


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

Para melhor observar o realismo que existe quando se aplica a física dos tecidos, pode-se animar o cubo, colocando-o, por exemplo, a rodar. Para tal:

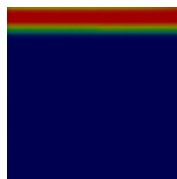
- Selecionar o cubo e aplicar-lhe um modificador **Bevel**, com o campo **Amount** a 0.15 e o campo **Segments** a 20 (esta operação permitirá arredondar as arestas do objeto de forma a que não trespassem o plano);
- Ir para a *frame* 24 e inserir uma **keyframe** (Tecla I, com o cursor dentro do editor 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**);
- Ir para a *frame* 1 e observar (Spacebar) o comportamento do tecido face ao novo movimento.

No editor de propriedades, ícone **Physics Properties**, 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.

Pode também atribuir-se diferentes “pesos” a diferentes partes da malha, provocando-lhes comportamentos distintos. Assim:

- Passar para a vista de topo e para o modo **Weight Paint**;
- 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 de propriedades, 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 **Object Mode** e retornar à vista *User Perspective*;
- Aceder ao ícone **Physics Properties**, 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. 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).

Pode colocar-se na cena vários tipos de campos de força, como, por exemplo, vento. Para tal:

- Adicionar um campo de força do tipo vento (**Add→Force Field→Wind**), na posição  $(0,4,0)$ , rodado  $90^\circ$  em  $XX$  (notar o sentido dos seus eixos);
- No editor de propriedades, ícone **Physics Properties**, 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 Properties**, 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 com 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.

- Esconder a coleção *Collection*, criar uma nova coleção *Collection 2*, passando a câmara para esta última (**Tecla M**);
- Colocar o valor 300 no campo **End** do editor **Timeline**;
- Colocar a câmara na posição  $(7, -7, 6)$  e com rotação  $(60^\circ, 0^\circ, 50^\circ)$ ;
- Alterar o campo **Focal Length** da câmara para 20, no painel **Lens**, do ícone **Object Data Properties**, do editor de propriedades, e passar para a vista da câmara;
- Adicionar um plano na origem com dimensão 4x12 (**Tecla N**) e atribuir-lhe o nome *Chão*;
- Adicionar um cubo na posição  $(0, 1, 1)$ ;
- Adicionar um cilindro na posição  $(-0.5, -3, 2.5)$  e de dimensão  $(1, 1, 5)$ ;
- Adicionar um plano na posição  $(0, 3.5, 4)$ , de dimensão 1x1 e de nome *SP*.

Para criar o objeto que vai ser a partícula:

- Criar uma nova coleção, *Collection 3*, e esconder as restantes;
- Com a nova coleção ativa, adicionar uma *UV Sphere* de nome *Gota*;
- No modo de edição, selecionar 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 selecionar *Shade Smooth*.

Para usar o objeto criado no sistema de partículas:

- Esconder a *Collection 3* e tornar visível a *Collection 2*;
- Selecionar o plano *SP*;
- No editor de propriedades, ícone **Particles Properties**, clicar no botão **+** de forma a criar um sistema de partículas do tipo **Emitter** (selecionado por omissão) a partir do plano *SP*;
- No painel **Emission**, colocar o campo **End** a 150 (o sistema deixa de emitir partículas nesta *frame*) e **Lifetime** a 300 (cada partícula tem um período de vida igual a este número de *frames*);
- No painel **Physics**, campo **Physics Type**, selecionar 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**, selecionar a opção **Object**. No sub-painel **Object**, campo **Instance Object**, selecionar o elemento *Gota*;
- Ainda no painel **Render**, desselecionar a opção **Show Emitter** (o plano *SP* não aparecerá na renderização).

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 Properties**), 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 as partículas que saem do emissor atravessam todos os elementos e que o cubo e o cilindro não são afetados pelo campo de forças.

Para evitar isso:

- Com o plano *Chão* selecionado, pressionar o botão **Collision** (do ícone **Physics Properties**, 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 exemplificar como o vento pode afetar os objetos:

- Selecionar o cubo e pressionar o botão **Rigid Body** (do ícone **Physics Properties**, 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-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 properties**, 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 properties**, 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 *0.7*;
- No painel **Rigid Body**, sub-painel **Collisions**, campo **Shape**, selecionar **Cylinder**;
- Ainda no painel **Rigid Body**, sub-painel **Collisions**, sub-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 nos modificadores, geralmente implica o uso de *keyframes* para alterar alguns dos seus parâmetros. Por exemplo:

- Esconder a *Collection 2*, criar uma nova coleção, *Collection 4* e, nesta última, adicionar um cubo na origem;
- Mudar para a vista em perspectiva;
- Inserir um modificador ***Ocean*** (coluna *Physics*) e verificar que o cubo se transformou num plano.

O modificador ***Ocean*** faz esta operação com todos os elementos, ou seja, por omissão, só simula ondulações planares. É usado para simular ondas e espuma do oceano.

- No modificador ***Ocean***, colocar o parâmetro ***Spatial Size*** a 3 e o parâmetro ***Scale*** do sub-separador ***Waves*** a 0.3;
- Ativar a opção ***Foam***, caso se pretenda ondas com espuma;
- 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, inserindo uma *keyframe*;
- Ir para a *frame 100*, colocar o campo ***Time***, do modificador ***Ocean***, a 5;
- Com o cursor no campo ***Time***, do modificador ***Ocean***, pressionar a tecla I, inserindo mais uma *keyframe*;
- Ver a animação (***Spacebar***).

Para se ter ondulação em objetos com outros formatos, pode fazer-se o seguinte:

- Adicionar um cilindro na origem;
- Seleccionar o elemento cubo (plano com a ondulação);
- Adicionar-lhe um modificador ***Boolean***, seleccionando a opção ***Intersect*** e colocando o nome do cilindro adicionado no campo ***Object***;
- No campo ***Solver***, escolher a opção ***Fast***;
- Seleccionar o cilindro e escondê-lo para não afetar a visualização. Quando se fizer a renderização desta animação, tem que se ter o cuidado de não renderizar este elemento (pressionando o ícone  no editor ***Outliner***);
- Ver a animação (***Spacebar***) e constatar que agora a ondulação é simulada num elemento diferente de um plano.

Existem, no entanto, modificadores que animam automaticamente os objetos, como é o caso do modificador *Wave*. Por exemplo, para colocar um texto em 3D, a ondular, deve fazer-se o seguinte:

- Esconder a *Collection 4* e numa nova coleção, *Collection 5*, adicionar texto (***Add→Text***) e seleccionar a opção ***View*** no campo ***Align*** do painel *Add Text*;
- No modo de edição, escrever “*Computação Gráfica*” e voltar ao modo objeto;
- Converter o texto para *mesh*, pressionando o ***Botão direito do rato→Convert to Mesh***);

- Adicionar, ao texto, o modificador **Solidify** (coluna *Generate*);
- Colocar o campo **Thickness** do modificador a *0.1* e verificar que o texto ganhou espessura;
- Adicionar o modificador **Wave** (coluna *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). Por exemplo, para cobrir a cabeça da macaca Suzanne com pelo:

- Esconder a *Collection 5* e criar a *Collection 6*, adicionando, nesta última, uma *mesh* do tipo **Monkey** posicionada na origem;
- Adicionar um modificador **Subdivision Surface**, com os campos **Levels Viewport** e **Render** a *2*;
- Selecionar a opção **Object→Shade Smooth** disponível no *Header* do editor **3D Viewport**;
- Transferir a fonte de luz para a *Collection 6* (**Tecla M**), alterá-la para que seja do tipo **Sun** (painel **Light** do ícone **Object Data Properties**) 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**);
- Selecionar a macaca e escolher a opção **Object→Quick Effects→Quick Fur** a partir do *Header* (esta ação acelera o processo de criação do sistema de partículas);
- No editor de propriedades, selecionar o ícone **Particles Properties** e ver o tipo de sistema de partículas criado;
- No painel **Emission**, campo **Hair Length**, colocar o valor *0.05* (pelo relativamente curto);
- No painel **Children**, alterar o campo **Display Amount** para *100* (valor igual ao que será renderizado).

As **Children** são subpartículas atribuídas às partículas do tipo **Hair** que possibilitam trabalhar primeiramente com uma quantidade relativamente baixa de partículas parentais (**Parent particles**) para as quais a física é calculada, podendo depois ser alinhadas com estas, sem necessidade de recalcular a física.

- Ainda no painel **Children**, sub-painel **Roughness**, colocar os campos **Uniform** e **Endpoint** com o valor *0.05*, e o campo **Random** com o valor *0.01*, de forma a criar irregularidades no pelo.

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

- Selecionar a macaca e entrar no modo de edição;
- Deselecccionar todos os vértices;
- Selecionar 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 selecionar todos os vértices ligados a eles;
- Com a **Tecla SHIFT** pressionada, e o modo de seleção de faces ativo, selecionar também as faces do nariz, boca e interior das orelhas (para facilitar esta tarefa, enquanto se estiver a selecionar as faces, a opção **Realtime**  do modificador **Subdivision Surface** poderá ser desativada);

- No editor de propriedades, ícone **Object Data Properties**, painel **Vertex Groups**, criar um grupo com o nome “Grupo” (botão +) e atribuir-lhe os vértices selecionados (botão **Assign**);
- No ícone **Particles Properties**, painel **Vertex Groups**, campo **Density**, escolher o grupo de vértices “Grupo” e pressionar o botão que tem uma 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\_Exercicio.blend;
- Selecionar o cubo e, no editor de propriedades, ícone **Physics Properties**, 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;
- Verificar 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 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 a esfera (“taça”) e no editor de propriedades, ícone **Physics Properties**, carregar no botão **Fluid**;
- No painel **Fluid**, campo **Type**, colocar **Effector** e no campo **Effector Type**, do sub painel **Settings**, selecionar **Collision**;
- No mesmo sub-painel, alterar o campo **Surface Thickness** para 0.01.



Para definir o produtor de fluido:

- Selecionar o cilindro e 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** e ativar a opção **Use Flow**;
- No mesmo sub-painel, ativar a opção **Initial Velocity** (velocidade com que sai o fluido), colocando o campo **Initial X** com valor -1.

Para definir o consumidor de fluido (tipo um dreno ou um buraco negro):

- Selecionar o cone e 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 **Outflow**.

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 se visualizarem melhores resultados pode-se selecionar novamente o **Domain** (o cubo) e no painel **Viewport Display**, voltar a colocar em **Solid**;
- Se forem necessárias alterações, deve ser efetuado o processo de **Free All** e depois repetida a operação de **Bake All**.

## 7. Fumo

A criação de fumo tem algumas semelhanças com o uso de fluidos.

- 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**;
- Ver a animação (**Spacebar**).

Embora o procedimento anterior seja a forma mais rápida de fazer a animação de fumo, esta pode ser refinada no separador **Physics Properties** do editor de propriedades.

Neste momento existe um prisma 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). No entanto, há vários parâmetros que influenciam a animação e que podem ser alterados.

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 o testar:

- Selecionar apenas o prisma grande (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 o testar:

- No sub-painel **Gas**, mudar o valor do campo **Vorticity** para 0.25;
- 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 os testar:

- Mudar o valor do campo **Time Scale** do sub-painel **Settings** para 1.5, e o valor do parâmetro **Resolution Divisions** para 64;
- Ver a animação (**Spacebar**) e constatar as diferenças.

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

- No sub-painel **Border Collisions**, selecionar todas as opções;
- Verificar a animação (**Spacebar**).

O fumo também pode sofrer os efeitos de certos campos de forças. 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 Properties**, painel **Force Fields**, sub-painel **Settings**, colocar o campo **Strength** a 50;
- Selecionar o prisma (domínio) e no sub-painel **Gas** mudar o valor do campo **Vorticity** para 0.1;
- Verificar a animação (**Spacebar**).

Além disso, o fumo pode durar algum tempo e depois desaparecer no ar. Para testar esse efeito:

- Selecionar a força de vento e, no ícone **Physics Properties**, painel **Force Fields**, sub-painel **Settings**, colocar o campo **Strength** a 10;
- Selecionar o prisma grande (domínio) e no sub-painel **Gas**, ativar a opção **Dissolve**;
- Verificar a animação (**Spacebar**).

## 8. Fogo

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

- Selecionar o prisma pequeno e no painel **Fluid**, sub-painel **Settings**, campo **Flow Type**, escolher **Fire** (ou **Fire + Smoke** para uma combinação de fogo com fumo);
- Selecionar o prisma grande (domínio) e alterar o valor do parâmetro **Resolution Divisions** do sub-painel **Settings** para 32;
- Ver a animação (**Spacebar**).

Tal como nas simulações de fluidos, é possível ter elementos em que o fumo ou o fogo não tocam. Para testar esta possibilidade:

- Apagar o vento e desativar a opção **Dissolve**;
- Adicionar um cubo na posição (0, 0, 1) e com uma escala (1.0, 0.2, 0.2);
- No ícone **Physics**, pressionar o botão **Fluid**;
- No painel **Fluid**, campo **Type** selecionar a opção **Flow**;
- No sub-painel **Settings**, campo **Flow Type**, selecionar **Smoke** e no campo **Flow Behaviour**, selecionar **Outflow**;
- Selecionar o prisma (domínio), e alterar o valor do parâmetro **Resolution Divisions** do sub-painel **Settings** para 48;
- Ver a animação (**Spacebar**) e observar que o fogo não toca no objeto.

## 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 Properties**, 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 Properties**, do editor de propriedades, carregar no botão **Soft Body**;
- Desmarcar a opção **Goal** (para fins básicos, não é necessária a sua ativação);
- Manter a opção **Edges** ativa e no painel dessa 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, sendo importante para que o corpo não se curve nas 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 a deformar-se um pouco mais;
- Alterar a rotação do cubo para 60° no eixo dos XX e rever animação (**Spacebar**);
- Aplicar ao cubo mais uma subdivisão e, em seguida, um modificador **Subdivision Surface**, com o parâmetro **Viewport** igual a 4;
- Ver (**Spacebar**) as diferenças na animação.