

FX

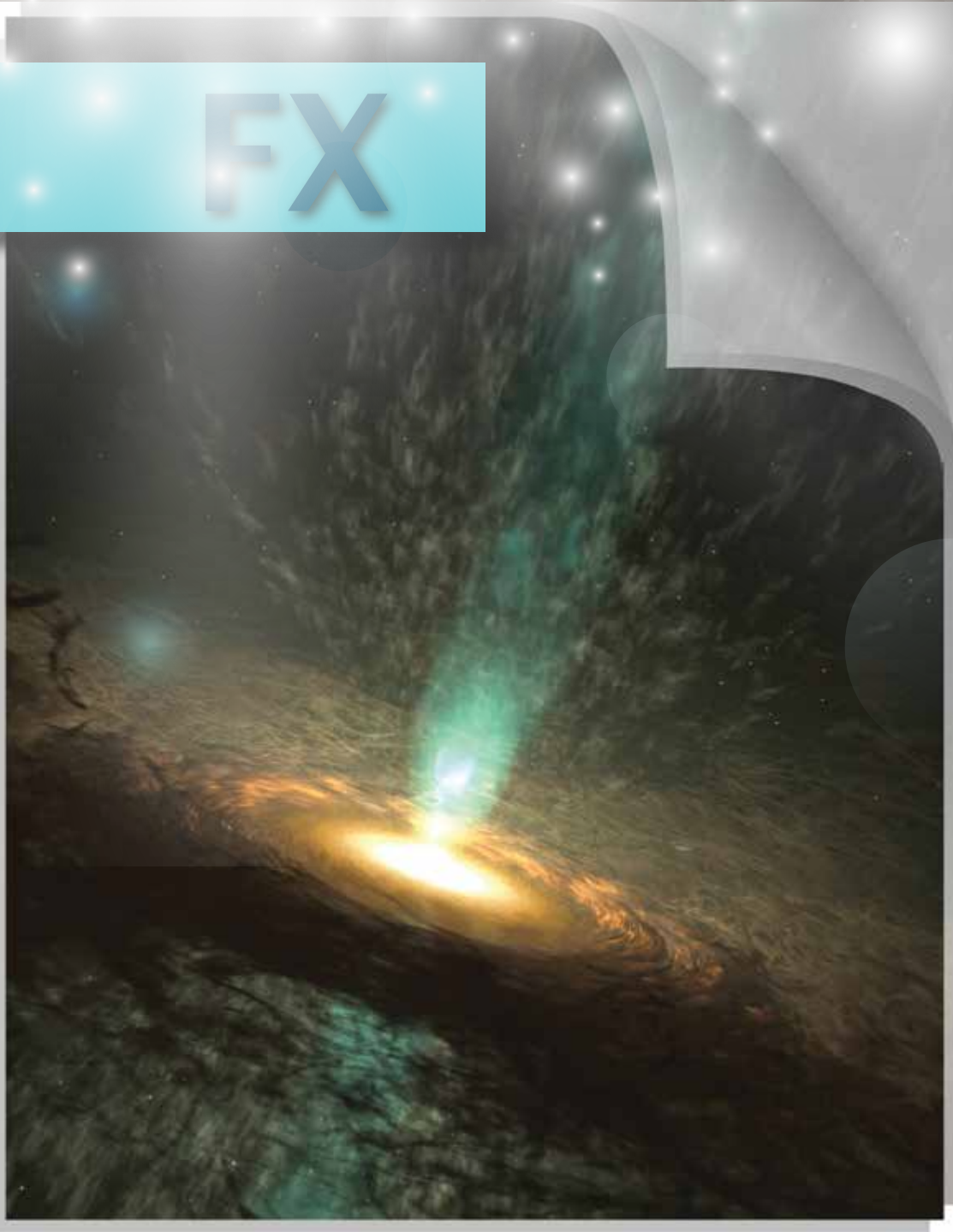


Imagen: NASA

Efectos especiales

para la astronomía

▼ Autor

Wolfgang Steffen

En el cine, la animación digital hizo posible todo lo imaginable. Con esta capacidad de presentarnos mundos inaccesibles o imaginarios, la animación digital se ha convertido también en una poderosa herramienta para visualizar fenómenos astronómicos.

Hace poco un colega astrónomo de Europa me visitó en la sede en Ensenada del Instituto de Astronomía de la UNAM. Al entrar en mi oficina le llamó la atención el cartel de un video documental educativo que tengo en la pared. La imagen muestra el entorno de un agujero negro en el centro de una galaxia activa: un cuásar. El colega dijo: “Eso es de una animación que he estado usando durante años para explicar qué son los cuásares”. Me dio mucho gusto saberlo, porque el video lo hice yo. Que alguien lo use es la mejor retribución a mi trabajo. Mi amigo me dijo: “Si fuiste tú quien hizo la animación, ¿no podrías hacer algo así para ilustrar los resultados de la publicación en la que estoy trabajando?”

Y así empezó una colaboración inesperada, como tantas veces en la ciencia.

Narraciones extraordinarias

A mi colega le dio mucha curiosidad saber cómo se hace una animación astrofísica, por lo que se lo expliqué. El primer paso del proceso creativo de animación en 3D es elaborar el guión del video: la narración y el hilo conductor, junto con la información que se va a utilizar. Luego se crean los objetos de las animaciones digitales en un programa de modelado 3D interactivo. El siguiente paso es animarlos y darles textura, es decir, color y apariencia detallada. Después sigue la producción de las imágenes individuales que finalmente se editan junto con otros elementos y efectos para formar el video final.

El video que queríamos hacer era breve, y además sólo mostraría un movimiento relativamente sencillo de nubes de gas y polvo que giran alrededor de un agujero negro, por lo que no hacía falta guión. Lo más complejo en este caso iba a ser decidir los movimientos de la cámara — los cambios de punto de vista durante el video — que deben servir para apreciar la tridimensionalidad del entorno del hoyo

negro. En general, los movimientos de cámara deben apoyar la narración, incluso en un video corto.

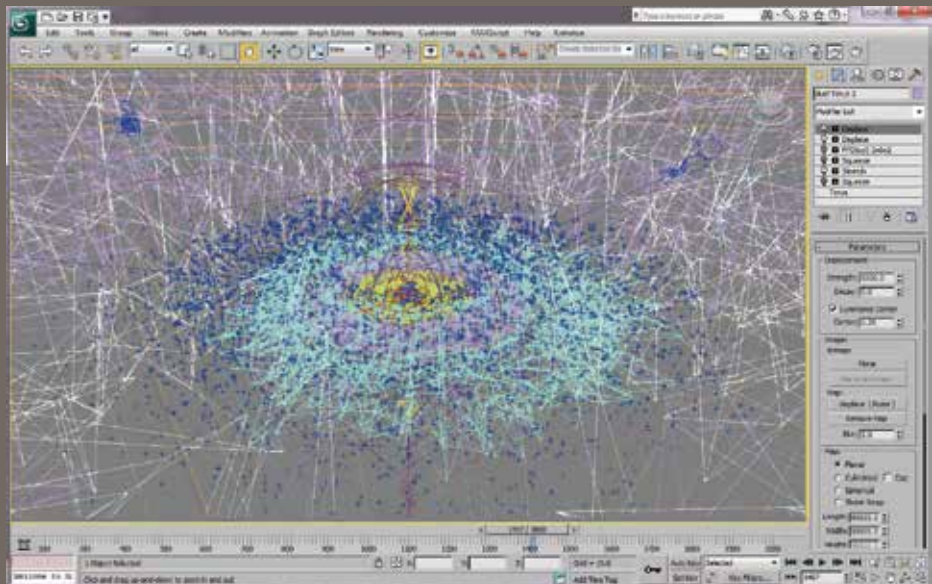
La nueva versión de la serie *Cosmos*, presentada por Neil de Grasse Tyson, incluye animaciones realizadas con *software* similar al que uso yo. Eso sí, para las visualizaciones de astrofísica se requiere toda la potencia computacional que uno pueda conseguir. La computadora que utilizo para esto es más potente que la portátil que tengo para el trabajo diario. Tiene seis núcleos procesadores, pese a lo cual tarda entre 10 y 20 minutos en generar un solo fotograma del cuásar en formato de

no me permitía entonces dedicarle más de un día a la semana.

Del modelo al video

Encendí la computadora que uso para las animaciones y le mostré a mi colaborador la animación que él había estado usando desde hacía años, pero vista directamente en el programa de animación *3DStudioMax* (marca registrada de Autodesk). No se parecía nada al producto final. He aquí por qué.

Lo primero que se ve en este programa es la interfaz 3D, que muestra sólo una representación rudimentaria del objeto. Las líneas y puntos marcan las regiones del

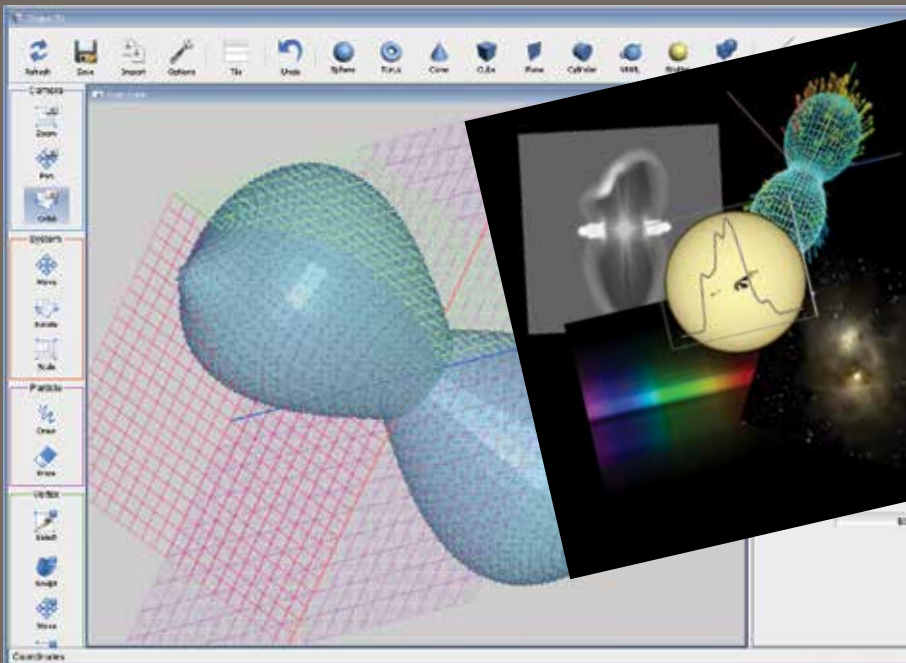


Animación del núcleo de una galaxia activa usando *3DStudioMax*.

alta definición. Tomando en cuenta que por cada segundo de video pasan 30 imágenes, generar un minuto de animación toma entre dos y tres semanas, sin contar las decenas de pruebas en tamaño menor que se suelen hacer durante el diseño. La animación que me proponía mi colega podría tomarnos un mes nada más para el desarrollo, dedicándome sólo a ella. Pero en realidad la tarea podía alargarse hasta seis meses, pues el trabajo de investigador

espacio simulado donde estarán el gas y el polvo en la animación. Se puede ver que estas regiones forman un disco alrededor de un centro. Al activar el movimiento, las nubes de gas y polvo se desplazan en círculos. Mientras tanto la “cámara virtual” —o el punto de vista desde el cual mira el observador— hace un movimiento que ayuda a resaltar la forma tridimensional del disco.

Con otra parte de la interfaz se asignan colores y estructura a los filamentos de



Animación hecha con *Shape-3D*.

polvo y gas. La estructura y el color (textura) son lo más difícil de lograr, porque requieren mucha prueba y error. Las nubes en cada sección del cuásar deben tener un color y una textura diferentes. Las más internas son blancas y rojizas en tanto las externas son más bien oscuras y ocultan lo que tienen detrás. Por eso el disco está dividido en partes, cada una hecha de cientos de nubes individuales. Las nubes de polvo oscuras tienen además una textura filamentosa y para generar eso el programa cuenta con funciones especiales. No obstante, a veces es difícil encontrar los parámetros que den el resultado deseado.

Para obtener la imagen final del disco de gas se hace lo que llaman un *render*, palabra inglesa difícil de traducir que significa aproximadamente “representar con una imagen”. Cuando oprimos *render* la computadora empieza a trabajar. Poco a poco se va formando la imagen en una ventana especial. Si el resultado no es el que yo deseaba, modifico algunos parámetros y vuelvo a calcular, hasta que sale lo que quiero, aunque difícilmente se logra exactamente lo que uno busca. Llega un momento en que se requiere un esfuerzo descomunal para obtener una mejora ínfima y ya no vale la pena. O bien, entre mejora y mejora llega la fecha de entrega y entonces hay que parar. Siempre quedará algo que mejorar, pero como la perfección no existe, uno tiene que saber decir: ya está.

Modelos astrofísicos con *Shape*

Mi especialidad en la investigación astrofísica es el modelaje computacional de la estructura y el movimiento de nebulosas alrededor de estrellas. Trato de recrear en tres dimensiones la estructura de las nebulosas que mis colegas observan. El primer programa que escribí para eso fue similar a todos los programas de simulación en astrofísica: para programar cualquier estructura primero había que describirla con fórmulas y procedimientos matemáticos. Luego me di cuenta de que en los programas modernos para animación en 3D se puede obtener cualquier estructura sin programar y dejé de gustarme el modo en que se usan los programas de modelaje astrofísico. Quería empezar a usar un método más interactivo para modelar mis nebulosas.

Para empezar, partí del programa que usaba para las visualizaciones, *3DStudio-Max*. Este programa no puede hacer los cálculos astrofísicos que yo necesitaba, lo que me obligaba a exportar la información a un archivo y luego procesarla con mi viejo programa para comparar los resultados con las observaciones. Eso fue un gran avance, y con algunas publicaciones pude demostrar la viabilidad del método. Pero yo quería que otros astrónomos pudieran usar esta técnica. Para eso necesitaba crear un programa astrofísico que integrara todo en un paquete. El resultado de este trabajo es la versión actual de *Shape*. Iniciado en 2006,

hasta hoy sigue siendo el único programa que aplica la tecnología interactiva en 3D para crear modelos astrofísicos.

Laboratorio virtual

Mientras otros programas astrofísicos son relativamente especializados, con *Shape* se puede realizar una gran variedad de simulaciones. Éstas van de simples modelos de forma y tránsitos de exoplanetas frente a sus estrellas a simulaciones hidrodinámicas de explosiones como las de supernovas y chorros de alta velocidad, entre muchas otras. Esa gran variedad de posibilidades dan a *Shape* el carácter de un verdadero laboratorio virtual e interactivo para la astrofísica. Y eso es algo que hace mucha falta en la investigación, porque lamentablemente no podemos hacer experimentos astrofísicos más que con simulaciones en la computadora.

Los físicos, biólogos y químicos tienen laboratorios donde pueden crear experimentos bien controlados a la hora que mejor les parezca, pero las estrellas no esperan: explotan de pronto aun cuando

PROFESIONALES Y AFICIONADOS

El auge de la animación en 3D en el cine, la televisión y la publicidad empezó en los años 90, cuando las visualizaciones digitales alcanzaron una calidad que hacía difícil distinguirlas de la realidad.

En las películas actuales las posibilidades de simulación y visualización por computadora parecen ilimitadas. El ejemplo más reciente es la película *Gravedad* realizada por el director mexicano Alfonso Cuarón. Gran parte de lo que se ve en la película fue creado en computadora. La nueva versión de la serie *Cosmos* también hace uso de los efectos digitales.

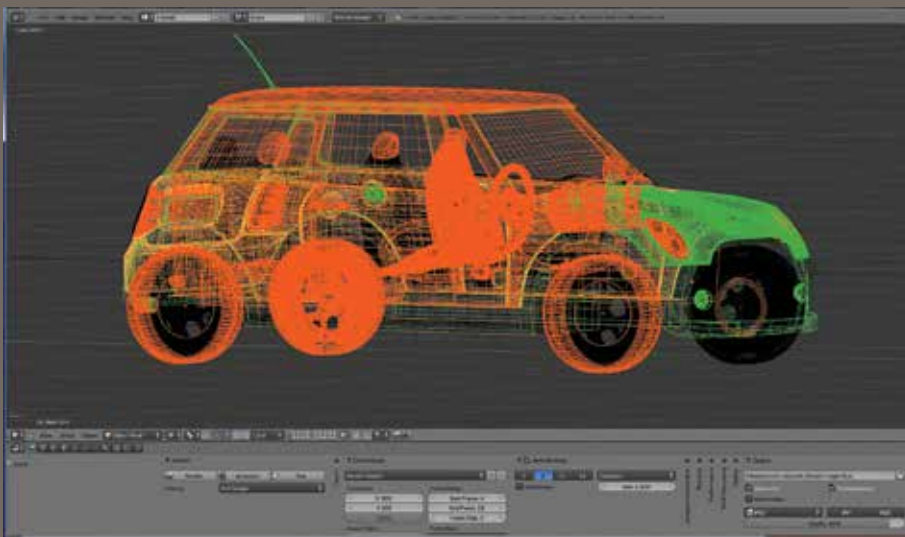
Hoy es más fácil que nunca iniciarse en la animación en 3D. Sólo necesitas una computadora modesta y acceso a internet para empezar a animar tu mundo. Aunque la complejidad del *software* puede asustar al principio, con paciencia y práctica pronto se logran resultados. Un excelente programa para principiantes es *Blender* (www.blender.org), usado por miles de entusiastas en el mundo. Hay mucho material escrito y en forma de videos que enseñan cómo usarlo.

tardan millones de años en formarse, o se ocultan detrás de una impenetrable pared de polvo. Hoy ya existen telescopios automáticos que de inmediato se pueden apuntar desde lejos cuando hay noticia de algún acontecimiento espacial importante. Más tarde, el astrónomo puede interpretar con calma lo que se registró y tratar de simularlo con computadora para comprobar si tiene sentido la interpretación. Ahí es donde entra el juego el *software*. Y una característica clave de nuestro programa *Shape* es su interfaz.

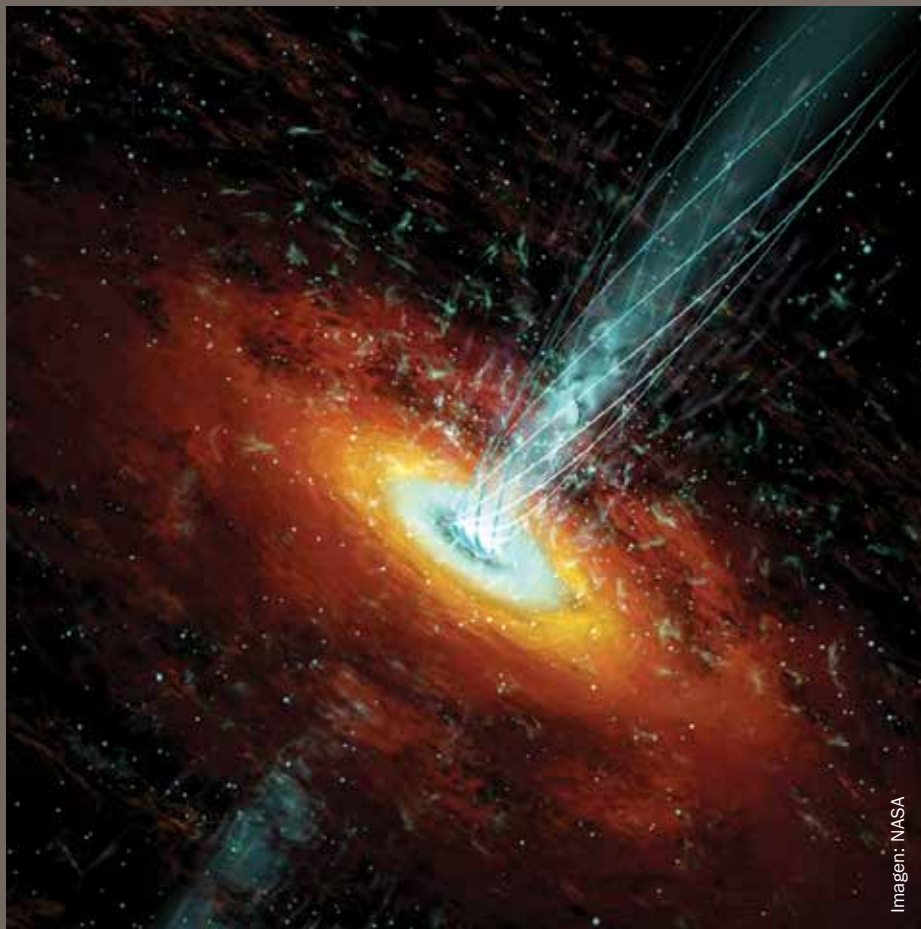
El ambiente o “interfaz”

La interfaz es la herramienta de comunicación entre el usuario y la maquinaria matemática encerrada en el programa. Es como lo que vemos de un automóvil: el volante, los pedales, las palancas y botones que usamos para manejarlo. El conductor no necesita saber cómo funcionan el motor, los circuitos eléctricos, los frenos ni la caja de velocidades. Para operar el coche sólo necesita saber interactuar con la interfaz y claro siempre será una ventaja saber cómo funciona el automóvil, especialmente cuando algo sale mal.

Veamos un ejemplo de interfaz. *Blender* es un programa de animación de acceso libre (www.blender.org). Lo que uno ve primero es el ambiente 3D; es decir, el espacio en el cual se crean los objetos en forma de malla con la información geométrica que les da forma. Pero si el objeto es un automóvil, éste no contiene una sola malla, sino muchas: una por cada parte del vehículo real. Esta vista de la interfaz



Animación hecha con el programa *Blender*.



Centro de una galaxia activa.

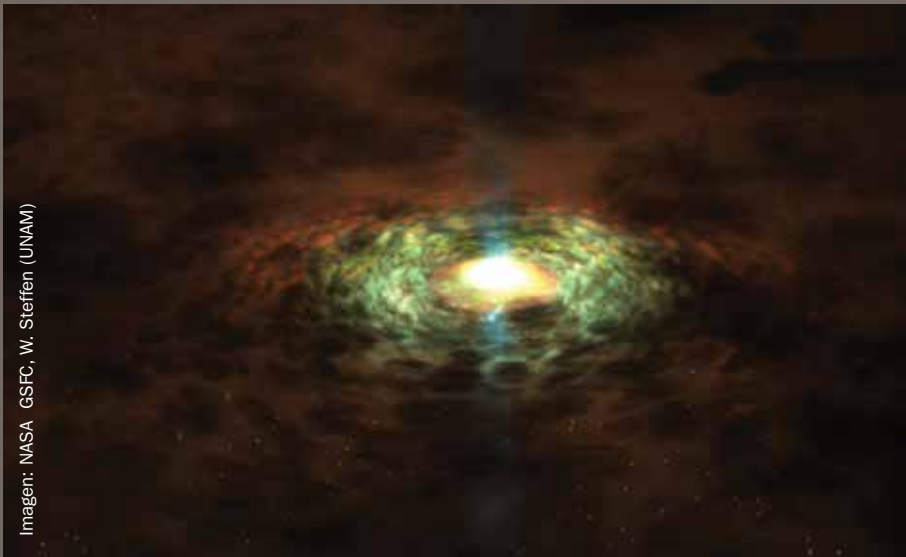
Imagen: NASA

permite ver el objeto desde cualquier orientación y distancia; desde lejos, para darse una idea general del modelo, o de cerca para cuidar los detalles más finos.

Después de darle forma al objeto con la información de la malla, se abren otras ventanas de la interfaz desde las que se le

agrega una textura. Ésta le dice al programa de qué material está hecho el objeto, de qué color es y cómo refleja la luz. Algunas texturas son relativamente sencillas y basta definir las por medio del color y su forma de reflejar la luz. Otras texturas requieren incluir imágenes; por ejemplo, la placa del automóvil con su número. Aquí se tiene que dar información de cómo debe quedar la imagen sobre la superficie de la placa del auto. Calcular la apariencia del vidrio es aún más complejo. La luz no sólo debe atravesar el vidrio, tiene también que refractarse y reflejarse. Calcular la luz que nos llega del vidrio es mucho más complejo y tardado que la de una superficie opaca. En la animación 3D la textura y la iluminación son probablemente los elementos más importantes porque su calidad determina el grado de realismo que alcanza la animación. El cálculo de la textura y la iluminación consume mucho tiempo y recursos computacionales.

El programador de este tipo de *software* tenía que conocer muy bien las matemáticas y la física de los procesos



La imagen astronómica del día, 24 de febrero de 2014.

naturales y saber cómo simularlos en una computadora de manera que los resultados se vean tan reales como sea posible. Se trata nada menos que de recrear el mundo que nos rodea. Para el usuario es ventajoso tener todos estos conocimientos físico-matemáticos, pero hoy las interfaces hacen innecesario un conocimiento profundo.

Generar las imágenes

Para generar cada imagen el programa traza líneas virtuales de cada punto de ésta en la cámara para el espacio virtual donde ocurre el fenómeno. Cada vez que la línea virtual se topa con un objeto, el programa consulta las propiedades de éste en la posición adecuada y las agrega a la correspondiente posición en la imagen. Si el objeto es transparente, lo atraviesa. Cuando ya no hay más objetos en la línea de visión, o se llega a un objeto opaco, se registra el color del objeto y se detiene el proceso. Esto se hace para cada punto de una imagen.

El tiempo que tarda una computadora en generar imágenes finales depende mucho de la complejidad de la escena, pero también del número de procesadores de la computadora. Si se usa un solo procesador, la imagen final en un formato de alta definición tardará unos segundos en formarse, pero también podría formarse en una hora si la escena es compleja. Como cada segundo de película requiere 30 imágenes, producir un segundo podría tomar más de un día en una computadora sencilla, lo cual es impráctico. Uno necesita varios procesadores, o núcleos, que

puedan trabajar en paralelo. Las empresas que se dedican a la animación 3D emplean las llamadas *granjas* (en inglés *render farms*); es decir, grupos de computadoras conectadas entre sí que pueden generar simultáneamente un gran número de imágenes. Sin las granjas, serían imposibles las películas con muchos efectos digitales.

Animación

Los programas de animación tienen un módulo especial para definir cómo mover y deformar los objetos conforme pasa el tiempo. Lo más difícil es animar figuras humanas y que el movimiento parezca natural. Estamos muy entrenados para interpretar los movimientos de las personas. Cuando se representan mal en una animación, lo notamos inmediatamente. Por eso se han desarrollado técnicas especiales que consisten en digitalizar los movimientos de una persona real y transferirlos a las figuras virtuales.

En astrofísica, afortunadamente, no tenemos que hacer eso. Muchos movimientos se pueden generar a partir de ecuaciones matemáticas. A veces hay que simular movimientos tomando en cuenta las fuerzas que se ejercen sobre los objetos. En ese caso, aparecen muchos

MÁS INFORMACIÓN

- www.astrosen.unam.mx/shape
- Biro, Susana, *Para calcular el Universo. Las computadoras en la astronomía*, Fondo de Cultura Económica, SEP, CONACyT, México, 2004.

efectos físicos que pueden ser difíciles de controlar. Por otro lado, esto hace la tarea de animación más interesante porque no podemos predecir exactamente el resultado, lo que agrega realismo.

Dificultades e imprecisiones

El realismo total es imposible en la visualización de objetos y procesos astrofísicos por las grandes diferencias en escalas de tamaño, de tiempo y de luminosidad de todas las partes de la animación. Por ejemplo, en una galaxia activa el brillo aumenta extremadamente hacia el centro. Si estuviéramos ahí, sólo veríamos una mancha brillante. El brillo del entorno inmediato del agujero negro es tan intenso, que nos dejaría encandilados y no podríamos ver nada más. Para apreciar mejor el fenómeno, tenemos que equilibrar los brillos lo suficiente para poder ver en su totalidad el disco de gas y polvo que rodea al agujero negro, pero sin eliminar el aumento del brillo hacia el centro. Siempre hay que buscar un término medio entre el realismo de la animación y la claridad con que muestra los fenómenos para que podamos entenderlos.

Las escalas de tiempo de los fenómenos también varían mucho: en las inmediaciones de una estrella de neutrones las cosas ocurren en fracciones de segundo, mientras que en una nube donde se están formando estrellas la escala de tiempo adecuada es de millones de años. Los primeros fenómenos no los podemos apreciar por rápidos y los últimos por tardados. Para visualizarlos por medio de la animación hay que manipular las escalas de tiempo y poner todo en segundos, la escala más natural para nosotros.

Desenlace

Medio año después de la visita de mi colega, la animación ilustrativa para su artículo estuvo lista y se publicó como parte de una nota de prensa. Nos dio mucho gusto porque la animación apareció en un sitio de internet muy importante para los amantes del cielo: “La imagen astronómica del día” (apod.nasa.gov/apod/ap140224.html). 🗨️

Wolfgang Steffen es doctor por el Instituto Max Planck de Radioastronomía, en Bonn, Alemania. Actualmente es investigador del Instituto de Astronomía de la UNAM, sede Ensenada, Baja California, donde estudia la estructura de la materia circunestelar.