

Perspectivas por computadora, iluminación y texturizado

Rodolfo Raya Ramírez*

En el mundo infográfico digital actual es común encontrar en diversos lugares, perspectivas (u otros objetos en tres dimensiones) hechas con computadora de una representación que simula la realidad de un modo tan exacto, que a veces resulta imposible diferenciarlas de una fotografía. Dichas perspectivas también llamadas hiper-realistas son el resultado de un complejo proceso de renderizado conocido como iluminación global.

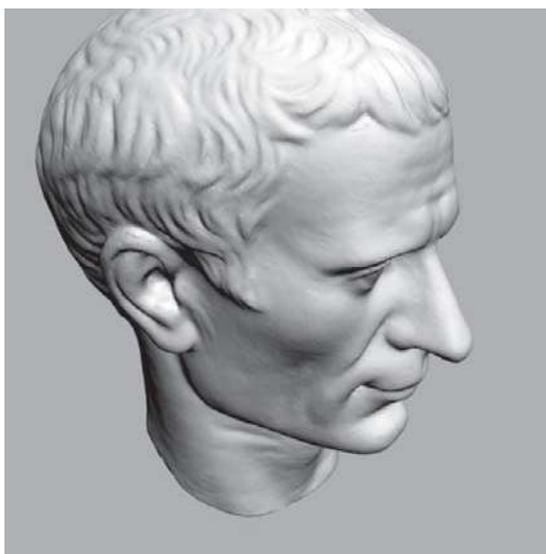


Imagen renderizada con la técnica *scan-line*.

Los sistemas o programas computacionales basados en CAD (dibujo asistido por computadora) han ayudado a ingenieros y arquitectos desde hace más de veinte años. Dichos sistemas se caracterizan por permitir representar dibujos complejos dentro de un espacio virtual en el monitor de una computadora con la posibilidad de poderse plasmar posteriormente en una superficie física como el papel. Si realizáramos de forma tradicional (con lápices y escuadras) alguno de estos dibujos, utilizaríamos alrededor de cinco veces más el tiempo de lo que le lleva hacerlo a uno de esos sistemas digitales.

Además del dibujo en dos dimensiones, una de las innovaciones de los programas CAD es la posibilidad de representar un objeto en tres dimensiones a partir de dos ellas (proceso llamado comúnmente extrusión). Así, un objeto en tres dimensiones puede ser visto desde todos sus ángulos sin necesidad de construirse en la vida real (maqueta), lo que ahorra tiempo y materiales; además de que un objeto "modelado" con esta técnica resulta de una exactitud inmejorable.

La iluminación de objetos en tres dimensiones

Para visualizar un objeto tridimensional en un espacio virtual, el programa CAD debe, necesariamente, utilizar un sistema donde la iluminación incida en cada cara del objeto al momento que éste es

*Egresado de la ESIA Tecamachalco.
arquitecto@rodolfoforaya.com

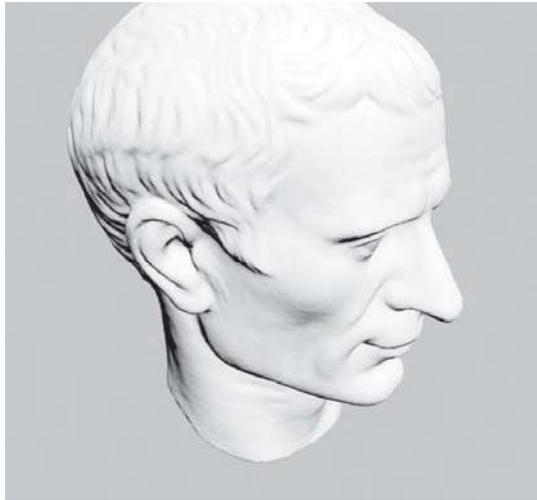


Imagen renderizada con la técnica de radiosidad.

rotado y visualizado; de otro modo estaríamos viendo un cuerpo opaco (sin luz ni sombras). Este sistema llamado proceso de renderizado se basa en algoritmos matemáticos que calculan la interacción de un objeto con la luz dentro de dicho espacio. Entender y explicar este proceso matemático es muy complejo.

El algoritmo que más se utilizó en un inicio es conocido como *scan-line* y permite visualizar un objeto con áreas de luz y sombra aunque de forma muy primitiva. *Scan-line* se puede ver en algunos programas como *AutoCAD* o *3dsMax* al momento de ordenar la función render.

Otra técnica utilizada para lograr un mayor realismo al representar un objeto tridimensional es llamada radiosidad. La radiosidad utiliza un algoritmo conocido como *Quasi Monte Carlo* que calcula de forma aleatoria el rebote de los fotones

provenientes de una fuente luminosa en cada superficie dentro de una escena (una escena implica los objetos y el entorno o espacio), de esta forma se obtienen sombras más suaves y el objeto luce un poco más "real".

La iluminación global

Pero la técnica más popular en la actualidad, aquella que permite representar un objeto con un realismo jamás logrado anteriormente con otros algoritmos en otros sistemas computacionales, se llama iluminación global (GI por sus siglas en inglés: *global illumination*).

La iluminación global utiliza como principio básico la radiosidad, pero incorpora además otros algoritmos matemáticos que son válidos inclusive en el mundo físico y que complementan este complejo cálculo permitiendo obtener el tan codiciado híper-realismo en la iluminación de una escena.

Cómo funciona

Imaginemos la escena de las imágenes anteriores (la cabeza del emperador Julio César) y partamos desde cero, es decir, imaginando que no existe absolutamente ninguna fuente que ilumine los objetos y que por lo tanto es como estar dentro de una caja negra: no vemos nada.

El primer paso para iluminar la escena sería quitar esa caja, entonces lo primero que iluminaría los objetos sería el entorno o ambiente. El entorno (en inglés *environment*) es la primer fuente de luz que incide en un objeto y lo ilumina, permitiendo ver zonas de luz-sombra y sombras proyectadas en la superficie aunque mucho muy suaves. Un día nublado es un buen ejemplo de una escena iluminada sólo por el ambiente. Este tipo de iluminación primaria se conoce como iluminación indirecta.



Imagen de alto rango dinámico.

Imágenes de alto rango dinámico (HDR) como fuente de iluminación indirecta

Una imagen HDR (por sus siglas en inglés *high dynamic range*) es una imagen digital, generalmente de un paisaje, que se ha tomado a diferentes exposiciones y que se ha fundido en una sola mediante un procesador de imágenes digitales (como *Photoshop*). Actualmente algunas cámaras réflex digitales incorporan desde su fabricación la función de tomar fotografías con este formato.

Estas imágenes cuya extensión ya no es *.bmp*, *.gif* o *.png*, sino *.hdr*; pueden usarse para iluminar una escena tridimensional. Los tonos de los objetos iluminados dependerán de los tonos que contenga nuestra imagen en este formato y el resultado será una escena iluminada más o menos idénticamente a como se iluminara si la pusieramos físicamente en la locación en la que hemos tomado dicha foto.

La iluminación directa

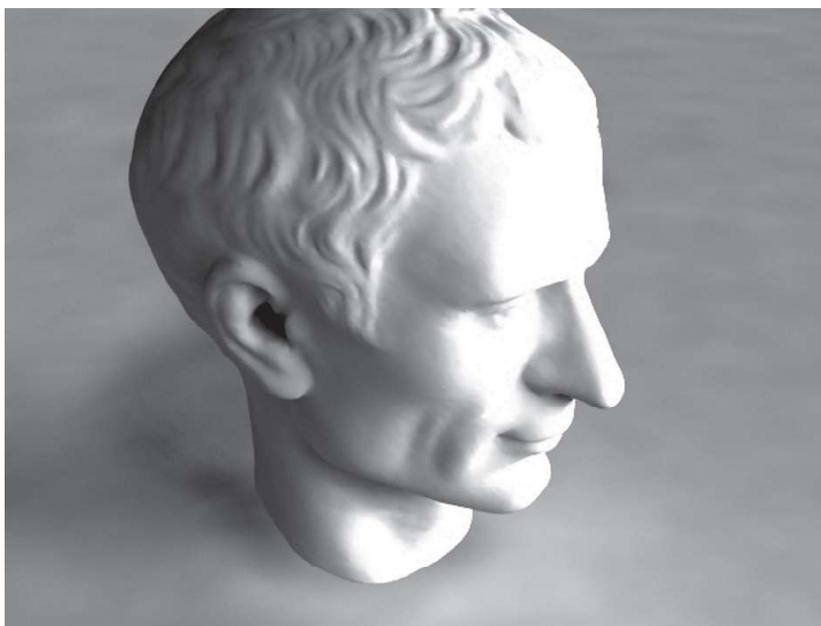
Supongamos que nuestra escena, de ya, recibe luz del ambiente, como en un día nublado; si ahora las nubes dejaran pasar el sol, veríamos el objeto iluminado desde una fuente directa, lo que implica además la proyección de sombras más definidas sobre el suelo. El sol es la fuente luminosa directa más común, sin embargo un foco o la luz de una vela representan otra forma de iluminación directa, aunque artificial.

Iluminación directa e iluminación indirecta son la base para entender un renderizado o perspectiva híper-realista.

La iluminación global en los programas para animación 3D

Casi todos los programas que se utilizan actualmente para modelar y renderizar una escena tridimensional (3ds Max, Autodesk Maya, Autodesk Revit) incorporan su propia tecnología para iluminar globalmente los objetos, dicha tecnología se conoce como motor de render.

Los productos de la firma *Autodesk* utilizan como motor de render una aplicación llamada *Mental ray*, mientras que *Pixar Animation Studios* utiliza su propio (y patentado) motor llamado *Renderman*. En 1997 nació en Bulgaria una empresa llamada *Chaos Group* que se dedica desde ese año a comercializar su propio software para iluminación global, este software llamado **V-ray** se puede implementar en varios programas de forma independiente (multiplataforma) y se diferencia del resto de los motores por su gran versatilidad al momento de componer materiales, ya que puede



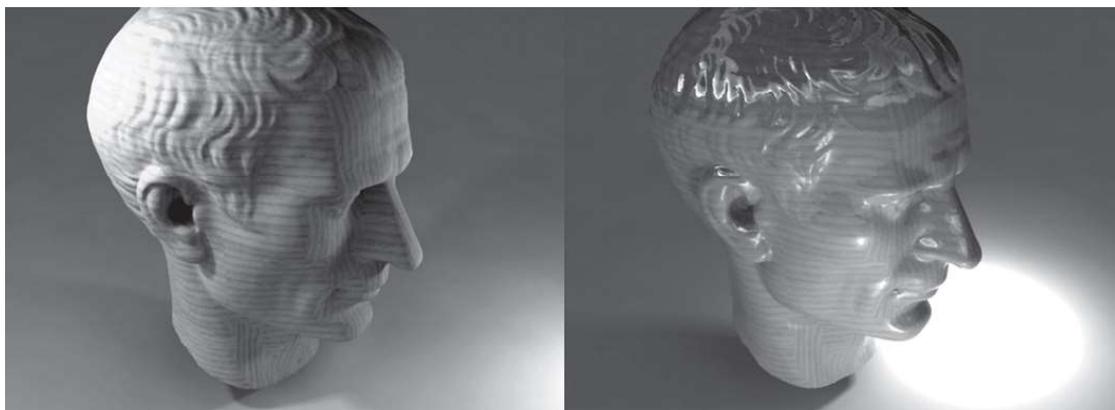
Objeto iluminado con una imagen HDR.

imitar de manera muy realista casi cualquier material o superficie encontrados en la naturaleza. Este motor es uno de los más aceptados y utilizados a nivel mundial.

Todos los motores de render disponibles se basan más o menos en los mismos algoritmos para calcular la iluminación, pero su objetivo es siempre lograr una escena lo más realista posible.



Iluminación con una imagen HDR+luz directa.



Material difuso y el mismo material con propiedades reflejantes.

Los materiales

Los materiales (texturizado) son tan importantes como la iluminación para lograr un grado de realismo de gran calidad, y que éstos intentarán reproducir fielmente una superficie tal como luce en el mundo físico. Para lograrlo, el motor de render requiere que el usuario configure las propiedades del material de la misma forma en que se encuentran configurados físicamente en la naturaleza.

Materiales difusos u opacos. En el mundo del 3D, un objeto con un material difuso es un material que no posee más propiedades físicas que un color (como el yeso por ejemplo) o una textura (como un grabado en papel).

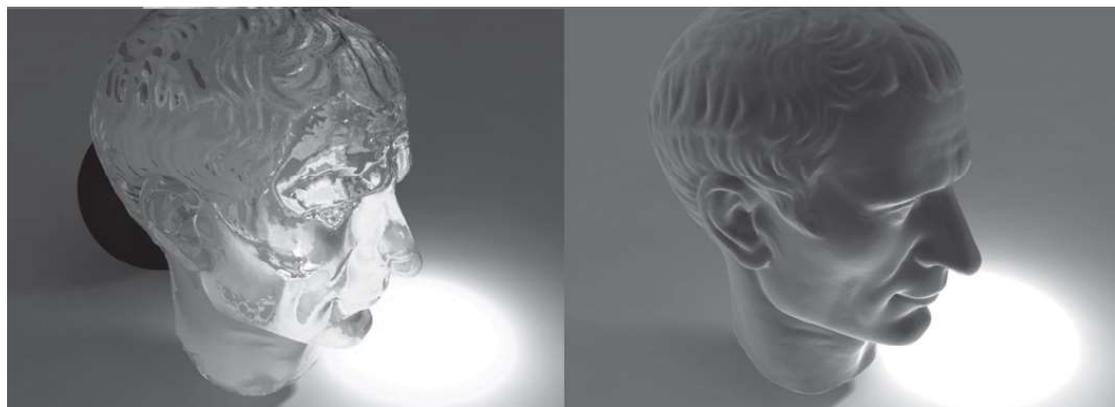
Materiales reflejantes. Esta propiedad se refiere, como su nombre lo dice, a la posibilidad de una superficie de reflejar su entorno y está determinada por su índice de refracción (una burbuja de agua con jabón refleja más que una burbuja de agua porque su índice de refracción es mayor) y por su rugosidad (como poner un dedo en una superficie recién barnizada).

Materiales refractantes. Son materiales que dejan pasar la luz a través de ellos. El ónix, la leche e incluso la piel humana son ejemplos de materiales que poseen un índice de refracción muy bajo (materiales translucidos) mientras que el cristal es un ejemplo de un material que refracta la luz al 100%.

Materiales metálicos. Todos los metales en la naturaleza se pueden interpretar como un “espejo” aunque con diferentes grados de rugosidad, tomando en cuenta que el espejo es el único material de la tierra que refleja su entorno al 100%.

Textura. No es otra cosa que el relieve o rugosidad de un material, que además de sentirse al tacto genera luz y sombra adicional (como la corteza de un árbol).

En la vida real la complejidad de algunos materiales va más allá de sus propiedades físicas primarias, por ejemplo en la superficie de terciopelo ocurre un fenómeno óptico conocido como **reflejo Fresnel**, donde las superficies paralelas a nuestro campo visual tienden a verse de color blanco. En otras superficies como la pintura automoti-



Material refractante y material especial (terciopelo).

va brillante, interviene un fenómeno llamado **nivel especular**, que se refiere a la zona de dicha superficie donde tiene lugar el reflejo de una fuente luminosa y que a veces se presenta desde diferentes ángulos dentro de un mismo material.

En una escena virtual tridimensional, el éxito de un renderizado depende de lograr que todos los elementos que la componen logren el mayor y más parecido posible con el mundo físico o real, siempre y cuando el objetivo sea lograr el hiper-realismo.

La obtención del hiper-realismo no es sencilla

No basta que un software incorpore utilidades para realizar renderizados hiper-realistas para que un usuario logre resultados profesionales, hace falta conocer una serie de parámetros, especificaciones y saber el funcionamiento de cada uno dentro del motor de render, ya que éstos determinan la forma en que la computadora realiza el cálculo final de una escena. Algunos ejemplos de estos parámetros son los siguientes:

Rebotes primarios y secundarios. En inglés *primary and secondary bounces*, se refieren al rebote de los fotones desde una fuente luminosa hacia la superficie de los objetos cercanos.

Environment. El entorno, que como se dijo anteriormente, representa la fuente de iluminación primaria y/o principal y que puede ser sustituida por una imagen de alto rango dinámico (HDR).

Caustics. Los cáusticos se refieren a la concentración de la luz producto de una reflexión o una refracción excesiva (por ejemplo las ondas de luz que se pueden ver en el fondo de una alberca).

A los parámetros de cálculo para iluminar una escena hay que añadir otros elementos importantes como los materiales (de los que ya se habló anteriormente); además de algunos conceptos que

tienen que ver con imágenes análogas (conceptos tales como la exposición, la profundidad de campo, el ISO o la velocidad de obturación). Así mismo, para realizar un renderizado con luz artificial en lugar de luz natural (lámparas, luces dicróicas) es necesario poseer datos lumínicos como las curvas fotométricas, que determinan la forma en que la luz incide físicamente en una superficie.

Lograr un dominio total de éstas técnicas requiere varios años de aprendizaje y práctica, tanto que algunos países cuentan con carreras especializadas en esta actividad. Hacer un solo *frame* (o fotograma) de un renderizado con estas características puede requerir varias horas para su cómputo final y en el caso de una animación que dure más o menos 90 minutos, el proceso puede durar varios meses usando varias supercomputadoras conectadas entre sí trabajando en el mismo proyecto.

Aplicaciones arquitectónicas

Las técnicas avanzadas de iluminación global se pueden ver en los videojuegos de última generación, en efectos cinematográficos especiales, en las películas animadas de los últimos años y en las perspectivas arquitectónicas. La buena noticia para un arquitecto es que, de esas áreas de aplicación, es la arquitectura la que menor cantidad de conocimiento requiere (o bien es la menos difícil), ya que comúnmente en arquitectura no se requiere más que de un solo *frame* (una foto fija). Su uso en animaciones (también llamadas recorridos virtuales) aún es reducido.

Una perspectiva con estas características puede reducir costos, ya que en ella puede visualizarse de forma real, aunque paradójicamente virtual al mismo tiempo, algunos aspectos importantes del proyecto como son la volumetría, los materiales, la iluminación natural (soleamiento) y la iluminación artificial **e**



Algunas aplicaciones en arquitectura.