

Melhorando o Ensino Universitário com a Gamificação

Gabriel Barata

Sandra Gama

Joaquim Jorge

Daniel Gonçalves

Dep. Eng^a. Informática

INESC-ID/IST/UTL

Rua Alves Redol 9, 1000-029 Lisboa

{gabriel.barata,sandra.gam}@ist.utl.pt,

{joaquim.jorge,daniel.goncalves}@inesc-id.pt

Abstract

A gamificação é uma técnica recente que consiste em aplicar elementos de jogos a contextos não relacionados com jogos, por forma a motivar os utilizadores a adoptar novos comportamentos, tais como fazer mais exercício, ou aprenderem algo novo. Neste artigo, descrevemos uma experiência de longo termo na qual uma cadeira universitária de mestrado, da área de Computação Gráfica e Multimédia, foi gamificada, através da introdução de elementos como pontos de experiência, níveis, quadros de liderança, desafios e crachás. A experiência durou cinco anos, nos quais os últimos dois a cadeira foi gamificada. Dados sobre a assiduidade às aulas, número de descargas do material de apoio, número de posts nos fóruns da cadeira e notas finais, foram recolhidos em todos os anos. Uma comparação entre edições gamificadas e não gamificadas foi realizada, por forma a perceber o efeito da gamificação sobre o processo de ensino-aprendizagem. Os resultados foram bastante encorajadores, mostrando efeitos benéficos sobre os níveis de participação e proactividade online, bem como sobre a atenção ao material de apoio e sobre as notas dos alunos. Apresentamos ainda possíveis abordagens para enriquecer futuras edições gamificadas da cadeira e as várias lições de desenho aprendidas ao longo desta experiência.

Keywords

Gamificação, Educação, Ambientes de Aprendizagem Virtuais, Avaliação, Aprendizagem de Sala de Aulas.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso de tecnologia para melhorar a educação tem sido bastante explorado. Por exemplo, o uso de videojogos na aprendizagem tem despertado bastante a curiosidade da comunidade científica [Squire2003, Aguilera2003], devido à sua capacidade de motivar os jogadores e os fazer persistir. Ao contrário dos métodos tradicionais de ensino, os jogos conseguem disponibilizar informação contextualizada e à medida que for necessária [Gee2003]. Jogos bem-sucedidos são concebidos para equilibrarem os desafios de acordo com a habilidade do jogador, para evitar que estes fiquem frustrados e aborrecidos, e possam assim vivenciar sentimentos de recompensa e realização (estado de *flow*) [Chen2007, Csikszentmihalyi1991]. Estudos mostram que alunos sujeitos a aprendizagem com videojogos apresentam melhorias em termos de compreensão da matéria, diligência e motivação [McClellan2001, Squire2004, Lee2004, Kebritchi2008, Collier2009, Moreno2012].

O poder motivacional dos jogos tem sido explorado também em outros contextos, através duma técnica denominada Gamificação [Deterding2011a, Deterding2011b]. Esta consiste em adicionar elementos de jogo, em vez de usar jogos completos, a processos que nada têm a ver com jogos, por forma a motivar os utilizadores a adoptar determinados comportamentos [Shneiderman2004, Ree-

ves2009]. Como exemplos, temos aplicações gamificadas para motivar os utilizadores a fazer exercício, como o Nike+¹ ou o ZombiesRun², para tornar as pessoas mais productivas [Sheth2011] e mais amigas do ambiente [Inbar2011]. Vários sistemas gamificados dedicam-se a motivar os utilizadores a aprenderem novas técnicas e ferramentas. Por exemplo, o Jigsaw [Dong2012] ajuda os utilizadores a aprenderem Photoshop, através de um puzzle que os desafia a obter uma imagem alvo, utilizando várias operações de edição. Os utilizadores consideraram que com esta abordagem conseguiam explorar melhor a ferramenta e descobrir novas técnicas. O GamiCAD [Li2012] é um tutor gamificado que ensina os utilizadores a desempenhar operações de linha e corte no AutoCAD. Ao desempenhar estas tarefas, o utilizador ajuda a NASA a construir uma nave, encorajando-o a repetir as tarefas até obter uma determinada pontuação. Os resultados mostram que os utilizadores acharam a experiência mais motivante e interessante, e tiveram um melhor desempenho com a ferramenta gamificada.

O uso de gamificação no ensino é ainda bastante recente. Tem sido visto em portais como o Khan Academy³ e o

¹ <http://nikeplus.nike.com/>

² <https://www.zombiesrungame.com/>

³ <http://www.khanacademy.org>

Codecademy⁴, que permitem que os alunos assistam a vídeos online e façam exercícios, para aprenderem sobre vários tópicos, como matemática e programação. Embora sistemas como estes possam ser usados em cenários de *blended learning* [Thompson2011], faltam dados empíricos que suportem quais quer benefícios para a aprendizagem. Lee Sheldon [Sheldon2011], por outro lado, descreve como uma experiência de aprendizagem pode ser gamificada sem recorrer a tecnologia, por forma a motivar os alunos e a tornar as aulas mais divertidas. Os alunos começam com a nota mínima e vão subindo à medida que completam desafios e ganham pontos de experiência. Contudo, também a esta abordagem faltam dados estatísticos que suportem as suas vantagens para o ensino.

Neste artigo apresentamos um estudo sobre os efeitos da gamificação sobre a educação, e de como pode ser utilizada para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Para isso, apresentamos um estudo de longo termo no qual uma cadeira da área de Computação Gráfica e Multimédia, denominada Produção de Conteúdos Multimédia (PCM), foi gamificada. O estudo cobriu um período de cinco anos, dos quais os dois últimos decorreram com uma versão gamificada da cadeira, e os três primeiros com uma versão não gamificada. Através da recolha e análise de vários dados quantitativos e qualitativos acerca do comportamento dos alunos, temos fortes indícios de que a gamificação pode ser utilizada para melhorar a participação dos alunos, e que em certa medida, também para melhorar a atenção ao material de apoio, a assiduidade às aulas e os resultados da aprendizagem.

2. PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS MULTIMÉDIA

PCM é uma cadeira semestral do grupo de Computação Gráfica e Multimédia do Instituto Superior Técnico, que decorre no segundo semestre de cada ano lectivo. A cadeira segue um modelo de *blended learning*, no qual os alunos frequentam aulas teóricas presenciais e trabalham em projectos nas aulas laboratoriais, mas também completam exercícios e discutem num ambiente virtual de aprendizagem Moodle⁵. As aulas teóricas cobrem vários conceitos multimédia, como técnicas de produção e edição, *standards* multimédia, copyright e gestão de direitos digitais. Nas aulas laboratoriais, diversos conceitos e ferramentas de manipulação de imagem, áudio e vídeo são introduzidos, e existem também miniprojectos regulares ao longo do semestre. Recolhemos dados entre os cinco anos lectivos de 2007-2008 a 2011-2012, sobre a presença nas aulas, o número de descargas do material de apoio, o número de posts no Moodle e as notas dos alunos. Enquanto os últimos dois anos foram sujeitos à cadeira gamificada, os primeiros três decorreram sem gamificação.

2.1 Método de Avaliação

Nos três anos não gamificados, a avaliação consistia de mini-testes (25% da nota total), avaliações laboratoriais (20%, 20% e 15%), participação nos fóruns da cadeira

(10%, 10% e 5%), uma apresentação multimédia (20%), um exame final (25%, 25% e 35%), e 5% extra para presença nas aulas teóricas, sendo a nota final representada de 0 a 20 valores. Nos dois anos gamificados, a nota foi substituída por pontos de experiência (XP), que eram atribuídos aos alunos por completarem as componentes de avaliação da cadeira. Eram estas os mini-testes (20% e 10%), as avaliações laboratoriais (15%), a apresentação multimédia (20%), o exame final (35%) e um conjunto de crachás colecionáveis (10%, 20%, mais 5% extra). No geral, o método de avaliação foi semelhante, com os crachás a substituírem as componentes de participação online e de presenças na versão gamificada.

2.2 Gamificação da Cadeira

O principal objectivo por detrás da gamificação da cadeira foi torna-la mais interessante e motivante para os alunos. O processo deu-se com a adição de elementos de jogo como XP, níveis, um quadro de liderança, desafios e crachás, pois parecem ser os mais consensuais no âmbito da gamificação [Kim2008, Crumlish2009, Zichermann2011, Werbach2012]. À medida que os alunos completavam actividades da cadeira, eram-lhes atribuídos XP, que não só funcionavam como feedback directo, como também como motivadores por de gratificação instantânea [Natvig2004]. No primeiro ano gamificado, cada 900 XP correspondiam a um nível, e cada nível era directamente mapeado para a nota actual do aluno na escala de 0 a 20. Assim, um aluno com 1800 XP estaria a nível 2, o que significa que a sua nota actual seria de 2 valores. Para prevenir problemas de arredondamento, os alunos recebiam 450 XP ao inscreverem-se na cadeira.

O quadro de liderança era o ponto de entrada da experiência gamificada (ver Figura 1), e consistia de uma página HTML que estava publicamente disponível no Moodle. Nela, os alunos apareciam ordenados decendentemente por XP e nível, onde dados como o nome, XP, nível e número de crachás eram exibidos. Ao carregar numa linha do quadro, o historial para esse aluno era mostrado (ver Figura 2), o que torna o progresso mais transparente e permite aprendizagem por observação.

Os crachás eram recompensas colecionáveis, atribuídas mediante a realização de determinadas tarefas, como ir às aulas, postar nos fóruns material relacionado com a matéria ensinada, encontrar bugs nos slides da cadeira, participar nos desafios, entre outros. A obtenção de um crachá recompensava o aluno com uma quantidade predeterminada de XP. Os desafios consistiam de conjuntos de tarefas elaboradas que os alunos tinham de completar para receber crachás. Os desafios eram emitidos no Moodle, após uma aula, e tinham um prazo para serem completados de geralmente uma semana, sendo a resposta dada pelos alunos através de posts. Os desafios podiam ser teóricos ou práticos, conforme a natureza da matéria, e visavam que os alunos fossem criativos e se divertissem, enquanto punham em prática o que aprenderam na cadeira. Enquanto alguns desafios têm apenas um nível, outros requerem várias iterações para serem completados.

⁴ <http://www.codecademy.com/>

⁵ <http://www.moodle.org>

| Leaderboard | | | | | | |
|-------------|-------|--------|------|------------|--|--------------|
| Pos | Photo | Campus | Name | Experience | Level | Achievements |
| 1 | | T | | 17426 XP | 19 - Professor 574 XP for L20 at 18000 XP | 48 out of 61 |
| 2 | | A | | 17355 XP | 19 - Professor 645 XP for L20 at 18000 XP | 46 out of 61 |
| 3 | | T | | 17101 XP | 19 - Professor 899 XP for L20 at 18000 XP | 43 out of 61 |
| 4 | | T | | 16751 XP | 18 - Savior of Mankind 349 XP for L19 at 17100 XP | 27 out of 61 |
| 5 | | A | | 16325 XP | 18 - Savior of Mankind 775 XP for L19 at 17100 XP | 43 out of 61 |

Figura 1. O quadro de liderança.

| Badges (48 of 61, 2360 XP) | |
|----------------------------|---|
| Badge | Description |
| | Postmaster – level 3 (10 XP EXTRA) Post in something in the forums Top level! [61 so far] |
| | Challenger of the Unknown – level 3 (10 XP EXTRA) Submit contributions to the Online Quizzes Forum Top level! [4 so far] |
| | Bookworm – level 3 (40 XP) Read class slides Top level! [18 so far] |
| | Quizmaster – level 1 (100 XP) Excel at the quizzes Level 2: top grade in five quizzes (30 XP EXTRA CREDIT!) [4 so far] |

Figura 2. Os vários crachás.

O processo de pontuação das notas foi manual. Os dados referentes às avaliações das aulas eram manualmente recolhidos pelo corpo docente, em folhas de cálculo com macros, que depois eram exportadas para ficheiros de texto. Relatórios de actividade no Moodle eram também recolhidos diariamente à mão. Um *script* em Python era corrido, duas a três vezes por dia, para utilizar os relatórios guardados a fim de actualizar o quadro de liderança.

2.3 O Ano Seguinte

Mediante feedback dos alunos sobre a primeira versão gamificada, notamos que existiam alguns problemas. Os alunos queixaram-se de falta de oportunidades para cooperar no jogo, e que a participação oral devia também ser gratificada. Com isto em mente, no segundo ano gamificado, acrescentamos cinco novos crachás: dois para promover a cooperação, dando XP se todos os grupos de alunos tivessem boa nota nas aulas laboratoriais, um para gratificar a participação oral, outro para bonificar a pronta resposta aos desafios, e um último para os alunos que compilassem os vários resultados dos desafios. Tivemos também críticas sobre os desafios valerem pouco para o trabalho que davam, e por isso criámos seis novos desafios e adicionámos mais 10% de peso em nota aos crachás, em detrimento dos mini-testes. Tentámos também distribuir de forma mais equilibrada os desafios pelo semestre, uma vez que os alunos se tinham queixado de períodos *mortos* no ano anterior. Por motivos de aparência, alterámos o número de XP por nível de 900 para 1200.

Ainda no segundo ano gamificado, introduzimos na segunda semana de aulas, um protótipo duma nova componente de jogo, chama Skill Tree, como nos tinha sido sugerido pelos alunos no final do primeiro ano gamifica-



Figura 3. Skill Tree.

do. A Skill Tree consiste de uma árvore em que os nós representam tarefas específicas (ver Figura 3). Ao completar um nó, o aluno é recompensado com pontos de experiência e desbloqueia um nó de nível superior na árvore, que disponibilizará uma nova tarefa mais complexa mas também melhor remunerada. A Skill Tree tem como principais objectivos conferir autonomia aos alunos e permitir que sejam mais criativos, possibilitando-lhes a escolha dos caminhos com as tarefas que preferem fazer. Uma vez que a introdução desta nova componente ocorreu depois do semestre começar, e que ainda se tratava duma versão provisória, a nota obtida a partir da Skill Tree não era obrigatória e era cotada como um valor de bónus (1200 XP). A participação na árvore era feita, também, através de posts num tópico dedicado no fórum.

2.4 Gamificação e a Motivação

Por forma a motivar os alunos, tentámos alinhar ao máximo os objectivos dos alunos com os da experiência gamificada, por forma a aumentar o seu valor intrínseco [Deterding2012]. De acordo com a teoria da autodeterminação, há três necessidades básicas da motivação intrínseca [Deci2004]: competência, autonomia e a sensação de se pertencer a uma comunidade. Com a inclusão e apresentação de pontos, níveis e crachás, tentámos aumentar a competência através do feedback positivo e das demonstrações de progresso, sendo estas duas características bastante importantes, tanto nos jogos como na aprendizagem [Linehan2011]. Tentámos também favorecer a autonomia dos alunos, dando-lhes escolhas sobre quais os desafios e crachás a alcançar. Quisemos fortalecer a sensação de pertença a uma comunidade através do quadro de liderança e dos fóruns da cadeira, que permitem tanto a competição como a colaboração.

3. RESULTADOS

Dos cinco anos lectivos de 2007-2008 a 2011-2012, recolhemos dados sobre a presença dos alunos nas aulas, o número de descartas dos slides das aulas teóricas, o número de posts nos fóruns, e as notas finais. No final dos semestres gamificados, efectuamos também um questionário de recolha de feedback dos alunos acerca da experiência gamificada. Os alunos tiveram origens semelhantes em todos os anos, sendo que a maioria tinha terminado a licenciatura no ano anterior, e uma minoria era composta por, geralmente, um a três alunos de Erasmus. Tivemos um total de 152 alunos nos três primeiros anos (não-gamificados), e 87 nos anos dois últimos (gamificados), excluindo aqueles que desistiram da cadeira a meio ou apenas se inscreveram a meio do semestre. Tivemos 18 aulas teóricas em todos os anos, excepto em 2009-2010, que foram 19 aulas. Uma vez que os dados não apresentavam uma distribuição normal, todas as diferenças entre os grupos gamificados e não gamificados foram feitas com base no teste de Mann-Whitney's U.

3.1 Presença nas Aulas

Dos anos não gamificados para os gamificados, pudemos observar um aumento de 3% na presença nas aulas por aluno (ver Figura 4), embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa (teste de Mann-Whitney's U, $U = 6493.5$, $p > 0.1$). Apesar de parecer haver uma influência positiva, não conseguimos identificar um efeito significativo sobre a assiduidade.

3.2 Descarga de Slides

A descarga de slides das aulas teóricas era recompensada com XP, para incentivar os alunos a estudar para a cadeira, sendo que no máximo, apenas 240 XP (0.2 valores) podiam ser obtidos pela descarga de slides. Com isto, obtivemos um aumento bastante significativo de 2.76 vezes (1.51 vs. 4.17) do número de descargas de slides das aulas teóricas, normalizada ao número de alunos (teste de Mann-Whitney's U, $U = 167.0$, $p < 0.001$), dos anos não gamificados para os gamificados, o que sugere que conseguimos incentivar os alunos a prestar mais atenção a estes itens do material de apoio (ver Figura 5). Contudo, o mesmo aumento não se verificou para os restantes itens de apoio, o que pode estar relacionado com o facto do material de suporte variar de ano para ano.

3.3 Posts nos Fóruns

Os posts no Moodle eram também recompensados, com um máximo de 340 XP (0.28 valores) dados por pelo menos 50 posts. Observámos um aumento significativo de 7 vezes (4.93 vs. 34.84) o número de posts, das instâncias não gamificadas para as gamificadas (teste de Mann-Whitney's U, $U = 3494.0$, $p < 0.001$), o que indica que a participação online dos alunos aumentou bastante (ver Figura 6). Podemos ainda observar que estas diferenças se reflectem tanto no número de posts em resposta por aluno como no número de primeiros posts, que aumentara significativamente 7.4 vezes (4.39 vs. 32.45) e 5.4 vezes (0.44 vs. 2.39), respectivamente. Isto mostra que não foi só a participação que aumentou, mas também a proactividade. Olhando para o número de posts feitos pelos alunos

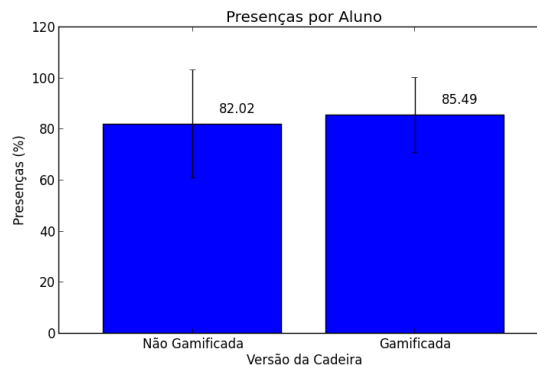


Figura 4. Percentagem média de presenças por aluno.

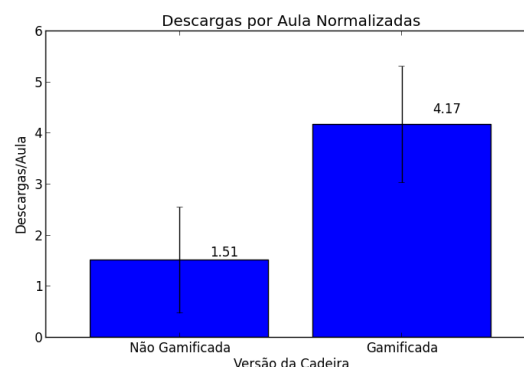


Figura 5. Número médio normalizado de descargas por aula.

durante o ano gamificado, podemos observar que 67% respeitaram aos desafios. Não é por isso de espantar que tenhamos achado uma correlação forte entre o número de posts e o número de posts em resposta aos desafios, por aluno (teste de Spearman, $\rho > 0.89$, $p < 0.001$).

3.4 Notas Finais

As notas finais apresentaram também uma melhoria de 0.13 valores termos médios, embora esta diferença não seja estatisticamente significativa (teste de Mann-Whitney's U, $U = 6489.0$, $p > 0.1$) (ver Figura 7). Contudo, olhando para a evolução da nota mínima ao longo do tempo, cujos valores foram 12, 12, 13, 12 e 14, podemos observar que no último ano gamificado obtivemos a nota mínima mais alta de sempre. Ademais, tivemos também a maior percentagem de alunos a atingir a nota máxima, dada pela progressão anual de 2%, 6%, 0%, 0% e 11.5%. Assim, os dados indicam que esta abordagem pode ajudar a melhorar as notas e a diminuir as discrepâncias entre os alunos com piores e melhores notas (ver Figura 8).

Encontramos correlações fortes da nota final com o número de posts (teste de Spearman, $\rho = 0.71$, $p < 0.001$) e com o número de posts em desafios (teste de Spearman, $\rho = 0.68$, $p < 0.001$), sendo esta mais forte com os teóricos (teste de Spearman, $\rho = 0.67$, $p < 0.001$) do que com os laboratoriais (teste de Spearman, $\rho = 0.59$, $p < 0.001$). Estes resultados sugerem que os alunos que participam mais nos desafios também têm melhores notas.

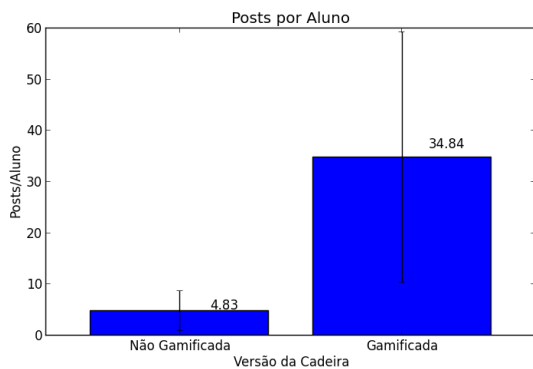


Figura 6. Número médio de posts por aluno.

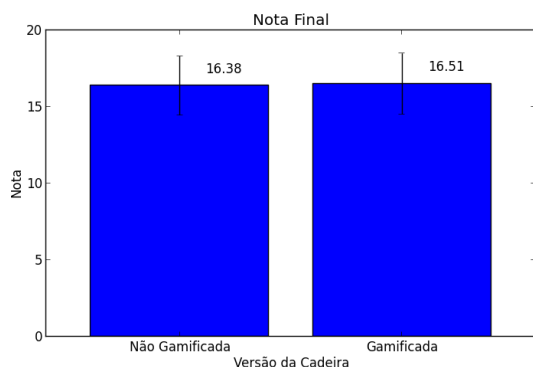


Figura 7. Nota final média por aluno.

3.5 As Novas Componentes

Os novos crachás tiveram sucesso limitado. Os concebidos para motivar os alunos a cooperar foram subaproveitados. Os grupos com melhores notas frequentemente culpavam os com piores pelos XP que não tinham ganho. Os alunos consideraram que o crachá que recompensava a compilação de resultados dava demasiado trabalho para os 100 XP de recompensava, o que fez com que apenas um aluno o alcançasse. O crachá que promovia a resposta atempada aos desafios foi muito criticado, por promover respostas desprovidas de conteúdo. O crachá de participação oral, por outro lado, foi obtido por 23 alunos o que revela uma aceitação moderada, mas obteve algumas críticas relacionadas com a pressão gerada sobre os alunos para falarem nas aulas.

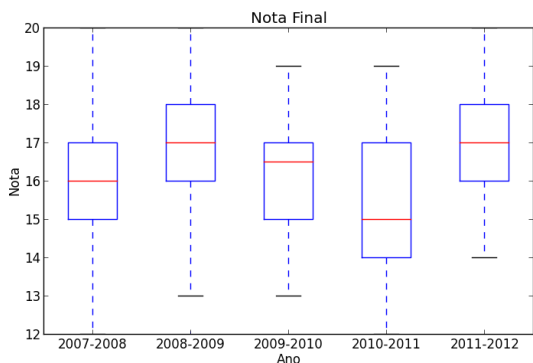


Figura 8. Boxplot das notas finais, com o primeiro e terceiro quartis (caixa), e os menores valores ainda dentro de 1.5 vezes o intervalo interquartil (bigodes).

Quanto à participação na Skill Tree, esta foi relativamente reduzida. Apenas 10 pessoas participaram ao longo do semestre, talvez porque esta componente tivesse sido introduzida depois de o semestre começar, o que pode ter gerado alguma entropia. Não obstante, dos 10 alunos que participaram, 1 completou o último nível da árvore, 7 atingiram o penúltimo e 2 apenas o primeiro, o que sugere que os que participaram se sentiram muito motivados.

3.6 Feedback dos Alunos

No fim de cada semestre gamificado, os alunos responderam a um questionário para recolhermos feedback quantitativo e qualitativo sobre a sua experiência de aprendizagem. As respostas eram dadas numa escala de Likert com 5 pontos. Tendo em conta a moda das respostas, os alunos consideraram que a experiência gamificada, aplicada a PCM, correu bastante bem (4) [1 – terrível, 5 – excelente]. Em comparação com outras cadeiras, os alunos acharam PCM gamificada mais motivante (4) e interessante (4) [1 – muito menos, 5 – muito mais], mas também que requeria mais trabalho (4), embora não fosse mais difícil (3) nem complicado de aprender do que as outras cadeiras (3) [1 – muito menos, 5 – muito mais]. A cadeira foi também vista como tendo um estudo com a mesma qualidade que as outras cadeiras (3), embora mais contínuo (4) [1 – bastante menos, 5 – bastante mais]. Os alunos sentiram moderadamente que estava a jogar um jogo e não só a participar numa cadeira (3) [1 – de modo nenhum, 5 – bastante], e a maioria achou que os crachás deviam valer mais nota (4) [1 – certamente que não, 5 – certamente que sim]. Quando confrontados com tarefas não obrigatórias, os alunos consideraram que as faziam pela nota e não pelo jogo (1) [1 – apenas pela nota, 2 – apenas pelo jogo]. Consideraram também que tarefas que requeriam trabalho extra, como os desafios ou a partilha de material relacionado nos fóruns, contribuía para a sua aprendizagem (4) [1 – de modo nenhum, 5 – bastante], e também que a gamificação deveria ser aplicada a outras cadeiras (4) [1 – certamente que não, 5 – certamente que sim].

Foi-nos ainda sugerido que a ilusão de jogo poderia ser melhorada através da introdução de avatares e itens, da promoção da cooperação entre alunos e da criação de mais oportunidades de competir. Vários alunos congratularam também os desafios e crachás que lhes permitiram fazer trabalho criativo, mas admitiram que mais possibilidades de criarem aumentaria a ilusão de jogo. A Skill Tree não obteve muitas críticas, pois alguns alunos confessaram que a experiência lhes tinha “passado ao lado”. Contudo, alguns alunos criticaram o facto de a recompensa não justificar o trabalho envolvido, e que o desbloqueio dos primeiros níveis de nós deveria ser mais fácil. Por outro lado, os alunos que gostaram deste novo elemento, admitiram que lhes dava uma maior sensação de controlo e ilusão de estar a jogar um jogo, pois podiam escolher o tipo de actividades que preferiam.

4. DISCUSSÃO

Os resultados das nossas experiências gamificadas foram bastante encorajadores, mostrando um grande potencial para motivar e cativar os alunos.

4.1 Melhorias na Motivação dos Alunos

Os dados sugerem que a nossa abordagem gamificada tem um grande impacto sobre os níveis de participação e proactividade dos alunos, como visto pelos aumentos em 5 vezes do número de posts iniciais, e de 7 vezes do número de posts em resposta. O facto de 67% dos posts dos alunos respeitarem aos desafios, sugere-nos que estes terão sido dos principais motivadores gamificados, e que são uma boa forma de modelar as tarefas típicas de uma cadeira da área de Computação Gráfica e Multimédia, que envolve bastante criatividade.

Também o número de descargas dos slides das aulas teóricas aumentou quase 3 vezes, o que sugere que conseguimos aumentar o interesse dos alunos sobre boa parte do material de apoio. Contudo, não verificámos o mesmo efeito noutros tipos de material de suporte, o que se pode dever a múltiplos factores. O simples facto de a matéria mudar de um ano para o outro, poderá ter afectado a disponibilidade do material de apoio e o interesse dos alunos sobre ele. Quanto à assiduidade às aulas, embora os dados sugiram que possa haver um efeito positivo sobre ela da nossa abordagem, faltam-nos dados estatísticos para suportar quaisquer conclusões.

Pudemos também verificar que a nossa abordagem pode melhorar os resultados da aprendizagem dos alunos. Embora o aumento da nota final média tenha sido residual, temos indicações de que com as alterações que fizemos no segundo ano, conseguimos subir as notas dos alunos e aproximar os que tinha piores notas aos que tinham melhores, o que reduz a disparidade de notas na cadeira. Colocamos em hipótese que este efeito se possa dever ao facto de termos aumentado não só o número de desafios, como também o peso destes na avaliação, o que os tornou mais apelativos. Também o facto de os desafios terem sido melhor distribuídos ao longo do semestre pode ter favorecido a aprendizagem e contribuído para as componentes contínuas de avaliação, como os mini-testes. Contudo, este é um tópico para trabalho futuro.

As melhorias em termos de atenção ao material de apoio, participação e proactividade, e dos resultados da aprendizagem, sugerem que a nossa abordagem conseguiu cativar, motivar e ajudar mais os alunos, do que as versões não gamificadas da cadeira. Isto parece ser corroborado pelos resultados dos questionários, que mostram que os alunos consideraram a cadeira como sendo mais motivante e interessante que outras cadeiras não gamificadas.

4.2 Lições Aprendidas e Limitações do Estudo

Da nossa experiência com a gamificação de PCM pudemos aprender várias lições. Aprendemos que os desafios são uma ótima forma de modelar actividades da cadeira em tarefas bem delineadas e com significado para os alunos, que permitam que eles se divertiram e sejam criativos. Concluímos também que os crachás e as tarefas inerentes têm de ser concebidos para que haja um equilíbrio adequado entre o esforço necessário para as completar e o tamanho da recompensa. Caso este passo falhe, existirão crachás que serão evitados pelos alunos. A equilibrada distribuição dos desafios ao longo do semestre parece ser

um ponto-chave para ajudar os alunos a ter um melhor desempenho. Colocamos em hipótese que ao eliminar períodos inatividade e distribuindo melhor os desafios, para que os alunos tenham de estudar continuamente, podemos ajudá-los a ter um melhor rendimento.

Aprendemos também que o uso de feedback directo e relatos de progresso, através do uso de pontos, níveis e crachás, podem ser utilizados para melhorar o sentido de competência dos alunos. A existência de vários crachás e o facto de vários destes serem multinível, pode também ser usado para dar escolhas aos alunos e assim promover a sua autonomia, que tendencialmente é limitada devido às restrições de avaliação da cadeira. Notámos, contudo, com base no feedback dos alunos, que a autonomia que proporcionamos ainda é um pouco restrita, o que parece limitar a ilusão de jogo e a criatividade dos alunos.

O nosso estudo possui algumas limitações, ligadas a um conjunto de variáveis que não podemos controlar. Por exemplo, a população estudantil varia de ano para ano, o que pode afectar os resultados. Um estudo entre grupos, durante o mesmo ano, comparando uma abordagem gamificada com uma não gamificada, minimizaria o problema. Contudo, uma vez que ambas as abordagens envolvem métodos de avaliação muito diferentes, não seria ético avaliar dois grupos da mesma cadeira de formas diferentes. Outra variável não controlada deve-se ao facto de a matéria mudar de ano para ano, o que é um requisito para manter a cadeira actualizada. Esta limitação pode causar uma variação, não só na disponibilidade de itens de apoio, como também do interesse dos alunos sobre eles, o que poderá causar diferentes níveis de atenção ao material de apoio ao longo dos anos. Temos ainda outra limitação, correspondente ao facto de estarmos a avaliar o quão motivados e cativados os alunos estão com a cadeira, utilizando medidas informais. Futuramente, gostaríamos utilizar um questionário formal, tal como proposto por Handelsman et al. [Handelsman2005].

5. MAIS AUTONOMIA E CRIATIVIDADE

Embora consideremos que tenhamos conseguido aumentar bastante a autonomia e a criatividade dos alunos com a inclusão de crachás e desafios, os dados do questionário, bem como feedback informal dos alunos, sugerem que os alunos ainda se sentem limitados. Por isso, no ano de 2012-2013, para além de uma versão madura da Skill Tree, introduzimos dois novos elementos gamificados, que ainda se encontram a ser avaliados. A primeira novidade é o AvatarWorld. Este consiste de um ambiente virtual 2.5D, desenhado em *Pixel Art*⁶, que evolui à medida que os alunos são avaliados (ver Figura 9). No início existe apenas uma pequena cidade no jogo, mas à medida que as notas vão sendo dadas, novos edifícios, personagens e zonas do mapa vão surgindo. Os alunos são representados por um avatar, que se pode deslocar livremente pelo mapa. O avatar pode ser personalizado com várias peças de equipamento, que vão sendo desbloqueados à medida que vão completando os desafios na cadeira. Con-

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Pixel_art



Figura 9. AvatarWorld.

tudo, os alunos podem criar conteúdo para o jogo, como peças de equipamento e edifícios. Estes devem ser concebidos utilizando ferramentas e técnicas ensinadas na cadeira, e recompensam também os alunos com XP, conforme o resultado da avaliação dos itens criados. O principal objectivo do AvatarWorld é permitir aos alunos que estes sejam criativos e exercitem o que lhes foi ensinado na cadeira. Este mundo virtual serve também como uma forma adicional de cativar os alunos e de transmitir o progresso global da turma.

O segundo elemento é a PCM Quest, que consiste de um jogo de adivinhas online, semelhante do Notpron⁷. Os alunos começam numa página web com um quebra-cabeças multimédia, que só pode ser resolvido utilizando ferramentas e técnicas aprendidas ao longo da cadeira. Ao resolver o puzzle, o link para o próximo é revelado. Esta componente tem como objectivo não só cativar os alunos e ensiná-los a usar o que aprenderam, como também fomentar a cooperação entre eles. Quanto mais alunos participassem na Quest mais XP todos ganham.

Embora a experiência de 2012-2013 ainda esteja a acabar, os dados preliminares são bastante encorajadores. A Skill Tree, que foi melhorada de forma a ser mais bem remunerada e mais fácil de desbloquear os primeiros níveis de nós, contou com a participação de 47 dos 54 alunos, sendo que muitos deles chegaram até ao penúltimo nó de profundidade da árvore. Isto sugere que os alunos se sentiram cativados e podem ter beneficiado da maior autonomia e sido mais criativos.

O AvatarWorld contou com 19 alunos a contribuir com 246 novas peças de equipamento, e 13 com 84 novos edifícios. Estes são valores impressionantes, dada que a criação de conteúdos para o AvatarWorld ainda requeria um esforço considerável. A produção de novas peças foi tal, que as criadas pelo corpo docente, como recompensa de desafios, perderam quase todo o valor, pois as novas peças ficavam automaticamente disponíveis para todos os alunos. Isto sugere que o AvatarWorld conseguiu apimentar a criatividade dos alunos e motiva-los para produzir conteúdo multimédia, utilizando o que aprenderam.

A PCM Quest foi um êxito. Embora tenhamos inicialmente planeado que esta demorasse várias semanas a ser

completada pelos alunos, terminou ao final de uma semana com a participação de 40 alunos. O entusiasmo dos alunos foi tal, que a Quest acabou mesmo antes de alguns alunos terem a oportunidade de participar, o que revela que esta componente apresenta um grande potencial para motivar e cativar os alunos.

6. CONCLUSÕES

Neste artigo apresentamos uma cadeira gamificada e discutimos como a gamificação pode ser utilizada para motivar e cativar os alunos. A nossa abordagem apresenta um impacto significativo sobre a participação e proactividade online, e temos também indícios de que poderá beneficiar a atenção ao material de apoio e os resultados da aprendizagem. Por outro lado, os alunos consideraram a nossa abordagem mais motivante e interessante que outras cadeiras não gamificadas e que, apesar de requerer mais trabalho, não é mais difícil que as outras. Estes resultados levam-nos a acreditar que a nossa abordagem consegue realmente aumentar a motivação dos alunos para trabalhar na cadeira, tornando-os assim mais diligentes. Aprendemos também que através da modelação das tarefas da cadeira em desafios estruturados, podemos aumentar a motivação dos alunos para desempenhar essas tarefas. Ademais, a correcta distribuição dos desafios ao longo do semestre e a ausência de períodos sem actividades pode melhorar o desempenho dos alunos. Terminamos por propor um conjunto de soluções interactivas, que apresentam um grande potencial para aumentar a autonomia dos alunos e criarem oportunidades para cooperarem e exercerem a sua criatividade.

7. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi suportado pela FCT (INESC-ID multi-annual funding), no âmbito do projecto PEst-OE/EEI/LA0021/2013, e o projecto PAELife, referência AAL/0014/2009. Gabriel Barata foi suportado pela FCT, bolsa SFRH/BD/72735/2010.

8. REFERÊNCIAS

- [Chen2007] Chen, J. (2007). Flow in games (and everything else). *Commun. ACM*, 50:31–34.
- [Coller2009] Coller, B. and Shernoff, D. (2009). Video game-based education in mechanical engineering: A look at student engagement. *International Journal of Engineering Education*, 25(2):308–317.
- [Crumlish2009] Crumlish, C. and Malone, E. (2009). *Designing social interfaces*. O'Reilly.
- [Csikszentmihalyi1991] Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper Perennial.
- [Aguilera2003] de Aguilera, M. and Mendiz, A. (2003). Video games and education: (education in the face of a "parallel school"). *Computers in Entertainment*, 1(1):1:1–1:10.
- [Deci2004] Deci, E. and Ryan, R. (2004). *Handbook of self-determination research*. University of Rochester Press.

⁷ <http://notpron.org/notpron/>

- [Deterding2012] Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. *interactions*, 19(4):14–17.
- [Deterding2011a] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011a). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference Envisioning Future Media Environments*, volume Tampere, F, pages 9–15. ACM.
- [Deterding2011b] Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O’Hara, K., and Dixon, D. (2011b). Gamification: using game-design elements in non-gaming contexts. In *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems*, CHI EA ’11, pages 2425–2428, New York, NY, USA. ACM.
- [Dong2012] Dong, T., Dontcheva, M., Joseph, D., Karahalios, K., Newman, M., and Ackerman, M. (2012). Discovery-based games for learning software. In *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ’12, pages 2083–2086, New York, NY, USA. ACM.
- [Gee2003] Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Comput. Entertainment.*, 1(1):20–20.
- [Handelsman2005] Handelsman, M. M., Briggs, W. L., Sullivan, N., and Towler, A. (2005). A measure of college student course engagement. *The Journal of Educational Research*, 98(3):184–192.
- [Inbar2011] Inbar, O., Tractinsky, N., Tsimhoni, O., and Seder, T. (2011). Driving the scoreboard: Motivating eco-driving through in-car gaming. In *Proceedings of the CHI 2011 Workshop Gamification: Using Game Design Elements in Non-Game Contexts*. ACM.
- [Kebritchi2008] Kebritchi, M., Hirumi, A., and Bai, H. (2008). The effects of modern math computer games on learners’ math achievement and math course motivation in a public high school setting. *British Journal of Educational Technology*, 38(2):49–259.
- [Kim2008] Kim, A. J. (2008). Putting the fun in functional. <http://www.slideshare.net/amyjokim/putting-the-fun-in-functiona>.
- [Lee2004] Lee, J., Luchini, K., Michael, B., Norris, C., and Soloway, E. (2004). More than just fun and games: assessing the value of educational video games in the classroom. In *CHI ’04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA ’04, pages 1375–1378, New York, NY, USA. ACM.
- [Li2012] Li, W., Grossman, T., and Fitzmaurice, G. (2012). Gamicad: a gamified tutorial system for first time autocad users. In *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST ’12, pages 103–112, New York, NY, USA. ACM.
- [Linehan2011] Linehan, C., Kirman, B., Lawson, S., and Chan, G. (2011). Practical, appropriate, empirically-validated guidelines for designing educational games. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ’11, pages 1979–1988, New York, NY, USA. ACM.
- [Mcclean2001] Mcclean, P., Saini-eidukat, B., Schwert, D., Slator, B., and White, A. (2001). Virtual worlds in large enrollment science classes significantly improve authentic learning. In *Proceedings of the 12th International Conference on College Teaching and Learning, Center for the Advancement of Teaching and Learning*, pages 111–118.
- [Moreno2012] Moreno, J. (2012). Digital competition game to improve programming skills. *Educational Technology & Society*, 15(3):288–297.
- [Natvig2004] Natvig, L., Line, S., and Djupdal, A. (2004). "age of computers"; an innovative combination of history and computer game elements for teaching computer fundamentals. In *Proceedings of the 34th Annual Frontiers in Education conference*, volume 3 of *FIE 2004*, pages S2F – 1–6.
- [Reeves2009] Reeves, B. and Read, J. (2009). *Total Engagement: How Games and Virtual Worlds Are Changing the Way People Work and Businesses Compete*. Harvard Business Press.
- [Sheldon2011] Sheldon, L. (2011). *The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game*. Course Technology PTR.
- [Sheth2011] Sheth, S., Bell, J., and Kaiser, G. (2011). Halo (highly addictive, socially optimized) software engineering. In *Proceeding of the 1st international workshop on Games and software engineering*, volume 11 of *GAS*, pages 29–32.
- [Shneiderman2004] Shneiderman, B. (2004). Designing for fun: how can we design user interfaces to be more fun? *interactions*, 11(5):48–50.
- [Squire2004] Squire, K., Barnett, M., Grant, J. M., and Higginbotham, T. (2004). Electromagnetism supercharged!: learning physics with digital simulation games. In *Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences*, ICLS ’04, pages 513–520. International Society of the Learning Sciences.
- [Squire2003] Squire, K. D. (2003). Video games in education. *International Journal of Intelligent Games & Simulation*, 2(1):49–62.
- [Thompson2011] Thompson, C. (2011). How khan academy is changing the rules of education. *Wired Magazine*, pages 1–5.
- [Werbach2012] Werbach, K. and Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.
- [Zichermann2011] Zichermann, G. and Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O’Reilly Media, Inc.