

Gamificação como Solução para os Problemas da Aprendizagem da Programação

Gamification to support programming learning

Ricardo Pereira
Instituto Universitário de Lisboa
(ISCTE-IUL)
Lisboa, Portugal
ricardo.manuel.silva.pereira@gmail.com

Carlos J. Costa
Instituto Universitário de Lisboa
(ISCTE-IUL) ISTAR-IUL Lisboa,
Portugal
carlos.costa@iscte.pt

Joao Tiago Aparicio
Instituto Universitário de Lisboa
(ISCTE-IUL)
ISCTE-IUL ACM Student Chapter,
Lisboa, Portugal
jtaca@iscte-iul.pt

Resumo — Neste artigo é abordado o atual estado de arte relativamente ao ensino da programação. São analisados os atuais constrangimentos e desafios que os estudantes têm vindo a enfrentar aquando da aprendizagem da programação, bem como as metodologias adotadas por professores e investigadores de modo a colmatar estas adversidades. Propomos a implementação de gamificação como meio de motivar e incentivar os estudantes a alcançar melhores resultados e a aprender de maneira eficiente. Para o efeito, são descritas as principais características de um sistema gamificado, bem como os princípios da sua implementação.

Palavras Chave – ensino, aprendizagem, programação, gamificação.

Abstract — In this article we approach the current state of art regarding programming education. We analyze the current constraints and challenges that students have been facing when learning programming, as well as the methodologies adopted by teachers and researchers to overcome these adversities. We propose the implementation of gamification to motivate and encourage students to achieve better results and to learn efficiently. To that end, the main characteristics of a gamified system are described, as well as the principles of its implementation.

Keywords – education, learning, programming, gamification.

I. INTRODUÇÃO

O universo tecnológico tem vindo a evoluir exponencialmente, e com essa evolução surgem diversos desafios que devem ser rapidamente identificados e solucionados. Um destes desafios, e provavelmente o mais notório e difícil de colmatar, é a falta de programadores competentes e qualificados para abranger os diversos projetos que vão surgindo nas tecnologias de informação. Este facto está intimamente relacionado com a metodologia adotada no ensino da programação, mas também à falta de motivação intrínseca que os estudantes têm demonstrado para aprender a programar. Existe uma forte necessidade de melhorar as atuais práticas no ensino desta arte, uma vez que a programação não é fácil de aprender, e não se enquadra no perfil da maior parte da população. Para uma correta aprendizagem da programação é necessário trabalhar arduamente e, em regra geral, um processo moroso que envolve a absorção de um conjunto bastante

extenso de conceitos, arquiteturas e boas práticas que devem ser ensinadas com o maior rigor para que seja possível a formação de bons programadores. Como tal, iremos analisar neste artigo o impacto da implementação de gamificação no ensino da programação, sendo que esta abordagem está a ganhar notoriedade pela sociedade e, é por muitos vista como um alto impulsionador da motivação extrínseca dos estudantes reduzindo os efeitos negativos das suas faltas de motivação intrínseca. Achamos, portanto, que esta será uma solução eficaz e perspicaz para o desafio identificado inicialmente, promovendo o processo de aprendizagem de programação como algo divertido e gratificante.

II. DIFICULDADES DA APRENDIZAGEM DA PROGRAMAÇÃO

De acordo com Combéffis e colegas [1], é durante o ensino primário e secundário que os estudantes desenvolvem o pensamento algorítmico e computacional necessário para a aprendizagem da programação. Por este motivo os estudantes confrontam-se à partida com um dos grandes desafios da aprendizagem da programação, a compreensão dos seus conceitos básicos, especialmente durante os seus primeiros anos de estudo. Na Holanda, por exemplo, menos de 40% dos estudantes inscritos em universidades terminaram cursos de três anos em menos de quatro anos [2]. Segundo Khaleel e colegas [3], estudos conduzidos a planos curriculares de ciências computacionais e a licenciaturas de engenharia de software concluíram que muitos dos estudantes desistiram no primeiro ou no segundo semestre. Dois dos principais motivos para as desistências de licenciaturas que envolvem unidades curriculares de programação são a dificuldade que proporcionam, bem como o facto de os estudantes não acharem os seus conteúdos interessantes. Olsson e colegas, acrescentaram ainda que estudos efetuados na Universidade Aberta no Reino Unido indicaram que 38% dos estudantes desistem dos cursos antes de entregarem o seu primeiro trabalho [4]. Segundo Caspersen e colegas, ensinar programação é um grande desafio e também um dos sete grandes desafios da educação da informática. Estes autores verificaram que alguns estudos realizados apontam para o facto de haver uma perceção de que muitos dos estudantes não conseguem escrever código razoável mesmo após um ou dois semestres de ensino de programação[5].

As causas para este problema foram estudadas por diversos autores, sendo sintetizadas nas seguintes: falta de experiência, novidade, multiplicidade de competências, concepção do programa, compreensão do programa, escolha da linguagem, estrutura do curso, atitude em relação à aprendizagem e fatores cognitivos.[24]. Em consonância, F. Khaleel e colegas [3] verificaram que os estudantes geralmente acham difícil aprender uma nova linguagem de programação, uma vez que são postos à prova com novos termos característicos da programação e devido à necessidade de terem de visualizar os processos envolvidos. O resultado desta adversidade é a desistência dos estudantes mais fracos que acabam por achar um fardo todas estas tarefas e acabam por memorizar os processos de programação em vez de tentar compreendê-los, o que conduz à obtenção de maus resultados académicos por parte dos estudantes nestas unidades curriculares. Por outro lado, Vihavainen e colegas, verificaram que os falhanços dos estudantes nesta área não estavam associadas diretamente a uma linguagem de programação específica, mas sim à programação em geral [8].

Uma das razões pelas quais a aprendizagem de programação é tão árdua, prende-se com o facto de a mesma ser vista como um conjunto complexo de atividades cognitivas, nas quais o estudante têm que simultaneamente construir e aplicar um conjunto de aptidões cognitivas de modo a resolver um problema específico [8]. Outro motivo está relacionado com as motivações dos estudantes, onde por vezes, os mesmos não são capazes de criar um modelo mental de como os programas se relacionam com os sistemas que lhes são embebidos, nem criar um modelo acerca dos seus fluxos. Ala-Mutka acrescentou ainda que os estudantes têm tendência a interiorizar contextos específicos em vez dos contextos gerais o que leva muitas vezes à aplicação incorreta do conhecimento obtido, e, portanto, normalmente os estudantes não fazem grandes progressos num curso de programação introdutório. No entanto, muitos estudantes têm a crença de que realmente entenderam o que foi ensinado, apesar de os professores apontarem as suas falhas em trabalhos e exames realizados. Este facto conduz à percepção de que os estudantes não sabem reconhecer as suas fraquezas e deficiências perante a programação [31].

De acordo com Barata e colegas [9], quando eram utilizadas metodologias de ensino tradicionais e rudimentares na aprendizagem da programação, como quadros negros, palestras orais, livros e exercícios escritos, existiam problemas ao nível da participação nas ferramentas disponibilizadas pelos professores, havia uma baixa percentagem de estudantes que iam assistir às aulas e também uma falta de interesse nos materiais de referência disponibilizados. Khaleel e colegas [3], afirmam que uma das possíveis explicações para as dificuldades sentidas pelos estudantes na aprendizagem de programação é a falta de concentração nas aulas, uma vez que os estudantes preferem pensar em temas triviais em vez que de se focarem no que está a ser transmitido pelos professores. Em relação às palestras, muitas vezes são dispensados pontos fulcrais do ensino da programação, fazendo com que os estudantes produzam código desapropriado e repleto de más práticas desde o início da sua aprendizagem. Por estes motivos, foi criada a ideia geral entre os estudantes de que as técnicas e metodologias aplicadas no ensino tradicional de programação são ineficazes

e aborrecidas, e portanto os cursos deixam de ser interessantes [3][6]. Para combater esta tendência e opinião prevalecente entre estudantes, os professores têm vindo a tentar introduzir novas metodologias de ensino. Mas apesar dos seus esforços verifica-se que existe um grande problema ao nível da motivação e empenho demonstrado pelos estudantes [6].

III. POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA ULTRAPASSAR AS DIFICULDADES DO ENSINO DA PROGRAMAÇÃO

A arte de programar é composta por conhecimentos de linguagens e ferramentas de programação, aptidões para resolver problemas e estratégias eficazes de design e implementação de programas[31]. Uma abordagem comum no ensino da programação é começar por ensinar as bases de uma linguagem de programação e depois ensinar estratégias para tornar os processos da programação eficazes. Portanto, este autor considera importante o foco da aprendizagem inicial em conceitos básicos da programação de modo a que seja possível desenvolver aptidões mais avançadas [31].

Existem técnicas que devem ser adotadas quando se quer transmitir com sucesso os conhecimentos relativos à programação, tais como o feedback, a ordenação de tarefas pelo nível de dificuldade e complexidade, personalização dos conteúdos, entre outras. Estes fatores são fatores essenciais para uma boa educação [6]. Verdú e colegas [7], acrescentaram ainda que o fornecimento de apoio instantâneo aos estudantes é um ponto crítico para que a aprendizagem de programação seja efetuada com sucesso, e que o feedback está diretamente relacionado com a aquisição de conhecimentos independentemente das metodologias de ensino aplicadas, e também por aumentar a motivação dos estudantes.

Segundo Olsson e colegas [4], desde o início do século vinte e um que está a surgir uma nova tendência em alterar o tradicional ensino cara-a-cara por cursos em ambiente online com diversas modalidades e atividades, que se não forem bem planeadas podem levar os estudantes a um estado de confusão e solidão, sobretudo em cursos ligados à aprendizagem de programação. Esta metodologia online deverá, tal como a metodologia tradicional, ser planeada com um toque humano de modo a combater o risco de baixar a motivação dos estudantes levando-os a desistir dos seus cursos. Um dos problemas identificados aquando o uso de cursos online é a alta taxa de desistências na fase inicial de implementação, uma vez que pode gerar sobrecarga de conhecimento sobre os estudantes, que por sua vez pode resultar em comportamentos de ansiedade e stress, bem como induzir falta de confiança acrescida, culminando em falhas nos processos de aprendizagem bem como desistências dos cursos.

De acordo com Knutas e colegas [10], o uso de ferramentas de aprendizagem colaborativas suportadas por computadores está a aumentar, tanto no ensino básico como no ensino superior. Este tipo de ferramentas pode ser utilizado no plano curricular de um curso de ciências computacionais, ou então, como ferramenta de aprendizagem independente a ser explorada pelos estudantes. Vihavainen e colegas [8], acrescentaram ainda que muitos professores têm dificuldades em ajustar as suas expectativas em relação às capacidades dos seus estudantes, o que conduziu a diversos estudos acerca de como criar e aplicar metodologias de aprendizagem que

facilitem o ensino da programação. Estas metodologias visam uma mudança do ensino tradicional baseado em aulas de exposição e laboratórios, para uma abordagem mais colaborativa como programação em pares, aprendizagem baseada em jogos e também projetos em equipa. Estas atividades colaborativas, demonstraram ter um impacto significativo na autoconfiança dos estudantes levando-os a melhorar os seus desempenhos e a produzir melhores programas [7].

Segundo E. Verdú [7], a aprendizagem competitiva conduz a um aumento na participação e empenho dos estudantes através da libertação dos seus instintos competitivos, fator bastante comum em cursos universitários que envolvam programação. No entanto, a autora constatou que existem diferentes sentimentos e motivações entre os vencedores e perdedores, que podem ser minimizados através de diferentes meios de aplicação deste tipo de metodologia, como por exemplo o foco na aprendizagem e divertimento em vez da vitória, ou na definição clara de critérios de avaliação. Diversos estudos sugerem que o uso da aprendizagem colaborativa, combinada com a aprendizagem competitiva, podem aumentar exponencialmente os níveis de motivação e melhorar os desempenhos dos estudantes. O estudo também é relevante na medida que identificou haver diferenças de género. Os homens tendem a preferir ambientes competitivos enquanto que as mulheres tendem a preferir ambientes colaborativos.

Muitos investigadores tentaram mitigar os problemas associados ao ensino da programação através de técnicas como programação de Java baseado em web, utilização de animações 3D, aprendizagem baseada em aplicações mobile, aprendizagem baseada em jogos, por exemplo. No entanto não se verificou qualquer melhoria notável, uma vez que os estudantes continuam a não conseguir aprender facilmente as linguagens de programação [3]. Um dos métodos que tem sido utilizado no ensino da programação é o uso de visualizações, uma vez que se considera haver benefícios na compreensão de conceitos abstratos e complexos da programação. A maior parte das aplicações desta metodologia foca-se em animações algorítmicas em vez de dar especial atenção à visualização da estrutura base dos programas e das suas execuções. Uma das grandes vantagens desta metodologia é o tempo necessário para criar, instalar, estudar e integrar as visualizações nos cursos. [24]

IV. GAMIFICAÇÃO COMO SOLUÇÃO PARA MELHORAR A APRENDIZAGEM DA PROGRAMAÇÃO

O termo gamificação foi criado em 2002 por Nick Pelling, mas apenas começou a ganhar notoriedade e popularidade em 2010 [11][12]. As primeiras utilizações documentadas da gamificação remontam a 2008, mas o reconhecimento e adoção do termo apenas chegou na segunda metade do ano 2010, quando muitos dos intervenientes neste mercado começaram a sua divulgação [13]. Segundo Deterding, um dos maiores e principais autores nesta área, gamificação é o uso de elementos dos videojogos para melhorar a experiência, motivação e participação dos utilizadores em aplicações e serviços que não são jogos [14], por outro prisma, Koivisto considera que gamificação é o fenómeno de criar experiências jogáveis [11][15]. A gamificação hoje em dia é utilizada não só no contexto do ensino como em áreas tão diversas como o e-

commerce, mesmo o e-banking, crowdsourcing ou partilha de conhecimento e desenvolvimento em projetos open source, só para citar alguns exemplos [28][29][30].

Atualmente existem duas principais ideias em torno do termo gamificação. A primeira é o aumento da adoção e aceitação dos videojogos, bem como a influência que os jogos e os seus elementos têm no nosso quotidiano e nas nossas interações sociais [13]. O criador de jogos Jesse Schell, sintetizou esta ideia como "Quando a cada segundo da tua vida estás atualmente a jogar um jogo de alguma maneira". A segunda ideia é que uma vez que os videojogos são desenvolvidos para entreter o utilizador em vez de lhe trazer alguma utilidade pura e dura, eles devem produzir efeitos de uma experiência desejável, isto é, cativar os utilizadores e motivá-los a manterem-se numa atividade intensamente durante longos períodos de tempo. Com a adição de elementos dos jogos, é possível criar aplicações, serviços e produtos de grande valor, uma vez que as mesmas se tornam mais apelativas, agradáveis e motivadoras [13].

Para Deterding, a Gamificação pode ser repartida em diversas componentes que conjugadas conseguem definir na íntegra o conceito de Gamificação: Jogo, Elementos, Contexto não jogável, design. Apesar de os jogos terem o propósito de serem jogados, é importante distinguir a palavra jogo da palavra jogar. Podemos jogar um videojogo, jogar às cartas, jogar futebol ou jogar às escondidas, por exemplo, mas todos estes jogos têm o seu estilo próprio. Em relação à palavra jogar, existem essencialmente duas vertentes que podem ser seguidas, Paidia e Ludus [16]. Paidia é considerado como o estilo de jogo livre, onde cabe aos intervenientes criarem as suas próprias regras em tempo real com as estruturas que bem entenderem num autêntico mundo de fantasia. Por outro lado, temos o Ludus, que implica um estilo de jogo controlado com regras e objetivos pré-definidos e as suas respetivas limitações. A gamificação segue a vertente do Ludus, uma vez que se baseia maioritariamente nos componentes de jogos como o sistema de pontuação e definição de regras e objetivos, não permitindo muito espaço para a vertente da Paidia, como indicam algumas críticas que foram efetuadas tanto pela indústria como a nível académico. Mas apesar desta limitação, Groh considera que a gamificação pode transmitir comportamentos e mentalidades associadas à Paidia [16]. Outro fato importante de salientar, é que a maior parte das aplicações gamificadas atualmente existentes foram criadas em formato digital [13]. Esta não deve ser considerada uma limitação, pois a gamificação pode ser aplicada a todo o tipo de jogo como por exemplo um clássico jogo de xadrez.

Enquanto que os jogos sérios adotam jogos integrais para propósitos não relacionados com o entretenimento, a gamificação apenas recolhe os elementos desses jogos e aplica-os nesse mesmo contexto [13][16]. No entanto a distinção entre estes dois conceitos pode ser pessoal, social ou até mesmo subjetivo, uma vez que depende das perceções e doutrinas de cada um [16]. Muitas vezes, não é claro se um grupo de pessoas está a jogar ou a utilizar uma aplicação como por exemplo o "Foursquare" [16], que é uma aplicação gamificada onde os seus utilizadores podem disponibilizar a sua localização atual, ou encontrar contactos que se encontrem próximos do seu local atual. Por este motivo, devemos (a) analisar os elementos técnicos e sociais inerentes aos jogos, bem como (b) analisar como os elementos técnicos dos jogos podem proporcionar interpretações e princípios jogáveis em vez serem apenas

jogáveis [13, 16]. De acordo com Deterding, os jogos são uma categoria composta, onde os seus típicos elementos como por exemplo os objetivos e regras, por si só não conseguem constituir um jogo, e muitos deles até já se encontram fora do âmbito dos jogos [13]. Para conseguirmos determinar quais os elementos que se enquadram na categoria de elementos dos jogos, Deterding propõe duas abordagens. A primeira abordagem é liberal onde qualquer elemento encontrado num jogo pode ser considerado, e neste cenário os resultados são ilimitados [13]. Na segunda abordagem, mais restritiva, apenas elementos que são únicos para os jogos podem ser considerados, e portanto os resultados seriam muito restritos ou até mesmo inexistentes [13].

Tal como acontece com os jogos sérios, a gamificação utiliza jogos para outros propósitos que vão além do entretenimento [13]. O termo gamificação não deve ser limitado a contextos ou cenários específicos, uma vez que não existem evidências de uma vantagem clara dessa limitação, e também porque as interpretações iniciais levaram muitos autores a focarem-se no contexto da aprendizagem, e a gamificação e os jogos sérios já se proliferaram por diversos outros contextos [13]. Segundo Deterding, diferentes contextos de utilização devem ser agrupados em subcategorias, tais como gamificação de treino, gamificação de saúde, gamificação das notícias, bem como outras áreas de aplicação [13]. Para além destes factos, Groh indica que não se deve aplicar gamificação a jogos, uma vez que essa aplicação seria apenas uma extensão do próprio jogo [16].

Tal como foi constatado anteriormente muitos elementos dos jogos foram utilizados noutros contextos. Analisando aspetos mais técnicos do uso destes elementos em contextos não jogáveis, temos por exemplo a utilização de motores gráficos e ambientes tridimensionais, que costumam ser desenvolvidos para criar videojogos, aplicados a simulações [16]. Portanto, Deterding propõe que a gamificação apenas se refira ao desenho dos elementos, em vez de ser considerada uma tecnologia ou prática [13]. Analisando estudos anteriores, Deterding chegou à conclusão de que o desenho dos elementos dos jogos era geralmente descrito tendo como base diversos níveis de abstração, os quais agrupou-os em cinco níveis, ordenados de concretos para abstratos [13]: Padrões de desenho da interface, mecânicas e padrões de desenho de jogo, padrões de desenho de jogo e as suas heurísticas, modelos de jogo e Métodos de desenho do jogo.

No que diz respeito aos padrões de desenho da interface, o mais comum, onde é identificado um problema específico e é desenhada uma solução eficaz, como por exemplo o uso de crachás, tabelas de classificação e níveis [13][16].

As mecânicas e padrões de desenho de jogo são partes constituintes de um jogo que se relacionam com a jogabilidade, tais como as restrições temporais, recursos limitados e jogo por turnos [11][13]. Os padrões de desenho de jogo e as suas heurísticas permitem avaliação dos meios de abordagem a um problema de desenho do jogo ou a uma possível solução, como por exemplo a existência de objetivos concretos e a diversidade de estilos de jogo [13][16]. Criação de modelos conceptuais das componentes dos jogos ou das suas experiências transmitidas, tal como os desafios, a componente de fantasia e o despertar da curiosidade [13][16]. Métodos de desenho do jogo consistem em práticas e processos específicos do desenho do jogo, como por exemplo a realização de testes a um jogo ou um desenho

focado no valor do jogo [13][16]. O termo gamificação ainda é alvo de críticas por parte de algumas indústrias de videojogos e de mídia digital, motivando alguns designers e intervenientes neste ramo a alterar o termo para o seu agrado de modo a distanciarem-se das conotações negativas transmitidas por essas mesmas críticas [13]. Existem conceitos semelhantes que estão intimamente relacionados com a gamificação como por exemplo, os jogos sérios, interação lúdica e tecnologias baseadas em jogos [11] [13]. Enquanto a gamificação é a aplicação de componentes dos jogos a um processo que não tem relação alguma com jogos, os jogos sérios é a adopção de jogos aplicados ao ensino e são especificamente orientados para que o utilizador aprenda jogando [13][16]. Apesar de serem duas abordagens possíveis e diferentes, ambas podem ser aplicadas em conjunto [11].

Em relação aos impactos da gamificação quando aplicada ao ensino da programação, Caponetto e colegas, afirmaram que muitos dos artigos que foram escritos acerca da gamificação apoiavam-se em obras anteriormente criadas por outros investigadores, com o objetivos de confirmar a capacidade que a gamificação tem em aumentar a motivação e empenho dos estudantes. Identificaram ainda quais os termos que geralmente estão presentes em artigos acerca da gamificação como é o caso do termo “social” e “design”, constatando que pode existir um impacto direto da gamificação sobre os processos de aprendizagem a nível social, e também, da importância da design nas actividades de aprendizagem [11].

De acordo com Caponetto e colegas [11], a gamificação é usada para ajudar a completar objetivos transversais tais como fomentar a participação e colaboração entre estudantes, aprendizagem autodidata, realização dos trabalhos de casa, tornar os processos de avaliações mais fáceis e eficazes e por fim, desenvolver a criatividade dos estudantes. Esta técnica está em crescimento exponencial e a ganhar uma notoriedade elevada sobretudo pela sua utilização em processos de treino e na educação, uma vez que existe a convicção de que a gamificação suporta e motiva os estudantes, bem como melhora os processos de aprendizagem e os seus resultados. Apesar de terem sido realizados diversos estudos acerca da gamificação em diversos níveis educacionais, a tendência e principal foco tem sido o ensino universitário.

No estudo efetuado por Lee e Hammer [18], foi analisado o que se entendia por gamificação aplicada ao ensino. Estes autores consideraram que a escola deveria ser vista como o maior exemplo de gamificação implicitamente aplicada, uma vez que continha certos elementos semelhantes aos dos jogos. Esclareceram a sua opinião, afirmando que as notas dos estudantes nos seus trabalhos e no final dos anos letivos poderiam ser percecionadas como recompensas por terem sido experienciados comportamentos desejáveis, e que a passagem para o ano letivo seguinte poderia ser considerada como uma subida de nível, no contexto de um jogo. No entanto verificaram que estes elementos, apesar de similares a jogos, não conseguiam ter impactos positivos no empenho dos estudantes, explicando que um possível fato para este acontecimento seria o ambiente padrão transmitido pela própria escola que por vezes fomenta o mau desempenho, uma aprendizagem desamparada, a batota e as desistências.

Os projetos gamificados permitem aos estudantes desenvolver novas opiniões acerca das suas tarefas escolares, uma vez que os mesmos passam a ter a possibilidade de

experimentar novas regras, emoções e estatutos sociais, geralmente transmitidos pela gamificação. Através desta experiência, os estudantes passam a ter uma maior motivação e participação no ensino, uma vez que alteram a sua auto-percepção enquanto aprendizes [18]. Um ponto crítico na projeção e implementação da gamificação deve ser a definição de desafios concretos que vão ao encontro das aptidões dos estudantes, aumentando o grau de dificuldade consoante os mesmos vão ganhando mais competências [18]. Através destes desafios os estudantes sentem-se mais motivados a aprender, tal como acontece com os jogos. Outro ponto importante é a possibilidade de escolha do caminho a percorrer para alcançar o sucesso. Para o efeito, os estudantes tendem, com a gamificação, a traçar os seus próprios sub-objetivos de modo a completarem com sucesso as tarefas que lhes foram assignadas, o que por sua vez também aumenta as suas motivações e empenhos.

No estudo realizado por Ibáñez e colegas [19], foram analisados os efeitos de gamificação quando aplicada a uma plataforma de questões e respostas acerca da linguagem de programação C. Os resultados obtidos demonstrando que os estudantes continuaram a trabalhar e procuraram aprender mais, mesmo depois de terem obtido a pontuação máxima, o que apoia a ideia de que houve um aumento nas suas motivações. Uma das maiores razões para continuarem empenhados em aprender foi o fato de ainda não terem todos os crachás e de quererem completar essa coleção. Os crachás foram os maiores impulsionadores da participação e quando os estudantes não os conseguiam obter, sentiam-se desencorajados a trabalhar e a aprender. Em relação à tabela classificativa e ao blogue existente na plataforma, os estudantes não acharam atrativa a sua existência. No entanto, não foi possível concluir se a carga de trabalho extra dos estudantes se deveu à existência de gamificação.

V. COMO GAMIFICAR UM SISTEMA

Não existe uma definição “per se” de uma metodologia generalizada que possa estar associada à correta implementação de uma aplicação gamificada, no entanto, e segundo Hamari, foram analisados quais os elementos motivacionais mais utilizados em estudos empíricos e que se encontram intimamente relacionados com a gamificação [20]:

TABELA 1. ELEMENTOS DA GAMIFICAÇÃO

Elementos da Gamificação	
Pontos	Tabelas de Classificação
Realizações/Crachás	Níveis
História/Tema	Objetivos Claros
Feedback	Recompensas
Progresso	Desafio

Apesar da existência de diversos estudos relativos à gamificação, Hamari verificou que os pontos, tabelas de classificações e crachás eram sem dúvidas os elementos mais utilizados pelos investigadores [20]. Por outro lado, a empresa Gartner Inc. salienta quais são as quatro principais características que são motivadas pelo uso de um sistema gamificado e que devem estar presentes no mesmo: (1). Rápido

feedback, (2). Objetivos e regras de jogo bem definidas, (3) Narrativa cativante e (4) Tarefas desafiantes, mas concretizáveis.

Werbach, and D. Hunter. [25] propuseram uma abordagem centrada em 6 passos para gamificar. Estes passos traduzem-se na definição dos objetivos de negócio, delinear os comportamentos alvo, descrever os jogadores, criar o ciclo de atividades, não esquecer a diversão, fornecer as ferramentas adequadas. Chou [26] propôs uma framework abrangente designada Octalysis baseada num octógono representando cada lado um driver da gamificação. Surgiram ainda três princípios que descrevem as necessidades inerentes à motivação intrínseca e que foram formalizadas através de uma íntima comparação com a “Teoria da Auto-Determinação” proposta por Deci e Ryan [21]: Relacionamento, Competência e Autonomia. Com base nesta teoria, DiTommaso propôs a sua abordagem [27]. Por outro lado, para que um sistema de reputação produza qualquer tipo de impacto, é importante conectar os utilizadores a uma comunidade significativa com os mesmos interesses. Um crachá ou um lugar no topo da tabela classificativa apenas têm significado se for possível exibi-lo a uma comunidade com interesses idênticos, senão perde o seu verdadeiro valor e intuito. Um dos principais cuidados que se deve ter é o contexto social, uma vez que para certas comunidades o objetivos de uma plataforma pode ser claro, para outras não [16]. O designer de jogos Ralph Koster constatou que os jogos transmitem diversão através da sua compreensão e resolução, como por exemplo a resolução de puzzles [16][22]. Atividades como a resolução de equações seriam divertidas e satisfatórias quando realizadas através de um jogo, uma vez que os seus intervenientes não teriam a noção que estavam a praticar matemática. Por sua vez, o mesmo não se verificaria se fosse aplicado no contexto da educação onde estas mesmas atividades seriam percecionadas como repetitivas e aborrecidas. Este autor concluiu, portanto, que é importante apresentar desafios interessantes aos utilizadores através da definição de regras e objetivos bem definidos, muitas vezes associando aspetos visuais relevantes que promovam essa percepção. Outro fator importante, é a repartição de um objetivos claro em diversas sub-tarefas mais pequenas e concretizáveis, que iriam aumentar de dificuldade consoante a experiência e aptidão do utilizador fosse aumentando [16]. Desta maneira seria possível ir ao encontro da “Teoria de fluxo” proposta por Csikszentmihalyi, que descreve o estado mental de uma pessoa perante uma atividade [23]. promovendo um equilíbrio entre o desafio e o tédio, onde os intervenientes não se sentiriam demasiado subestimados nem demasiado desafiados. Groh considera também que o falhanço pode ser visto como algo desejável, uma vez que pode ajudar na experiência de evolução perante o desafio da resolução de um problema, tendo como única adversidade a possível obrigação do utilizador realizar a mesma tarefa demasiadas vezes. O feedback também é visto como uma vantagem do uso dos jogos, uma vez que é fornecido quase instantaneamente, ajudando a encorajar o seus utilizadores, algo que não acontece na vida real [16].

A maior parte dos jogos segue uma filosofia de jogo voluntário onde a escolha de jogar é intrínseca. Devemos ter cuidado acerca da aplicação de recompensas extrínsecas, como incentivos monetários, sobretudo no contexto do trabalho uma

vez que podem ser produzidos efeitos adversos como a sensação de manipulação e perda de autonomia, que por sua vez geram desmotivação. Outro impacto negativo que por vezes ocorre quando usamos motivações extrínsecas é a desvalorização de uma determinada atividade [16].

VI. CONCLUSÕES

Da análise efetuada ao estado de arte, foi possível constatar que atualmente existem muitos desafios que precisam de ser colmatados em relação à aprendizagem da programação. Os maiores desafios identificados foram a falta de motivação e empenho demonstrado pelos estudantes quando confrontados com o ensino desta arte. Analisámos também quais as metodologias de ensino aplicadas, onde podemos inferir que a adoção da aprendizagem colaborativa, têm sido a mais utilizada nos tempos modernos como meio de apoiar os estudantes a ultrapassar as suas dificuldades durante o processo de aprendizagem da programação. Identificámos e apresentámos a gamificação como uma possível solução para ultrapassar os desafios presentes na aprendizagem da programação, bem como quais os seus impactos nos estudantes. Por fim, foram descritas quais as melhores práticas e princípios a seguir para implementar com sucesso um sistema gamificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] S. CombéFis, G. Beresnevičius, V. Dagienė, "Learning Programming through Games and Contests: Overview, Characterisation and Discussion," *Olymp. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 39–60, Jul. 2016.
- [2] A. Iosup and D. Epema, "An experience report on using gamification in technical higher education." *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*. ACM, 2014.
- [3] F. L. Khaleel, N. S. Ashaari, T. S. Meriam, T. Wook, and A. Ismail, "The study of gamification application architecture for programming language course," *Proc. 9th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*. ACM, 2015.2015, pp. 1–5.
- [4] Olsson M, Mozellius P and Collin J "Visualisation and Gamification of e-Learning and Programming Education" *The Electronic Journal of e-Learning Volume 13 Issue 6 2015*, (pp441-454).
- [5] M. E. Caspersen and J. Benndesen, "Instructional design of a programming course: A learning theoretic approach," in *Proc. Third International Computing Education Research Workshop (ICER 2007)*, Atlanta, GA, 2007, pp. 111–122.
- [6] D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre, and G. Angelova, "Gamification in education: a systematic mapping study," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, no. 3, pp. 1–14, 2015.
- [7] E. Verdú, L. M. Regueras, M. J. Verdú, J. P. Leal, J. P. de Castro, and R. Queirós, "A distributed system for learning programming on-line," *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 1, pp. 1–10, Jan. 2012.
- [8] A. Vihavainen, J. Airaksinen, and C. Watson, "A systematic review of approaches for teaching introductory programming and their influence on success," in *Proceedings of the tenth annual conference on International computing education research*, 2014, pp. 19–26.
- [9] G. Barata, S. Gama, J. Jorge, and D. Gonçalves, "Engaging engineering students with gamification," in *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, 2013 5th International Conference on, 2013, pp. 1–8.
- [10] A. Knutas, J. Ikonen, U. Nikula, and J. Porras, "Increasing collaborative communications in a programming course with gamification: a case study," *Proceedings of the 15th International Conference on Computer Systems and Technologies*. ACM, 2014, pp. 370–377.
- [11] I. Caponetto, J. Earp, and M. Ott, "Gamification and education: A literature review," in *ECGBL 2014: Eighth European Conference on Games Based Learning*, 2014, pp. 50–57.
- [12] A. Marczewski, *Gamification: A Simple Introduction*. 2013.
- [13] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "Gamification: Toward a definition," *CHI 2011 gamification workshop*, 2011.
- [14] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, and D. Dixon, "Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts," in *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2011, pp. 2425–2428.
- [15] J. Koivisto and J. Hamari, "Demographic differences in perceived benefits from gamification," *Comput. Hum. Behav.*, vol. 35, pp. 179–188, Jun. 2014.
- [16] F. Groh, "Gamification: State of the art definition and utilization," *Inst. Media Inform. Ulm Univ.*, vol. 39, 2012.
- [17] S. Deterding, R. Khaled, L. Nacke, and D. Dixon "From game design elements to gamefulness: defining gamification." *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. ACM, 2011.
- [18] J. J. Lee and J. Hammer, "Gamification in education: What, how, why bother?," *Acad. Exchange Quart.*, vol. 15, no. 2, pp. 1–5, 2011.
- [19] M.-B. Ibanez, A. Di-Serio, and C. Delgado-Kloos, "Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 291–301, Jul. 2014.
- [20] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, "Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification," in *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2014, pp. 3025–3034.
- [21] E. Deci and R. M. Ryan, *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum Press, 1985.
- [22] R. Koster, *Theory of Fun for Game Design* O'Reilly Media, Inc, 2013.
- [23] M. Csikszentmihalyi *Flow The psychology of optimal experience.* Harper&Row, New York, 1990.
- [24] C. Costa and M. Aparicio. "Evaluating success of a programming learning tool". In *Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication (ISDOC '14)*. ACM, New York, NY, USA, 2014, 73-78.
- [25] K. Werbach, and D. Hunter. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press, 2012.
- [26] Y. Chou, *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Fremont, CA, USA: Octalysis Media, 2015.
- [27] D. DiTommaso and C. Taylor. "Beyond gamification: designing behavior change games". In *Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play (CHI PLAY '14)*. ACM, New York, NY, USA, 2014.
- [28] L. Rodrigues, C. Costa, and A. Oliveira. "The adoption of gamification in e-banking". In *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication (ISDOC '13)*. ACM, New York, NY, USA, 2013. 47-55.
- [29] M. Aparicio, C. Costa, and A. Braga. "Proposing a system to support crowdsourcing". In *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication (OSDOC '12)*. ACM, New York, NY, USA, 2012., 13-17.
- [30] C. Costa. "Medieval guild as metaphor to a knowledge sharing community". In *Proceedings of the 2011 Workshop on Open Source and Design of Communication (OSDOC '11)*. ACM, New York, NY, USA, 2012. 61-64.
- [31] M. Piteira and C. Costa. "Computer programming and novice programmers". In *Proceedings of the Workshop on Information Systems and Design of Communication (ISDOC '12)*. ACM, New York, NY, USA., 2012 51-53.