

# Ray Tracing<sup>\*</sup>

Mauricio Araujo Chávez  
312210047

13/Noviembre/2017

## Antecedentes

- *Tecnología de Representación Automatizada (CAR)*  
La tecnología de representación automatizada o Computer Aided Rendering ocupa una técnica de que es una combinación de la técnica de alambres con la técnica de líneas ocultas para representar un modelo en 3D. 1
- *Flat-Shading*  
Ésta técnica produce una imagen que además de quitar las líneas ocultas, también exhibe superficies sólidas en su color original, peor sin efecto de iluminación. 2
- *Cosine-Shading (Método Lambert)*  
Fue la primera técnica en considerar la iluminación al momento de generar una imagen. Permitiendo que el usuario uniera fuentes de luz al modelo y definiera características de iluminación tales como intensidad, localización de la fuente, grado de la luz ambiental y mucho más. También añadió distintos tipos de fuente de luz, como distante, de punto y punto de luz. 3
- *Gouraud-Shading*  
Introdujo el soporte para manejar curvas mezclando sombras gradualmente adyacentes de una superficie curva para producir el efecto liso de la misma. Logró crear modelos 3D con una apariencia de mayor profundidad haciéndolos más aceptables al ojo humano. 4
- *Phong-Shading*  
Se puede considerar la primera tentativa que se tuvo para asignar acabados realistas a los objetos de un modelo 3D. Permitió a los usuarios

---

<sup>\*</sup> Carrasco, Jorge. *JCRayTracer: Una Herramienta para la Síntesis de Imágenes de Alta Resolución empleando Ray Tracing (RT)*. México: Acervos Digitales UDLAP. Archivo PDF, 13 de Enero de 2003 [PDF Text](#)

crear diversos acabados asignando las características superficiales, tales como ambiente, aspereza, reflexión especular y difusa, a los objetos. Las imágenes resultantes eran más creíbles. 5

## Ray Tracing

- *¿Qué es Ray Tracing?*

Ray Tracing es un proceso que puede ser extremadamente complicado, pero que también nos ofrece la capacidad de sintetizar imágenes con un alto grado de realidad puesto que utiliza algoritmos que rastrean la trayectoria de rayos de luz imaginarios en un modelo o ambiente dado de la misma manera que los rayos verdaderos viajan de sus fuentes y caen en objetos sólidos reales. En otras palabras, emplea las leyes físicas de reflexión y refracción tal y como se perciben en la realidad. Gracias a lo anterior se tiene la posibilidad de incluir materiales de tipo espejo o transparentes así como trabajar con superficies curvas y sombras. Los resultados son verdaderamente asombrosos; la única desventaja al usar esta tecnología es que requiere bastante tiempo de procesamiento lo que representa un elevado costo computacional. Aunque ello también dependerá del tamaño y la complejidad de las imágenes que se quieran generar además del tipo de computadora que se trabaje, 6

- *Proceso de Ray Tracing*

El proceso de Ray Tracing comienza con un archivo que contiene la descripción de una escena en los términos que el software a utilizar sea capaz de entender y manipular y generalmente con cierto formato que el usuario pueda tanto leer como crear. En dicha descripción se pueden ir aplicando características especiales a los objetos de la escena como pueden ser colores, tipos de material, fuentes de luz, etc. para después alimentar la entrada del programa con este archivo

Posteriormente se coloca el observador virtual dentro del espacio donde se define la escena, asociándole una dirección hacia donde va a ver la amplitud de su campo visual, o sea, las dimensiones de la escena. Una vez echo esto, se puede establecer el conjunto de direcciones desde las cuales llega la información luminosa que compondrá la imagen. En la realidad este conjunto de direcciones es infinito pero por motivos de eficiencia y eficacia es necesario seleccionar un conjunto finito que a fin de cuentas es lo que determinará la resolución de la imagen que se genere. A cada una de las direcciones seleccionadas se les asigna un rayo para el cual se debe calcular la iluminación que viene desde esa dirección. Si la dirección está dirigida a un objeto que emite luz, entonces la iluminación estará directamente relacionada con la emisión del objeto, pero si al seguir el rayo de luz de llega a un objeto que

no emite luz por si mismo, entonces se debe considerar otro tipo de fenómenos que ocurren en el punto donde se interceptan el rayo y la superficie del objeto. En este punto es necesario considerar las leyes físicas que rigen la interacción entre la luz y los materiales que componen los objetos, ya que dependiendo de las características del material y de las condiciones de iluminación del ambiente que rodea al objeto, será la luz que llegue hasta el observador en esa dirección.

Lo anterior significa que si el rayo intercepta un objeto que no es una fuente de luz como tal o un cuerpo opaco, entonces es necesario checar la textura del mismo para que mediante una fórmula se pueda considerar el color de la superficie y otras características tales como reflexión, transparencia y refracción para determinar el color básico en ese punto o píxel. Además de que se deben lanzar nuevos rayos a partir del punto de intersección en dirección de cada fuente de luz. Incluso, si la superficie es reflejante o es transparente, más rayos deben ser lanzados para considerar qué se refleja o qué se encuentra más allá del objeto transparente en el punto de intersección. Todos estos aspectos también contribuyen al color final que tendrá ese punto.

Si se toma en cuenta que en el mundo real no todos los rayos que parten de cierta fuente de luz llegan con la misma intensidad y de la misma forma a nuestros ojos y que inclusive algunos rayos ni siquiera llegan a nuestra vista entonces se pueden pensar que el hecho de considerar un conjunto infinito de rayos es algo ridículo y que sería imposible rastrearlos todos. Por ello, Ray Tracing no se entretiene tratando de calcular y rastrear aquellos rayos imaginarios que no aportan a la creación de la imagen ya que eso representa una pérdida de tiempo. 7

Pero si existen rayos infinitos ¿cómo es posible seleccionar aquel conjunto de rayos que garanticen que colaborarán en la generación de una escena dada? Pues una solución muy simple estriba en ver el problema al revés, así en vez de rastrear los rayos a partir de que comienzan en una fuente de luz, los rastreamos al revés, comenzando desde la posición del observador. Los dos rayos serán idénticos pero tendrán dirección opuesta. El método trabaja de la misma manera con la ventaja de que no desperdicia recursos con los rayos que no le interesan. Del mismo modo, al momento en que ocurre una intersección entre un rayo y algún objeto se lanza un solo nuevo rayo directamente a cada fuente de luz, así como un rayo reflejado y otro refractado (si es que existen), en vez de lanzar nuevamente un conjunto infinito de nuevos rayos. 8

Con respecto a las sombras, reflexiones y refracciones es necesario restablecer la profundidad de recursión que se desee tener, esto es, cuantas veces se quiere volver a lanzar rayos nuevos a partir de una intersección.

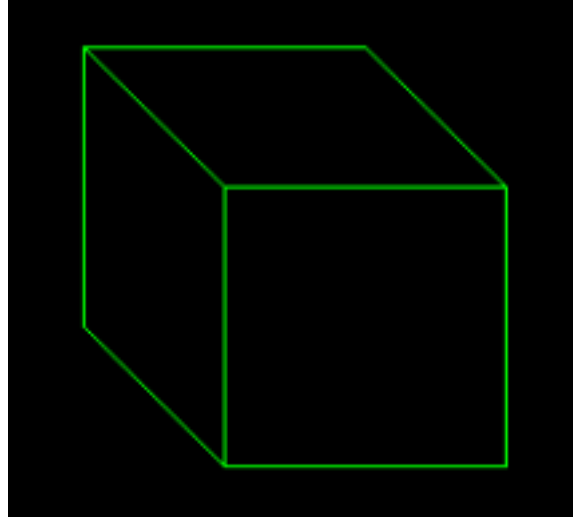


Figura 1: Ejemplo CAR.

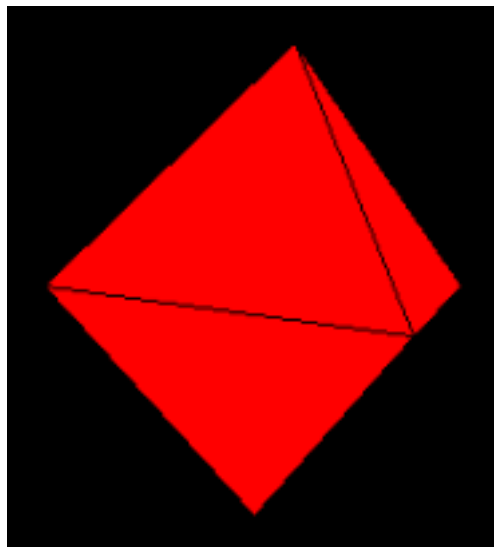


Figura 2: Ejemplo Flat Shading.



Figura 3: Ejemplo Lambert

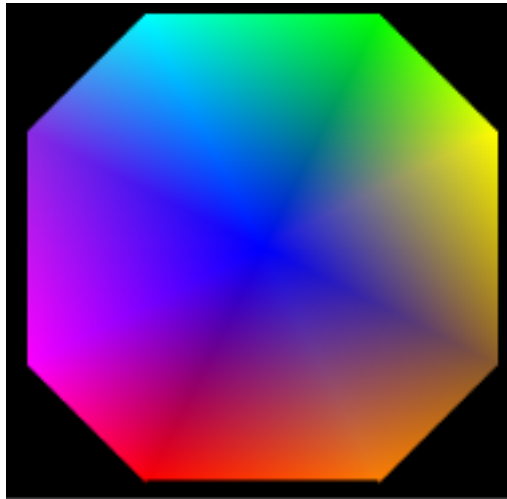


Figura 4: Ejemplo Gouraud Shading

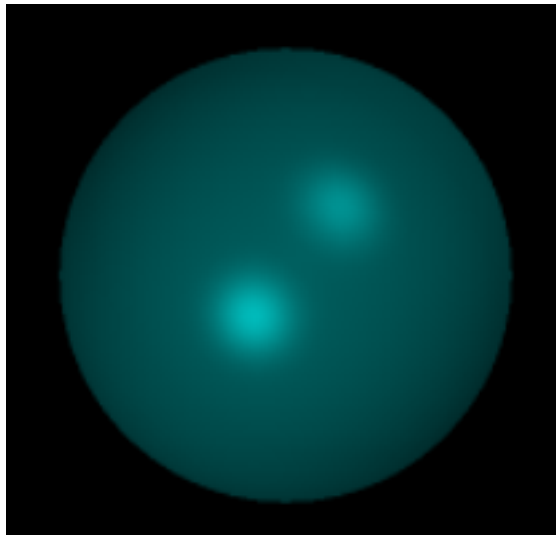


Figura 5: Ejemplo Phong Shading



Figura 6: Ejemplo de Ray Tracing, D Scott Ferring (c), 6/1995

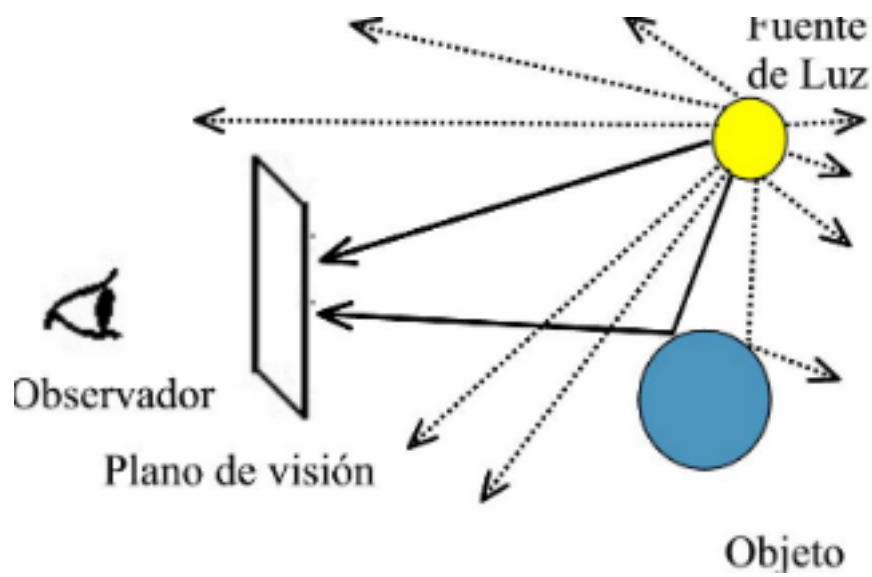


Figura 7: Rayos lanzados por una fuente de luz

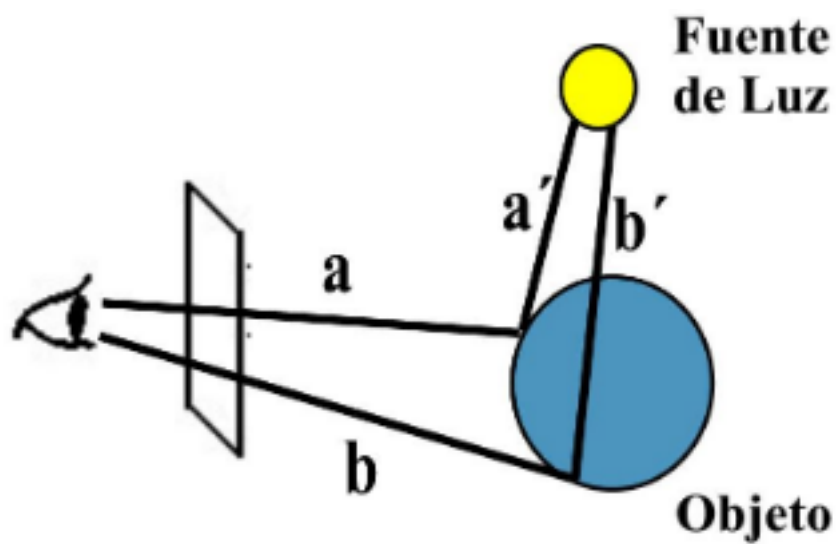


Figura 8: Generación de rayos a partir de una intersección