


Animação – Parte III

O sistema de Física do Blender permite simular diversos fenômenos físicos do mundo real. Através dele, é possível criar vários efeitos estáticos e dinâmicos, tais como, cabelo, relva, chuva, fumo, fogo, água, tecido, gelatina, entre outros.

Os exercícios que se seguem, pretendem ilustrar algumas dessas possibilidades.

1. Tecidos, colisões e campos de força

- Abrir o *Blender* e selecionar o *workspace Animation*;
- Adicionar um plano (**Add→Mesh→Plane**) e no painel *Add Plane* que surge ao fundo, à esquerda, alterar o parâmetro **Size** para 5 e **Location** para (0, 0, 2.5);
- Com o plano selecionado, passar para o modo de edição (**Tecla TAB**);
- Subdividir o plano através da opção **Subdivide** (pressionando o botão direito do rato) e inserir o valor 30 no parâmetro **Number of Cuts** do painel *Subdivide* (ao fundo, à esquerda);
- Voltar ao modo objeto e selecionar o ícone  **Physics** do editor *Properties*;
- Escolher a opção **Cloth**.

Através desta opção, o *Blender* faz simulações com tecido que é geralmente modelado como uma malha 2D para simular objetos do mundo real, como toalhas, bandeiras, *banners*, etc. Ao adicionar-se a propriedade física do tipo **Cloth** a uma malha, significa que um modificador do tipo **Cloth** será adicionado à lista de modificadores desse objeto. Como parâmetros mais importantes em termos de realismo da simulação, destacam-se os seguintes:


- **Quality Steps**, no painel **Cloth**: configura a qualidade da simulação que se pretende (quanto maior o valor, mais tempo de computação requer);
- **Object Collisions**, no sub-painel **Collisions**: indica que o objeto de tecido deve ser defletido por um outro objeto, quando ativo (*checked*);
- **Self Collisions**, no sub-painel **Collisions**: indica que devem ser tidas em conta colisões entre as dobras do próprio tecido, quando ativo (*checked*).

Como estas simulações são feitas ao nível das faces, é importante que a malha que representa o tecido tenha resolução suficiente (mas não excessiva, pois aumenta o tempo de computação). Por esta razão, foi efetuada a subdivisão do plano.

- Verificar que na animação (**Spacebar**) o plano cai, mas passa através do cubo;
- Selecionar o cubo e pressionar o botão **Collision** (do ícone **Physics**);
- Verificar (**Spacebar**) que agora o plano tem em conta o cubo;
- Selecionar o plano e aplicar-lhe o modificador **Subdivision Surface** (do grupo *Generate*), com o campo **Viewport** e **Render** a 2, de forma a eliminar a visualização demasiado facetada;
- Verificar (**Spacebar**) que a animação melhorou de qualidade.

Animando o cubo, pode observar-se melhor o realismo que existe quando se aplica a física dos tecidos. Para tal:

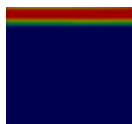
- Selecionar o cubo e aplicar-lhe um modificador **Bevel** (do grupo *Generate*), com o campo **Amount** a 0.15 e o campo **Segments** a 20 (esta operação permitirá arredondar as arestas do objeto de forma a não trespassarem o plano);
- Ir para a *frame* 24 e inserir uma **keyframe** (Tecla I, com o cursor dentro do editor 3D Viewport), com opção **Rotation**;
- Ir para a *frame* 120, rodar o cubo 360° no eixo dos ZZ e inserir uma nova **keyframe** (Tecla I, opção **Rotation**);
- Voltar à *frame* 1 e observar (**Spacebar**) o comportamento do tecido face ao novo movimento.

No editor de propriedades, ícone **Physics**, painel **Cloth**, é possível aceder à opção **Cloth Presets** (assinalada a amarelo ) e definir o tipo de tecido pretendido para a simulação. As hipóteses pré-definidas são: *Cotton* (Algodão), *Denim* (Ganga), *Leather* (Couro), *Rubber* (Borracha) e *Silk* (Seda). Assim:

- Selecionar o plano;
- Escolher **Rubber**, executar a animação e verificar que, sendo um tecido mais pesado, acaba por cair;
- Escolher **Silk**, executar a animação e constatar que, sendo um tecido mais leve, adere mais ao cubo.

É possível atribuir diferentes “*pesos*” a diferentes partes da malha, provocando-lhes comportamentos distintos. Isto pode ser útil para, por exemplo, fixar uma parte da malha deixando a restante solta. Para testar:

- Passar para a vista de topo e para o **modo Weight Paint**;
- Nesse momento a malha assume a cor azul, o que significa que os vértices ainda não têm pesos associados. Para atribuir-lhes pesos, basta pintá-los com o pincel que surge na forma de um círculo. Diminuir o raio do pincel alterando o parâmetro **Radius** (no *Header*) para 30 pixéis;
- Depois, com o botão esquerdo do rato pressionado, traçar uma faixa no extremo do plano, conforme a figura seguinte:



- Verificar que no painel **Vertex Groups**, do ícone **Object Data Properties**, do editor *Properties*, foi criado um grupo de vértices cujo peso está diretamente relacionado com a cor atribuída (azul - peso baixo, vermelho - peso elevado);
- Alterar o nome do grupo de vértices para **Varão**;
- Voltar ao **modo objeto** e retornar à vista *User Perspective*;
- Aceder ao ícone **Physics**, painel **Cloth**, sub-painel **Shape**, e no campo **Pin Group**, colocar o grupo de vértices criado em cima (**Varão**). O efeito desta ação é fixar este grupo de vértices e uma vez que se usou a técnica de *Weight Painting*, o peso de cada vértice no grupo controla a força com que ele é fixado;
- Ver a animação (**Spacebar**).

O Blender disponibiliza vários tipos de campos de força (como por exemplo, vento), os quais permitem acrescentar realismo à cena. Para testar essa possibilidade:

- Adicionar um campo de força do tipo vento através da opção **Add→Force Field→Wind**, na posição (0,4,0), rodado 90º em XX;
- No editor *Properties*, ícone **Physics**, painel **Force Fields**, sub-painel **Settings**, simular a animação com o valor do campo **Strength** (força do vento) a 50, 2000 e -100.

2. Física na modelação

Pode aplicar-se o modificador *Cloth* para “congelar” a forma de uma malha numa determinada *frame*. Por exemplo, deixar cair um tecido liso sobre uma mesa, esperar que a simulação termine e aplicar o modificador. Essa situação exemplifica o uso da física dos tecidos no processo de modelação (que se traduz em economia de tempo). Para testar:

- Apagar o campo de força e seleccionar o plano;
- Aceder ao ícone **Physics**, painel **Cloth**, sub-painel **Shape**, e no campo **Pin Group**, eliminar o grupo de vértices **Varão**;
- Rever a animação;
- Ir para a *frame* 32 e pressionar o botão **Apply** para os modificadores **Cloth** e **Subdivision Surface**, respetivamente, por esta ordem;
- Ver que o plano ficou definitivamente com a forma que tinha na *frame* 32;
- Agora já não faz sentido a animação anterior, pelo que o cubo poderá ser eliminado e obtém-se um objeto com um formato interessante.

3. Sistemas de partículas, corpos rígidos e campos de força

Os sistemas de partículas são uma grande quantidade de itens emitidos a partir de objetos do tipo *mesh*, tipicamente na casa dos milhares. Estas podem reagir a influências e forças diferentes, bem como ter um período de vida útil. Os sistemas de partículas do tipo **Emitter** podem representar fogo, fumo, poeira, entre outros. Os sistemas de partículas do tipo **Hair** são usados para representar cabelo, pelo, relva, entre outros.

O exercício que se segue permitirá criar um sistema de partículas para simular chuva, bem como testar algumas propriedades físicas dos objetos.

- Abrir o ficheiro *FCG_03_Animacao_C_EX3.blend*;
- Verificar que já existem na cena os seguintes objetos:
 - Um plano com o nome *Chão*;
 - Um cubo com o nome *Cube*;
 - Um cilindro com o nome *Cylinder*;
 - Um plano de nome *Céu*, o qual será o emissor de partículas.

Para criar o objeto que vai ser a partícula:

- Criar uma nova coleção, *Collection 2*, e esconder a *Collection*;
- Com a nova coleção ativa, adicionar uma *UV Sphere* de nome *Gota*;
- No modo de edição, seleccionar apenas o vértice do topo da esfera;

- Ativar a opção **Proportional Editing** (Tecla O);
- Aplicar ao vértice uma translação, no eixo dos ZZ, de 0.5 (Teclas G + Z + 0.5 + ENTER);
- Voltar ao modo objeto, pressionar o botão direito do rato e seleccionar *Shade Smooth*;
- Desativar a opção **Proportional Editing** (Tecla O).

Para usar o objeto criado no sistema de partículas:

- Esconder a *Collection 2* e tornar visível a *Collection*;
- Seleccionar o plano *Céu*;
- No editor de propriedades, ícone **Particles Properties**, clicar no botão + de forma a criar um sistema de partículas do tipo **Emitter** (seleccionado por omissão) a partir do plano *Céu*;
- No painel **Emission**, colocar o campo **End** a 250 (o sistema deixa de emitir partículas nesta *frame*) e **Lifetime** a 75 (cada partícula tem um período de vida igual a este número de *frames*);
- No painel **Physics**, campo **Physics Type**, seleccionar a opção **Fluid** (as partículas dos fluidos são influenciadas por forças internas, como pressão, tensão superficial, viscosidade, etc.);
- No painel **Physics**, sub-painel **Forces**, colocar o campo **Damp** a 0.1, o qual reduz a velocidade das partículas (desaceleração, atrito, amortecimento), variando entre 0 e 1;
- No painel **Render**, campo **Render As**, seleccionar a opção **Object** e no sub-painel **Object**, campo **Instance Object**, seleccionar o elemento *Gota*;
- Ainda no painel **Render**, desseleccionar a opção **Show Emitter** (o plano *Céu* não aparecerá na renderização).
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar que as partículas que saem do emissor atravessam todos os elementos.

Para evitar isso:

- Com o plano *Chão* seleccionado, pressionar o botão **Collision** (do ícone **Physics**, do editor de propriedades), para que as partículas não passem através dele;
- Repetir a operação anterior para o cilindro e para o cubo;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar que as partículas já não atravessam os elementos presentes no cenário.

Para adicionar vento ao ambiente:

- Adicionar um campo de forças do tipo **Wind** na posição (0, 7, 0), rodado 90° no eixo dos XX;
- Na *frame 1*, inserir uma *Keyframe* no campo **Strength** (ícone **Physics**), com o valor 15 (Tecla I sobre esse campo);
- Na *frame 250*, inserir uma *Keyframe* no campo **Strength**, com o valor 0;
- Voltar a colocar a *frame* a 1 no editor *Timeline*;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar que o cubo e o cilindro não são afetados pelo campo de forças.

Para exemplificar como o vento pode afetar os objetos:

- Selecionar o cubo e pressionar o botão **Rigid Body** (do ícone **Physics**, no editor de propriedades) o qual permite simular o movimento de objetos sólidos.
 - Esta ação vai afetar a posição e a orientação dos objetos e não os deforma. Neste caso, vai permitir que o cubo se mova por influência da força do vento.
- No painel **Rigid Body**, sub-painel **Settings**, colocar o campo **Mass** a *0.2kg*, para que o cubo fique mais leve;
 - No sub-painel **Collisions**, campo **Shape**, selecionar **Box** e no sub-painel **Surface Response**, colocar o campo **Friction** a *0*, para que a superfície do cubo não tenha qualquer atrito com o plano do *Chão*;
 - Verificar que na animação (**Spacebar**) o cubo atravessa o plano do *Chão*, pois foi-lhe aplicada a força da gravidade;
 - Selecionar o *Chão* e pressionar o botão **Rigid Body** (do ícone **Physics**, do editor de propriedades);
 - No painel **Rigid Body**, campo **Type**, selecionar a opção **Passive**, para que não lhe seja aplicada a força da gravidade (o plano permanece estático);
 - Verificar que na animação (**Spacebar**) o cubo é empurrado pelo vento, mas entra dentro do cilindro.

Para que o cilindro também seja influenciado pelo vento e por qualquer elemento que lhe tocar:

- Selecionar cilindro e pressionar o botão **Rigid Body** (do ícone **Physics**, do editor de propriedades);
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar que a situação de o cubo invadir o cilindro foi corrigida;
- Ainda com o cilindro selecionado, no painel **Rigid Body**, sub-painel **Settings**, colocar o campo **Mass** a *0.7kg*;
- No painel **Rigid Body**, sub-painel **Collisions**, campo **Shape**, selecionar **Cylinder**;
- Ainda no painel **Rigid Body**, sub-painel **Surface Response**, colocar o campo **Friction** a *1*, para que a superfície do cilindro tenha mais atrito com o plano do *Chão*;
- Selecionar o vento e, na *frame 1*, alterar o valor de **Strength** para *40*;
- Pressionar o botão direito do rato sobre o campo **Strength** e escolher a opção **Replace Keyframe**;
- Ver a animação resultante (**Spacebar**);
- Alterar o valor do campo **Friction** para *0* e rever a animação (**Spacebar**).

4. Animações com base em modificadores

Animar com base em modificadores, geralmente implica o uso de *keyframes* para alterar alguns dos seus parâmetros. O exemplo seguinte ilustra a utilização do modificador **Ocean** que permite criar ondas do oceano, inclusivamente com espuma:

- Criar um novo ficheiro do Blender, apagar o cubo e seleccionar o *workspace Animation*;
 - Inserir um cubo na origem e adicionar-lhe um modificador **Ocean** (do grupo *Physics*), verificando que o cubo se transformou num plano;
 - Alterar o parâmetro **Size** do modificador **Ocean** para 0.2 e no painel **Waves**, alterar o parâmetro **Scale** para 1;
 - No editor **Timeline**, colocar o campo **End** a 100 e seleccionar a *frame 1*;
 - Com o cursor no campo **Time** (que tem o valor 1, por omissão) do modificador **Ocean**, pressionar a tecla I para inserir uma *keyframe*;
 - Ir para a *frame 100* e colocar o campo **Time** do modificador **Ocean** com valor 10 (este valor pode ser ajustado mais criar ondulação mais ou menos rápida);
 - Com o cursor sobre este campo, pressionar a tecla I para inserir uma nova *keyframe*;
 - Ver a animação (**Spacebar**);
 - Alterar o parâmetro **Alignment** para 0.5 de modo a que as ondas fiquem mais alinhadas numa mesma direcção (o valor 0 corresponde a direcções aleatórias e o valor 1 corresponde ao alinhamento máximo);
 - Ver a animação (**Spacebar**);
 - Alterar o valor do parâmetro **Direction** (apenas ativo se o **Alignment** for diferente de zero) para 30° e verificar (**Spacebar**) que a direcção das ondas se alterou (o valor deste ângulo é relativo ao eixo dos XX).
- Para criar espuma nas ondas é necessário ativar a opção **Foam**. No entanto, esta só é perceptível após a aplicação dos materiais.

Existem outros modificadores, como é o caso do **Wave**, que animam automaticamente os objetos. O exemplo seguinte mostra como colocar um texto em 3D a ondular, recorrendo a este modificador:

- Esconder a *Collection* e criar a *Collection 2*, tornando-a ativa;
- Adicionar texto (**Add→Text**) e seleccionar a opção **View** no campo **Align** do painel *Add Text*;
- No modo de edição alterar o texto para “Fundamentos de Computação Gráfica” e voltar ao modo objeto;
- Converter o texto para *mesh* pressionando o botão direito do rato e seleccionando a opção **Convert To → Mesh**;
- Adicionar ao texto o modificador **Solidify** (grupo *Generate*);
- Colocar o campo **Thickness** do modificador a 0.1 e verificar que o texto ganhou espessura;
- Adicionar o modificador **Wave** (grupo *Deform*) e ver a animação (**Spacebar**).

5. Sistemas de partículas na criação de pelo

Uma das aplicações dos sistemas de partículas é na criação de pelo (ou cabelo). O exercício que se segue mostra como revestir a cabeça da macaca Suzanne com pelo:

- Criar um novo ficheiro do Blender, apagar o cubo e seleccionar o *workspace Animation*;
- Adicionar uma *mesh* do tipo **Monkey** posicionada na origem;
- Adicionar um modificador **Subdivision Surface**, com os campos **Levels Viewport** e **Render** a 2;
- Pressionar o botão direito do rato e seleccionar a opção **Shade Smooth**;
- Seleccionar a fonte de luz e alterá-la para o tipo **Sun** (ícone **Object Data Properties**, painel **Light**), com o campo **Strength** a 3 e com uma rotação de $(-50^{\circ}, 0^{\circ}, 170^{\circ})$;
- Alterar o **Viewport Shading** para **Rendered** (**Tecla Z** → **Rendered**);
- Seleccionar a macaca e a partir do ícone **Particles** (do editor de propriedades), adicionar um sistema de partículas pressionando o botão +;
- Seleccionar **Hair** como o tipo de sistema pretendido;
- No painel **Emission**, alterar o valor do parâmetro **Number** para 2000 e o valor do **Hair Length** para 0.1;
- No painel **Children** seleccionar a opção **Interpolated** (em vez de **None**) e alterar o parâmetro **Display Amount** para 100;
- No sub-painel **Clumping** (aglomeração) alterar o parâmetro **Clump** para 0.1;
- No sub-painel **Roughness** (irregularidade) alterar os parâmetros **Uniform** para 0.06, **Size** para 0.2 e **Random** para 0.05.

Verifica-se que a macaca esta cheia de pelos nos olhos, boca e nariz. Para os retirar:

- Seleccionar a macaca e entrar no modo de edição;
- Deseleccionar todos os vértices;
- Seleccionar apenas o vértice central de cada olho da macaca e depois a opção **Select** → **Select Linked** → **Linked** (a partir do **Header**) ou as **Teclas CTRL + L**, para seleccionar todos os vértices ligados a eles;
- Com a **Tecla SHIFT** pressionada e o modo de seleção de faces ativo, seleccionar também as faces do nariz, boca e interior das orelhas. Para facilitar esta tarefa, no modificador **Subdivision Surface** (ícone **Modifiers**), desseleccionar o botão que mostra o efeito do modificador em modo de edição;



- No editor de propriedades, ícone **Object Data Properties**, painel **Vertex Groups**, criar um grupo com o nome "**Grupo**" (botão +) e atribuir-lhe os vértices seleccionados (botão **Assign**);
- No ícone **Particles**, painel **Vertex Groups**, parâmetro **Density**, escolher o grupo de vértices "**Grupo**" e pressionar o botão em forma de seta bidirecional para que estes vértices fiquem sem pelos;
- Retornar ao modo objeto e verificar que a macaca já não tem pelos nos olhos, no nariz, na boca e no interior das orelhas.

6. Fluidos

A física dos fluidos é usada para simular propriedades físicas de líquidos. Para uma simulação deste tipo, é necessário ter pelo menos um objeto do tipo **Domain** (para definir o espaço em que a simulação irá decorrer) e um objeto do tipo **Flow** (para emitir o fluido). Normalmente envolve:

- Criar um objeto **Domain** que defina os limites do volume de simulação;
- Configurar objetos do tipo **Flow** que emitam fluido;
- Configurar objetos do tipo **Effector** que façam o fluido interagir com objetos da cena.

Para definir o domínio da simulação:

- Abrir o ficheiro *FCG_03_Animacao_C_EX6.blend*;
- Selecionar o cubo e no editor de propriedades, ícone **Physics**, carregar no botão **Fluid**;
- No painel **Fluid**, campo **Type**, escolher **Domain**;
- No sub-painel **Settings**, campo **Domain Type**, escolher **Liquid**;
- No sub-painel **Border Collisions**, garantir que todas as opções estão selecionadas;
- Garantir também que a opção **Liquid** e a opção **Mesh** (dentro do sub-painel **Liquid**) estão selecionadas;
- No sub-painel **Cache**, colocar o campo **Frame End** com valor 150;
- No editor **Timeline** colocar o campo **End** com valor 150;
- No editor de propriedades, ícone **Object Properties**, painel **Viewport Display**, colocar **Wire** no campo **Display As** (a opção fará com que o cubo seja sempre apresentado em formato **Wireframe**).

Para definir o recetor do fluido:

- Selecionar o objeto *Taça* e no editor de propriedades, ícone **Physics**, carregar no botão **Fluid**;
- No painel **Fluid**, campo **Type**, colocar **Effector** e no campo **Effector Type**, do sub-painel **Settings**, manter selecionada a opção **Collision**;
- No mesmo sub-painel, alterar o campo **Surface Thickness** para 0.01 e ativar a opção **Is Planar**.

Para definir o produtor de fluido:

- Selecionar a esfera e no editor de propriedades, ícone **Physics**, carregar no botão **Fluid**;
- No painel **Fluid**, campo **Type**, colocar **Flow**;
- No sub-painel **Settings**, campo **Flow Type**, selecionar **Liquid** e no campo **Flow Behaviour**, selecionar **Inflow**;
- No mesmo sub-painel manter selecionada a opção **Use Flow**.

Depois de se terem definido todos os elementos que farão parte da simulação, é necessário fazer o cálculo desta. Deste modo:

- Selecionar o domínio (cubo);
- No painel **Fluid**, sub-painel **Cache**, mudar o **Type** para **All** e carregar no botão **Bake All** para que os cálculos da simulação sejam feitos;
- Quando este processo terminar, verificar a animação (**Spacebar**) resultante;
- Para visualizar melhor o resultado, selecionar novamente o **Domain** (o cubo) e no painel **Viewport Display**, voltar a selecionar a opção **Solid** no campo **Display As**;
- Verificar a animação (**Spacebar**);
- Carregar no botão **Free All** (sub-painel **Cache**) e no painel **Settings** alterar o valor do parâmetro **Resolution Divisions** para 64;
- Voltar a carregar no botão **Bake All** e perceber que a qualidade da simulação melhorou significativamente, mas que o tempo do cálculo também aumentou;
- No **Header**, alterar o **Viewport Shading** para **Material Preview** e rever a animação (**Spacebar**).

7. Fumo

O exemplo seguinte mostra como é possível criar animação com fumo.

- Criar um novo ficheiro Blender;
- Selecionar o cubo e fazer um redimensionamento de 0.2 no eixo dos ZZ (**Teclas S + Z + 0.2 + ENTER**);
- A partir do **Header** selecionar **Object**→**Quick Effects**→**Quick Smoke**;

Neste momento existe um cubo exterior que é o **Domain** (volume dentro do qual vai decorrer a animação) e o cubo inicial (entretanto redimensionado) que é o **Flow** (elemento que vai alimentar a animação).

- Com o cubo exterior selecionado, ícone **Physics**, sub-painel **Cache**, colocar o campo **Frame End** com valor 100;
- No editor **Timeline** colocar o campo **End** com valor 100;
- Ver a animação (**Spacebar**).

Embora o procedimento anterior seja a forma mais rápida de criar a animação de fumo, esta pode ser refinada no separador **Physics** do editor de propriedades, através da alteração de vários parâmetros

O primeiro é o **Buoyancy Density** que controla a densidade e consequente velocidade de emissão do fumo, sendo que valores mais altos deste parâmetro fazem o fumo subir mais depressa. Para testar a sua influência:

- Selecionar apenas o cubo exterior (domínio);
- No sub-painel **Gas**, mudar o valor do campo **Buoyancy Density** para 5;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar as diferenças.

Um outro parâmetro importante é o **Vorticity**, em que valores baixos fazem o fumo subir em linha reta e valores altos fazem o fumo subir circularmente. Para testar a sua influência:

- No sub-painel **Gas**, mudar o valor do campo **Vorticity** para 0.5;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar as diferenças;

- Mudar o valor do campo **Vorticity** para 2 e visualizar a animação (**Spacebar**).

Por fim, os parâmetros **Time Scale** e **Resolution Divisions** permitem controlar a velocidade e o nível de detalhe do fumo. Contudo, o aumento deste último, vai tornar mais demorado o cálculo da simulação. Para testar estes parâmetros:

- Mudar o valor do campo **Time Scale** do sub-painel **Settings** para 3 e verificar as diferenças na animação (**Spacebar**);
- Repor o valor do parâmetro **Time Scale** a 1 e alterar o valor do parâmetro **Resolution Divisions** para 64;
- Rever a animação (**Spacebar**) e constatar os efeitos das alterações.

Caso se pretenda que um recipiente se encha de fumo, tem que se controlar as colisões. Para verificar esse efeito:

- Recolocar o valor do parâmetro **Resolution Divisions** a 32;
- No sub-painel **Border Collisions** selecionar todas as opções;
- Verificar a animação (**Spacebar**).

Por outro lado, o fumo pode sofrer os efeitos de certos campos de forças, como por exemplo, do vento. Para o verificar:

- Adicionar um campo de força do tipo vento (**Add→Force Field→Wind**), na localização (0.0, 6.0, 0.0) e rodado 90° no eixo dos XX;
- No ícone **Physics**, painel **Force Fields**, sub-painel **Settings**, colocar o campo **Strength** a 50;
- Selecionar o cubo exterior (domínio) e no sub-painel **Gas** mudar o valor do campo **Vorticity** para 0.1;
- Verificar a animação (**Spacebar**).

Por fim, para que o fumo dure algum tempo e depois desapareça no ar:

- Selecionar a força de vento e, no ícone **Physics**, painel **Force Fields**, sub-painel **Settings**, colocar o campo **Strength** a 10;
- Selecionar o cubo exterior (domínio) e no sub-painel **Gas**, ativar a opção **Dissolve**;
- Verificar a animação (**Spacebar**);
- Expandir o painel **Dissolve** e alterar o campo **Time** para 20 (valores maiores fazem com que o fumo leve mais tempo a desaparecer);
- Rever a animação (**Spacebar**) e perceber as diferenças.

8. Fogo

Em vez de fumo, pode ser emitido fogo, ou emitida uma combinação de fogo e fumo. Para testar a criação de fogo:

- Criar um novo ficheiro Blender;
- Apagar o cubo e adicionar uma *Ico Sphere* na origem;
- No painel **Add Ico Shpere** alterar o parâmetro **Subdivisions** para 4 e o **Radius** para 0.5;
- A partir do **Header** selecionar **Object→Quick Effects→Quick Smoke**;

Neste momento existe um prisma que é o **Domain** (volume dentro do qual vai decorrer a animação) e a esfera que é o **Flow** (elemento que vai alimentar a animação).

- Selecionar a esfera e no ícone **Physics**, painel **Fluid**, sub-painel **Settings**, campo **Flow Type**, escolher **Fire** (ou **Fire + Smoke** para uma combinação de fogo com fumo);
- Selecionar o prisma (domínio) e no sub-painel **Cache** colocar o campo **Frame End** com valor **100**;
- No editor **Timeline** colocar o campo **End** com valor **100**;
- Ver a animação (**Spacebar**);
- Com a esfera selecionada, alterar o valor do parâmetro **Fuel**, do sub-painel **Settings**, para **2.5** (quanto maior o valor deste parâmetro, mais descontrolada será a chama);
- Rever a animação (**Spacebar**);
- No sub-painel **Flow Source**, reduzir o valor do parâmetro **Surface Emission** para **1** (quanto maior for o seu valor, mais afastada estará a emissão da superfície da esfera);
- Rever a animação (**Spacebar**);
- Selecionando a esfera, alterar o campo **Flow Type** para **Fire + Smoke**;
- Rever a animação (**Spacebar**) e perceber que é produzido mais fumo do que anteriormente.

É possível ter elementos em que o fumo ou o fogo desaparecem ao tocar-lhes. Para testar esta possibilidade:

- Adicionar um cubo na posição **(0, 0, 2.5)** e com uma escala **(1.0, 1.0, 0.1)**;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar que a chama e o fumo passam através do cubo;
- Com este objeto selecionado, no ícone **Physics**, pressionar o botão **Fluid**;
- No painel **Fluid**, campo **Type** selecionar a opção **Flow**;
- No sub-painel **Settings**, campo **Flow Type**, selecionar **Fire + Smoke** e no campo **Flow Behaviour**, selecionar **Outflow**;
- Ver a animação (**Spacebar**) e observar que o fogo desaparece ao tocar no objeto;
- Selecionar o prisma (domínio), e alterar o valor do parâmetro **Resolution Divisions** do sub-painel **Settings** para **64**;
- Rever a animação (**Spacebar**) e observar que a qualidade da simulação melhorou.

9. Corpos semi-rígidos

O *Blender* permite simular objetos que se deformam quando colidem, voltando depois à forma inicial. Estes objetos designam-se por semirrígidos (ou *soft body*, em Inglês) e o exemplo seguinte, ilustra a sua utilização.

- Criar um novo ficheiro *Blender*;
- Adicionar um plano na origem, com dimensão **14x14**;
- No ícone **Physics**, do editor de propriedades, selecionar **Collision**;
- Mover o cubo, para a posição **(0, 0, 5)** e rodado **45°** no eixo dos **XX**;
- No ícone **Physics**, do editor de propriedades, carregar no botão **Soft Body**;
- Desmarcar a opção **Goal** e manter a opção **Edges** ativa;
- No painel desta última opção, colocar o parâmetro **Bending** a **2**. Quando este painel estiver ativo, as arestas do objeto funcionarão como “molas” para o simulador de física. O parâmetro **Bending**, que assume valores entre **0** e **10**,

define a forma como o objeto se vai deformar (corresponde ao grau de rigidez da curvatura das arestas);

- Verificar (**Spacebar**) o efeito da animação;
- No modo de edição, aplicar ao cubo uma subdivisão (**Number of Cuts** igual a 1);
- Passar para o modo objeto e ver (**Spacebar**) que o cubo passa a saltar mais e também a deformar-se um pouco mais;
- Aplicar ao cubo mais uma subdivisão e, em seguida, um modificador **Subdivision Surface**, com o parâmetro **Levels Viewport** igual a 4;
- Alterar a rotação do cubo para 60º no eixo dos XX e rever a animação (**Spacebar**);

10. Explosões

O *Blender* permite criar o efeito de uma explosão em objetos do tipo *mesh*. O exemplo seguinte, mostra como é possível obter esse efeito de forma rápida.

- Criar um novo ficheiro Blender;
- Adicionar um plano na origem, com dimensão 14x14;
- No ícone **Physics**, do editor de propriedades, selecionar **Collision**;
- Mover o cubo para que fique ligeiramente acima do plano (**Teclas G + Z + 1.1**);
- A partir do *Header* selecionar **Object**→**Quick Effects**→**Quick Explode**;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar que o cubo se fragmentou em 4 partes que ficam a saltitar no plano e que acabam por desaparecer;
- A partir do ícone **Particles** do editor de propriedades, painel **Emission**, alterar o campo **Number** para 500;
- Além disso, ativar o painel **Rotation** e, expandindo-o, ativar a opção **Dynamic**;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar que os fragmentos do cubo não se multiplicaram, mas que agora efetuam movimentos de rotação;
- Em modo de edição, subdividir as faces do cubo através da opção **Subdivide** (botão direito do rato) com **Number of Cuts** igual a 5;
- Visualizar a animação (**Spacebar**) e verificar que o número de fragmentos resultantes da explosão do cubo é bastante superior, mas que continuam a desaparecer;
- No ícone **Particles**, painel **Emission**, alterar o parâmetro **Lifetime** para 100;
- No editor *Timeline* colocar o campo **End** também com valor 100;
- Ver a animação (**Spacebar**) e notar que os fragmentos já não desaparecem, embora o seu comportamento ainda não seja o desejado;
- Com o plano selecionado, no ícone **Physics**, sub-painel **Particle**, colocar o valor do parâmetro **Stickiness** a 2;
- Ver as diferenças na animação (**Spacebar**);
- Ainda com o plano selecionado, no sub-painel **Particle**, colocar o valor do parâmetro **Friction** a 1;
- Na animação (**Spacebar**) perceber que agora os fragmentos já não deslizam no plano como anteriormente;
- Com o cubo selecionado, através do ícone **Modifiers**, botão **Add Modifier**, adicionar o modificador **Solidify** (do grupo *Generate*);
- Neste modificador, alterar o parâmetro **Thickness** para 0.03;
- Rever a animação (**Spacebar**) e perceber que os fragmentos ganharam espessura ficando com um aspeto mais realista.