

Programação 3D para Simulação e Jogos 2015

O Tesouro Perdido

A exploração de uma caverna claustrofóbica e misteriosa para descobrir um antigo tesouro há já muito perdido.



André Pires
68593
Multimédia e
Sistemas Inteligentes
andre.b.pires@ist.utl.pt

Ricardo Rodrigues
73960
Multimédia e
Sistemas Inteligentes
ricardo.e.p.rodrigues@
gmail.com

Pedro Moniz
74163
Multimédia e
Sistemas Inteligentes
pedromoniz22@
gmail.com

Sumário (abstract)

Este documento descreve o conceito proposto pelo grupo para a cadeira de P3DSJ, bem como as metodologias utilizadas para o implementar. Serão também descritos os principais desafios técnicos enfrentados e como foram ultrapassados. Finalmente será feita uma reflexão sobre os pontos fortes e fracos durante o desenvolvimento.

O conceito desenvolvido procura dar uma experiência realista ao jogador, fazendo-o passar por uma caverna claustrofóbica, desconfortável e submersa para descobrir o mistério de um tesouro Asteca há muito perdido. O momento da descoberta destas riquezas tenta passar ao jogador uma sensação de espanto e maravilha.

Após acordado quais as principais características foi criado um esboço (*blockout*) no Unreal Engine, este acelerou o processo de desenvolvimento dado que era possível perceber rapidamente quais as limitações espaciais a que nos devíamos restringir.

Para concretizar este conceito foram utilizadas múltiplas técnicas descritas durante o semestre da cadeira de P3DSJ, desde da manipulação das normais de um plano, utilização de "World Displacement" e texturas de ruído para criar os planos de água utilizados até às gemas presentes no baú, para as quais foram usadas componentes como o efeito de fresnel, para simular reflexões e refrações realistas dependendo do ponto de vista da câmara, em conjugação com transparência para atingir o resultado pretendido.

Conceito

Este projeto mostra a aventura de um explorador a atravessar uma caverna, esta começa por ser escura e claustrofóbica, seguindo-se um túnel quase submerso que o explorador terá de atravessar para chegar ao final da caverna. Quando o explorador consegue atravessar essa secção entra então numa câmara grandiosa e envolta em mistério onde encontra um baú com um tesouro espantoso de ouro e gemas preciosas.

As maiores fontes de inspiração foram os jogos de aventura já existentes, como Assassin's Creed, Uncharted ou Tomb Raider.



Temos como exemplo a imagem a cima, que mostra uma caverna subterrânea que contém traços e vestígios deixados por uma civilização antiga criando uma atmosfera que

mistura o perigo do desconhecido com mistério do que poderá estar perdido neste local, despertando a curiosidade do jogador, algo que pretendíamos emular desde o início deste projeto. Nestes jogos, a caça ao tesouro é o tema central, regra geral toda a experiência do jogador culmina no momento da descoberta deste tesouro. Este clímax foi também adicionado no nosso projeto para deixar no jogador uma sensação de deslumbramento e sucesso na sua aventura, que vemos nesta imagem em que o personagem principal descobre o tesouro no filme Indiana Jones.



Os três principais tópicos abordados foram as sensações de **claustrofobia**, **mistério** e **deslumbramento** que tentámos passar no decorrer da nossa experiência.

A sensação de **claustrofobia** foi criada com a construção de uma caverna com **paredes muito apertadas** e teto baixo, a qual está **parcialmente submersa**, onde o explorador consegue passar com apenas a sua cabeça e tocha fora de água, o que enfatiza a claustrofobia sentida. Para além disso, a caverna está **envolta em escuridão**, em particular na secção submersa da caverna onde a única fonte de luz é a tocha do explorador.

A sensação de **mistério** surge no seguimento da claustrofobia, após o explorador conseguir sair do túnel submerso, este depara-se com uma câmara da caverna com uma clareira por onde entra a luz do sol, criando um **contraste entre o frio** da caverna e **calor** do sol. Nesta secção da caverna é possível ver **vestígios de uma antiga civilização**, como colunas a suportar partes da caverna, um chão de pedras trabalhadas, assim como uma parede desgastada pelo tempo.

A sensação de **deslumbramento** foi conseguida com a construção de um **baú em pedra e ouro** que o jogador encontra no fim da sua aventura. O jogador consegue então abrir o baú e durante a abertura lenta do baú, acompanhada com **sons** apropriados, é emitida uma **luz brilhante** na direção do jogador que descobre que o conteúdo do baú são **moedas e esmeraldas** deixadas pelos Astecas.

Este conceito foi definido no início do semestre e procurámos manter-nos fiéis ao conceito original e realizar o que tinha sido traçado originalmente. Isto potenciou uma maior aprendizagem já que quando encontrámos problemas foi mais desafiante ultrapassá-los obtendo o resultado pretendido, no lugar de alterar o conceito de forma a acomodar as limitações.

Desafios

A implementação do conceito exigiu bastante esforço para que fosse possível atingir as expectativas do grupo e criar uma experiência imersiva para o jogador. De seguida vamos detalhar os diferentes desafios que cada elemento do grupo enfrentou e quais as considerações tidas em conta para os ultrapassar.

Claustrofobia - André Pires

O desafio de deixar o jogador claustrofóbico e desconfortável durante a travessia da gruta levou a que fosse feita uma investigação prévia sobre como conseguir este efeito. Durante esta investigação as formas mais eficazes de conseguir o efeito de claustrofobia foram, como esperado, os espaços incrementalmente mais apertados, mas também a falta de iluminação que leva o jogador a perder a sua orientação criando a ilusão que o seu desconforto não tem um fim visível, onde não há uma “luz ao fundo do túnel”.

Em baixo temos um exemplo, do jogo Tomb Raider, de uma situação semelhante à que pretendíamos recriar, embora no caso da nossa experiência o espaço em que é permitido o jogador movimentar-se é ainda mais limitado.



Um dos objetivos principais prendia-se com a adição de um segmento submerso na nossa caverna, este foi integrado com o restante espaço para aumentar as restrições no movimento do jogador. Este segmento é o maior teste da coragem do nosso explorador, como tal foi colocado antes da câmara do tesouro. Desta forma a sensação de realização por ultrapassar os perigos é aproveitada para motivar o jogador a reclamar a sua recompensa.



Como podemos ver nesta imagem, a personagem encontra-se num espaço muito apertado, entre a água e um teto bastante baixo, e na escuridão, com apenas a sua tocha para iluminar o caminho.

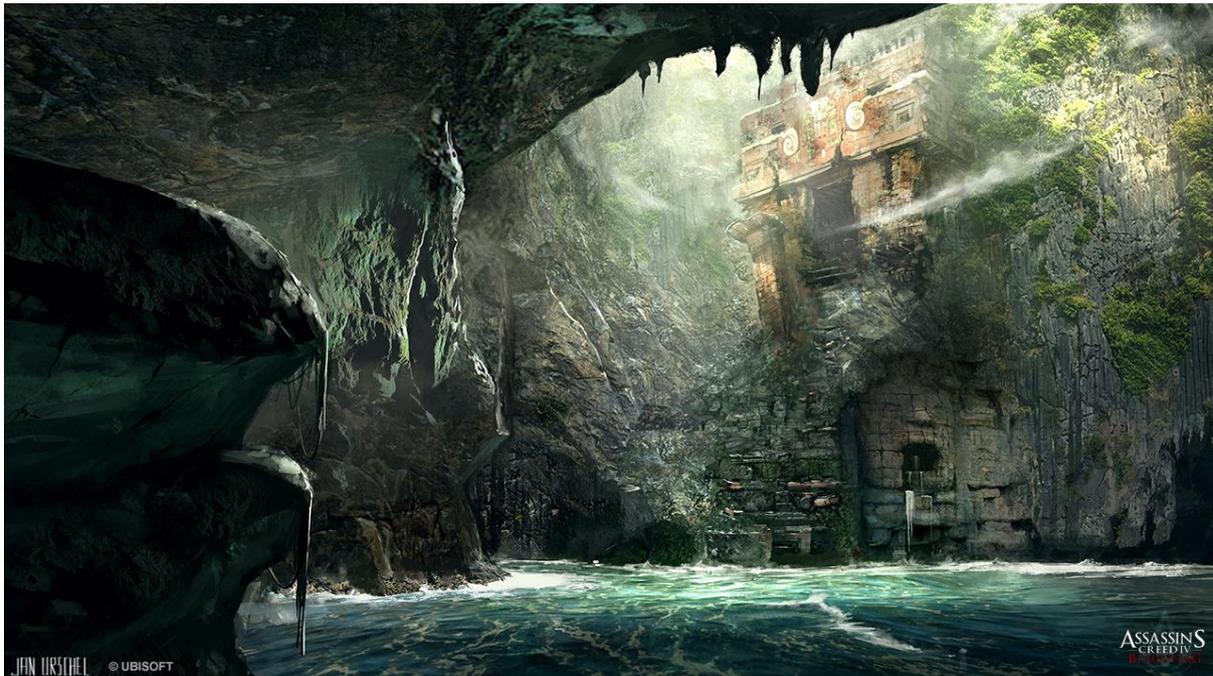
Caverna Misteriosa - Ricardo Rodrigues

Para o desafio de criar uma caverna misteriosa estudámos alguns conceitos do que é mistério e encontramos alguns exemplos.



Nesta imagem temos a influência humana, queríamos que a caverna não fosse puramente natural e que existisse a presença de uma civilização anterior. Escolhemos um aspeto Asteca com um símbolo no centro da câmara e colunas de suporte à caverna.

Adicionalmente, queríamos um aspeto de abandono e de desgaste às estruturas adicionando sujidade, como musgo, permitindo assim tornar o ambiente mais credível, como é possível ver na imagem abaixo.



Nesta imagem temos também a diferença entre o quente do sol e o frio da caverna, este contraste é importante para nós, sendo necessária a criação das luzes correta no ambiente para proporcionar esse efeito.

Sensação de deslumbramento - Pedro Moniz

A nossa ideia envolvia a caça de um tesouro e como tal era importante que o jogador obtivesse uma sensação de deslumbramento, não só porque encontrou um tesouro, mas porque chegou ao fim da sua aventura de exploração e o jogador não poderia ficar de mãos vazias. Durante a nossa pesquisa observámos que normalmente o que acontece é que o tesouro está à vista e o herói identifica o tesouro com bastante facilidade, como se pode ver na imagem em baixo do filme do Indiana Jones.



No entanto nós queríamos algo mais interativo e que não fosse de fácil identificação, como é o caso de um baú de tesouro. O baú de tesouro é também ele bastante mais presente nos videojogos do que em filmes, este permite uma maior interação e acaba por dar uma sensação de surpresa ao jogador que o abre, e no caso de ser algo bom, uma sensação de deslumbramento.

Para atingir esta sensação de deslumbramento pensámos também em melhorar a abertura do baú para não ser um momento normal. Jogos como o Legend of Zelda, que podemos ver na imagem em baixo, usam a luz a sair do baú para dar a sensação que o tesouro é o melhor tesouro no mundo. Desde início que pretendíamos passar esta sensação de maravilha ao jogador no fim da sua aventura.



Abordagem

Claustrofobia - André Pires

Possíveis abordagens

Após escolhido o tema do jogo e estabelecido o cenário no qual se iria desenrolar foram criados diferentes desenhos para a caverna e câmara do tesouro. Este desenho foi o ponto mais crucial para o sucesso deste desafio já que a claustrofobia está intimamente relacionada com o espaço que nos rodeia.

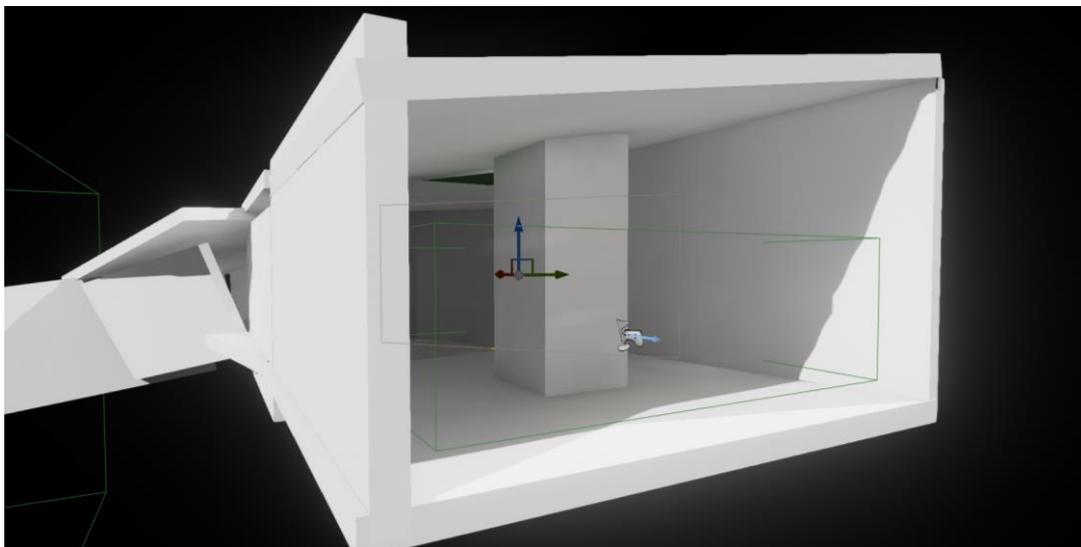
Com a importância desta etapa em mente, tentámos maximizar o impacto desta fobia no jogador, para tal foram pensadas diferentes configurações como um espaço sempre bastante confinado, um espaço que começa com pequenas dimensões mas que expandiria até à descoberta da câmara e, finalmente, um espaço com uma entrada de dimensões confortáveis mas se tornava progressivamente mais estreito até abrir no momento de descoberta da câmara do tesouro.

Seguiu-se alguma discussão, na qual escolhemos o último desenho já que este nos parecia criar o maior impacto junto do jogador, dado que este começa num estado confortável e avança progressivamente enfrentando os seus medos até chegar ao desejado tesouro.

Desde início pensámos em introduzir, de alguma forma, um corpo de água no nosso cenário e a secção mais estreita do mapa pareceu-nos a melhor opção, aproveitando o elemento da água para potenciar o desconforto do jogador.

Abordagem final

A partir do momento em que foi escolhido o cenário ideal, foram debatidas com maior detalhe as dimensões pretendidas, tendo sido feitos testes com *blockouts* por forma a ganhar uma melhor perceção do espaço que tinha sido conceptualizado.



Aqui podemos ver, na versão final dos testes com *blockouts*, a entrada da nossa caverna com dimensões bastante semelhantes às finais, embora utilizando geometria muito simples. Os blocos utilizados neste desenho foram criados com recurso ao objeto “Geometry Brush Actors” do Unreal Engine 4, este objeto é utilizado por profissionais para esboçar um nível rapidamente e com baixo custos, prática que escolhemos adotar.

O cenário foi desenhado de forma progressiva, até que a jogabilidade se adequasse à experiência que queríamos criar para o jogador. Todas as dimensões foram iterativamente refinadas para que o efeito de claustrofobia provocasse alívio ou desconforto ao jogador nos momentos certos da nossa experiência.

Deve também ser salientado que esta versão inicial do mapa facilitou bastante a integração das diferentes secções do cenário criadas pelos elementos do grupo. Isto deveu-se às dimensões estarem definidas à partida, permitindo que no momento de integração fosse apenas necessário colocar todos os componentes, criados pelo grupo, nos respetivos lugares. Tendo este mapa como base decidimos que estava na altura de maximizar o trabalho em paralelo e cada elemento do grupo dedicou-se a implementar o seu respetivo desafio.

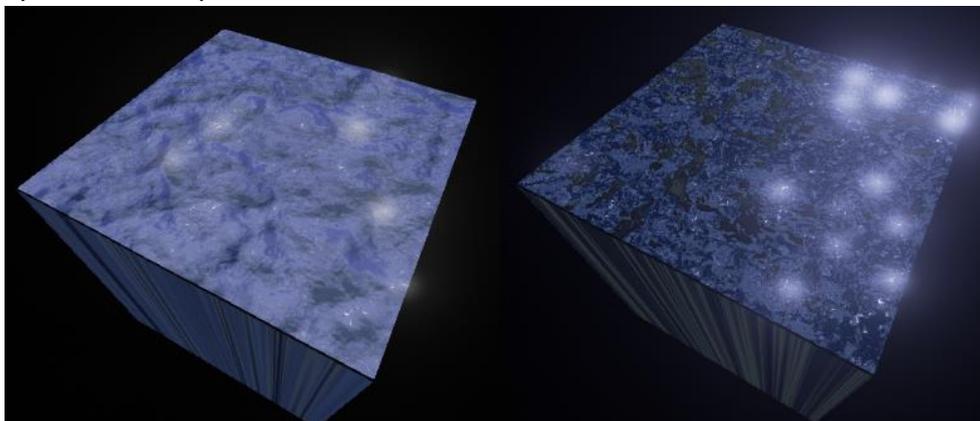
A caverna desenhada é composta essencialmente de 3 secções, a entrada, a secção estreita e parcialmente submersa e finalmente, a entrada para a câmara do tesouro. É importante também referir os planos de água utilizados nestas secções, que serão descritos em maior detalhe de seguida.

Planos de água

Um dos principais desafios foi a criação do mar e do corpo de água contido no interior da caverna. Ambos têm como fonte o mesmo material, tendo este sido obtido através da secção de aprendizagem do Unreal Engine 4 sobre planos de água.

O funcionamento destes planos de água inclui funções e técnicas relativamente simples, no entanto para criar um plano de água verdadeiramente realista estas são combinadas de várias formas diferentes e para fins diversos. Vamos de seguida cobrir os pontos essenciais na criação destes planos.

Dois pontos cruciais para que estes planos sejam sempre coerentes com o ambiente que os rodeia é a utilização de coordenadas mundo, que permitem ajustar a ondulação (e outras características) sempre em relação ao ponto no mundo onde o plano está, não havendo assim distinção entre o fim de um plano e início de outro. Estes planos utilizam também um campo disponível na criação de um material no UE 4 chamado *Metallic*, este permite dar uma aparência metálica a um objeto, refletindo parte da luz que o atinge como um espelho de prata. É também possível adicionar um *cubemap* a partir do qual podemos calcular as reflexões para o nosso plano.



À esquerda podemos ver o plano “baço” e à direita o plano extremamente refletor com, respetivamente, o campo *Metallic* a 0 e a 1.

Para criar a ondulação diversa e aparentemente aleatória são utilizadas diferentes texturas a partir das quais obtemos as diferentes alturas que serão posteriormente utilizadas na manipulação das normais do plano, bem como na utilização da técnica de “World Displacement” sobre o plano de água, que tem uma densidade de vértices moderada. Para

que não sejam visíveis padrões nos planos são utilizadas funções para gerar aleatoriedade durante a sua utilização destas texturas. Podemos ver todas estas técnicas em uso para atingir a aparência de mar revolto na imagem que se segue.



Finalmente deve também ser mencionado que foi utilizada uma cor secundária para estes planos para que fosse possível criar a ilusão de existência de água profunda. Através da função “Fresnel” disponibilizada pelo UE4 foi calculado o produto interno entre a normal a um ponto do plano e a câmara, sendo de seguida feita a interpolação entre as duas cores escolhidas para o plano com base no valor calculado.

Entrada da caverna

Para a entrada da caverna queríamos replicar um cenário calmo e agradável para que fosse possível atingir o efeito, anteriormente mencionado, em que é aproveitado o facto do jogador se sentir à vontade para que este estranhe a mudança negativa no ambiente à sua volta.

O cenário criado nesta entrada é uma costa rochosa, com um mar um pouco agitado que se estende até onde o jogador consegue ver.



Para contribuir para um cenário mais agradável foi adicionada vegetação e uma entrada de luz para iluminar um pouco melhor a entrada da caverna. Tanto a vegetação presente como os diferentes tipos de rocha que compõem toda a caverna foram obtidos através de recursos livres ou disponibilizados pela Epic Games. O desafio enfrentado prendeu-se principalmente com a adaptação dos mesmos para a construção da caverna, muitos destes elementos são extremamente parametrizáveis e por vezes esses parâmetros

estão ajustados a cenários completamente diferentes. Como exemplo desta adaptação, várias pedras e alguma vegetação tinham uma camada de neve presente que teve de ser removida para que fosse possível utilizar estes componentes.

Aqui foram também utilizados sons de vento e mar, para adicionar ao realismo da cena, estes desaparecem gradualmente quando o jogador avança na caverna cada vez mais fundo. Bem com um sistema de partículas que através da manipulação de texturas translúcidas consegue simular *Godrays* provenientes da abertura no teto da caverna.

Finalmente, para a iluminação da cena foram utilizados três componentes a *skysphere* à qual está associada uma luz direcional que afeta toda a cena e uma luz pontual utilizada para personalizar a entrada de luz pelo tecto da caverna, aumentando a sua intensidade. Esta iluminação é complementada por uma *reflection sphere* que captura a luz da entrada da caverna e calcula, previamente durante a compilação, quais as reflexões “estáticas” que devem ser projetadas na cena. Mais à frente no relatório será descrita a relação da *skysphere* com a sua luz direcional e qual o seu propósito.

Passagem estreita da caverna

Neste segmento do cenário a claustrofobia teve o seu papel principal, as preocupações centrais foram em criar um ambiente totalmente fechado, estreito e escuro. O desenho criado durante os testes feitos com *blockouts* manteve-se em grande parte tendo sido feitos apenas pequenos ajustes para tornar o espaço mais natural.

O espaço construído para esta secção é sinuoso e sempre a descer até ao ponto mais estreito, esta parte do desenho foi ligeiramente afinada durante o desenvolvimento já que pretendíamos que a descida do jogador na terra fosse realista. Foi também despendido algum esforço para que a posição do corpo de água dentro da caverna fosse coerente com uma gruta submersa pelo mar que o jogador tinha visto anteriormente, tendo como tal de voltar em direção a esse mesmo mar que invade a gruta subterrânea.



Em relação à estrutura desta secção, é em tudo semelhante à anterior a nível de materiais. Foi apenas utilizado um som de água a movimentar-se lentamente, com um eco bastante pronunciado, de forma a coincidir com a geometria deste estreito. O plano de água utilizado foi ajustado para que a ondulação fosse lenta e de baixa frequência, para simular o efeito da maré a inundar a caverna.

Abertura para a câmara do tesouro

A abertura para a câmara do tesouro deve ser mencionada dado fazer a ponte entre duas zonas distintas, a escuridão e desconforto da caverna com o calor e ar fresco da câmara espaçosa.

Por forma a manter a surpresa sobre o que esperava o jogador até ao último momento, fomos cuidadosos na forma como colocámos as rochas, paredes e outros objetos, como pilares, nesta secção. A disposição destes objetos foi testada para que no momento em que o jogador sai da água e se dirige para a câmara, a sua visão está tapada só conseguindo perceber que finalmente conseguiu chegar ao seu objetivo quando está prestes a entrar na sala do tesouro.

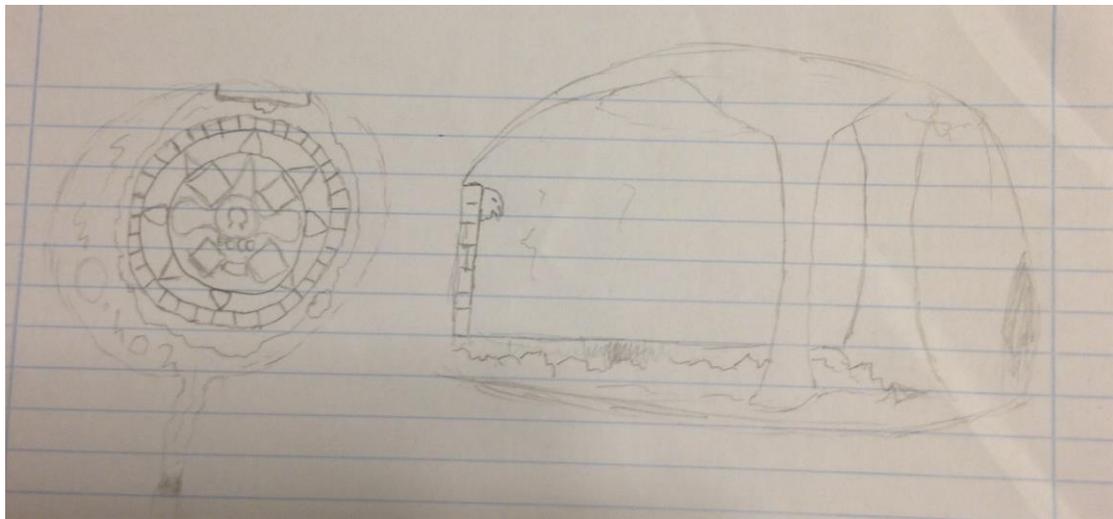


Na imagem podemos ver que a curva ao sair da água é apertada e que a visão em linha reta (em particular, ao nível dos olhos do jogador) se encontra obstruída sendo necessário que o explorador se desvie de pedras à sua esquerda e de seguida de uma coluna caída à sua direita, para que finalmente consiga ver a estátua no fundo da câmara e a clareira com visibilidade para o exterior.

Mistério - Ricardo Rodrigues

Possíveis abordagens

Para criar a câmara misteriosa foram discutidas várias hipóteses e desenhados alguns protótipos, o primeiro pode ser visto abaixo.



Nesta imagem temos à esquerda uma vista de cima da caverna e à direita temos uma vista de perfil. Neste protótipo podemos ver a variação entre os elementos humanos e naturais, onde parte do chão e uma parede são criações humanas integradas com os restantes elementos naturais, como as colunas que suportam a caverna e parte do chão contendo água, que prolongava a sensação de frio.

Todos os outros protótipos são variações deste, sendo discutidos protótipos onde existia uma nascente de água que criava pequenas cascatas na caverna, assim como protótipos que retiravam por completo a água e escolhiam o escuro para a sensação de frio.

Outros protótipos criavam uma sala quase totalmente humana, mas bastante desgastada e com intrusões de plantas e outros elementos naturais, como se pode ver na imagem abaixo.



Mais tarde, já durante o desenvolvimento foram adicionados recursos que viriam a ser removidos, os recursos em questão tratavam-se de elementos naturais, rochas, flores e relva, e elementos humanos, paredes e colunas.

A razão pela qual os elementos naturais foram removidos foi devido ao seu peso, os elementos removidos provinham de uma biblioteca realista oferecida pela Epic Games (Kite Demo) que oferecia objetos com um elevado número de polígonos. Apesar de nem todos os elementos terem sido removidos, o espaço ocupado pelo projeto diminuiu significativamente.

Quanto aos elementos humanos, estes provinham de uma biblioteca de exemplo também oferecida pela Epic Games. Eram compostos por elementos decorativos e de construção, paredes, tochas, colunas, entre outros. Foram apenas usadas as paredes e colunas que mais tarde seriam removidas pois não permitiam uma integração suave com o ambiente, sendo substituídas por objetos feitos por nós.

Abordagem final

A abordagem final foi uma variação do primeiro protótipo, onde em vez de água teríamos terra e relva, sendo que podemos dividir a gruta em 3 secções, elementos naturais, elementos humanos e as luzes da clareira.

Elementos Naturais

Para criar elementos naturais tivemos de ir recolher recursos a projetos já existentes, assim conseguimos recolhemos rochas, plantas e árvores para preencher o nosso ambiente.

As rochas são dos recursos mais importantes, já que são estas que preenchem a maior parte das paredes e telhados da caverna. As rochas usadas para preencher a maior parte da caverna são recursos de alguma qualidade, mas com diminuído número de polígonos, o que as torna uma boa aposta para ter um ambiente grande que não consuma demasiados recursos. Cada rocha tem um ou mais material específico aplicado nela, todos estes materiais derivam de um material base, que permite criar variações nas rochas, como dar o aspeto da rocha estar molhada, sendo que cada material derivado cria variações nesses efeitos.

Foram também adicionadas rochas de alta definição, com vários *Levels of Detail* (LODs), e por norma partilham do mesmo material base, mas com texturas diferentes para

as suas variações. Essas rochas pertenciam à biblioteca “Kite Demo”, de onde foram removidos muitos recursos, incluindo algumas delas.

O teto da caverna é composto por rochas bastante grandes com musgo no topo e na base, o material desta rocha tem uma propriedade bastante interessante, independentemente da rotação da rocha, o musgo fica sempre no topo e na base. Este efeito é conseguido aplicando o musgo dependendo da variação do produto interno entre o vector Up (0, 0, 1) e as normais dos vértices em “World Space”, ou seja, quando o produto interno é igual a 0, então a rocha deve aparecer sem musgo, quando for igual a 1, aparecerá uma rocha repleta de musgo.

Com a caverna preenchida de rochas, é agora necessário cultivar um ambiente vivo, tal é feito adicionando vegetação. O terreno da câmara só por si torna a caverna natural, este é composto por uma superfície que serve de base para colocar o material. O material trata um terreno de campo, isto é, terra coberta por folhas secas e rochas no solo, este material usa um “Height Map” para fazer com que rochas e certa vegetação sobressaiam do solo.

Por si só o terreno não completa o cenário, assim adicionamos relva e pequenos arbustos. Alguns destes recursos, incluindo a relva, têm variações conforme o tempo, que faz com que simulem um efeito de vento. Este foi o aspecto final que conseguimos.



A visão do nosso explorador ao olhar pela clareira, consegue alcançar as árvores no topo da gruta, o que oferece um ambiente mais calmo e posiciona o explorador numa floresta. Estes recursos também têm variações ao longo do tempo, dependendo da força do vento.

Elementos Humanos

Os elementos humanos adicionados ao projeto são compostos por elementos de construção como paredes, colunas, entre outros, e por elementos decorativos, ferramentas, estátuas e armas. A maioria destes recursos são recolhidos de outros projetos e alterados para serem corretamente integrados.

O primeiro sinal da presença humana na caverna é a presença de degraus feitos de pedra trabalhada, estes degraus também demarcam um caminho até uma plataforma, criando assim uma linha que o explorador deve seguir. O material usado para criar estes tijolos combina um conjunto de efeitos para os tornar mais realistas, como a criação de fios de água, para criar a aparência de estarem molhados, e a criação de salpicos de tinta, demonstrando uso.

Quando na câmara é possível ver alguns objetos deixados por humanos naquele local, por serem tão distintos entre si, cada objeto possui um material único distinto dos outros. A imagem abaixo mostra os objetos usados, assim como os tijolos discutidos anteriormente.



O que realmente dá certeza de uma presença prolongada da nossa espécie naquele local são as construções, estas edificações mostraram também que o local foi abandonado, mostrando intrusões da natureza nas estruturas.

As paredes e colunas foram criadas por nós, e apesar de serem simples blocos retangulares, foram trabalhados para ter um número maior de vértices e as coordenadas de textura corretas. Nestas paredes e colunas foi adicionado o mesmo tipo de material, que cria tijolos que preenchem a parede toda.

Foi necessário corrigir as coordenadas de textura dado que o padrão utilizado para criar os tijolos (e mapa de normais correspondente) não estava a ser corretamente colocado nas colunas que foram construídas, obrigando à sua correção.

Como dito anteriormente, queremos que as construções humanas sejam influenciadas pela natureza, para tal decidimos adicionar musgo à parede. Usámos as cores dos vértices do objeto e a ferramenta de pintura de vértices oferecida pelo motor para determinar onde colocar o musgo, logo, se tivermos um número reduzido de vértices, temos menos escolha de onde pintar, o que levou à necessidade de aumentar o número de vértices das nossas paredes e colunas.

Aprofundando na colocação do musgo, a cor dos vértices foi usada como uma máscara, onde a cor preta indica que não deveria existir musgo, a cor vermelha indica que apenas as gretas devem ter musgo, a cor verde indica que o musgo devia estar espalhado pelos tijolos. Este efeito é consigo usando a interpolação linear entre o tijolo e o musgo. No caso de querermos musgo nas gretas, este só é colocado se a componente vermelha da cor do vértice for maior que 0 e se as coordenadas de textura estiverem numa greta. É possível ver o efeito das diferentes possibilidades na imagem abaixo.



Luz da Clareira

Tendo todos os recursos necessários e colocados, falta então criar a iluminação da caverna. Esta é composta por uma luz direcional, uma luz pontual e várias esferas de reflexão.

A luz direcional trata-se da luz do sol, trazendo consigo sombras das árvores para dentro da caverna e a sensação de calor. É de notar que esta luz é dinâmica e é usada pela *Sky Sphere*, que dependendo da orientação da luz, cria o ciclo dia e noite.

O facto da luz do sol ser dinâmica previne 2 problemas que surgem no *baking* das luzes, o primeiro trata o facto de que certas zonas não oferecessem um aspeto realista quando iluminadas pelo *baking*, o segundo surge das sombras provenientes das árvores, pelo facto das árvores se movimentarem com o vento, o *baking* das suas sombras não era feito, criando uma região iluminada de forma errada.

Mesmo assim, a câmara continuava demasiado escura e para resolver este problema criou-se uma luz pontual para simular o reflexo da luz do sol nas paredes, criando uma sensação adicional de calor.

Por existirem objetos com componentes refletoras, foi adicionado esferas de reflexão, estas esferas capturam a cena e dizem aos objetos o que devem refletir.

O aspeto final da caverna com a iluminação descrita pode ser visto na imagem que se segue.



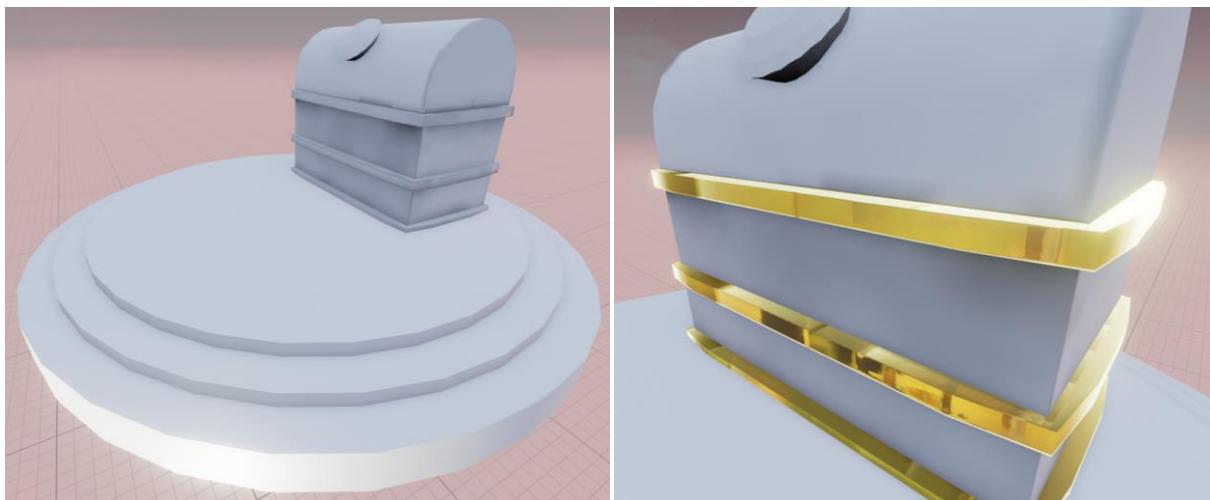
Terceiro Desafio - Pedro Moniz

O terceiro desafio envolveu a criação do baú, a criação dos seus conteúdos, a interação do baú por parte do jogador e por fim a integração do baú na cena.

Para a criação de materiais e texturas foram usadas as ferramentas Maya, Mudbox, xNormals, Photoshop e Quixel. As primeiras três ferramentas foram usadas para a criação dos objetos bem como diversos mapas, como o de normais. As últimas duas foram usadas para criar texturas e gerar mapas para essas texturas.

Possíveis abordagens

Começámos por fazer um baú sobre uma zona mais alta que o jogador poderia subir para se posicionar para abrir o baú. A base servia de escadas para uma zona que teria um símbolo Asteca e estaria posicionada no meio da câmara que seria redonda. O baú também teria uma esmeralda na tampa para chamar a atenção ao jogador. A imagem em baixo mostra o protótipo criado, ainda sem o uso de nenhum material.

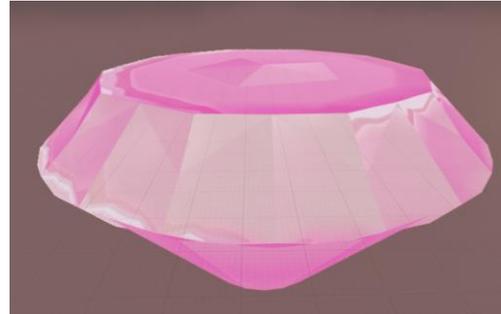


Como o tema era Asteca, pensámos em usar ouro e rocha para o baú. Começando pelo ouro, a ideia inicial foi fazer algo que emitisse luz de modo a que criar a sensação de uma aura brilhante e que simulasse de forma realística ouro. Podemos ver em cima à direita o resultado deste primeiro material que não era muito realista. Este metal usa 1 na componente metálica e 0 na rugosidade de modo a ser muito refletor. A cor do material é um amarelo dourado que é usado como a componente difusa. Para a luz emissiva que se pode ver nos lados é usada a função "Fresnel". Como já referido, no UE4 esta função usa o produto interno entre a normal à superfície e a direção à câmara. Se a normal apontar para a câmara temos valores de 0 e se for perpendicular à direção da câmara temos valores de 1. Usando então esta técnica como máscara para a componente emissiva conseguimos obter um efeito mais impressionante no baú. No caso de existir algum nevoeiro à volta este seria iluminado e poderia ser possível obter uma espécie de aura à volta do baú.

Para a rocha foi primeiro usada uma textura com filtros de cor e posteriormente usado um material de rocha que foi ajustado para o baú. Este material será explicado na abordagem final.

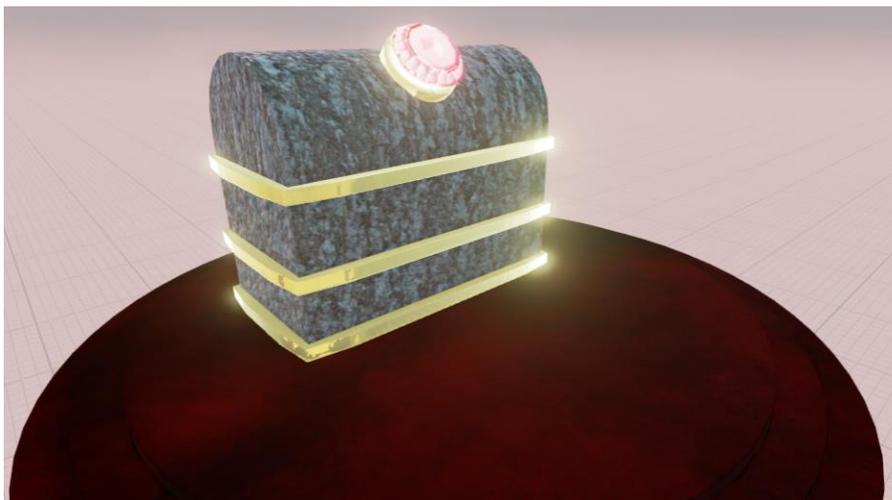
A gema no topo do baú teve também ela um grande trabalho em termos de materiais. Primeiro foi feita uma pesquisa sobre como se obter uma gema de alta qualidade, mas foi descoberto que seria algo muito difícil porque simular uma joia com uma fidelidade muito alta é difícil em *real-time* e o nosso objetivo foi desde o início algo que consiga funcionar integrado num jogo. Com a joia de alta-fidelidade posta de lado, pensámos em tentar obter uma gema como a encontrada no jogo do Sonic - The Hedgehog, a esmeralda no jogo é característica, tem bom impacto visual e consegue ser integrada em aplicações executadas em *real-time*.

É de notar que esta gema serve para chamar a atenção do jogador, para dar a sensação de que o tesouro é fabuloso mesmo antes de este ter aberto o baú. Esta sensação eleva as expectativas do jogador, e como tal a gema foi pensada com o objetivo de deslumbrar o jogador. A primeira iteração da gema era algo simples, tem os mesmos atributos que um objeto de metal, 1 na componente metálica e 1 na rugosidade. O material também é translúcido mas tem uma opacidade de 0.95, deixa passar 5% de luz. Com o uso da função “Fresnel” é possível então aplicar a mesma técnica que foi aplicada no metal em cima e consegue-se obter algo semelhante à imagem à direita.



Apesar de ser possível identificar o objeto como sendo uma espécie de pedra preciosa, ainda não tinha sido o nosso aspeto que procurávamos.

Com estes materiais foi então possível obter uma primeira abordagem do que pretendíamos ter como resultado final. Apesar do baú criado se parecer com um grande tesouro, chama demasiado a atenção do jogador e é pouco realista, parecendo como tal deslocado do ambiente misterioso da câmara.



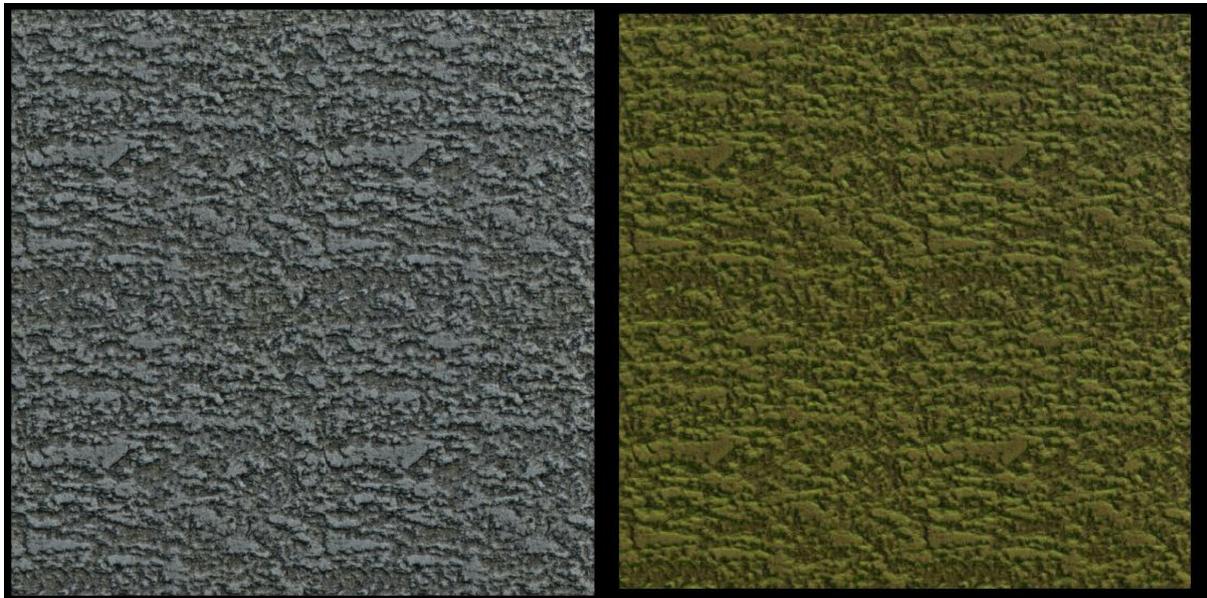
Abordagem final

Para se explicar a abordagem final, vamos primeiro explicar os materiais que compõem o baú, o seu conteúdo e, finalmente, os objetos auxiliares.

Materiais do Baú

Começando pelo material correspondente ao ouro, este foi simplificado já que decidimos usar o material base disponível no editor para o ouro. Este material já está preparado para ser semelhante a ouro, ao testar com o baú dentro do ambiente criado, o material ficava bastante bem. O material em si é simples, combina várias máscaras de ruído que são aplicadas nas componentes de rugosidade e difusa.

O material para a pedra utilizado no baú tinha como propósito fazer a textura sobressair, sendo perceptíveis todas as imperfeições da mesma. A utilização desta textura no baú, como o que se tinha sido feito anteriormente era apenas uma textura *seamless*, ou seja as costuras da texturas podem ser unidas sem que seja aparente onde a repetição da textura acontece, foi necessário adequar os parâmetros de *tilling* para que houvesse detalhe suficiente e ficasse coerente com a sua utilização no baú. Escolhemos repetir a textura três vezes na horizontal e vertical e depois foi multiplicada por uma escala que pode ou não depender do tamanho do objeto. No nosso caso, não usamos a dependência de tamanho devido às animações que modificam o tamanho ocupado do objeto, ou seja, com a abertura da tampa vamos obter uma maior área ocupada, isto leva a textura a sofrer alterações no decorrer da animação.



Em cima é possível ver *tilling* e a coloração efetuados, sendo esta também bastante importante para o resultado final. Para a coloração foram usados alguns modos de *blend*, que são comparáveis aos utilizados no Photoshop e que usam certas fórmulas específicas sobre as quais não nos é possível entrar em detalhe. Vamos, de seguida, cobrir a utilização das normais da textura onde os canais verdes e vermelho permitem adicionar informação. No nosso caso usámos apenas o canal vermelho, mas o uso do verde ou de ambos também permite efeitos interessantes. A camada vermelha vai dar informação de quais as normais que estão mais inclinadas, podemos manipular esses valores para se obter uma máscara. No nosso caso usamos um expoente de 2 para diminuir estes valores, em particular os valores mais pequenos, ou seja, valores altos vão continuar altos mas valores pequenos vão ficar muito mais pequenos. Com esta máscara, as bordas das zonas mais altas ficam mais acentuadas, sendo portanto possível aplicar um verde mais claro, como se pode ver na imagem.

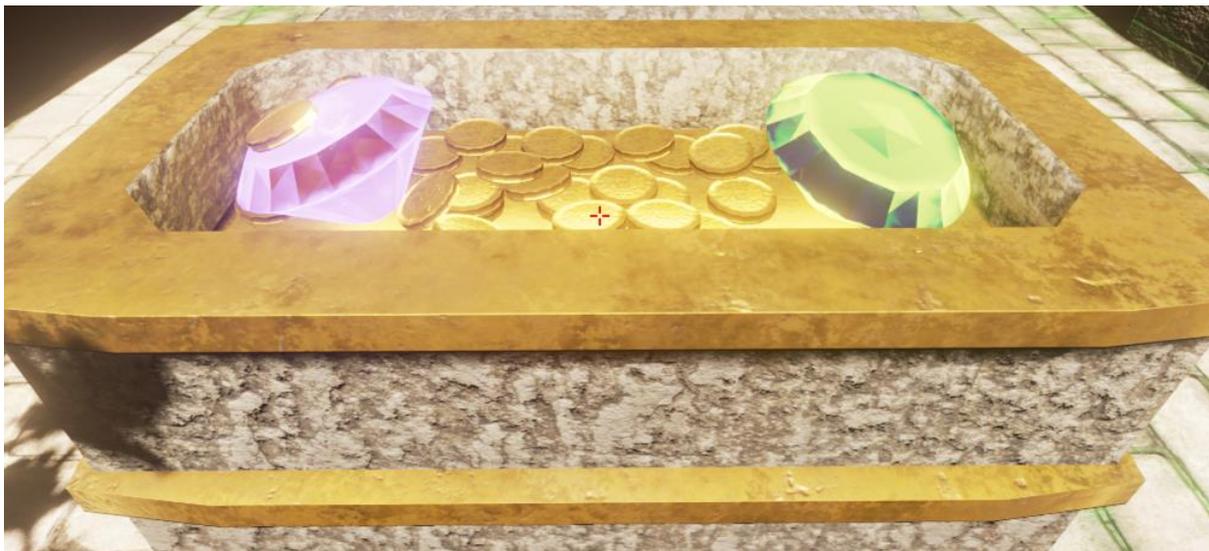
Materiais dos objetos auxiliares

Um dos componentes mais importantes foi a pedra preciosa. De modo a obter um efeito mais sofisticado, o efeito de fresnel que tinha sido colocado na componente emissiva foi mudado para *fuzzy shading*. A técnica *fuzzy shading* é interessante dado ser bastante parecida com a função “Fresnel”, no entanto esta coloca valores escuros quando a normal está na direção da câmara. Permite então os efeitos vistos nas imagens de baixo.



Para a refração da luz, que se consegue ver na direita, podemos usar o efeito de fresnel com as normais do objeto (que devem ser passadas para espaço tangente) e aplicar uma interpolação linear de 1 ao índice de refração pretendido usando a máscara de “Fresnel” como alfa, o resultado é colocado na componente de refração.

Em baixo temos uma imagem do baú aberto e podemos ver que obtivemos uma maior qualidade face à abordagem anterior.



Para a base, foi decidido usar um novo objeto que conseguisse incorporar um símbolo Asteca. Para a construção deste material foi feita uma fusão entre os canais difuso e normal do objeto com os canais difuso e normal de uma textura *seamless*. O mais interessante na construção deste material é a aplicação da fusão de normais. Para a fusão foi necessário usar o nó “BlendAnglecorrectedNormals” que usa uma técnica de *blending* chamada de *reoriented normal mapping*. Foi também explorado a técnica de *linear blending* que embora funcione corretamente faz o chão ficar muito “liso”.



De seguida, foram criadas moedas que usam o material anterior de ouro e incorporam uma textura com o símbolo Asteca. Foram usadas as mesmas técnicas para lidar com as normais e incorporar este símbolo. De notar que só foi adicionado um mapa de normais ao material do ouro para se conseguir obter o símbolo Asteca.

Animações e física realista

Para a luz na abertura do baú e para a animação de abertura foram usadas as *timelines* oferecidas pelo Unreal Engine 4. Estas *timelines* permitem um controlo muito minucioso das diferentes intensidades dos movimentos ao longo do tempo mas no entanto é preciso haver uma camada de controlo que tem em conta os *fps*. Esta camada de controlo acabou por não ser abordada já que não era necessária para a construção do filme cinematográfico, como tal é de notar que, apesar de haver a mesma *timeline*, computadores diferentes vão ter resultados diferentes.

No caso da luz, a *timeline* foi usada para controlar a intensidade durante o momento de abertura do baú, esta aumenta quando o baú abre e baixa progressivamente até que este fique totalmente aberto. Para a tampa, a *timeline* foi usada de modo a se obter uma abertura de um modo não linear, a tampa move-se como se estivesse a ser empurrada por alguém que não tem muita força suficiente para a abrir com facilidade, dado o seu peso.

Além destas *timelines*, foi também aplicada a física realista a objetos como a tampa e moedas. O Unreal Engine 4 oferece um sistema de física simples e permite definir nos objetos volumes de colisão com mais ou menos detalhe. Permite também a deteção de áreas de colisão de modo a que um objeto só verifique colisões com objetos perto dele através do uso de uma esfera de colisão secundária.

Post-Mortem

O que correu bem

Com o uso do Unreal Engine 4 deparámo-nos com a **facilidade que é criar um ambiente credível** com os recursos certos (criados ou importados), facilitando assim o desenvolvimento do projeto. Apesar na nossa falta de experiência, o motor permitiu criar um cenário com elevado realismo, dando ao projeto um grande **impacto visual** algo que não era esperado pelo grupo.

Na fase de **integração** foi bastante fácil integrar cada um dos componentes desenvolvidos separadamente, dois mapas e um baú. A adição do baú foi como adicionar qualquer outro objeto à cena. Quanto aos dois mapas, o motor permite a adição de mapas (*Levels*) de uma forma hierárquica, onde a partir de um mapa base adicionamos outros mapas filhos, mas para que um destes mapas filhos seja representado este deve ser carregado em *run-time*, pelo que organizámos os mapas e depois copiámos os conteúdos de um para o outro, para não existir a carga de computação desnecessária para uma experiência tão curta.

Finalmente, a escolha desta ferramenta permitiu ao grupo conseguir um resultado muito próximo do esperado, já que esta embora abstraia muito do trabalho que teria de ser realizado pelo grupo, permite ainda assim uma elevada parametrização de todos os aspetos relevantes e necessários para criar uma experiência única e personalizada ao conceito da equipa de desenvolvimento.

O que correu menos bem

Apesar das grandes ferramentas oferecidas pelo Unreal Engine 4, este motor é bastante **pesado** em termos de carga computacional, criando um problema, já que não é qualquer computador que consegue correr o motor suavemente. No caso do nosso grupo, nem todos os computadores de que dispúnhamos oferecem os requisitos mínimos para correr este motor, fazendo com que demorássemos **muito tempo para poder produzir** conteúdo.

Outro problema com que nos deparámos foi o **tamanho dos recursos** e a impossibilidade de os tratar como ficheiros diferenciáveis (como é o caso de um ficheiro de texto). Este problema fez com que fosse necessário retirar muitos recursos do projeto e usar *pens* para o transportar. Apesar de usarmos a “Google Drive” para armazenar o projecto, esta é ineficiente, já que está constantemente a atualizar os ficheiros que estão abertos pelo motor. Não existem repositórios para ficheiros de grandes dimensões, onde seja possível usar funcionalidades de controlo de versões, sistemas com o “Git” ou “SVN” não comportam ficheiros destas dimensões, em particular quando utilizado um repositório remoto onde seria necessário bastante tempo para cada *commit* fazer *upload*.

Foram também encontradas algumas dificuldades na integração das luzes presentes em diferentes mapas, estas à partida pareciam exatamente o que o grupo pretendia. No entanto no momento de integração foram descobertas algumas limitações na iluminação existente, em particular da iluminação estática. Esta embora parecesse ter o comportamento esperado na maioria das vezes, em determinados casos foram descobertas várias incompatibilidades com diferentes elementos das cenas, como as árvores e os planos de água. Tendo esta iluminação sido trocada por iluminação dinâmica, que calcula as

contribuições das diferentes luzes presentes na cena durante a execução da aplicação. Neste caso a abstração que nos ajudou a completar o projeto, escondeu limitações existentes no sistema de iluminação, tendo estas sido descobertas posteriormente.

Discussão final

Uma das grandes lições que aprendemos foi relativa ao uso do Unreal Engine. É uma ferramenta fenomenal, mas também é necessário saber quando a usar. É um motor bastante pesado e não é aconselhado o uso a quem não dispõe de um computador com um pouco mais dos requisitos mínimos. Apesar disso, se tivéssemos de realizar este projeto de novo, voltaríamos a usar este motor, já que oferece grandes vantagens na criação de cenários realistas.

O investimento nos recursos também não é tempo gasto, a criação de novos recursos ou simplesmente o estudo de recursos importados é um passo importante para perceber como é que os objetos estão estruturados e como podemos criar outros.

Se decidirem usar o Unreal, uma das grandes preocupações que devem ter é a organização dos recursos. Se importarem recursos e decidirem fazer modificações, façam cópias dos recursos que querem modificar e coloquem numa pasta diferente, desta maneira podem separar o vosso trabalho sem grande dificuldade, adicionalmente esta separação permite também que não transportem recursos desnecessários e apenas os recursos criados, já que os restantes podem ser adicionados mais tarde.

Por fim, um último conselho, as *blueprints* são ótimas para a criação de protótipos, já que retiram a complexidade da criação de classes e funções, substituindo-as por programação visual.

Referências

Documentação Unreal 4

<https://docs.unrealengine.com/latest/INT/index.html>

Formas de fazer *blend* do photoshop.

<http://www.deepskycolors.com/archive/2010/04/21/formulas-for-Photoshop-blending-modes.html>

Formas de fazer *blend* de normais

<http://blog.selfshadow.com/publications/blending-in-detail/>

Documentação sobre os planos de água utilizados

https://wiki.unrealengine.com/Videos?series=PLZlv_N0_O1qYq4tiS45UAghUxoF916rH

Palestra na GDC de 2015 sobre a criação do Kite Demo

<https://www.youtube.com/watch?v=clakekAHQx0&feature=youtu.be>