Representacions de físiques complexes

Llogari Casas

PID_00168410

UOC
Universitat Oberta de Catalunya
www.uoc.edu

Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca

Índex

1. Sistemes de partícules 5
1.1. Concepte de sistemes de partícules 5
1.2. Deflectors 10
1.2.1. Paràmetres d'un deflector 10
1.2.2. Ús de deflectors en animació 11

2. Reactor 18
2.1. Animacions complexes de cossos rígids 18
2.2. Animacions complexes de cossos deformables 27
2.3. Animacions complexes de superfícies líquides 32

1. Sistemes de partícules

1.1. Concepte de sistemes de partícules

Les representacions d'elements com la pluja, la neu o el fum signifiquen un punt i a part en les animacions. Si no fos pels sistemes de partícules seria impossible treballar amb aquests elements en MAX.

Un **sistema de partícules** és un objecte que crea petits subobjectes, els quals en el seu conjunt funcionen com si es tractés d'un objecte únic encara que permeten tenir una certa independència entre ells. Les partícules que creem neixen a partir d'un emissor i es comporten segons els paràmetres establerts. Una gran diferència entre aquests elements i qualsevol altre objecte del MAX és que les partícules neixen en l'emissor però desapareixen passats uns quants fotogrames. El MAX disposa d'eines per a determinar el temps de vida de les partícules i, per tant, la seva visibilitat.

Hi ha dos tipus de sistemes de partícules: els que no responen a esdeveniments i els que sí que ho fan. El primer tipus és un sistema que treballa de manera contínua i no depèn de cap esdeveniment. El segon tipus, identificat en el MAX amb el nom de ***PF Source***, permet definir aspectes que afectaran les partícules de diferents maneres en funció del que hagi passat en l'escena. Aquestes últimes partícules es denominen *sistemes de partícules* i són especialment útils si volem que les partícules esmentades canviïn d'aspecte al llarg de l'animació.

Un exemple d'això podria ser el d'un coet espacial: quan les partícules surten del coet tenen un aspecte vermellós, a imitació del foc, i a poc a poc es converteixen en fum fins que desapareixen de l'escena.

Dins del grup de sistemes de partícules que no responen a esdeveniments, podem crear sis tipus de sistemes: ***Snow*** (neu), ***Blizzard*** (torb), ***Spray***, ***Super Spray***, ***PArray*** (matriu de partícules) i ***PCloud*** (núvol de partícules).

Els usos principals d'aquests sistemes de partícules són els següents:

- ***Snow***. S'usa per a simular neu, sorra i altres elements en què la partícula emesa tingui un aspecte esfèric.

- ***Blizzard***. És similar a l'anterior però, a diferència d'aquest, admet més paràmetres. Com en el cas anterior, l'emissor està basat en un pla. Serveix per a representar efectes de pluja irregular i de pols aixecada pel vent. Ofereix la

possibilitat d'incorporar com a partícules elements que s'hagin creat prèviament.

Un exemple d'això podria ser una fulla de manera que simuli el moviment d'aquesta quan bufa vent.

- ***Spray***. A diferència dels dos anteriors, l'emissor està basat en un punt. Això fa que el seu ús es limiti a partícules que són emeses des d'objectes com ara aixetes, mànegues o xemeneies.

- ***Super Spray***. És molt semblant a l'anterior però admet molts més paràmetres que aquell. Igual que passava amb el ***Blizzard***, també té la possibilitat d'emetre objectes creats prèviament.

- ***PArray***. Té multitud de paràmetres que permeten ajustar tant el tipus de partícules com la seva disposició espacial i la font a partir de la qual es generaran. Un dels seus usos més habituals és el de crear efectes d'escampada de metralla en les explosions.

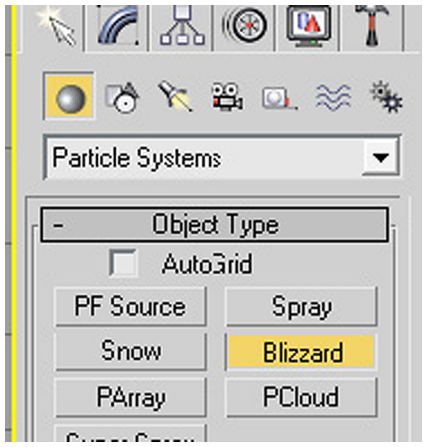
- ***PCloud***. Aquest és un sistema de partícules una mica especial, ja que permet crear partícules per a omplir un volum determinat seguint un patró.

  Així, per exemple, podríem modelar un ocell i generar una bandada a partir d'aquest únic ocell modelat.

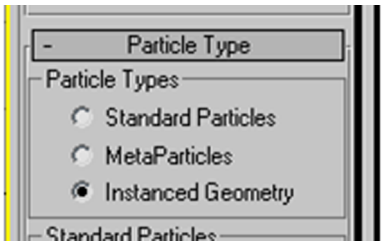
Consell. Encara que resulta evident que moltes vegades, usant sistemes de partícules complexos, podem arribar a obtenir els mateixos resultats que si usem sistemes de partícules senzills, usar sistemes de partícules avançats requereix molts més càlculs d'ordinador que usar sistemes simples com poden ser l'**Snow** o l'**Spray**; per a agilitar el treball i com a norma, és aconsellable usar el sistema de partícules més adequat a allò que volem obtenir.

Obriu l'arxiu *hoja01.max*. Aquest arxiu conté la malla d'una fulla que ja té moviment de rotació incorporat.

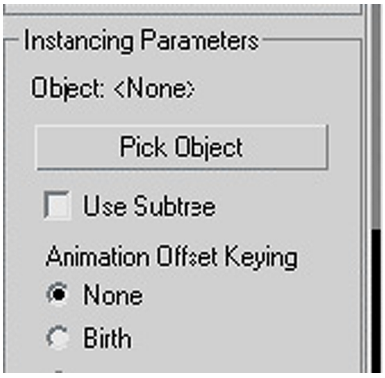
Aneu al tauler ***Create*** i escolliu ***Blizzard*** de l'apartat ***Particle Systems***. En el visor esquerre creeu un emissor d'aquest tipus de partícules.



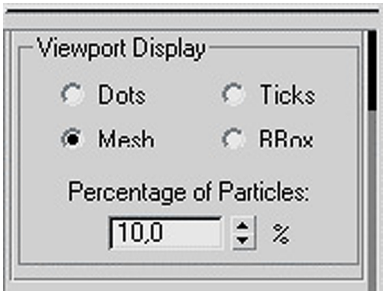
De les característiques de l'emissor escolliu l'apartat ***Particle Type*** i seleccioneu ***Instanced Geometry***.



Això activarà l'apartat ***Instancing Parameters***. Activeu el botó ***Pick Object*** i seleccioneu la fulla.



Per poder veure com serà el resultat final, activeu ***Mesh*** en l'apartat ***Viewport Display***.



Podeu provar de modificar paràmetres diferents i observar així resultats diferents.

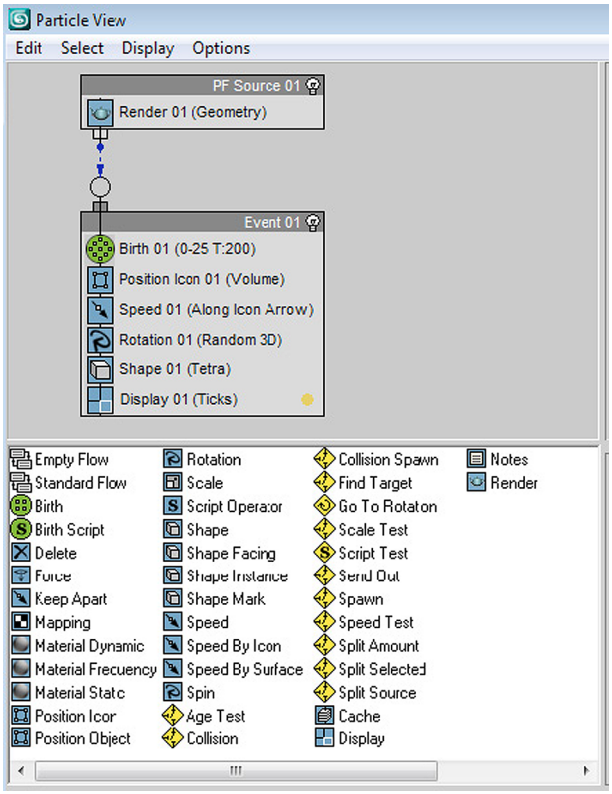
Consell. Quan es treballa amb sistemes de partícules sol ser necessari usar deformadors de superfície. Els **deformadors** són elements que modifiquen l'aparença d'un objecte per efectes de camps de força. Alguns estan pensats per a treballar amb malles de qualsevol tipus. Tanmateix, n'hi ha alguns d'especialment indicats per a ser usats amb sistemes de partícules, és el cas dels deflectors, que permeten crear camps de força de manera que, quan les partícules hi xoquen, les fan rebotar en direccions diferents segons les característiques del deflector.

Podem accedir a la creació de deformadors d'espai per mitjà del botó ***Space Warps*** del tauler ***Create***.

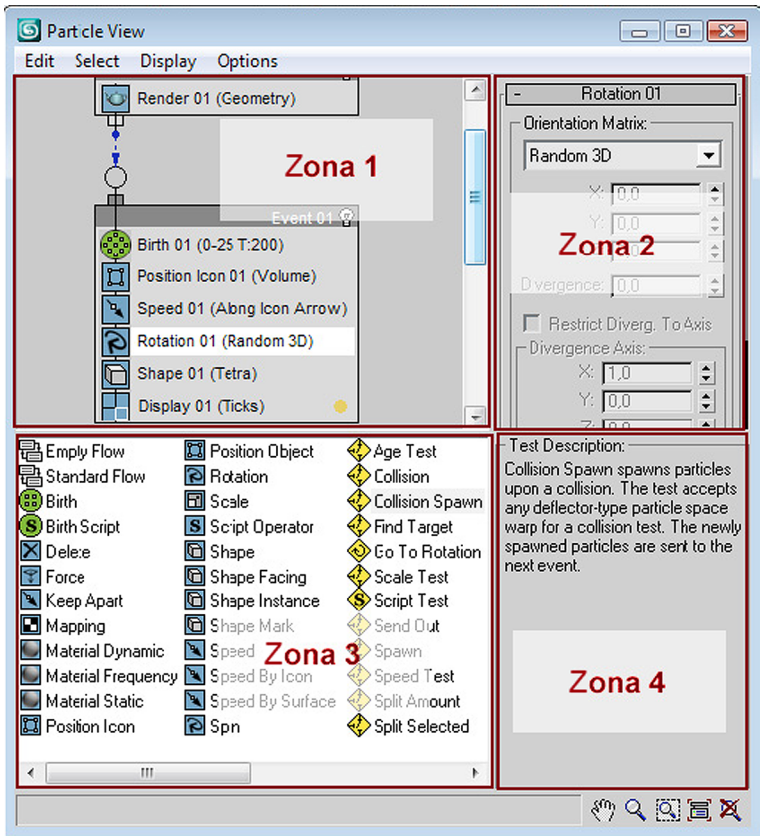
Fins ara hem vist com funciona un sistema de partícules simple, no subjecte a esdeveniments.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, en el MAX hi ha un altre tipus de partícules, els **fluxos de partícules** o ***PF sources***. Aquest tipus de partícules és l'usat habitualment en la creació de jocs, ja que permet crear efectes sofisticats que responen a accions d'altres elements de l'escena. Per a enllaçar o connectar els esdeveniments que tenen lloc en l'escena, el MAX usa una interfície similar

a un diagrama de flux coneguda amb el nom de *vista de partícules*. Aquesta finestra permet, de manera gràfica, gestionar com actuaran les partícules al llarg del temps que dura l'animació.



La vista dels fluxos de partícules es divideix en quatre parts. Una primera zona, que correspon a la presentació d'esdeveniments. Aquesta zona és la que s'usa per a connectar els esdeveniments entre ells i per a gestionar el comportament que tindran les partícules que pertanyen al flux. La segona zona és la corresponent al tauler de paràmetres i és possible modificar-hi els paràmetres de cada apartat. La tercera zona actua com a magatzem. En aquesta part es troben totes les accions disponibles per a poder construir els esdeveniments. Finalment, hi ha una quarta zona d'informació, en què s'explica a l'usuari la funció de qualsevol acció seleccionada en la zona del magatzem.



La manera de construir esdeveniments és canviar o afegir operadors i proves. Cada operador és el responsable d'efectuar una acció diferent: variar la velocitat, modificar l'angle, canviar el color, etc.

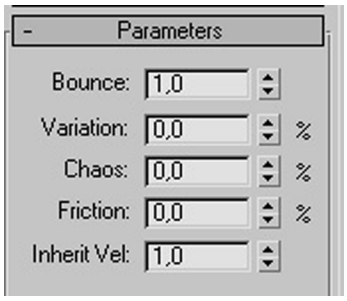
Al seu torn, les proves permeten verificar condicions i, en funció dels resultats, que una partícula passi d'un estat a l'altre.

1.2. Deflectors

1.2.1. Paràmetres d'un deflector

Els deflectors fan d'escut i s'utilitzen per a repel·lir les partícules generades per un sistema de partícules. Poden servir, per exemple, per a simular l'acció de la pluja sobre el terra, que és el que farem en aquest exercici, o crear efectes de cascades i rajos d'aigua d'una font impactant contra una superfície.

L'efecte del deflector està controlat bàsicament per tres factors: el primer és la mida que té, el segon és l'orientació en què apareix en escena en relació amb el sistema de partícules al qual està enllaçat i el tercer, la força que fa rebotar les partícules que hi impacten.

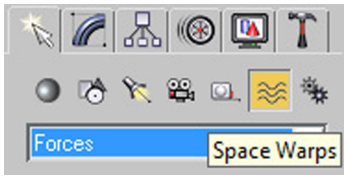


Quan situem un deflector a l'escenari es visualitza en mode de representació amb fil, com si estiguéssim veient el visor en mode ***Wireframe*** i els paràmetres bàsics que conté són els següents:

Bounce	Controla la velocitat amb què les partícules reboten en el deflector. Amb un valor d'1 les partícules sortiran del deflector a la mateixa velocitat amb què hagin xocat. Com més petit sigui el valor, més gran serà la pèrdua de velocitat i més petit serà el rebot.
Variation	Indica la quantitat de partícules que variaran de velocitat de manera aleatòria respecte al valor especificat a ***Bounce***.
Chaos	Indica la quantitat de dispersió que es produirà respecte al que seria un rebot d'un reflex perfecte, és a dir, d'angles d'incidència i reflexió completament iguals, com ara el que produiria un raig de llum sobre un mirall. Un valor de 100 variarà l'angle d'aquest reflex considerablement.
Friction	Indica el valor a què s'alentiran les partícules a mesura que es vagin desplaçant sobre la superfície del deflector. Un valor de 0 indicarà a MAX que no hi deu haver fricció i, per tant, no frenarà les partícules. Un valor de 100 implicarà que s'aturin quan entrin en contacte amb la superfície del deflector.
Inherit vel	Si té un valor superior a 0, el moviment que tingui el deflector afectarà tant les mateixes partícules com els valors introduïts fins al moment. Un exemple en què hauríem d'aplicar un valor diferent de 0 pot ser un paraigua a les mans d'un personatge que el fa girar mentre el paraigua rep impactes produïts per un sistema de partícules que genera pluja.

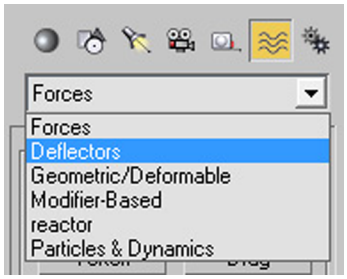
1.2.2. Ús de deflectors en animació

Obriu l'arxiu *deflector.max* que hi ha a la carpeta de recursos. Observeu que en l'escena hi ha el que serà una gota d'aigua en forma d'esfera deformada, un esquitx en forma d'esfera i un pla que farà de terra. Podeu resituar les gotes d'aigua de manera que quedin fora de la finestra de perspectiva en un lloc on no molestin. Fet això, desplaceu-vos a l'apartat ***Space warps*** i escolliu ***Forces***.



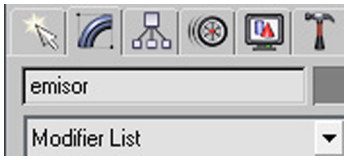
Inseriu en l'escena per mitjà del visor lateral una força del tipus ***Gravity***. La posició on col·loqueu aquesta força en l'escena és poc significativa, ja que únicament ens interessa que hi sigui present i que apunti cap avall perquè més endavant utilitzarem aquesta força per a fer que quan les gotes d'aigua rebotin sobre el terra hi tornin.

A continuació, des del mateix tauler ***Space warps*** afegiu-hi un deflector. Els deflectors tenen un apartat propi en aquest tauler. Creeu-lo de manera que tingui una mesura igual o similar a la del pla i situeu-lo en el mateix lloc que ocupa aquest pla.

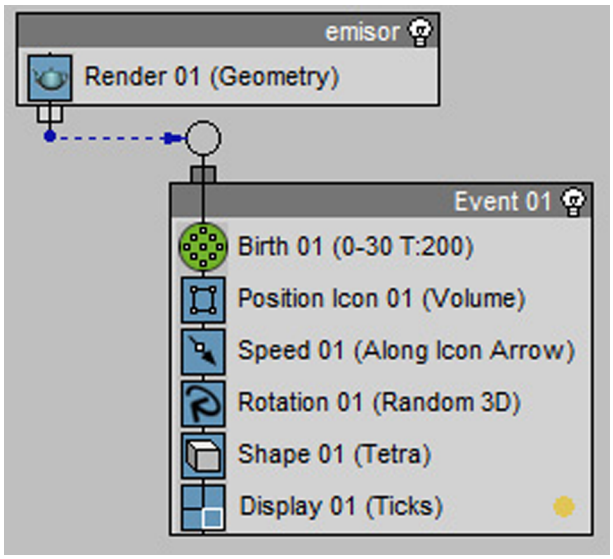


Amb el que tenim en escena en aquest moment ja podem iniciar el sistema de partícules que generarà la pluja. Al llarg del procés aprendrem a enllaçar tots aquests elements entre si.

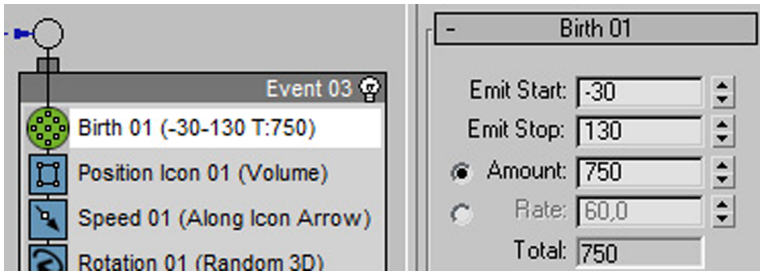
Desplaceu-vos fins al tauler ***Create*** > ***Particle systems*** > ***PF source***. Creeu un emissor de partícules en el visor superior. A continuació, canvieu el nom que MAX posa per defecte, anomeneu-lo *emissor*, d'aquesta manera ens serà més fàcil identificar-lo. Fet això, des del visor lateral o des del frontal, seleccioneu l'emissor que acabeu de crear i resitueu-lo en un lloc més elevat que el que ocupa la força del vent.



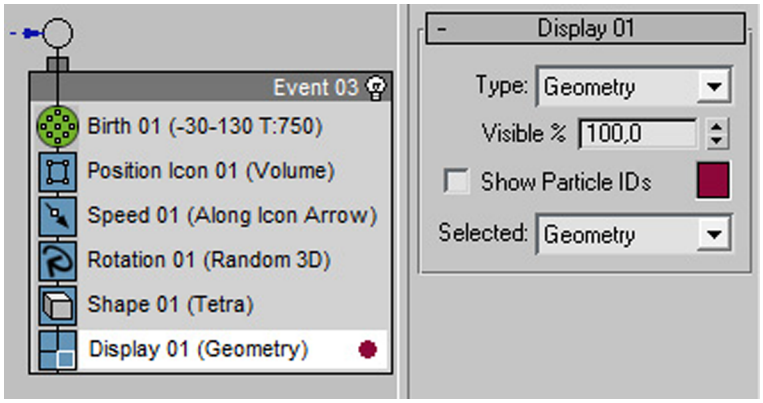
Amb l'emissor seleccionat, aneu al menú ***Graph editors*** > ***Particle view***. Se us obrirà la finestra específica de creació de sistemes de partícules. Fixeu-vos que l'emissor que heu col·locat en l'escena és present en aquesta finestra de construcció.



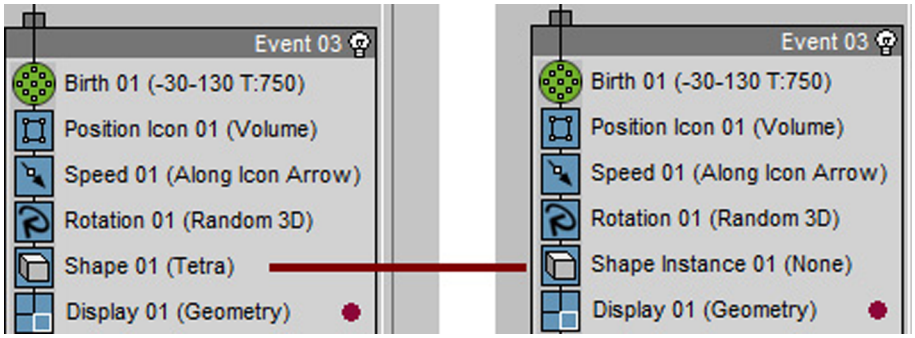
Feu clic a ***Birth*** (origen) i podreu veure que al costat us apareixen les característiques que tindrà l'emissor que acabeu d'incorporar. Varieu el valor del final d'emissió fins a 130 i el d'inici situeu-lo en -30. D'aquesta manera, quan s'iniciï i finalitzi l'escena, la pluja estarà caient. A continuació, augmenteu la quantitat de gotes (***Amount***) fins a 750. Observeu que els paràmetres que heu introduït ara són visibles al costat del mateix generador (***Birth***).



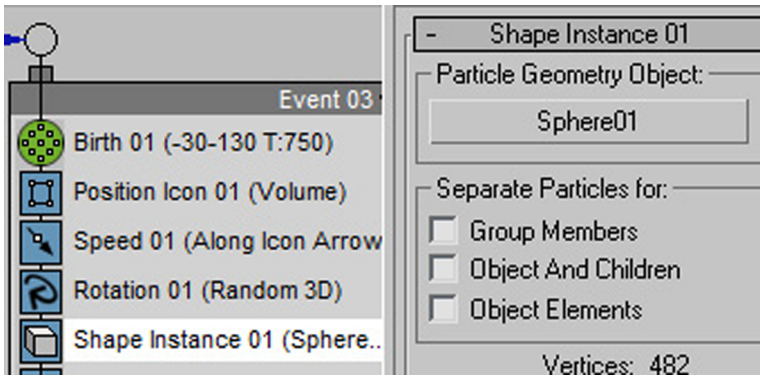
Observeu que en l'apartat ***Display01*** que teniu a la finestra se'ns indica que l'emissor generarà punts (***Ticks***). Tanmateix, nosaltres volem que incorpori la gota que simbolitza la pluja, això significa que hem de canviar ***Ticks*** per ***Geometry*** en el tauler de les propietats que apareix en el lateral quan seleccionem l'element ***Display01***.



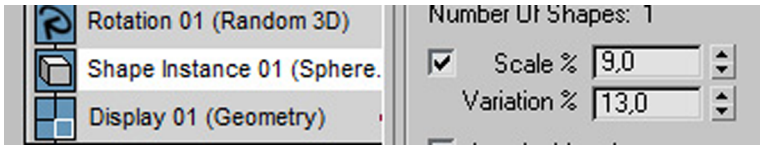
Com podreu comprovar en l'escenari, el fet de seleccionar ***Geometry*** no garanteix que s'incorporin les gotes de pluja que teníem a l'escenari, ja que no ho hem indicat a MAX en cap moment. Així doncs, caldrà modificar l'element ***Shape*** (***Tetra***) per un element d'instància de forma (***Shape instance***). Per mitjà d'aquesta instància de forma podrem seleccionar directament a l'escenari la gota que volem que es representi en el sistema que estem creant. Així doncs, seleccioneu ***Shape*** (***Tetra***) i cliqueu a la tecla de **suprimir**. A continuació arrossegueu fins a la posició que ocupava ***Shape*** (***Tetra***) un element del tipus ***Shape instance***.



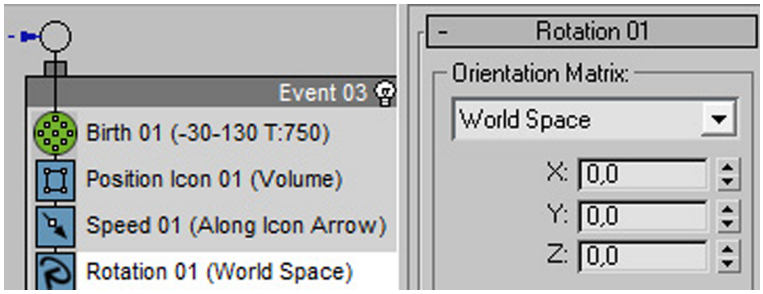
En seleccionar-la, n'apareixeran les propietats. En el primer apartat, ***Shape instance***, trobareu un botó amb el qual podreu seleccionar la geometria de la gota directament a l'escenari. Funciona d'una manera molt simple. Feu clic per activar, desplaceu-vos a l'escenari i cliqueu damunt la gota. Automàticament quedarà incorporada com un element de representació i el botó ***None*** canviarà de nom pel de l'element seleccionat.



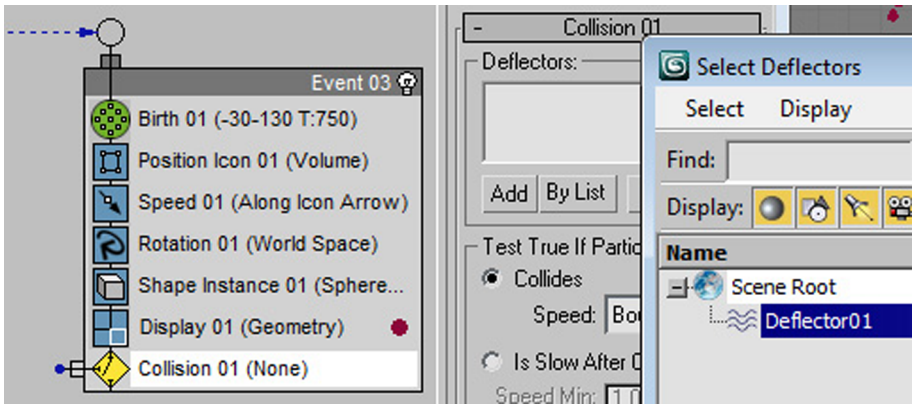
Observeu l'escenari i veureu que les gotes són enormes. En aquest mateix apartat trobareu dues maneres de modificar aquesta mida. L'apartat ***Scale*** us permetrà fer les gotes més petites o més grans, si convé. Des de l'apartat ***Variation*** podeu fer que tinguin mides diferents entre si. Un valor igual a 0 implica que totes seran iguals, mentre que un valor de 100 farà que unes puguin tenir les mides originals i d'altres siguin imperceptibles.



Ara que ja tenim les gotes a l'escena, podeu observar no tenen una posició gaire correcta, ja que algunes tenen la punta de deformació cap avall. Feu clic en l'apartat ***Rotation01*** i en els paràmetres que conté indiqueu que voleu que s'orientin segons les coordenades del món, ***World space***.

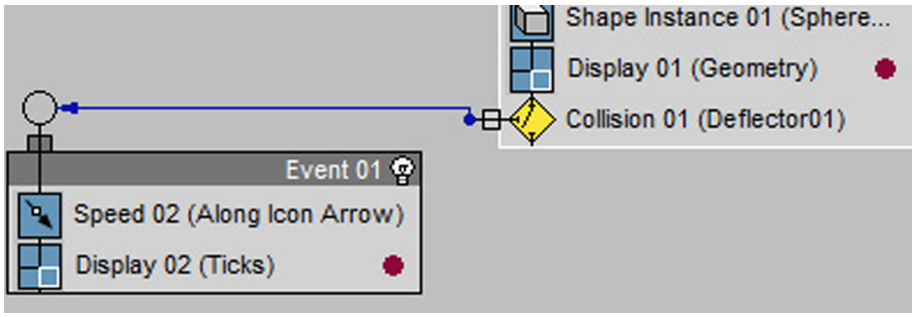


Ha arribat el moment d'afegir el deflector que havíem creat a l'inici. Per a això, a la finestra de construcció arrossegueu una icona del tipus ***Collision*** a l'esdeveniment en què estem treballant. Feu-hi clic perquè n'apareguin les propietats i cliqueu al botó ***By list***. Seleccioneu, com a element de xoc, el deflector que havíeu incorporat en l'escena. Si moveu el lliscador de la línia de temps, veureu que ara les gotes ja no travessen el pla que fa de terra.



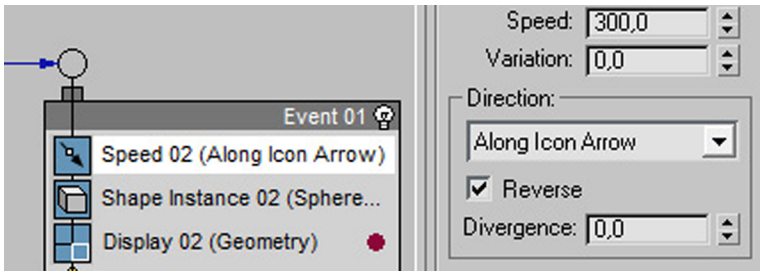
Observeu que aquesta acció té un element que sobresurt de la forma rectangular. Aquest element indica que és possible crear una connexió amb un altre esdeveniment. En el nostre cas, aquest nou esdeveniment serà el rebot, l'esquitx, de la gota d'aigua al terra. Per començar a crear l'esdeveniment arrosseguem a la finestra de construcció un element indispensable, que és la velocitat que volem donar a les esquitxades. Així doncs, arrossegueu una instància de ***Speed*** a una zona lliure de la finestra de construcció. A continuació, feu clic en un

dels dos enllaçadors (el de la col·lisió o el que s'ha creat quan heu incorporat *Speed*) i arrossegueu-lo amb el ratolí fins a l'altre enllaçador. Es crearà una línia de connexió entre els dos elements.



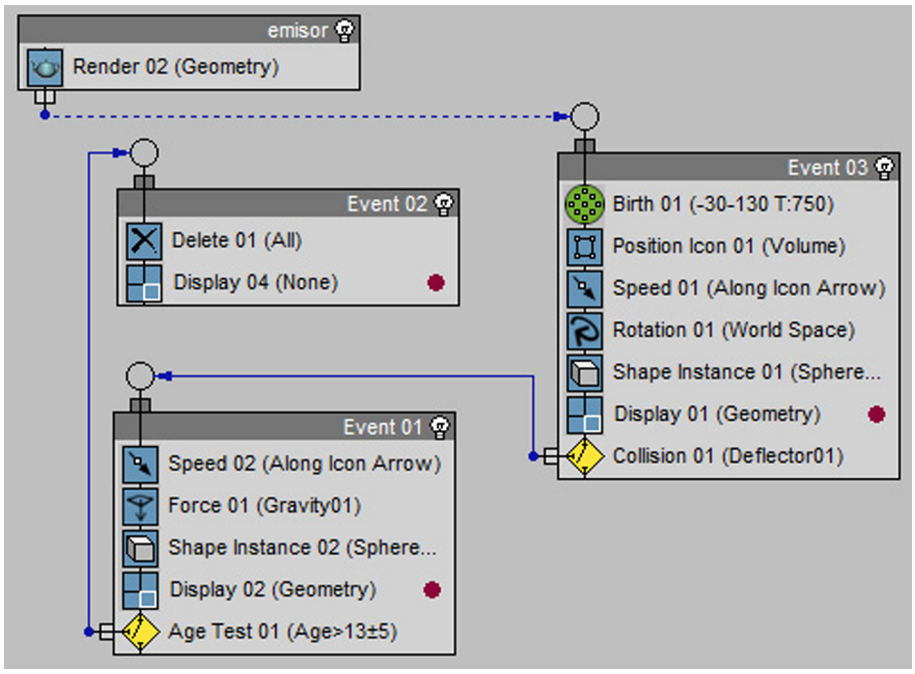
A continuació, en aquest nou esdeveniment heu d'incloure una ***Shape instance*** i, de la mateixa manera que heu fet anteriorment, canvieu ***Ticks*** per ***Geometry***, perquè ens permeti escollir i escalar l'esfera sense deformar, que tenim a l'escenari. En l'apartat ***Display*** d'aquest nou esdeveniment heu de canviar també ***Ticks*** per ***Geometry***.

Si aneu a l'escenari observareu un detall, el canvi de forma es realitza correctament quan la gota que cau toca el deflector, però l'esquitx, en comptes de canviar de sentit, segueix la mateixa trajectòria que la gota. Per solucionar aquest problema heu de seleccionar ***Speed*** i en les seves propietats activeu la casella de verificació ***Reverse***.



Si pensem en la realitat, l'esquitx deixa d'existir des del moment en què torna a entrar en contacte amb el terra. Si observem l'escena veurem que això encara no és així. Perquè sigui correcte hem d'afegir-hi diverses coses.

D'una banda, la força de gravetat que hem incorporat a l'escena. A partir d'aquest element aconseguirem que els esquitxos tornin al terra. De l'altra, un element que ens permeti enllaçar un altre esdeveniment. Aquest nou esdeveniment és simplement l'ordre d'esborrar l'esquitx. Així doncs, afegiu-hi les dues coses i enllaceu-les amb l'esdeveniment d'esborrament, tal com podeu veure en la imatge següent.



Si tot ha funcionat correctament, a mesura que moveu el cursor per damunt la línia de temps, hauríeu de veure la pluja que cau i el rebot dels esquitxos al terra. Recordeu que si els esquitxos us semblen poc naturals, des del tauler ***Modify*** podeu variar els paràmetres propis del deflector fins que encaixin amb l'efecte que considereu més convenient.

2. Reactor

2.1. Animacions complexes de cossos rígids

Un dels apartats més potents del MAX, pel que fa a l'animació de tall realista, és el ***reactor***. Des de ja fa algunes versions, aquest connector inclòs en el MAX conté un conjunt d'eines que permet simular escenes basades tant en cossos rígids com en cossos tous, fluids o gasos, i evitar així passar innombrables hores per a definir moviments que, d'una altra manera, resulten força complicats de simular.

El ***reactor*** permet treballar amb diferents tipus de col·leccions d'objectes de diferents característiques:

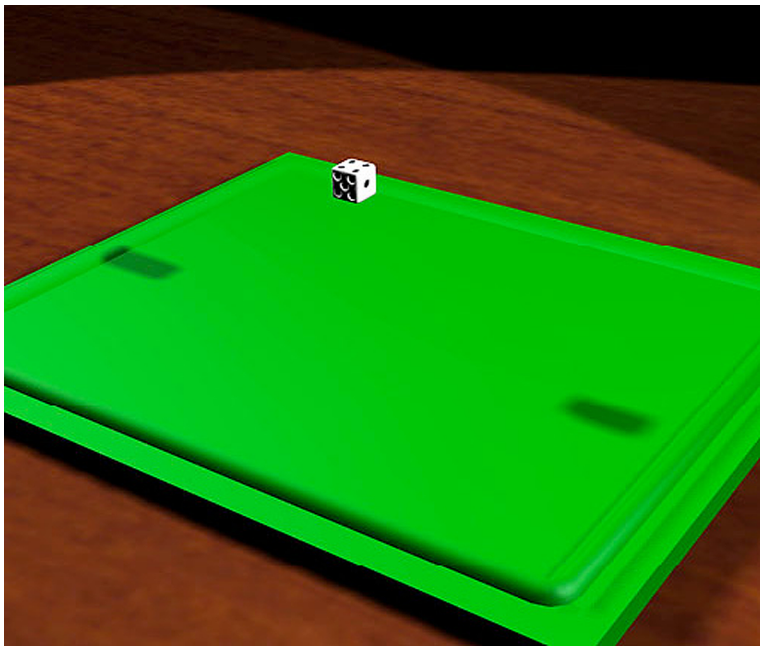
- ***Rigid Body Collection***: permet determinar les característiques de cossos rígids que no es deformen sota un impacte.

- ***Cloth Collection***: són objectes capaços de patir una deformació, que permeten interactuar amb altres objectes de l'escena.

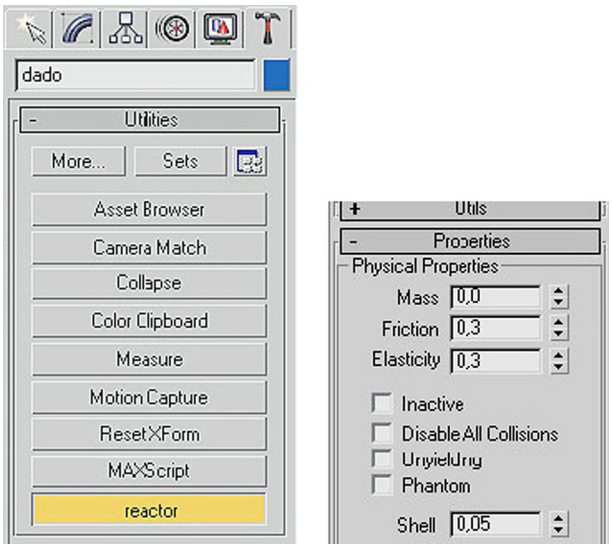
- ***Rope Collection***: són elements amb comportaments lliures com, per exemple, cortines, cordes, xarxes, etc., i poden ser assignats a altres objectes de l'escena que seran els responsables del seu moviment.

Obriu l'arxiu *dado01.max*, que es troba en la carpeta *recursos_MAX*. Aquest arxiu conté la malla ja acolorida d'un dau a la qual aplicarem, des del **reactor**, un comportament perquè el mateix programa generi l'animació de caiguda del dau, la col·lisió i els rebots que hi pugui haver contra el que seria el tauler de joc. Per a això, assignarem propietats físiques concretes a aquest dau com la massa, la fricció o l'elasticitat.

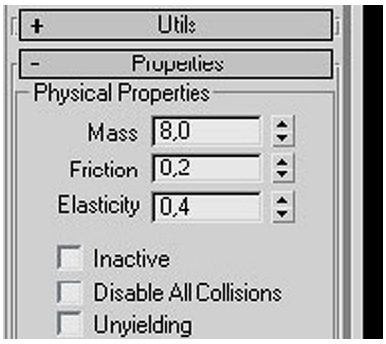
El primer que farem serà crear el tauler de joc, n'hi haurà prou de fer, per exemple, una caixa qualsevol situada per sota del dau i que serà el lloc on aquest xocarà quan es produeixi la caiguda.



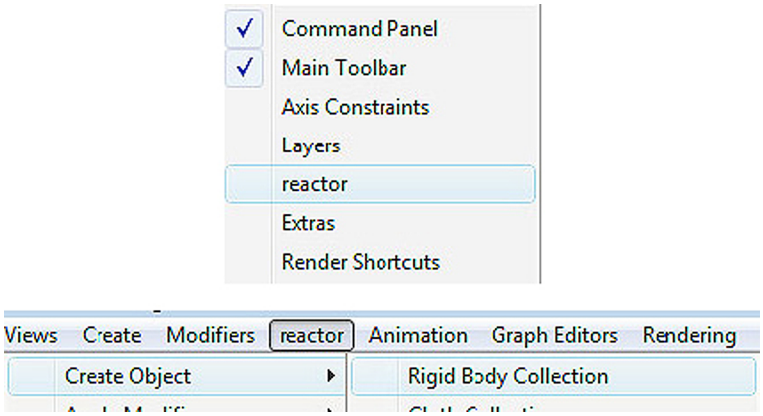
Fet això, accedirem al menú ***Utilities***, activarem l'opció ***reactor*** i anirem a l'apartat ***Properties***.



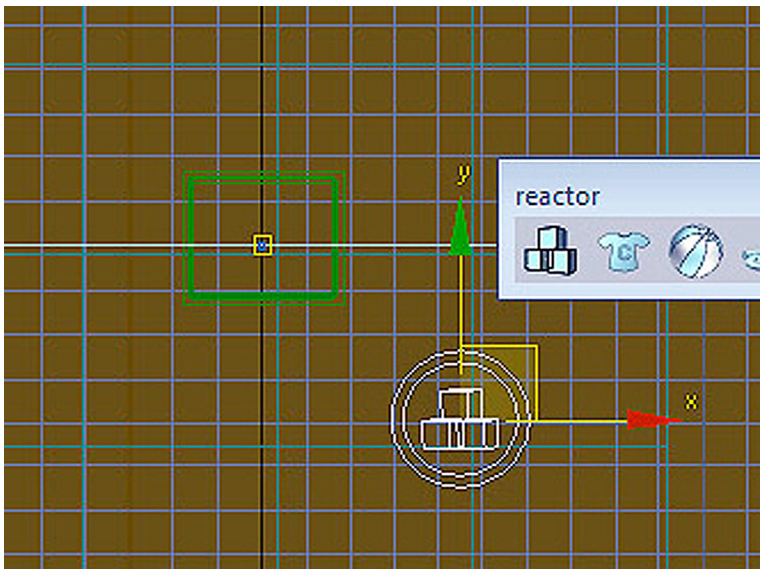
Des d'aquest apartat podrem adjudicar les qualitats físiques del dau i del tauler de joc, i establir la massa, la fricció i l'elasticitat de cada una de les superfícies.



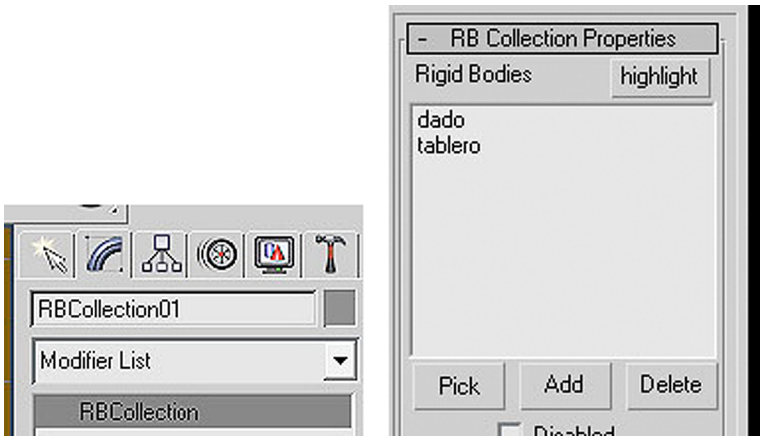
Fet això, haurem de crear l'element que permetrà crear l'animació. Això ho podem fer mitjançant la barra d'eines de ***reactor*** o bé directament des del menú ***reactor***. En qualsevol cas escollirem l'opció ***Rigid Body Collection***. Aquesta opció és la correcta per a crear un cos rígid.



La icona que apareix probablement quedarà col·locada sobre l'element que tinguem seleccionat en aquell moment en l'escena, però això no implica que s'hagi de mantenir en aquest lloc, ja que la seva presència allà pot ser molt molesta; per tant, el millor és situar-la en un lloc en què no destorbi gens.

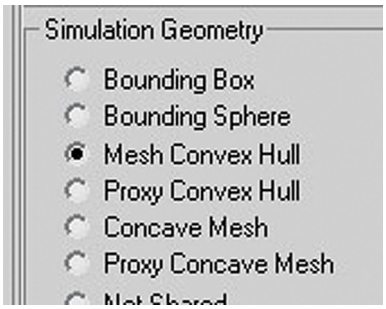


Ara seleccionarem l'element del cos rígid i obrirem el tauler dels modificadors. En l'apartat ***RB Collection Properties*** indicarem ***Add*** i del desplegable que apareixerà escollirem el dau i el tauler.

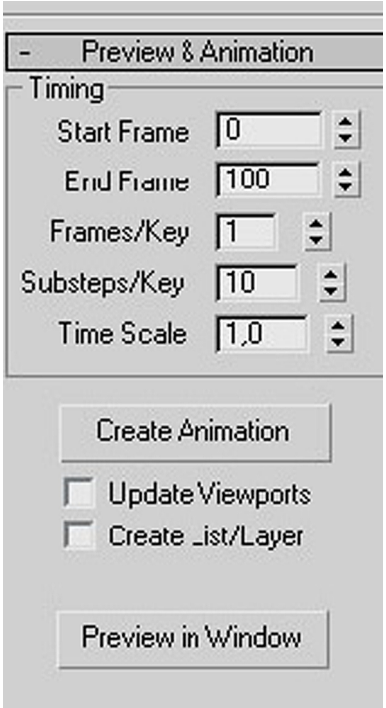


Si és necessari, reajustarem les propietats del tauler a una massa equivalent a zero perquè no es desplaci quan es faci l'animació.

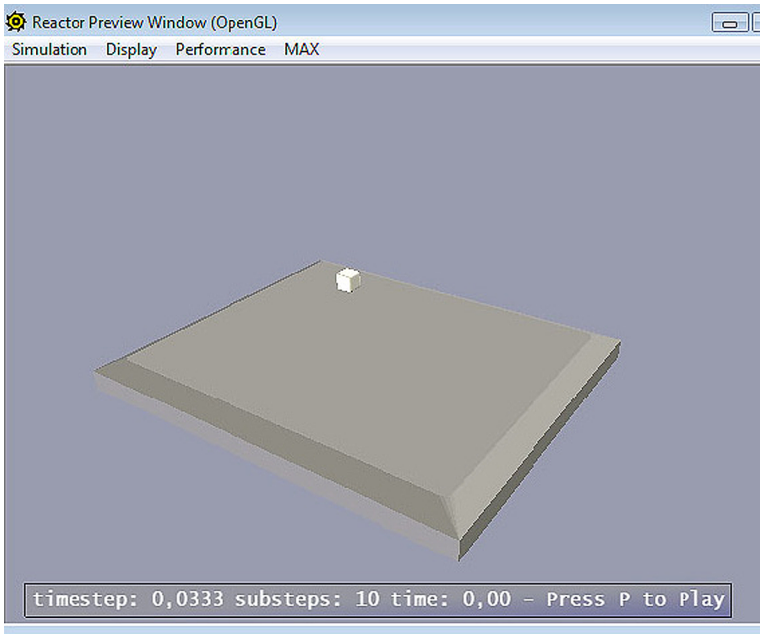
Indicarem a ***reactor*** que treballarem ***Mesh Convex Hull***. Aquesta opció indicarà a ***reactor*** que ha d'usar la forma actual, tant del dau com de la superfície de joc, en el moment de la col·lisió.



A continuació ja podrem accedir a veure un previ de l'animació.



Apareixerà una finestra de procés i quan aquest hagi acabat, el MAX mostrarà una vista prèvia de l'animació. Per defecte, ***reactor*** sempre mostra el previ de la finestra de **Perspectiva**.

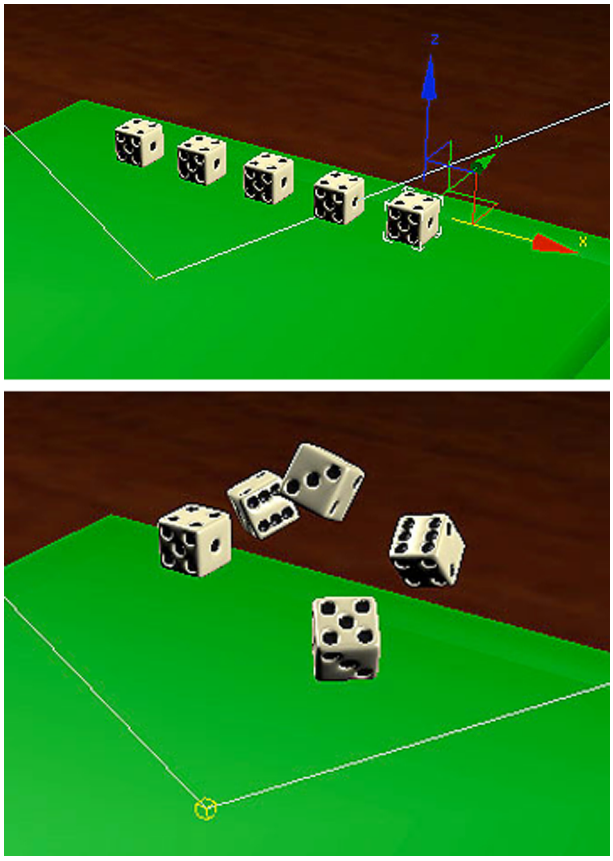


Atenció: si no hem convertit el tauler de joc a malla, el MAX ens indicarà que no pot dur a terme l'animació; en aquest cas hem d'acudir al tauler de modificadors i convertir el tauler.

Si cal, podem ajustar els paràmetres perquè l'animació s'adapti a allò que volem realment. Quan el resultat sigui adequat, des del mateix tauler del previ podrem crear l'animació pròpiament dita. En aquest punt és important que fem atenció al quadre que indica la quantitat de fotogrames que crearem, ja que després de convertir el previ en animació no podrem fer marxa enrere.

Observació: abans de convertir el previ en animació definitiva, podríem afegir més elements; i, perquè ***reactor*** els tingués en compte, hauríem de repetir els passos que hem seguit fins ara.

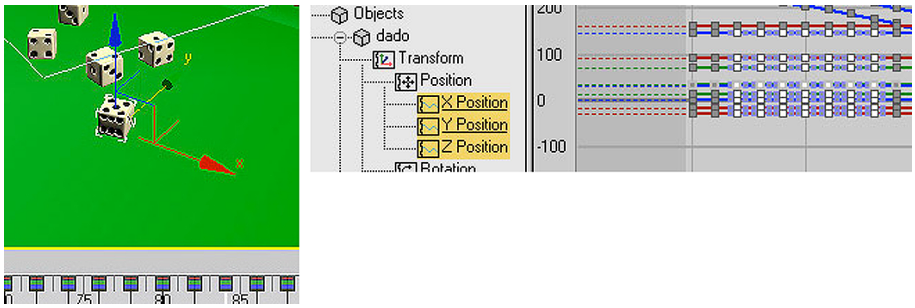
Així, per exemple, si volguéssim podríem afegir més daus.



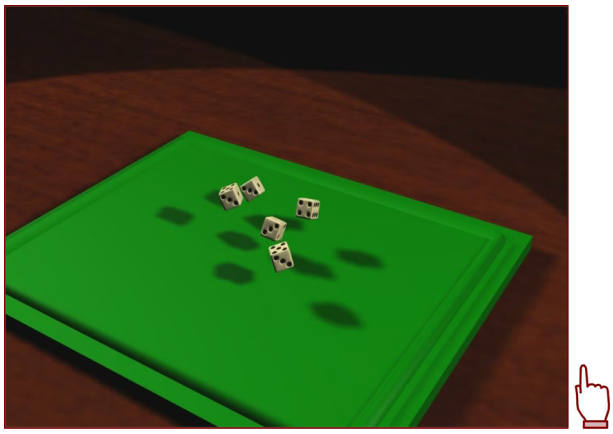
Encara que en aquest cas no sigui necessari, una altra possibilitat seria la d'afegir més superfícies de xoc.

Un exemple d'això podria ser el d'una pilota llançada sobre una teulada en la qual rebota i que salta a una altra teulada.

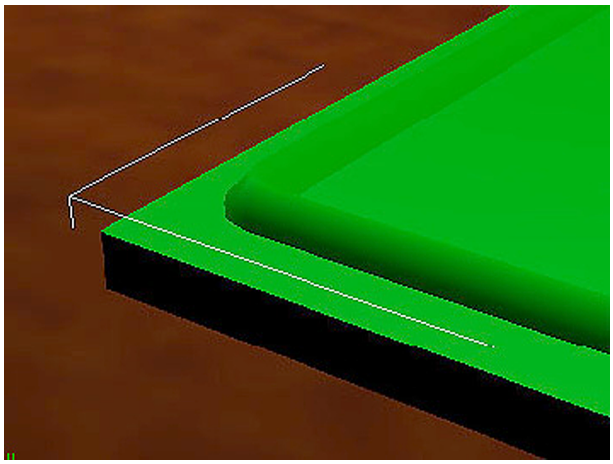
Després de crear l'animació, en la ***Track Bar*** apareixeran les interpolacions o *keyframes* corresponents a cada element. O bé des de la mateixa ***Track Bar*** o bé des de l'editor de corbes és possible eliminar les interpolacions que no siguin necessàries i modificar el que ens convingui de cada interpolació.



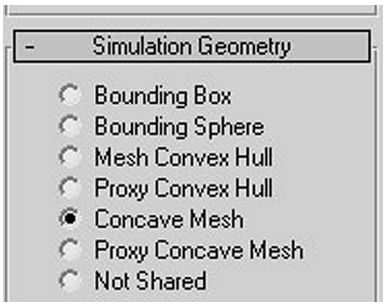
Fins aquí hem completat aquesta simulació i si heu fet una superfície completament plana us haurà quedat bé; tanmateix, observeu el cas del clip següent, En aquest això no és així, ja que les ombres mostren que les peces no han arribat a tocar el terra, és com si quedessin flotant.



Aquest sol ser un error molt comú quan les superfícies tenen forats o quan la zona d'impacte es troba en un punt per sota de l'altura màxima de l'objecte que rep el cos que es mou. En aquest cas, el punt més alt és el vorell del tauler de joc.

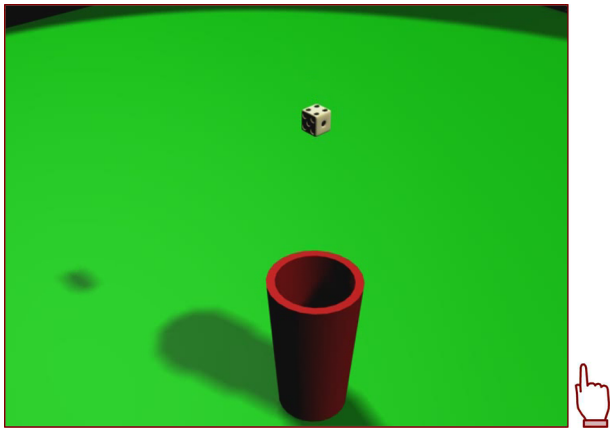


Per a evitar que això passi, hem d'indicar al MAX que no es tracta d'una superfície convexa sinó que té una concavitat i que volem que sigui respectada.



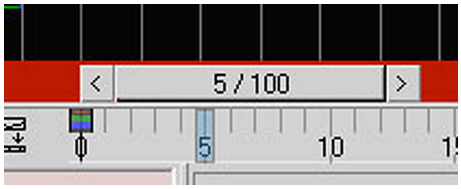
Aquesta és la manera de fer que alguns cossos puguin travessar els forats d'altres com, per exemple, si es volen posar aquests daus dins del gobelet de joc.

En el clip inferior es pot veure un exemple més clar del que passa quan no s'activa l'opció ***Concave Mesh***.



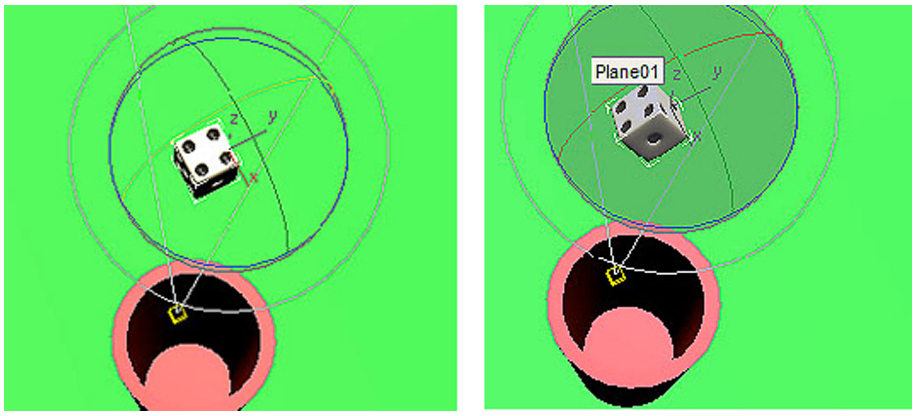
En tots els moviments que hem generat fins ara amb ***reactor***, l'objecte sempre ha començat el moviment en caiguda lliure, completament vertical i sense cap rotació, però això no ha de ser sempre així. ***Reactor*** permet definir una velocitat inicial i una direcció i rotació del moviment.

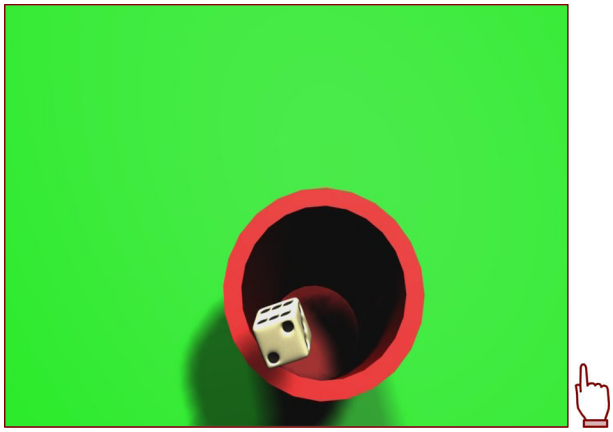
Per a definir aquests paràmetres hem d'activar el mode d'***Autokey*** i crear un fotograma clau que contingui la informació de la posició i la rotació a l'inici de l'animació.



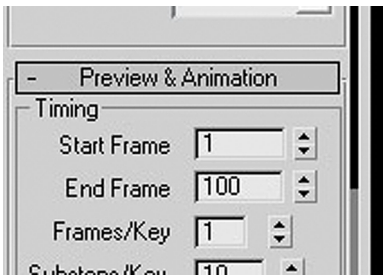
Desplaçar-nos fins a un fotograma qualsevol de l'animació i crear un altre fotograma clau amb la variació de rotació i posició de l'objecte. ***Reactor*** emmagatzemarà aquestes dades quan processi l'animació i calcularà quina velocitat

ha de portar l'objecte perquè coincideixin tots dos quadres o *frames* amb el moviment que generarà automàticament. Partint d'aquestes dades crearà la resta de l'animació.





Observació: perquè ***reactor*** pugui dur a terme aquests càlculs hem d'indicar que volem que comenci a calcular l'animació en un fotograma situat entre les dues interpolacions que hem creat, ja que altrament no funcionarà; així, doncs, si per exemple hem creat una interpolació en el fotograma 0 i una altra en el 5, li podrem dir que comenci els càlculs a partir del fotograma 1, 2, 3 o 4.

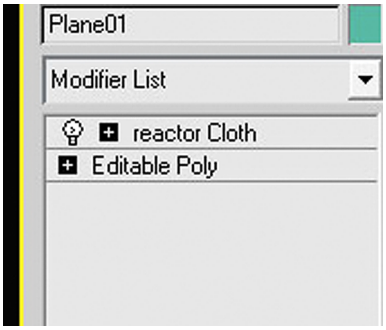


2.2. Animacions complexes de cossos deformables

Simular el moviment de l'aigua quan un objecte hi cau o el moviment d'una cortina gronxada pel vent pot ser, en animació fotograma a fotograma, una tasca si no interminable, sí, almenys, molt lenta i tediosa. ***Reactor*** permet obtenir aquests moviments en pocs minuts gràcies a ajudants com ***Water*** o ***Wind***.

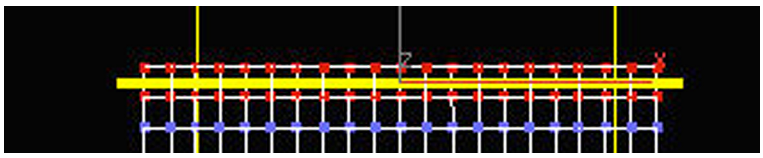
Al llarg d'aquest apartat veurem com es pot fer moure una cortina per efecte d'un ajudant de penell i modificar-ne els paràmetres fàcilment per a ajustar-los a la necessitat de cada moment.

Obriu l'arxiu *cortina01.max* que es troba en la carpeta *recursos_MAX* i seleccioneu la malla que farà la funció de cortina. Del catàleg de modificadors escolliu el ***reactor Cloth***. Aquest modificador és necessari perquè aquest cos sigui considerat flexible. Si no es posa aquest modificador, la ***Cloth collection*** no es podrà construir.



Si pensem com es comporta una cortina gronxada pel vent, veurem que la part superior, la que està subjecta a la barra, no es mou. Així, doncs, el que farem serà justament això, subjectar la cortina a la zona en la qual no s'ha de moure.

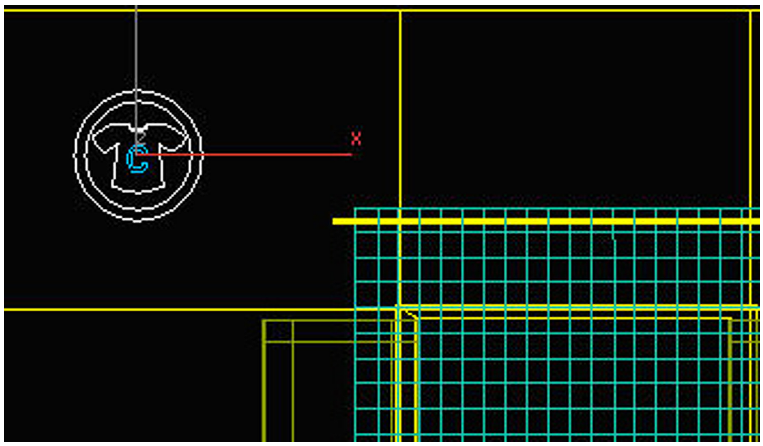
Desplegueu el modificador ***reactor Cloth*** que acabem d'incorporar i seleccioneu ***Vertex***. Esteneu la selecció fins que quedin seleccionats tots els vèrtexs situats en la part superior de la cortina.



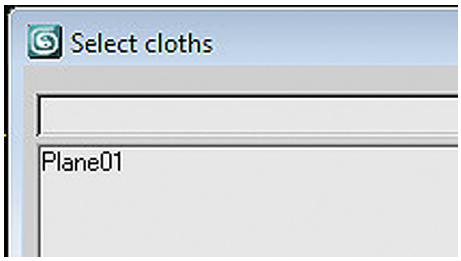
Encara dins de l'apartat ***Vertex***, desplaceu-vos fins a la part inferior, a ***Constrains***. En aquest apartat feu clic a ***Fix Vertex***; això crearà una restricció per als vèrtexs seleccionats que farà que els vèrtexs esmentats quedin fixats on són i no es moguin quan el vent mogui la cortina. Amb això semblarà que la cortina està subjecta per la barra –cilindre– que la sosté.

Ara aneu al tauler ***Create*** i, de l'apartat ***Helpers***, escolliu les eines de reactor.

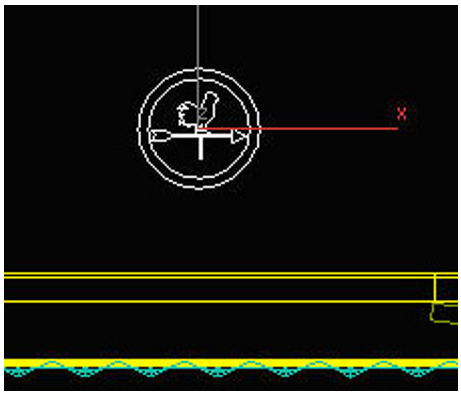
Indiqueu que voleu crear una nova col·lecció de cossos flexibles, ***CL Collection***, i afegiu a aquesta col·lecció la malla que farà de cortina. Seguidament, feu clic a un visor per a afegir l'ajudant de cos flexible. Aquest ajudant queda identificat en l'escena mitjançant una icona d'una samarreta.



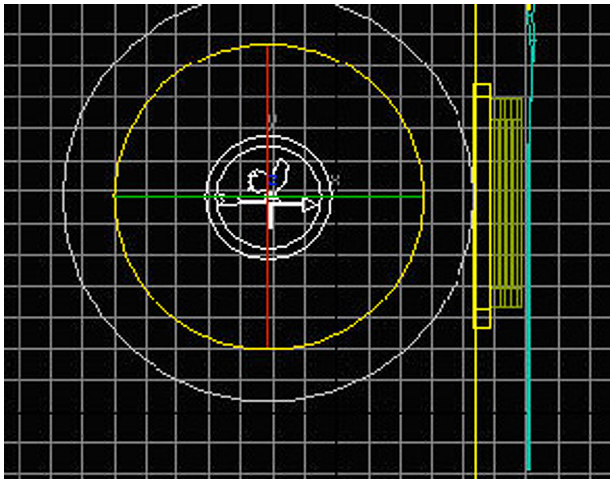
Fixeu-vos que en el tauler de seleccionar ***Cloths*** l'únic objecte que apareix és el que té el modificador reactor ***Cloth***. És important recordar que per a afegir qualsevol objecte a aquesta col·lecció hem d'afegir sempre aquest modificador.



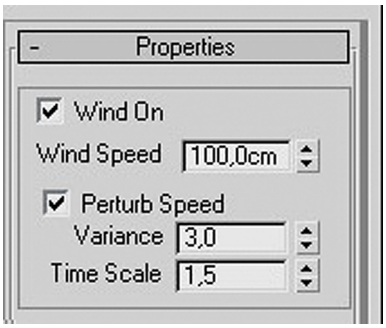
Torneu al tauler ***Helpers*** de la solapa ***Create***, escolliu ***Wind*** i feu clic en un visor. Es crearà un símbol semblant a un penell.



Mitjançant les eines de fer rotar i de moure, col·loqueu el penell de manera que la punta de la fletxa apunti cap a l'objecte ***Cloth*** que voleu moure, en aquest cas la cortina.



Amb el penell seleccionat, obriu el tauler de modificadors, aquí trobareu ***Wind***. En l'apartat ***Properties*** podreu definir la velocitat i les variacions que voleu que tingui el vent que voleu crear.

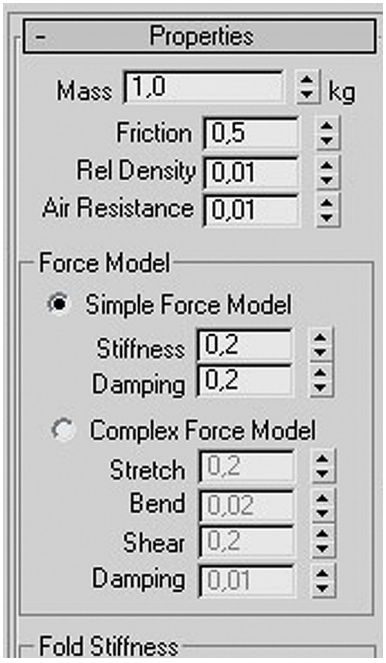


A continuació seleccioneu la malla de la cortina. Des del tauler dels modificadors podreu accedir a les seves propietats. Adjudiqueu-li una massa perquè adquireixi el pes necessari. En aquest apartat també trobareu alguns paràmetres importants per a modificar segons el que vulguem obtenir:

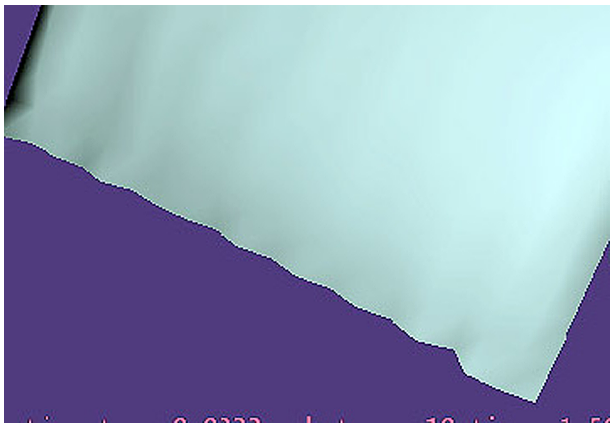
- ***Damping***: com més gran sigui el valor, més ondulació tindrà la cortina.

- ***Stifness***: com més gran sigui el valor, més rigidesa tindrà.

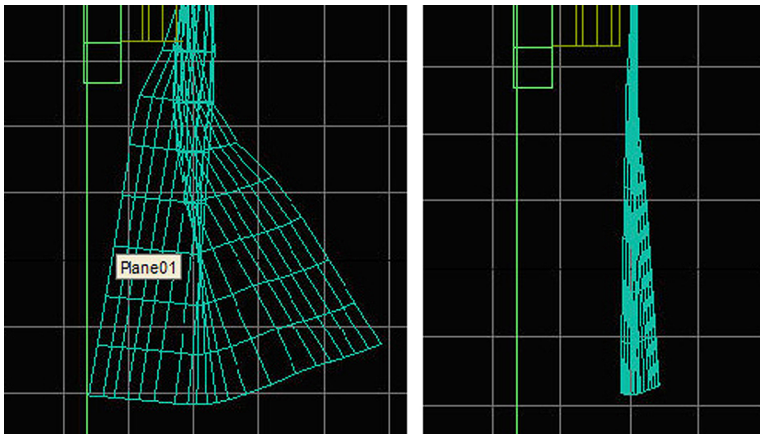
- ***Avoid self-intersections***: aquest paràmetre fa que quan els plecs van apareixent no es creuin i, per tant, xoquin i es desenganxin. Activar aquesta opció dóna resultats més reals, però requereix més temps de processament.

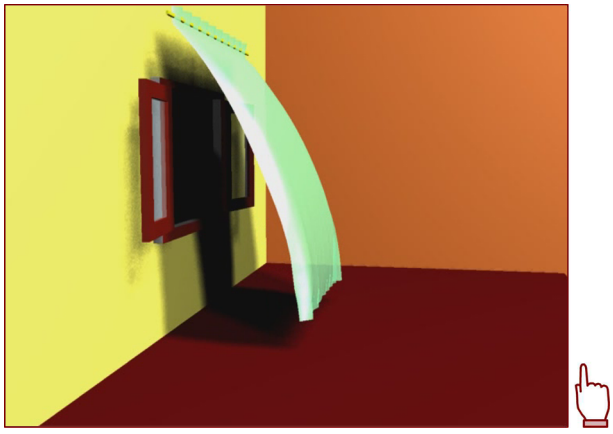


Acudiu al tauler ***Utilities*** i desplegueu ***reactor*** per a provar el previ d'animació. Quan us sembli adequat, convertiu-lo a animació definitiva.



Observació: igual que hem fet amb els daus, podem incorporar moviments i velocitats inicials per mitjà d'***AutoKey***; recordeu que perquè això sigui possible hem de fixar la posició i la rotació en el fotograma 0; crear una altra interpolació uns fotogrames més endavant i modificar en aquesta interpolació el que ens convingui; indicar a ***reactor*** que comenci a simular l'animació des d'un fotograma intermedi entre les dues interpolacions; en les imatges d'exemple es pot veure la cortina en el fotograma 0 i en el fotograma 5; s'ha indicat que la simulació comenci des del fotograma 1.





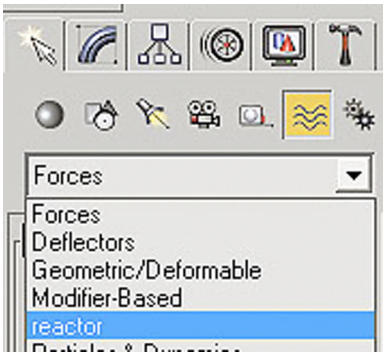
2.3. Animacions complexes de superfícies líquides

Animar els líquids és una de les tasques més complexes quan es treballa en animació tradicional. Per les seves característiques, aquests cossos sempre mostren una inestabilitat molt difícil de simular.

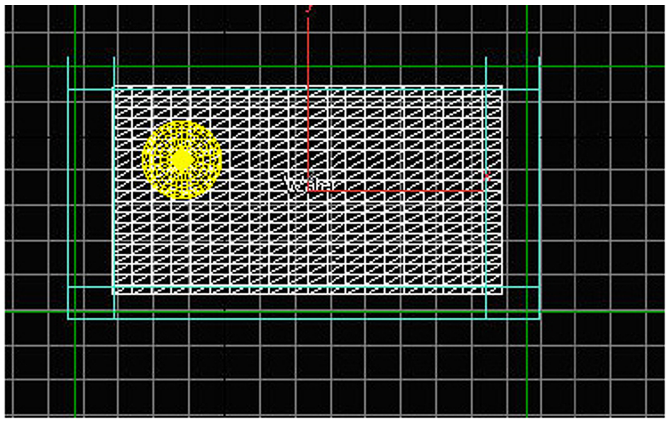
Fins ara hem vist dues maneres d'animar líquids en MAX: mitjançant el modificador de soroll i mitjançant un sistema de partícules. En els casos en què vam aplicar aquestes tècniques, les característiques del líquid eren sempre les mateixes. No hi havia variació, l'aigua del llac sempre hi restava sense que res no en pertorbés el vaivé, i el raig d'aigua de l'aixeta sempre era constant; però què passaria si volguéssim simular la caiguda d'un cos sòlid en un líquid? Encara que es pot simular aquesta acció mitjançant altres vies de treball, la millor opció serà treballar a partir de ***reactor***.

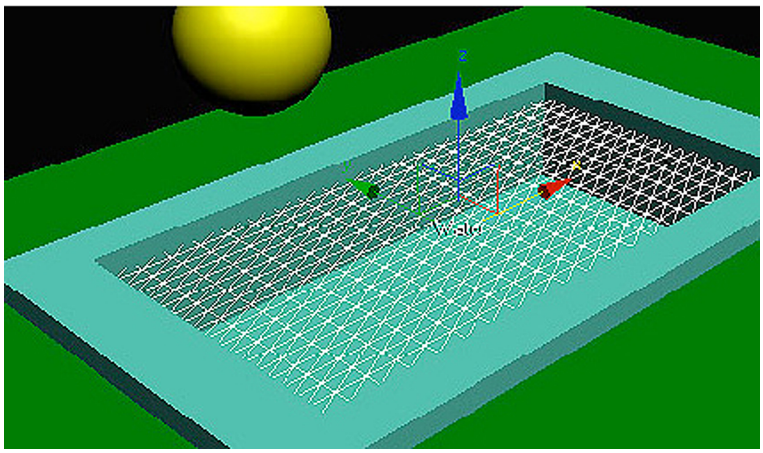
Obriu l'arxiu *piscina.max* que es troba en la carpeta *recursos_MAX*. Veureu que es tracta d'una piscina buida i una esfera que fa de pilota i que serà el que llançarem dins de la piscina.

El primer que farem serà crear la superfície de l'aigua; per a això anirem a l'apartat ***Space Warps*** del tauler ***Create***, en el desplegable escollirem ***reactor***. Llavors apareixerà el botó de creació d'aigua, ***Water***.



Amb aquest botó seleccionat anirem al visor superior i traçarem un pla d'aigua que ocupi tota la superfície de la piscina i el col·locarem al lloc on volem que arribi el nivell de l'aigua.

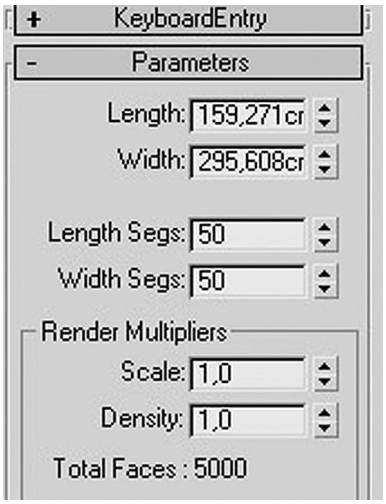




Atenció: aquest pla no és un pla normal, simplement simula el límit de l'aigua; si ara renderitzéssim l'escena no veuríem res, ja que el pla esmentat és invisible al *render*.

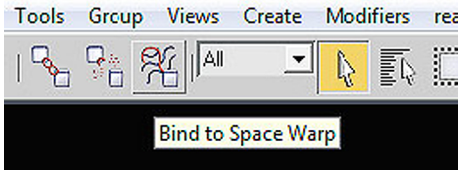
A continuació crearem un altre pla; aquest sí que serà un pla normal, que ocupi la mateixa superfície del pla de l'aigua. Aquest serà el pla de simulació del moviment de l'aigua. El pla esmentat serà *renderitzable* i s'adaptarà a la forma del pla de l'aigua quan aquest últim rebi l'impacte de la pilota.

Perquè s'adapti millor al comportament del pla de l'aigua, és aconsellable que aquest pla que acabeu de crear tingui vèrtexs suficients, ja que, altrament, els moviments ondulants de l'aigua quedaran poc creïbles.

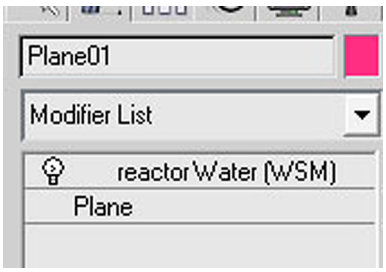


Consell: mentre dura aquest procés de treball podeu col·locar el pla receptor de la simulació separat del pla de l'aigua; d'aquesta manera us serà molt més senzill de manipular i al final ja el col·locareu al seu lloc.

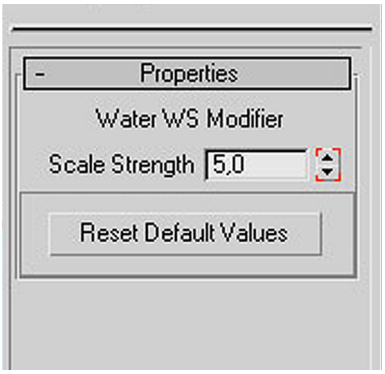
Ara seleccioneu el pla de l'aigua i activeu el botó d'enllaç a efectes especials, que es troba en la barra principal d'eines.



Feu clic en el pla de l'aigua i a continuació feu clic en el pla receptor. Això crearà els vincles necessaris entre tots dos elements. Si seleccioneu el pla receptor i aneu al tauler dels modificadors, podreu observar que s'ha creat el vincle, ja que veureu que per sobre del pla s'ha col·locat un ***reactor Water*** (aigua).

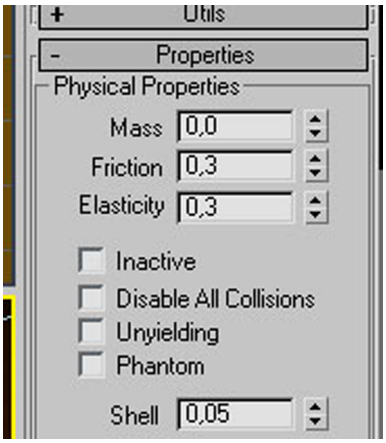
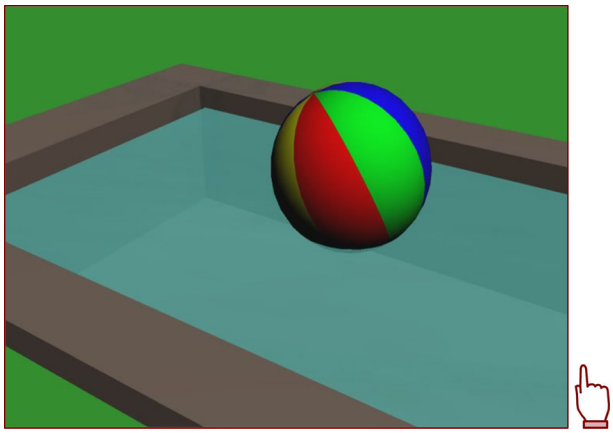


En les propietats d'aquest modificador podreu incrementar o disminuir l'escala. Aquest paràmetre afecta directament la intensitat amb què es rep l'impacte. Una escala per sota d'1 crearà simulacions molt tènues. Per sobre d'aquest nombre actuarà com a factor de multiplicació dels moviments de la superfície líquida.



Per a completar aquest vincle és necessari que desactiveu l'eina d'enllaçar a efectes especials i seleccioneu ara el pla de l'aigua. En el mateix tauler de modificadors, en l'apartat ***Properties*** trobareu una casella anomenada ***Landscape***. L'activació d'aquesta casella permet usar un contenidor on rebotaran les ones formades per l'aigua a manera de paret. Aquest és el cas de les parets de la piscina quan llancem la pilota. Així, doncs, activeu ***Landscape***, feu clic a ***None*** per activar-lo i feu clic a la caixa que fa la funció de piscina. Ara aquesta caixa rebotarà en les ones que es produeixin en l'aigua i les tornarà cap al centre de la piscina com ocorre en la realitat.

Atenció: algunes versions del MAX no permeten indicar aquest paràmetre fins que el cos receptor no està definit com a superfície còncava en una col·lecció de cossos rígids. Si us trobeu en aquesta situació, obvieu aquest últim pas i deixeu-lo fins que hàgiu creat la ***Rigid Body Collection***.

Ara és el moment de fer l'animació de la pilota; per a això podeu seguir el mateix procés que ja vàreu seguir amb el dau. Quan hàgiu acabat, haureu de crear la col·lecció de cossos rígids, a la qual cal afegir el contenidor que fa de piscina i l'esfera. Recordeu que, perquè un cos pugui entrar dins d'un altre, és necessari que el que permet la penetració sigui còncau. Així, doncs, en l'apartat de simulació geomètrica de reactor donarem a l'esfera una superfície convexa i a la piscina, una superfície còncava.

Si ara proveu l'animació, veureu que la pilota desapareix després d'impactar contra l'aigua. Perquè això no passi, heu d'anar, dins de reactor, a les seves propietats i activar la casella ***Unyielding***. Això farà que no desaparegui i que es reprodueixi correctament tant l'animació de l'aigua com la de la pilota.