin embargo, las luces de área de *mental ray* pueden ser visibles y en ese caso serán reflejadas por cualquier superficie reflectiva. Si tanto la reflexión de la luz de área visible *como* el brillo especular tradicional fueran procesados, la luz sería agregada dos veces, causando un efecto de brillo excesivo sobre la superficie, que no luciría real. Esta opción (que de forma predefinida se encuentra activada) causa que las luces de área pierdan sus “brillos tradicionales”, sólo apareciendo su reflejo¹².

El parámetro **Advanced > Specular Balance** modifica el balance entre la intensidad de los brillos y la de los reflejos sobre la superficie. El valor predefinido de 1.0 es el que “se asemeja más a la realidad”. Este parámetro permite retocar este comportamiento predefinido, haciendo que el brillo predomine cuando el valor sea mayor que 1.0 y que se atenúe frente a los reflejos cuando el valor sea menor que 1.0.

Una opción final de optimización (también activada de forma predefinida) es **Advanced Reflection > Skip Reflection On Inside**. La mayoría de las reflexiones en el *interior* de los objetos transparentes son muy débiles, excepto en un caso especial que se da a ciertos ángulos y que se conoce como “Reflexión interna total” (RIT). Esta opción ahorra tiempo de procesamiento ignorando completamente las reflexiones débiles pero manteniendo las RITs.

El multiplicador **Indirect Illumination Options > FG/GI Multiplier** permite retocar la intensidad de la respuesta del material a la iluminación indirecta, y **Final Gather Quality** es un multiplicador local para la cantidad de rayos de Final Gathering disparados por el material. Ambos tienen un valor predefinido de 1.0, con el cual el material utiliza los valores globales de la escena.

Para ayudar en el uso de texturas en el parámetro **Final Gather Quality**, existe el parámetro adicional **Final Gather Quality Weight**. Si es cero, **Final Gather Quality** representa a la calidad definitiva, pero cuando **Final Gather Quality Weight** no es cero, la calidad real usada es el producto de ambos valores, con un mínimo de 1.0. Esto permite que si existe una textura mapeando el parámetro **Final Gather Quality** y **Final Gather Quality Weight** es 5.0, el color negro de la textura resulte en un valor final de 1.0 (esto es, la cantidad de rayos de Final Gathering disparados es la global de la escena), y el color blanco de la misma en una calidad de 5.0 (cinco veces esa cantidad de rayos).

Interpolación (categoría **Interpolation**)

Las reflexiones y refracciones pueden ser *interpoladas*. Esto significa que serán procesadas más velozmente y se tornarán más suaves.

La interpolación funciona pre calculando la reflexión difusa en una cuadrícula sobre la imagen. La cantidad de muestras (rayos) tomadas en cada punto es gobernada por los parámetros **Glossy Samples**, tal como sucede cuando no es interpolada. La resolución de esta cuadrícula es definida por el parámetro **Grid Density**.

Sin embargo, la interpolación puede causar *defectos visuales*. Al ser calculada sobre una cuadrícula de baja resolución, se perderán detalles. Al mezclar las posiciones contiguas de esa cuadrícula, causará un suavizado más marcado. Por esta razón es principalmente útil sobre superficies planas. Las superficies onduladas, con alto grado de detalle o las que utilicen mapeo de relieve (bump) no funcionarán satisfactoriamente con interpolación. Además, como la cuadrícula existe en espacio de pantalla, no se recomienda su uso en animaciones que contengan movimientos de cámara, ya que en esos casos es posible que la propia cuadrícula se comience a percibir en la imagen.

Los valores permitidos para el parámetro **Grid Density** son:

- 2 = la resolución de la cuadrícula es el doble de la imagen procesada.
- 1 = la resolución de la cuadrícula es la misma de la imagen procesada.
- 1/2 = la resolución de la cuadrícula es la mitad de la imagen procesada.
- 1/3 = la resolución de la cuadrícula es un tercio de la imagen procesada.
- 1/4 = la resolución de la cuadrícula es un cuarto de la imagen procesada.
- 1/5 = la resolución de la cuadrícula es un quinto de la imagen procesada.

Dentro de la cuadrícula, la información es almacenada y compartida entre los distintos puntos. Cuadrículas con resoluciones más bajas serán más rápidas, pero perderán más detalles. Tanto la reflexión como la refracción ofrecen un parámetro **Reflection Samples / Refraction Samples** que define cuantos puntos se almacenan en la cuadrícula (en un grupo de N por N alrededor de cada punto que se procesa de la superficie) para calcular el suavizado del reflejo o refracción. El valor predefinido es 2; valores mayores “empastarán” más el resultado y serán más propensos a defectos de exceso de suavizado.



Sin interpolación (izquierda), usando un muestreo de 2 puntos (centro) y de 4 puntos (derecha)

La reflexión de la copa de la izquierda en el piso no utiliza interpolación y se puede percibir cierto granulado (exagerado intencionalmente para el ejemplo). El piso debajo de las otras dos copas utiliza una interpolación de la mitad de la resolución con 2 (centro) y 4 (derecha) puntos de muestreo respectivamente.

Esta imagen también ilustra una de las consecuencias de usar interpolación: El pie de la copa de la izquierda es reflejado de forma bastante definida y sólo las partes de la copa alejadas del piso se tornan difusas. Mientras que las reflexiones interpoladas a su derecha tienen cierto “nivel base” de desenfoque (debido al suavizado de la interpolación) que hace que aún las partes de la copa más cercanas al piso

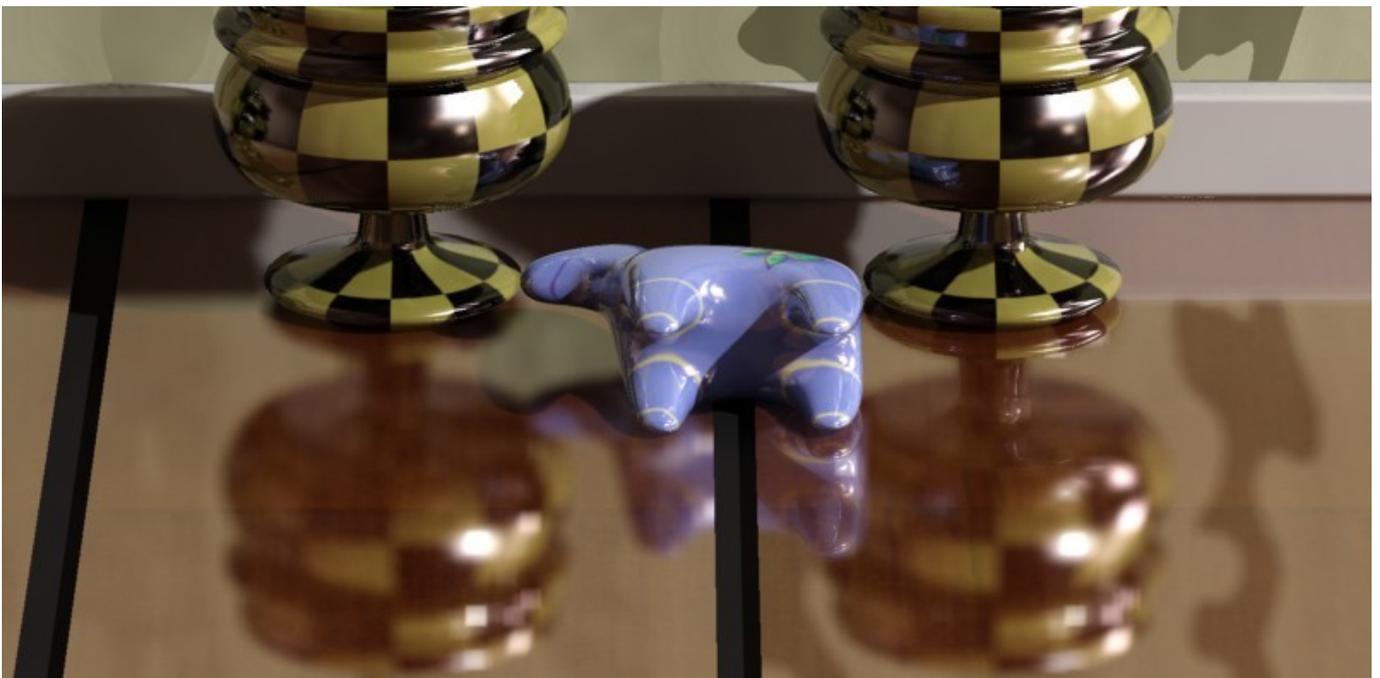
presenten cierto grado de difusión. En la mayor parte de las escenas que contengan reflejos débiles, esta diferencia no será muy notable, pero en otros casos esto puede hacer que, por ejemplo, las patas de una mesa alta parezcan desconectadas de un piso muy reflectivo.

Para corregir esto es que existe el parámetro **Use High Detail Distance**. Éste permite trazar un segundo conjunto de rayos para crear una imagen más “clara” de las superficies dentro de ese radio.



Use High Detail Distance desactivado (izquierda), **High Detail Distance** de 25mm (centro) y de 150mm (derecha)
El piso bajo las tres copas usa interpolación, pero los dos de más a la derecha utilizan diferentes “distancias de detalle”.

Esto también permite utilizar un “truco” interesante: Definir **Reflection > Glossy Samples** a 0, para procesar las reflexiones como si fueran perfectamente espejadas, pero usar la interpolación para introducir un desenfoco a esta reflexión “perfecta” (y quizás usar **Use High Detail Distance** para hacer que las partes cercanas sean menos difusas). Esta es una forma extremadamente rápida de obtener una reflexión difusa.



Use High Detail Distance desactivado (izquierda), activado (derecha)

Los pisos de arriba son procesados con reflexiones perfectas y el desenfoque proviene sólo de la interpolación. Esto es procesado tan rápido (o aun más!) que las reflexiones normales y aún logra una ilusión satisfactoria de reflejo difuso, especialmente al utilizar el parámetro **Use High Detail Distance**, como en la copa de la derecha.

Mapas y sombreadores especiales

El material *mia_material* también soporta las siguientes texturas y sombreadores especiales:

Mapeo de relieve (categorías **Bump** y **Advanced**)

El parámetro **mental ray Bump** acepta un sombreador que perturba las normales para realizar un mapeo de relieve. Este parámetro es usado solamente si el nuevo parámetro **Bump Mode** es 0 (*cero*).

Si **No Diffuse Bump** está *desactivado*, el relieve se aplica a todos los componentes del sombreado (difusión, brillos, reflexiones, refracciones...). Al estar *activado*, el relieve es aplicado a todos los componentes excepto a la difusión. Esto significa que el relieve es visto en los reflejos, brillos, etc. pero el sombreado difuso no muestra ningún relieve. Es como si la superficie del objeto fuera suave, pero estuviera cubierta por una capa de laca con relieve.



No Diffuse Bump desactivado (izquierda) y activado (derecha)

En el *mia_material_x* existen también tres nuevos parámetros relacionados con el mapeo de relieve: dos que aportan información vectorial: **Overall Bump** y **Standard Bump**, y un parámetro **Bump Mode** que define el espacio de coordenadas de esos vectores. Los sombreadores colocados en **Overall Bump** o **Standard Bump** deberían devolver un *vector*, pero también es legal que modifiquen el vector de normales ellos mismos y devuelvan (0,0,0).

Overall Bump define un relieve global que *siempre es aplicado* a los componentes difuso y especular del material, sin tomar en cuenta la opción **No Diffuse Bump**. **Standard Bump** es un equivalente vectorial del antiguo parámetro **mental ray Bump**, ya que es aplicado de forma global cuando **No Diffuse Bump** está *desactivado*, y solamente al componente especular/reflectivo cuando **No Diffuse Bump** se encuentra *activado*. Sin embargo, es importante notar que **Standard Bump** es aplicado “por sobre” el resultado de

Overall Bump.

La forma de uso prevista es colocar el sombreador *mia_roundcorners* en **Overall Bump** y el sombreador normal de relieve en **Standard Bump**. De esta manera, el efecto de "bordes redondeados" se aplicará tanto al componente difuso como al especular, sin perjuicio de lo definido en **No Diffuse Bump**.

El parámetro **Bump Mode** define el espacio de coordenadas de los vectores, y si estos son aditivos o no. Los siguientes valores son permitidos:

- 0: modo compatible. Se utiliza el antiguo parámetro **mental ray Bump** en vez de **Overall Bump** y **Standard Bump**.
- 1: modo "aditivo" en espacio "interno"
- 2: modo "aditivo" en espacio universal
- 3: modo "aditivo" en espacio del objeto
- 4: modo "aditivo" en espacio de cámara
- 5: modo "definir" en espacio "interno"
- 6: modo "definir" en espacio universal
- 7: modo "definir" en espacio del objeto
- 8: modo "definir" en espacio de cámara

Los modos "aditivos" significan que el vector deberá contener una *perturbación de la normal*, esto es, una modificación que es "agregada" a la normal existente. Mientras que el modo "definir" significa que la normal existente es *reemplazada* por el vector suministrado, interpretado en el espacio de coordenadas escogido.

Este nuevo esquema hace al mapeo de relieve del *mia_material_x* compatible con más integraciones de mental ray, así como también permite la aplicación del sombreador de bordes redondeados *mia_roundcorners* aun si el parámetro **No Diffuse Bump** se encuentra activado.

Opacidad de recorte y color adicional (categoría **Advanced**)

El parámetro **Cutout Opacity** es usado para aplicar una textura de opacidad que remueve completamente partes de un objeto. Un ejemplo clásico de esto es mapear una imagen de un árbol sobre un plano y usar la opacidad para recortar las partes del plano donde no se ve el árbol.



Mapa de transparencia (izquierda) y mapa de recorte con **Cutout Opacity** (derecha)

El parámetro **Additional Color** es un lugar donde es posible conectar cualquier sombreador. La salida de este sombreador es simplemente agregada por sobre el sombreado efectuado por el material *mia_material* y puede ser usado tanto para lograr un efecto de “auto iluminación”, como para agregar cualquier tipo de sombreado que uno pudiera desear.

El material también soporta sombreadores estándar de desplazamiento (**displacement**) y de entorno (**environment**). Si no se suministra un entorno (**environment**), se utilizará el entorno global de la cámara.

El nuevo comportamiento de las refracciones agregado en mental ray 3.8

En mental ray 3.8 ha cambiado el comportamiento al llegar al límite de la profundidad de trazado *refractivo*.

Antes de la versión 3.8, al llegar al límite de profundidad de trazado refractivo se devolvía una refracción *negra*. La mayor parte de sombreadores que producen transparencias/vidrios devuelven el entorno, lo cual puede provocar resultados bastante extraños al procesar imágenes de interiores con un entorno exterior extremadamente brillante, o al aparecer áreas brillantes reflejando el cielo en objetos de vidrio guardados dentro de muebles oscuros.

Pero devolver *negro*, tal como se hacía en las versiones anteriores, si bien menos dañino, no era la opción ideal tampoco. No es agradable ver aparecer grandes manchas negras de repente en un juego de vasos. Tener que retocar manualmente la profundidad de trazado es complejo y proclive a errores.

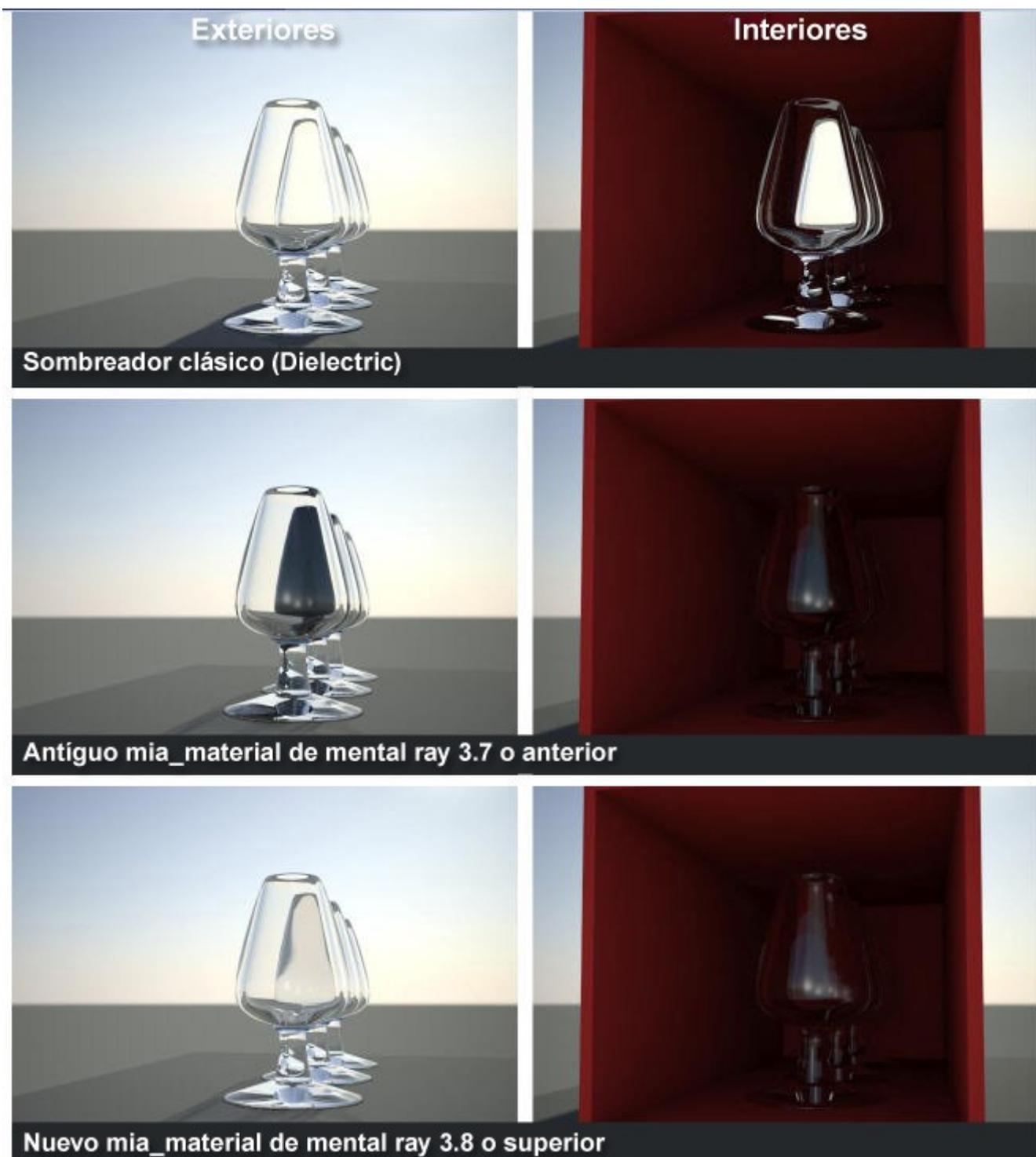
Idealmente, se desea que el vidrio siempre refleje su entorno, sin importar lo que sea, dejando la tarea de decidir qué tan profundo se realizará el trazado al motor de procesamiento.

Los límites de profundidad de trazado como el **Max Trace Depth** existen para prohibir a los rayos rebotar indefinidamente y elevar los tiempos de procesamiento. Pero sólo los rayos que cambian de dirección (como las reflexiones y refracciones) *pueden* llegar a rebotar indefinidamente – los rayos rectos (como los de transparencia) no. Estos rayos finalmente escapan de la escena o impactarán sobre una superficie opaca. El material *mia_material* utiliza importancia de propagación, que automáticamente descartará cualquier rayo cuya contribución al pixel final sea inferior al valor **Cutoff Threshold**.

Por esta razón el *mia_material* en mental ray 3.8 está diseñado para *ignorar* la profundidad de trazado refractivo, y *no* detendrá el trazado de rayos al alcanzar el límite de la profundidad de trazado de rayos de refracción definido en la escena. En vez de eso, cambiará de rayos *refractivos* a rayos de *transparencia*. Como está garantizado que estos rayos escapan del objeto (tal como se mencionaba arriba), siempre devolverán como resultado un color razonable para las refracciones profundas, sea este del cielo o de un objeto opaco cercano.

Este nuevo comportamiento libera al usuario de tener que pensar acerca del límite de trazado de rayos – las refracciones profundas siempre lucirán razonables, aún quizás sin ser técnicamente correctas.

Si el antiguo comportamiento (devolver negro) fuera necesario, bastará con definir **Max Trace Depth** en -1 para restaurarlo. Así, los rayos que lleguen al límite global de trazado de la escena devolverán negro.



El nuevo comportamiento de la profundidad de trazado de rayos

La imagen de arriba muestra en la primera fila el resultado de usar un sombreador clásico – el Dielectric – (que devuelve el entorno y, por tanto, no lucía correctamente en interiores), en la segunda fila se ve el *mia_material* de las versiones anteriores a la 3.8 (que devolvía negro y, por tanto, no lucía correctamente en exteriores) y en la tercera fila el nuevo *mia_material* que, a partir de la versión 3.8, luce correctamente en ambos casos.

Múltiples salidas del *mia_material_x*

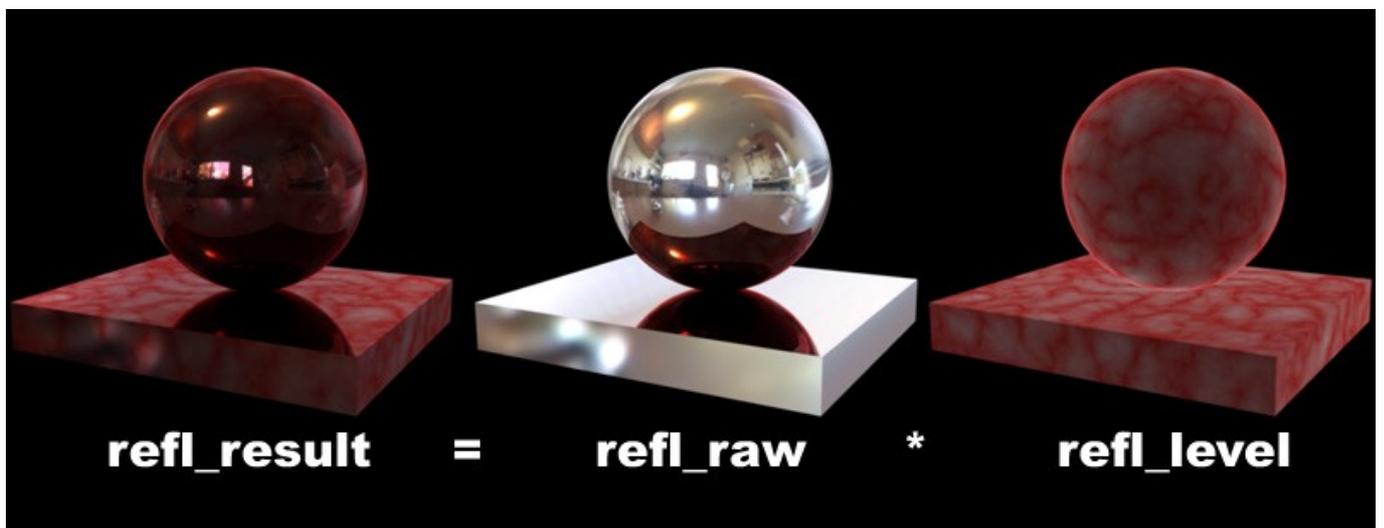
Introducción

Aquí se muestra un listado detallado de las salidas disponibles en el material *mia_material_x*:

La mayoría de ellas siguen un patrón del tipo: `xxx_result`, `xxx_raw` y `xxx_level`. "result" (resultado) es la contribución final, "raw" (crudo) es la contribución cruda no escalada, y "level" (nivel) es el nivel de escala que se aplicará a la contribución cruda para obtener el resultado final. El nivel ("level") esta a menudo relacionado con un parámetro de entrada (o combinaciones de varios de estos), y ha sido modificado respetando la característica de conservación de energía del material.

A menos que se especifique expresamente, se cumple que

`xxx_result = xxx_raw * xxx_level`.



Las diferentes salidas y su relación mútua

Como se puede apreciar las salidas son en cierta medida redundantes; si se deseara simplemente tener los "reflejos actuales" en un canal independiente, se usaría **refl_result**, pero si se deseara tener más control sobre la magnitud de las reflexiones en la post producción, se podría en vez de eso, usar **refl_raw** y **refl_level**, multiplicándolos durante la fase de composición, antes de agregarlos al color final.

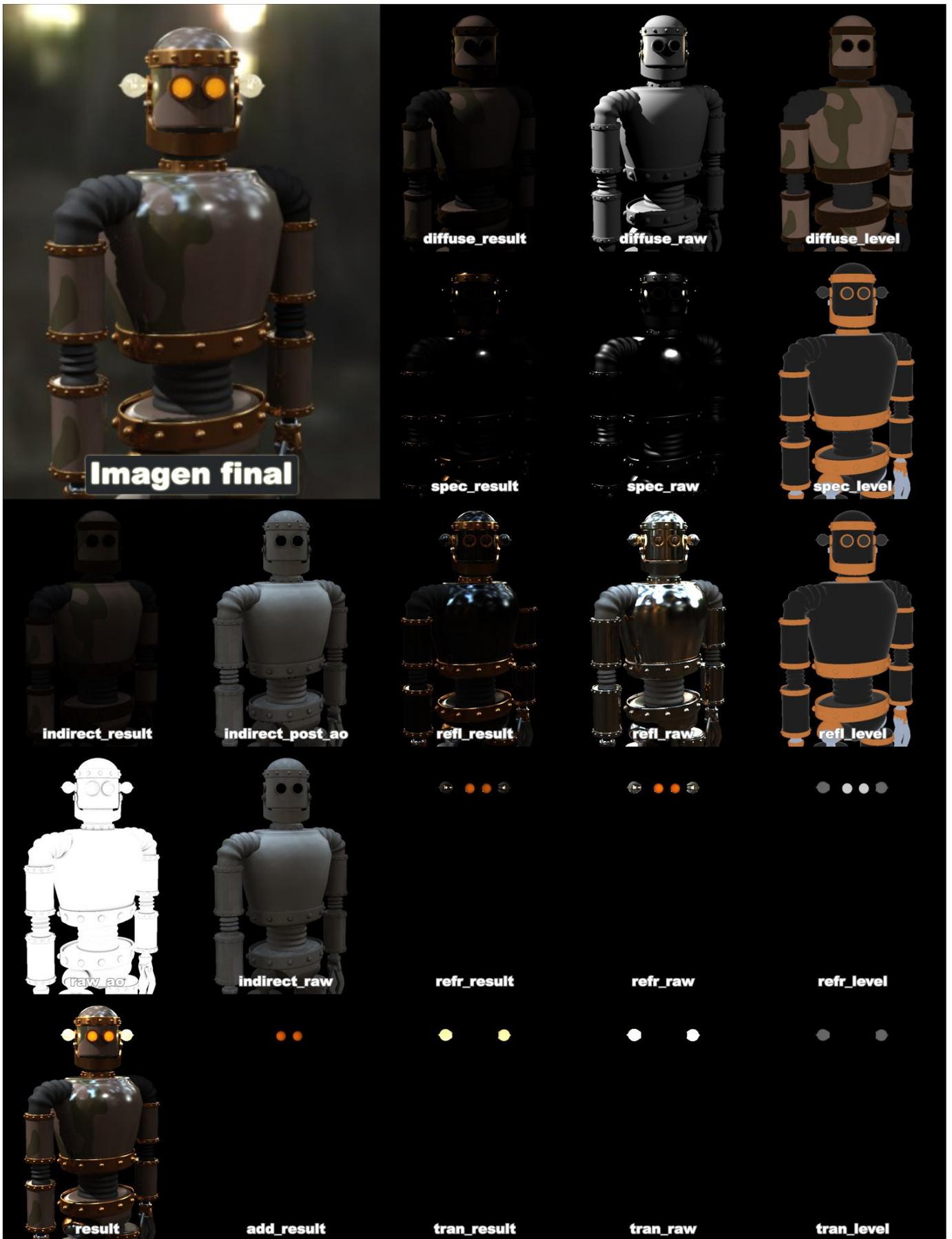
Nótese, sin embargo, que el *mia_material_x* tomará *intencionalmente* pocas muestras de las reflexiones que tengan un bajo nivel de intensidad durante el procesamiento (para ganar velocidad), de manera que debería evitarse la realización de grandes modificaciones al nivel de intensidad de los reflejos durante la fase de post producción.

Listado de todas las salidas

Se generan las siguientes salidas:

- **result** es la salida principal compuesta, también llamada pasada final (o "beauty"). Es idéntica a la salida única presente en el antiguo material *mia_material*. Si el parámetro de "seguridad" **Multiple Outputs** se encuentra desactivado, *ninguna otra salida será generada* ¹³.
- **diffuse_result** es el componente de difusión resultante luego de aplicar la iluminación,

- incluyendo las texturas, **diffuse_raw** es la iluminación difusa en sí misma, sin texturas y **diffuse_level** es el color de la textura de difusión, *ajustado para conservar la energía*.
- **spec_result** es el componente especular resultante, **spec_raw** es el brillo crudo sin atenuar y **spec_level** es el nivel especular, que será idéntico a **refl_level** si el parámetro **Advanced > Specular Balance** es 1.0.
 - **refl_result** es el componente reflectivo resultante, **refl_raw** es la reflexión cruda (a la magnitud especificada), y **refl_level** es el nivel de reflectividad, incluyendo el color de reflexión y el efecto de atenuación de la curva de BRDF (o Fresnel).
 - **refr_result** es el componente refractivo (transparente) resultante, **refr_raw** es la transparencia cruda (a la magnitud especificada), y **refr_level** es el nivel de transparencia, incluyendo el color de transparencia y la atenuación producida por la característica de conservación de energía.
 - **tran_result** es el componente de translucidez resultante, **tran_raw** es la translucidez cruda, y **tran_level** es el nivel de translucidez ajustado para conservar la energía.
 - **indirect_result** es la iluminación indirecta resultante, incluyendo el efecto de oclusión ambiental, multiplicado por el color de difusión, **indirect_raw** es el resultado crudo de `mi_compute_avg_radiance()`, **indirect_post_ao** es la iluminación indirecta afectada por la OA, pero antes de ser multiplicada por el color de difusión, y **ao_raw** es la contribución cruda de la OA.
 - **add_result** es una salida directa del parámetro **Advanced > Additional Color**.
 - **opacity_result** contiene la contribución final del fondo del objeto cuando la textura del parámetro **Advanced > Cutout Opacity** es menor a 1.0. **opacity_raw** contiene el fondo sin ser atenuado por la opacidad. Estas salidas contendrán negro cuando **Cutout Opacity** sea 1.0, ya que en ese caso no se dispara ningún rayo de transparencia! La salida **opacity** contiene la opacidad en sí misma. Debe prestarse atención, ya que cuando **Cutout Opacity** es cero, *el material no realiza ningún sombreado* y por tanto *ninguna* de las otras salidas contendrá información!



Un ejemplo de las salidas

Composición adecuada

Debido a la redundancia de las salidas disponibles, existen varias formas de componerlas para alcanzar el mismo resultado de la salida **result**. Aquí se presentan dos métodos de composición en forma de ecuación.

Primero veremos la variante "simple", que es simplemente la suma de las varias salidas **result**. Esta versión sólo permite realizar ajustes menores al balance de los materiales durante la post producción.

Pero tiene la ventaja de no necesitar tantos archivos, así como de funcionar razonablemente bien en composiciones con una baja profundidad de color (8 o 16 bits con enteros).

$$\text{Final} = \text{diffuse_result} + \text{indirect_result} + \text{spec_result} + \\ \text{refl_result} + \text{refr_result} + \text{tran_result} + \\ \text{add_result}$$

Luego, también vemos la variante más "compleja", que utiliza las distintas salidas *raw* (cruda) y *level* (nivel), lo cual permite mucho más control en la post producción.

Nótese que las salidas crudas (*raw*) deben ser almacenadas y compuestas en formato de punto flotante (32 bits) para mantener su alto rango dinámico. Las salidas de nivel (*level*) siempre permanecen en un rango entre 0.0 y 1.0, por lo que no necesitan ser almacenadas en formato de punto flotante.

$$\text{Final} = \text{diffuse_level} * (\text{diffuse_raw} + (\text{indirect_raw} * \text{ao_raw})) + \\ \text{spec_level} * \text{spec_raw} + \\ \text{refl_level} * \text{refl_raw} + \\ \text{refr_level} * \text{refr_raw} + \\ \text{tran_level} * \text{tran_raw} + \\ \text{add_result}$$

Nótese también que esta ecuación contiene multiplicaciones y que posponer esas multiplicaciones hasta una fase del proceso de cálculo posterior a la unificación de las *muestras* en *píxeles* presenta limitaciones matemáticas fundamentales, que pueden tornarse visibles en forma de imprecisiones en los bordes de los objetos o en partes de la imagen que contengan un alfa (opacidad) menor a 1.0.

Ninguno de estos problemas existe cuando el cálculo matemático es realizado sobre las propias muestras (al derivar estas salidas a otras partes del árbol de sombreado y realizar allí mismo estos cálculos).

Consejos y trucos

Desempeño del Final Gathering

El algoritmo del Final Gathering en mental ray 3.5 ha sido enormemente mejorado con respecto a las versiones anteriores, especialmente en su capacidad de *adaptación*. Esto significa que ahora es posible usar cantidades mucho menores de rayos y densidades mucho menores que en las versiones previas de mental ray.

Muchas imágenes podrán ser procesadas con ajustes tan extremos como 50 rayos y una densidad de 0.1 – si esto causara defectos de "suavizado excesivo", es posible utilizar la OA incorporada (ver página [Oclusión ambiental](#)) para corregir estos problemas.

Al usar Final Gathering en conjunto con GI (fotones), asegurarse de que la solución de fotones sea bastante "suave" generando primero una imagen con el Final Gathering deshabilitado. Si la solución de fotones es ruidosa, aumentar el radio de búsqueda de los fotones hasta que el ruido "ceda", y luego volver a habilitar el Final Gathering.

Guía rápida para lograr algunos materiales comunes

Aquí se presentan algunas reglas rápidas para crear varios materiales. Todas asumen que se parte del material con sus valores predefinidos.

Fórmulas generales para obtener madera y pisos lustrosos, etc.

Este es la clase de material "híbrido" con el que es frecuente encontrarse en muchas imágenes de arquitectura; madera laqueada, linóleo, etc.

Para estos materiales el parámetro **Use Fresnel Reflections** debería estar *desactivado* (para poder definir una curva personalizada de BRDF). Comenzar con un **0 Degree Reflection** de 0.2 y un **90 Degree Reflection** de 1.0 y aplicar alguna textura apropiada al parámetro **Diffuse > Color**. Definir **Reflectivity** entre 0.5 y 0.8.

¿Qué tan lustroso es el material? Son sus reflexiones muy definidas o muy difusas? ¿Son intensas o débiles?

- Para obtener reflejos *intensos*, mantener **Glossiness** en 1.0
- Para reflejos *intensos* pero *ligeramente* difusos, bajar un poco el valor de **Glossiness**. Si el desempeño se torna un problema, intentar usar **Interpolation > Interpolate Reflection**.
- Para reflejos *ligeramente* difusos pero *débiles*, usualmente se puede "mentir" usando un valor bajo de **Glossiness** (para obtener brillos anchos) pero definir el valor **Glossy Samples** en 0. Esto disparará sólo un rayo para las reflexiones – pero al ser éstas muy débiles, esto será muy difícil de apreciar.
- Para superficies con una difusión *media*, definir un valor aún más bajo de **Glossiness** y tal vez incrementar el valor **Glossy Samples**. Otra vez, para un mejor desempeño se puede intentar usar **Interpolation > Interpolate Reflection**.

- Para superficies *extremadamente* difusas o con reflexiones muy débiles, intentar usar el modo **Highlights Only**.

Un piso típico de madera podría usar un **Glossiness** de 0.5, **Glossy Samples** de 16, un **Reflectivity** de 0.75, una agradable textura de madera para el canal **Diffuse > Color**, tal vez un ligero mapa de relieve (intentar con la opción **No Diffuse Bump** cuando el relieve deba aparecer sólo en la capa de laca o barniz).

Un revestimiento de linóleo podría utilizar lo mismo pero con una textura y mapa de relieve distintos y probablemente con valores un poco menores de **Reflectivity** y **Glossiness**.

Cerámica

Los materiales cerámicos son *vidriados* (cubiertos con una fina capa de material transparente). Siguen en reglas siendo similares a los materiales descritos arriba, pero se les debería activar la opción **Use Fresnel Reflections**, definir su **Index of Refraction** en cerca de 1.4 y su **Reflectivity** en 1.0.

El **Diffuse > Color** debería ser definido por un color o textura apropiada (p. ej.: blanco para azulejos blancos en un baño).

Materiales de piedra

La piedra suele ser un material mayormente mate, o con reflexiones tan desenfocadas que son casi absolutamente difusas. El carácter "empolvado" de la piedra es simulado por medio del parámetro **Diffuse > Roughness** - usar 0.5 como punto de partida. Piedras de naturaleza porosa como los ladrillos deberían tener un valor aún más alto.

La piedra debería tener un valor muy bajo de **Glossiness** (menor a 0.25) y debería ser posible usar la opción **Highlights Only** con éxito para obtener un mejor desempeño. Usar una textura agradable de piedra para **Diffuse > Color**, alguna clase de mapa de relieve (bump) y quizás un mapa que varíe el valor **Glossiness**.

La reflectividad (**Reflectivity**) debería estar alrededor de 0.5-0.6 con **Use Fresnel Reflections** desactivado y un **0 Degree Reflection** de 0.2 y un **90 Degree Reflection** de 1.0

Vidrio

El vidrio es un material dieléctrico, de manera que la opción **Use Fresnel Reflections** definitivamente debería estar *activada*. El IOR del vidrio es de alrededor de 1.5. Definir el parámetro **Diffuse > Weight** a 0.0, **Reflectivity** a 1.0 y **Transparency** a 1.0. Esto será suficiente para crear un vidrio básico con refracciones completamente limpias.

Si este vidrio fuera a ser usado en una ventana, *activar* **Thin Walled**. Si fuera un bloque sólido de vidrio, entonces *desactivar* **Thin Walled** y considerar si se necesitarán cáusticas o no y definir la opción **Advanced Refraction > Refractive Caustic** de forma correspondiente.

¿El vidrio es esmerilado? Definir **Refraction > Glossiness** a un valor apropiado. Retocar **Glossy Samples** hasta lograr una buena calidad o usar **Interpolation > Interpolate Refraction** para un mejor desempeño.

Vidrio coloreado

Para obtener una apariencia de vidrio claro la sección anterior logra el cometido. Pero para obtener un vidrio *coloreado* la historia es un poco diferente.

Muchos sombreadores definen la transparencia en la propia *superficie* del vidrio. Y eso es, de hecho, lo que sucede al definir cierto valor para **Refraction > Color**, p.ej.: azul. Al crear vidrio con la opción **Thin Walled** *activada* esto funciona perfectamente. Pero para objetos de vidrio sólido no se logra de esa manera una representación precisa de la realidad.

Estudiar el siguiente ejemplo. Ahí se muestran dos bloques de vidrio de tamaño muy distinto, una esfera con un hueco esférico dentro¹⁴ y un caballo de vidrio.



Con un **Refraction > Color** azul: Vidrio con cambios de color en su superficie

Los problemas son evidentes:

- Los dos bloques de vidrio tienen espesores completamente distintos, pero aún así presentan el mismo exacto nivel de azul.
- La esfera interna es *más oscura* que la de afuera.

¿Por qué sucede esto?

Considerar un rayo que penetra en un objeto de vidrio. Si el color se encontrara "en su superficie", el rayo se colorearía en cierta medida al ingresar al objeto, mantendría ese color mientras viaja a través del objeto y recibiría luego una segunda coloración (atenuándolo) al escapar del objeto:

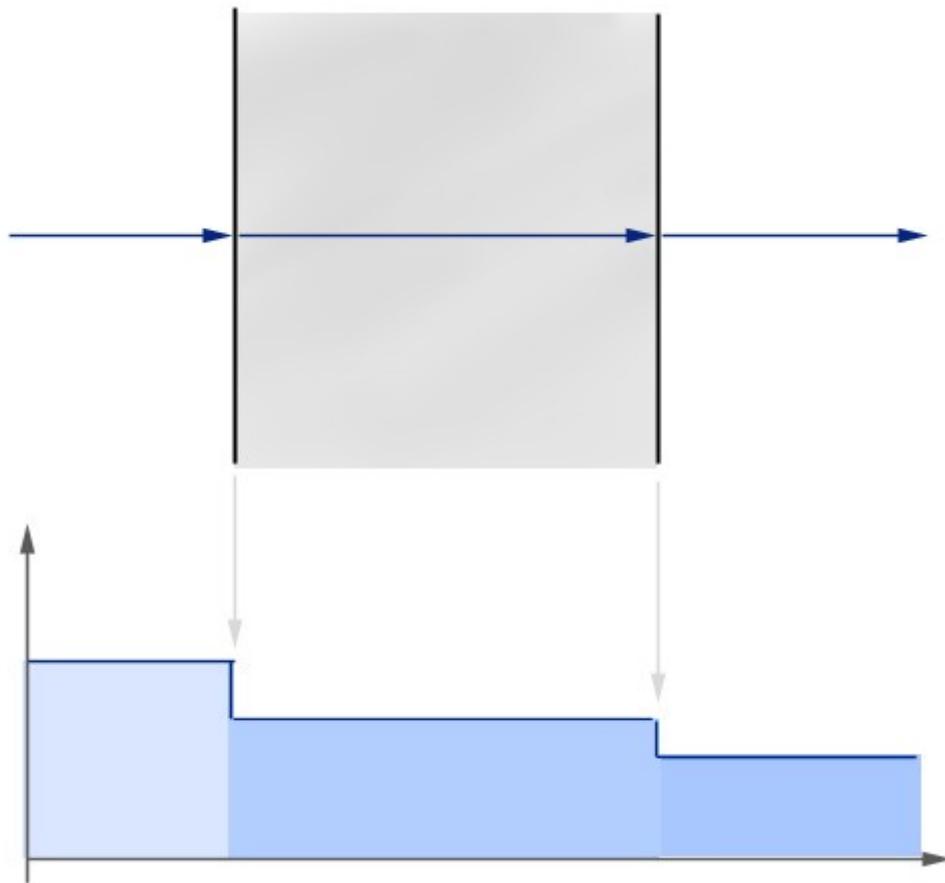
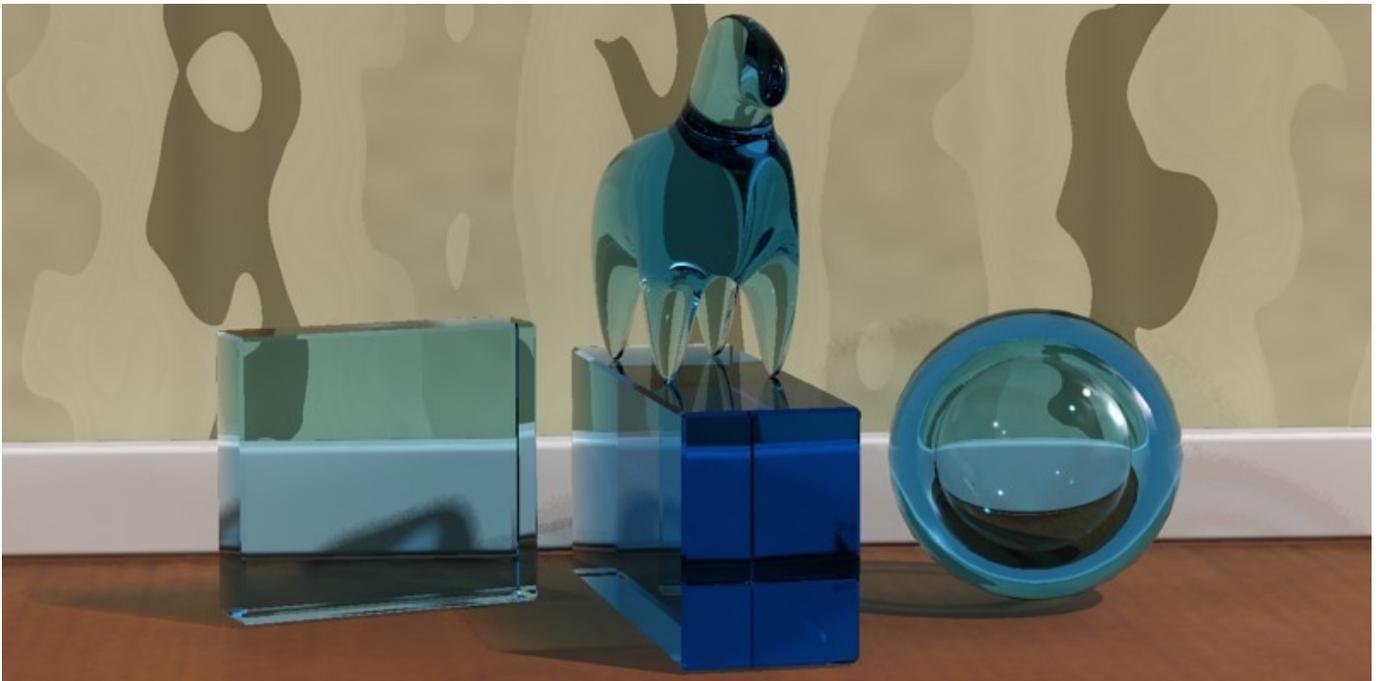


Diagrama de un vidrio con cambios de color en su superficie

En la ilustración de arriba el rayo penetra desde la izquierda y en la superficie de contacto disminuye su nivel tornándose ligeramente más oscuro (la gráfica inferior ilustra de forma esquemática este nivel). Retiene este color mientras viaja a través del medio y su nivel desciende nuevamente al escapar de la superficie.

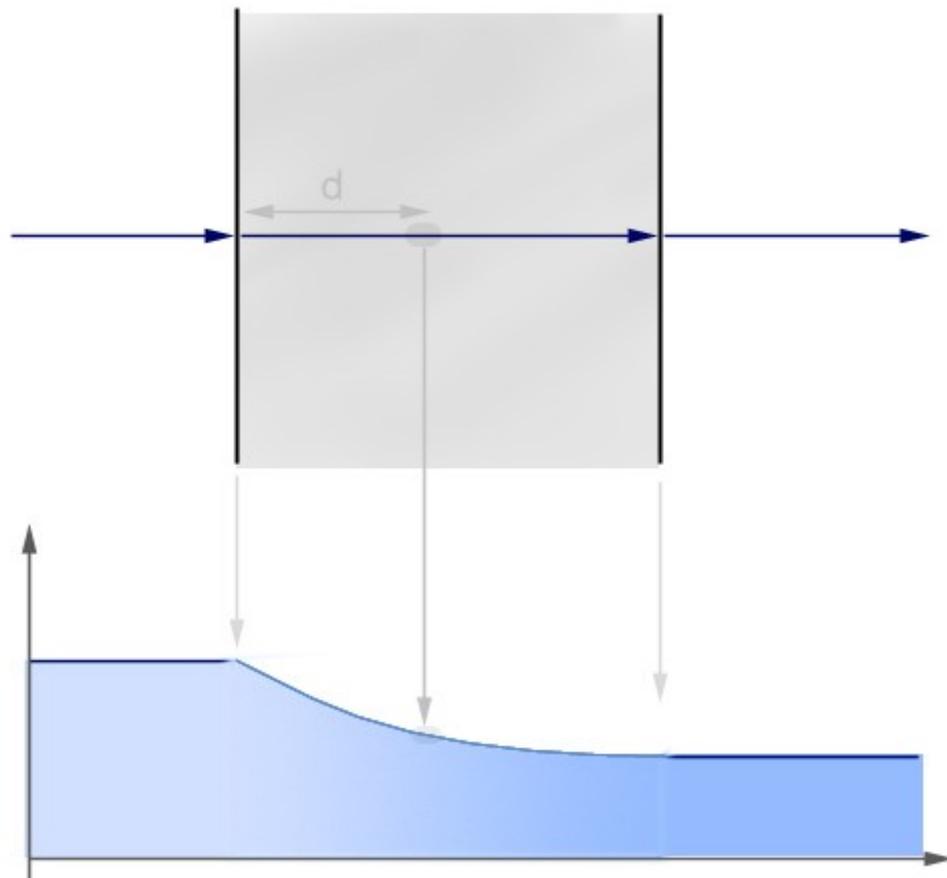
Para objetos simples de vidrio, esto puede ser suficiente. Para cualquier vidrio que utilice la opción **Thin Walled** este es por definición el procedimiento correcto, pero para cualquier sólido complejo no lo es. Es *especialmente* incorrecto para representar espacios vacíos dentro del vidrio (como en nuestro ejemplo de la esfera) porque los rayos de luz tienen que viajar a través de cuatro superficies en vez de dos (obteniendo dos fases extra de "atenuación en la superficie")

En el vidrio coloreado real, la luz viaja *a través* del medio y es atenuada "en el trayecto". En el material *mia_material* esto se logra activando la opción **Advanced Refraction > Use Max Distance**, usando **Advanced Refraction > Use Color At Max Distance** y definiendo el **Refraction > Color** como blanco. Este es el resultado:



Vidrio con cambios de color a lo largo de su interior

El resultado de arriba es claramente mucho más satisfactorio; el bloque de vidrio grueso es de un azul mucho más intenso que el fino y la esfera hueca ahora luce correcta. En forma de diagrama esto se representaría como sigue:



$d = \text{Max Distance}$ donde la atenuación es el $\text{Color At Max Distance}$

El rayo ingresa al medio y durante todo su viaje va siendo atenuado progresivamente. La magnitud de la atenuación es tal que precisamente a la distancia definida por $\text{Advanced Refraction} > \text{Max Distance}$ (d)

en la figura) la atenuación alcanza el color **Color At Max Distance** (esto es, a esa profundidad la atenuación es la misma que la que era recibida de forma inmediata en la superficie, en el caso anterior). La atenuación es exponencial, de forma que al doble de la distancia **Max Distance** el efecto es el de **Color At Max Distance** al cuadrado, y así sucesivamente.

Existe una contra menos, sin embargo:

Para procesar correctamente las *sombras* de un material que utilice este método, se deben usar cáusticas o asegurarse de que se encuentre activo el método "Segment" de cálculo de sombras en las opciones globales de *mental ray*.

Usar cáusticas naturalmente brinda las sombras con un aspecto más realista (la imagen de arriba no fue procesada con cáusticas), pero eso requerirá que se activen los fotones de cáusticas en las opciones de *mental ray* y que exista al menos una fuente de luz física que dispare fotones de cáusticas.

Por otra parte, el método de cálculo de sombras "Segment" de *mental ray* tiene un desempeño un poco más lento que el modo "Simple", activo de forma predefinida. Pero si no es utilizado la intensidad de la sombra no tomará en cuenta de forma apropiada la atenuación de la luz a través del medio¹⁵.

Agua y líquidos

El agua, como el vidrio, es un material *dieléctrico* con un IOR de 1.33. Por lo que los mismos principios que para el vidrio (arriba), se aplican para los cuerpos sólidos de agua que realmente necesiten refractar su entorno... por ejemplo agua fluyendo de un grifo. Las bebidas coloreadas seguirían los mismos principios que el vidrio coloreado, etc.



Vino y agua

Para crear una bebida en un contenedor como en la imagen de arriba, es importante entender cómo trata a la refracción el material *mia_material* a través de múltiples superficies, comparado con el comportamiento de esto mismo en "el mundo real".

Lo que es importante para la refracción es cómo se pasa de un medio, a otro medio con distinto índice de refracción (IOR). Tal transición es conocida como *interfaz*.

Para recrear limonada en un vaso, imaginar un rayo de luz que viaja a través del aire (IOR = 1.0) y entra en el vaso, éste es refractado por el IOR del vidrio (1.5). Luego de viajar a través del vidrio, el rayo deja el vaso e ingresa al líquido, esto es, atraviesa una *interfaz* desde un medio de IOR 1.5 a otro de IOR 1.33.

Una forma de modelar esto en el mundo virtual es construir el vaso como una superficie cerrada independiente, con las normales apuntando hacia el interior del vaso y un IOR de 1.5, y luego una segunda superficie para la bebida, con las normales apuntando hacia adentro y un IOR de 1.33, dejando un pequeño "hueco de aire" entre el contenedor y el líquido.

Si bien "funciona", existe un problema con este método: Cuando la luz pasa desde un medio con un IOR mayor a uno con un IOR menor existe la posibilidad de que se produzca un efecto conocido como "Reflexión interna total" (RIT). Este es el efecto que se puede apreciar cuando una persona sumergida en una piscina mira hacia arriba – los objetos que están por encima de la superficie sólo pueden ser vistos en un pequeño círculo directamente hacia arriba, fuera de esto sólo se puede apreciar el reflejo de las cosas que se encuentran debajo del agua. Cuanto mayor sea la diferencia entre los IORs de los dos medios, mayor será la posibilidad de que se produzca la RIT.

De manera que en nuestro ejemplo, a medida que el rayo pasa desde el vidrio (IOR=1.5) al aire, existe una gran posibilidad de RIT. Pero en la *realidad* el rayo pasaría de un medio con IOR=1.5 a uno con IOR=1.33, lo que representa un paso mucho menor y una menor posibilidad de RIT. Esto luciría diferente:



Refracción correcta (izquierda) contra el método del "hueco de aire" (derecha)

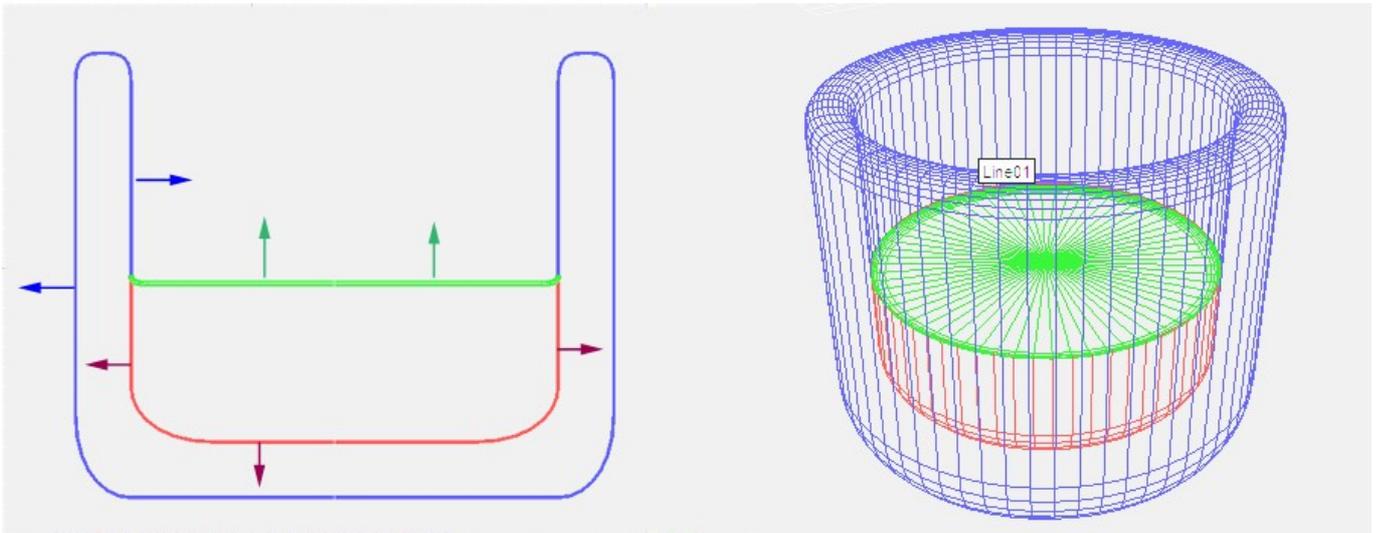
El resultado de la izquierda es el correcto, pero ¿cómo se obtiene?

La solución al problema es re considerar el modelado, no pensar en términos de medios, sino en términos de *interfaces*. En nuestro ejemplo tenemos tres interfaces distintas, donde deberíamos considerar el IOR como el cociente entre los IOR's de los medios exterior e interior:

- Interfaz "Aire-Vidrio" ($\text{IOR} = 1.5/1.0 = 1.5$)
- Interfaz "Aire-Líquido" ($\text{IOR} = 1.33/1.0 = 1.33$)
- Interfaz "Vidrio-Líquido" ($\text{IOR} = 1.33/1.5 = 0.8$)

Es evidente que en el caso más común de una interfaz con el aire, el IOR a usar es el IOR del otro medio (ya que el IOR del aire es 1.0), mientras que en una *interfaz* entre dos diferentes medios la situación es diferente.

Para modelar correctamente este escenario, necesitaremos entonces tres superficies, cada una con un material *mia_material* distinto aplicado:



Las tres *interfases* para representar un líquido en un vaso

- La superficie aire-vidrio (azul), con sus normales apuntando hacia *afuera* del vaso, cubriendo el área donde el aire está en contacto con el vidrio, con un IOR de 1.5
- La superficie aire-líquido (verde), con sus normales apuntando hacia *afuera* del líquido, cubriendo el área donde al aire está en contacto con el líquido, con un IOR de 1.33
- La superficie vidrio-líquido (rojo), con sus normales apuntando hacia *afuera* del líquido, cubriendo el área donde el vidrio está en contacto con el líquido, con un IOR de 0.8

Al definir una distancia **Advanced Refraction > Max Distance** y un color **Color At Max Distance** apropiados para los dos materiales correspondientes al líquido (si se trata de un líquido coloreado), la imagen de la izquierda en la comparación de más arriba es el resultado obtenido.

Superficies de océano y agua

Una *superficie* de agua es un caso un poco distinto que el de un líquido visiblemente transparente.

El océano no es azul – es *reflectivo*. No mucha de la luz que penetra bajo la superficie del océano va a alguna parte de interesante. Un poco de ella es dispersada de vuelta hacia la superficie, realizando una pequeña pero muy literal "dispersión sub superficial".

Para lograr una superficie oceánica con el *mia_material* realizar los siguientes pasos:

Definir **Diffuse > Weight** a 0.0, **Reflectivity** a 1.0 y **Transparency** a 0.0 (efectivamente, no usaremos refracción alguna!).

Definir el **Index of Refraction** a 1.33 y *activar* **Use Fresnel Reflections**. Aplicar algún sombreador con ondas que sea interesante al relieve (**Bump > Standard Bump**) y básicamente ya estará hecho el trabajo!

Este océano *sólo* tiene reflexiones gobernadas por el IOR. Pero puede funcionar bien – vale la pena intentar. Simplemente hay que asegurarse de que exista algo que reflejar! Agregar un mapa de cielo, objetos o simplemente un gradiente de fondo. Debe haber *algo* o quedará completamente negro.



El océano no es azul – el cielo sí lo es

Para una apariencia más "tropical", intentar definir el **Diffuse > Color** a algo ligeramente verdoso/azulado, definir **Diffuse > Weight** a un valor bastante bajo (0.1) y activar la opción **Bump > No Diffuse Bump**.

Ahora tendremos un "color base" en el agua que emula la leve dispersión que ocurre en el océano a nivel superficial.



Disfrute el trópico

Metales

Los metales son muy reflectivos, lo que significa que necesitan algo que reflejar. Los metales con una mejor apariencia se logran al disponer de un entorno verdaderamente HDRI, tanto sea de una foto HDRI panorámica esférica¹⁶ o de algo como el cielo físico de *mental ray*.

Para lograr un cromo clásico, *desactivar* **Use Fresnel Reflections**, definir **Reflectivity** a 1.0, **0 Degree Reflection** a 0.9 y **90 Degree Reflection** a 1.0. Definir el **Diffuse > Color** como blanco y activar la opción **Reflection > Metal Material**.

Esto crea un material casi completamente reflectivo. Retocar el parámetro **Glossiness** para explorar varios niveles de reflexiones difusas a gusto. También considerar usar el efecto de "bordes redondeados", que tiende a funcionar muy bien en objetos metálicos.

Los metales también influyen el *color* de sus reflexiones. Como se habilitó **Metal Material** esto ya está sucediendo; definir el **Diffuse > Color** a "dorado" para crear oro.

Intentar con varios niveles de **Glossiness** (con la ayuda de **Interpolation > Interpolate Reflection** para un mejor desempeño, si es necesario).

También es posible cambiar la reflectividad (**Reflectivity**) la cual tiene un significado ligeramente distinto al estar *activo* **Metal Material**; mezcla entre las reflexiones (coloreadas por la difusión) y el sombreado normal de difusión. Esto permite lograr una "mezcla" entre las reflexiones y el sombreado difuso, ambos gobernados por el mismo color. Por ejemplo, un material de aluminio necesitaría incorporar un poco de difusión a la mezcla, mientras que el cromo no.



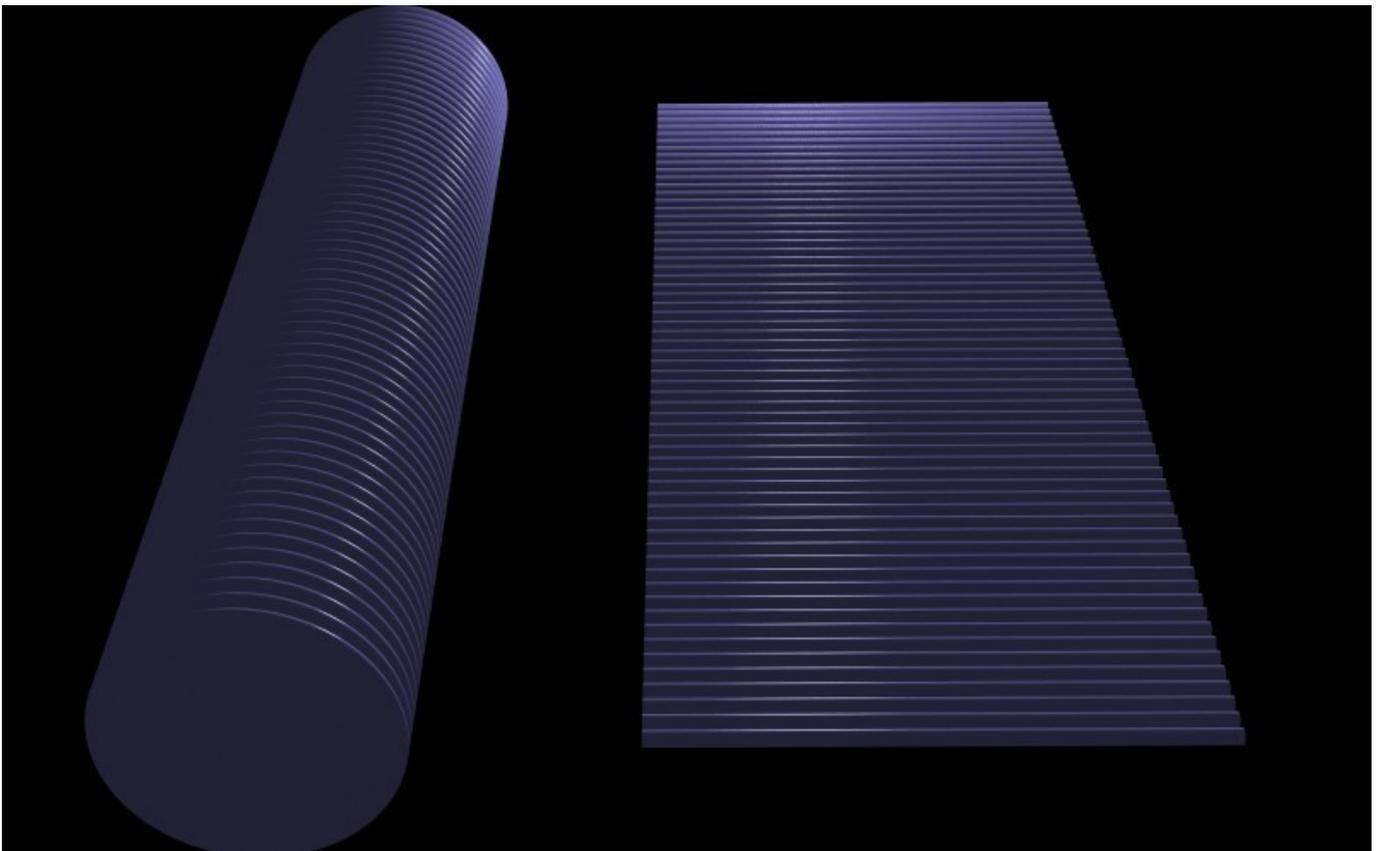
Oro, plata y cobre, quizás?

Metales cepillados

Los metales cepillados representan un caso especial de metal. En algunos casos, crear un metal cepillado sólo implica bajar **Glossiness** a un nivel donde se cree una reflexión "muy difusa". Esto será suficiente si la dirección del cepillado es aleatoria o las marcas del cepillado son muy pequeñas como para ser vistas, aun como un efecto adicional.

Para materiales en donde hay una clara *dirección de cepillado* y/o donde los mismos trazos del cepillo son *visibles*, crear una apariencia convincente es un proceso un poco más largo.

Los pequeños surcos de un metal cepillado trabajan en conjunto para crear reflexiones *anisótropas*. Esto puede ser ilustrado por el siguiente esquema, que simula los surcos del cepillado modelándolos con varios cilindros pequeños, sombreados con un sencillo sombreador de tipo Phong:



Varios cilindros pequeños adyacentes

Como se puede apreciar, el brillo especular de cada cilindro funciona en conjunto para crear un efecto final de *brillo anisotrópico*.

Nótese también que el brillo no es continuo, se encuentra en realidad roto en pequeños segmentos adyacentes. Por lo tanto, las principales pistas visuales de que un material es "metal cepillado" son:

- Brillos anisótropos que se estiran en dirección *perpendicular* a la dirección del cepillado.
- Un brillo discontinuo con "quebres" en la dirección del cepillado.

Muchos intentos de simular metales cepillados se centran sólo en simular el primer efecto, la anisotropía. Otro error clave es pensar que los brillos se estiran *en la dirección* del cepillado. Ambos resultados serán incorrectos.

Entonces, para simular metales cepillados, se necesitará simular ambas pistas visuales. La primera es sencilla; se usarán los parámetros **Anisotropy** y **Anisotropy > Rotation** para crear los brillos anisótropos. Lo segundo puede ser logrado de varias formas distintas:

- Con un mapa de relieve (**Bump > Standard Bump**)
- Con un mapa que varíe la anisotropía (**Anisotropy**) o **Glossiness**
- Con un mapa que varíe el **Reflection > Color**

Cada uno tiene ventajas y desventajas, pero el que se intentará aquí es el último de ellos. La razón para escoger este método es que funciona bien en conjunto con la interpolación.

1. Crear una textura para la "veta del cepillado". Hay varias formas de hacer esto: pintando una imagen en un programa de pintura o usando una textura de "ruido" (Noise) fuertemente estirada en una dirección.
2. El mapa debería variar entre un gris medio y blanco. Aplicar este mapa al **Reflection > Color** con una escala apropiada para representar el cepillado.
3. Definir **Diffuse > Color** a blanco (o el color que tenga el metal) pero definir **Diffuse > Weight** a 0.0 (o un valor pequeño).
4. Asegurarse de que **Reflection > Metal Material** esté habilitado.
5. Definir **Glossiness** a 0.75.
6. Definir **Anisotropy** a 0.1 o similar. Usar **Anisotropy > Rotation** para alinear el brillo apropiadamente con la textura. Si fuera necesario usar el parámetro **Anisotropy > Channel** para basar la rotación en el mismo espacio que la textura.



Metal cepillado

Notas al pié

1

Bidirectional Reflectance Distribution Function (Función Bidireccional de Distribución de Reflectancia)

2

También conocido como espacio de color "sRGB".

3

El recorte crudo (raw) en espacio de color sRGB es muy desagradable a la vista, especialmente cuando un canal de color se ve recortado antes que los otros. El mapeo de tonos generalmente resuelve esto "recortando suavemente" en un espacio de color más apropiado que el sRGB.

4

La primera ley de la termodinámica es que nadie habla de la termodinámica ;)

5

Como el sombreador individual *mib_amb_occlusion* de mental ray.

6

Ver página [Conservación de la energía](#).

7

El número resultante es adaptativo y depende de la reflectividad, importancia del rayo y varios otros factores.

8

La técnica funciona mejor sobre superficies planas.

9

Si Final Gathering no está activado, este modo simplemente muestra los brillos y no intenta realizar ninguna emulación de reflexiones.

10

Nótese que derivar la anisotropía del espacio de una textura sólo creará un espacio por triángulo y puede causar costuras visibles entre los triángulos.

11

A veces se tiende a usar la OA como un multiplicador general de *toda* la iluminación difusa. Esto tiene la contra de afectar con "sombras de OA" aun a las áreas brillantes iluminadas *directamente*, lo cual puede lucir mal. Este uso no esta cubierto por la OA incorporada en el material, ya que puede ser fácilmente alcanzado simplemente aplicando el sombreador *mib_amb_occlusion* al color de difusión del material y colocando el color original del material en el parámetro **Bright** de dicho sombreador.

12

Naturalmente esto no se aplica al modo **Metal Material**, ya que éste no refleja nada.

13

Para soportar más fácilmente al *mia_material_x* en fenómenos y otros sitios en donde el *mia_material* era usado anteriormente, existe el parámetro **Multiple Outputs**. Si se encuentra desactivado, no devuelve ninguna otra salida que no sea el resultado final (**result**), dejando al resto de las salidas sin modificación y por tanto sin definir. Esto también lo hace seguro al conectar el *mia_material_x* a parámetros de tipo "sombreador" que sólo esperan encontrar un único valor de color.

14

Creado mediante la inserción de una segunda esfera, con sus normales invertidas, dentro de la esfera exterior. Recordar invertir las normales de superficies de este tipo, de lo contrario no se procesarán correctamente!

15

Pero aún podría potencialmente lucir "agradable".

16

Muchas imágenes HDRI se encuentran disponibles en línea.