

Universidade do Minho

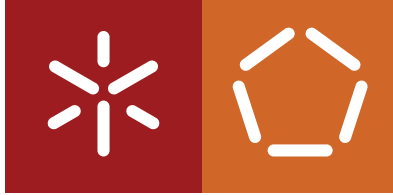
Escola de Engenharia

Departamento de Informática

Miguel Afonso Machado da Cunha

**Aplicação de Técnicas de Gamificação
em Sistemas Educacionais**

May 2021



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Informática

Miguel Afonso Machado da Cunha

Aplicação de Técnicas de Gamificação em Sistemas Educacionais

Dissertação de mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Dissertação orientada por

Orlando Belo

May 2021

COPYRIGHT AND TERMS OF USE FOR THIRD PARTY WORK

This dissertation reports on academic work that can be used by third parties as long as the internationally accepted standards and good practices are respected concerning copyright and related rights.

This work can thereafter be used under the terms established in the license below.

Readers needing authorization conditions not provided for in the indicated licensing should contact the author through the RepositóriUM of the University of Minho.

LICENSE GRANTED TO USERS OF THIS WORK:



CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Quero deixar uma nota de agradecimento a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que conseguisse levar a bom porto este desafio que foi a conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia Informática.

Ao Doutor Orlando Belo pela disponibilidade, apoio e orientação sempre determinantes ao longo deste processo. À minha família e amigos pelo apoio numa etapa tão importante da minha formação académica, principalmente pelos incentivos.

A todas as outras pessoas que, de algum modo, dedicaram tempo e meios para o sucesso deste trabalho.

STATEMENT OF INTEGRITY

I hereby declare having conducted this academic work with integrity.

I confirm that I have not used plagiarism or any form of undue use of information or falsification of results along the process leading to its elaboration.

I further declare that I have fully acknowledged the Code of Ethical Conduct of the University of Minho.

ABSTRACT

In an educational context and in a constant change society, there is an urgent need to adapt the pedagogical methodologies, in order to adjust the teaching and learning processes to the students' characteristics, implementing different approaches, which allow to capture the student's evolution and increase their attention, motivation and commitment to the subjects to be studied, as a way to promote learning success. During the last years, several research and application initiatives have been developed with the aim of integrating Gamification techniques and models in the domain of teaching and learning systems, with a view to developing students' motivation and development in the most varied knowledge areas. In this dissertation, we demonstrate the application of Gamification techniques in educational systems, through the incorporation of game elements in its various aspects, convinced that these allow a positive contribution to the development of learning processes and, in particular, the increasing of concentration and students interest in these systems. To that end, we used a specific knowledge assessment system, with the aim of combating the decrease in motivation and enhancing the use and exploitation of that system. Bearing this in mind, we began by analysing the benefits that Gamification can have in educational contexts, evaluating aspects that allow to increase student's motivation, improve their knowledge acquisition process and, consequently, their academic success. Subsequently, we designed a specific gamification model and implemented it in the referred evaluation system, using languages such as Python, JavaScript and HTML, among others.

KEYWORDS Gamification, Educational Platforms, Knowledge Assessment Systems, Techniques, Mechanics and Game Dynamics, Learning and Motivation.

RESUMO

Em contexto educativo e numa sociedade em permanente mudança, há uma necessidade premente de adaptar as metodologias pedagógicas, no sentido de adequar os processos de ensino e de aprendizagem às características dos alunos, implementando diferentes abordagens, que permitam captar a evolução do aluno e incrementar a sua atenção, motivação e empenho nas matérias a estudar, como forma de promover o sucesso da aprendizagem. Durante os últimos anos várias iniciativas de investigação e de aplicação têm sido desenvolvidas com o objetivo de integrar técnicas e modelos de Gamificação no domínio dos sistemas de ensino e de aprendizagem, com vista ao desenvolvimento da motivação e desenvolvimento dos alunos nas mais variadas áreas do conhecimento. Nesta dissertação demonstramos a aplicação de técnicas de Gamificação em sistemas educacionais, através da incorporação de elementos de jogos nas suas várias vertentes, convencidos que estas permitem contribuir positivamente para o desenvolvimento dos processos de aprendizagem e, em particular, para o aumento da concentração e interesse dos alunos nesses sistemas. Para esse fim, utilizámos um sistema específico de avaliação de conhecimento, com o objetivo de combater a diminuição da motivação e potenciar o uso e a exploração desse sistema. Tendo isso presente, começamos por analisar os benefícios que a Gamificação pode ter em contextos educativos, analisando aspetos que permitam aumentar a motivação dos alunos, melhorar o seu processo de aquisição de conhecimento e, conseqüentemente, o seu sucesso académico. Posteriormente, concebemos um modelo de gamificação específico e fizemos a sua implementação no sistema de avaliação referido recorrendo a linguagens como a Python, a JavaScript e a HTML, entre outras.

PALAVRAS-CHAVE Gamificação, Plataformas Educacionais, Sistemas de Avaliação de Conhecimento, Técnicas, Mecânicas e Dinâmicas de Jogo, Aprendizagem e Motivação.

CONTEÚDO

Contents iii

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização	3
1.2	Motivação	4
1.3	Objetivos do Trabalho	5
1.4	Organização da Dissertação	5
2	SISTEMAS DE GAMIFICAÇÃO	7
2.1	Gamificação	7
2.2	Gamificação no Ensino	12
2.3	Constructos Associados à Gamificação	14
2.4	Técnicas de Gamificação	15
2.5	Exemplos de Gamificação em Contextos de Aprendizagem	17
3	MODELOS DE GAMIFICAÇÃO	20
3.1	Aplicações em Sistemas de Ensino	20
3.2	Um Modelo de Gamificação para Avaliação	24
3.3	Técnicas de Gamificação Utilizadas	27
4	O SISTEMA DE GAMIFICAÇÃO	30
4.1	Apresentação Geral	30
4.2	A Base de Dados do Sistema	35
4.3	A Implementação do Sistema	38
4.4	O Processo de Gamificação	41
4.5	Os Dashboards do Sistema	46
4.6	As Mensagens de Gamificação	47
5	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	50
5.1	Conclusões	50
5.2	Trabalho Futuro	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura da Gamificação de Werback e Hunter (2012).	8
Figura 2	A Tabela Periódica de Elementos de Gamificação – figura extraída de Marczewski, 2016.	21
Figura 3	O framework Octalysis – figura extraída de (Chou, 2013).	23
Figura 4	Funcionalidades gerais do sistema de gamificação.	31
Figura 5	Atualização dos níveis e dos pontos de cada utilizador.	32
Figura 6	Atribuição das cartas da gamificação.	33
Figura 7	Geração e comunicação das mensagens da gamificação.	34
Figura 8	Exemplo de um documento JSON com os dados do utilizador.	37
Figura 9	Exemplo de um documento JSON com os dados do utilizador.	38
Figura 10	Ligação à BD.	39
Figura 11	Importar o JSON.	39
Figura 12	JSON com os dados de uma questão.	41
Figura 13	Exemplo de uma estrutura JSON enviada pelo sistema de avaliação.	42
Figura 14	Análise geral do desempenho de um utilizador.	42
Figura 15	Atribuição de cartas a um utilizador.	44
Figura 16	Dados de um utilizador na Base de Dados.	45
Figura 17	Dados de um utilizador na Base de Dados.	45
Figura 18	Dashboard de Gamificação do utilizador.	46
Figura 19	Dashboard de Gamificação do domínio.	47
Figura 20	Criação e atribuição das mensagens de Gamificação.	48
Figura 21	Exemplo de uma mensagem de Gamificação.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dinâmicas de Jogo (Werback and Hunter, 2012).	9
Tabela 2	Mecânicas de jogo (Werback and Hunter, 2012).	10
Tabela 3	Mecânicas de Jogo (Werback and Hunter, 2012).	11
Tabela 4	Atores do Jogo (Robson et al., 2016).	12
Tabela 5	Técnicas de Gamificação (Chou, 2013).	17
Tabela 6	Sistemas com Técnicas de Gamificação Integradas.	19
Tabela 7	Etapas de Desenvolvimento de um modelo de Gamificação.	24
Tabela 8	Exemplos de Dinâmicas de Jogo.	27
Tabela 9	Exemplos de Mecânicas de Jogo.	28
Tabela 10	Exemplos de Componentes de Jogo.	29
Tabela 11	Exemplos de Componentes de Jogo.	43

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os jogos eletrônicos exercem sobre o ser humano um grande fascínio, independentemente da sua idade, cultura ou origem social. Desde o seu aparecimento nos anos setenta, os jogos têm vindo a ganhar cada vez mais importância na cultura popular e estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. Com o objetivo de aproveitar o potencial e a atratividade dos jogos, foram surgindo diferentes iniciativas que visavam aplicar os elementos dos jogos ao contexto educacional (Kapp, 2012).

A educação exige a utilização de novas estratégias que possibilitem o despertar do interesse dos alunos e a manutenção da motivação ao longo de todo o processo de aprendizagem. Os docentes deparam-se cada vez mais, com alunos desinteressados e pouco motivados quando são utilizados métodos passivos de ensino e aprendizagem (Fardo, 2013). A investigação na área da informática, aplicada aos sistemas de ensino, tem vindo a verificar que a Gamificação pode constituir uma mais valia, não só no despertar do interesse dos alunos como também na sua motivação.

O conceito de Gamificação é bastante recente, não havendo, por enquanto, um consenso quanto à sua origem e mesmo quanto à sua definição. Para alguns autores, nomeadamente Medina (2013), foi Nick Pelling (2011), um investigador britânico e programador, que em 2002, pela primeira vez utilizou o termo Gamificação. Porém, só a partir de 2010, é que este termo passou a ser amplamente utilizado com Jane McGonigal (2010) que o divulgou e o incorporou na linguagem dos “entendidos” em programação. Posteriormente, o termo foi sendo apropriado por todos aqueles que se dedicam ou se interessam por técnicas de informação e de comunicação.

Mais tarde, vários outros autores, nomeadamente Werbach e Hunter (2012) e Deterding et al (2011), referiram que a utilização de elementos e cenários de jogos em contextos de aprendizagem não só possibilitam a motivação dos alunos como facilitam o estabelecer e alcançar objetivos, levando a uma alteração significativa de comportamentos na sala de aula e de atitude face aos processos de aprendizagem. Desta forma, abordaram a introdução da Gamificação em ambientes e processos de ensino e de aprendizagem. Do mesmo modo, De-Marcos (2014) afirmaram que a Gamificação seria no futuro um instrumento indissociável dos sistemas de educação, pois será uma forma muito interessante para cativar alunos desinteressados, desconcentrados ou com défice de atenção, nas mais variadas atividades educativas. Mais tarde, Johnson et al (2013) reforçou esta ideia, defendendo que a utilização de técnicas de Gamificação de forma eficaz não só aumentaria a motivação para aprender como possibilitaria o desenvolvimento de novas habilidades e competências.

1.2 MOTIVAÇÃO

Os desafios que permanentemente nos são colocados nos mais diversos ambientes de ensino constituem uma oportunidade para o desenvolvimento de novas competências. No entanto, a comunidade educativa vai tomando consciência de que, não é dentro da sala de aula tradicional, com o professor a expor os conteúdos e os alunos a tirarem apontamentos, que essas competências serão desenvolvidas e sobretudo adquiridas. Além do mais, este contexto de aprendizagem já não motiva os alunos, como também, não possibilita o desenvolvimento de competências (Zichermann, 2012). Os docentes enfrentam esses desafios, tendo em conta as necessidades específicas dos alunos, as suas preferências, características de personalidade, interesses e motivações. Ora, face à multiplicidade de demandas, no contexto da população estudantil, nem sempre é fácil, ou possível, dar resposta a todas as solicitações, o que leva a que alguns se desmotivem, percam o interesse e consequentemente o empenho necessário, para levar a cabo com sucesso, o seu percurso académico (Zichermann, 2012). É neste contexto, que a Gamificação surge como uma ferramenta auxiliar, para a conservação e desenvolvimento da motivação e consequentemente para o sucesso dos alunos.

Nesta dissertação pretendemos demonstrar a aplicação de técnicas de Gamificação em sistemas educacionais, através da incorporação de elementos de jogos nas suas várias vertentes, que permitam contribuir positivamente para o desenvolvimento dos processos de aprendizagem e, em particular, para o aumento da concentração e interesse dos alunos nesses processos. Para tal, será utilizado um sistema específico de avaliação de conhecimento: o sistema “Leonardo” (Belo et al., 2019). Este sistema tem estado a ser desenvolvido no Departamento de Informática da Universidade do Minho, sob a coordenação do Professor Orlando Belo, que, durante os últimos três anos, juntamente com alguns dos seus orientandos, têm vindo a promover e a materializar gradualmente uma plataforma de ensino especialmente orientada para ajudar os seus utilizadores a estudarem e a inteirarem-se sobre um dado conjunto de conteúdos.

No entanto, não basta dispor dos meios necessários para estudar de forma a garantir o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem. Também é necessário que os alunos participem nesses processos de forma interessada e atenta, mantendo-se concentrados, ao longo de todo o processo de aprendizagem. O sistema “Leonardo” só por si não garante o interesse dos alunos pelas matérias que devem estudar e dominar, nem garante que os alunos se interessem pela sua utilização. A experiência adquirida com outras plataformas similares revela que os utilizadores perdem o interesse e deixam de utilizar as ferramentas de educação após algum tempo de utilização (Bathon e Bredy, 2010), uma vez que a sua motivação vai declinando de forma drástica.

Assim, com o objetivo de combater a diminuição da motivação e potenciar o uso do sistema “Leonardo” surgiu a ideia de, tendo como suporte os dados que aí são armazenados, aplicar-lhe técnicas e mecanismos de Gamificação, de modo a manter a concentração, a motivação e o interesse dos utilizadores, durante o máximo tempo possível. Deste modo, pretende-se usar a Gamificação como um instrumento para a realização de aprendizagens significativas e duradouras, pois irá permitir aumentar o tempo de estudo, uma melhor e maior aquisição de conhecimentos e consequentemente, o desenvolvimento de competências. Assim, poderá ser um interessante auxiliar quer dos alunos quer dos professores, no processo de avaliação das aprendizagens realizadas.

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

A literatura científica demonstra que vários autores investigaram as possibilidades de aplicação da Gamificação em processos de aprendizagem, assim como as consequências da incorporação das suas técnicas nesses processos (Brom, Preuss, et Klement, 2011; Chi-Chang Chen, 2012). Alguns desses autores afirmam que os jogos educativos são bastante eficazes, quer na criação de ambientes de aprendizagem, quer na aquisição de conhecimento por parte dos alunos (Papastergiou, 2009; Sung et Hwang, 2013). Chang, Wu, Weng et Sung (2012), em particular, mostram, em alguns dos estudos que realizaram, que a utilização de jogos em contextos de aprendizagem, permite obter resultados positivos, dignos de realce, bastante superiores àqueles que são alcançados por alunos sujeitos a métodos de ensino tradicionais. Tendo muitas das ideias expostas por todos esses autores, estabelecemos um conjunto de objetivos que pretendemos alcançar com a realização deste trabalho de dissertação, nomeadamente:

- promover a aplicação de técnicas de Gamificação em sistemas de ensino, em geral, e em processos de aprendizagem em particular;
- aplicar elementos de Gamificação (desafios, objetivos, níveis, sistemas de *feedback* e de recompensa) num sistema de avaliação de conhecimento;
- possibilitar a avaliação do conhecimento em domínios específicos, com recurso à utilização de técnicas de Gamificação, no sentido de elevar a autoestima e a perceção da auto eficiência dos alunos em processos de avaliação de conhecimento;
- promover a motivação dos alunos e o seu interesse pelas diferentes áreas em que vai ser avaliado.

No sentido de potenciar a motivação dos alunos com recurso ao sistema “Leonardo”, concebeu-se um modelo de Gamificação específico, especialmente orientado para sistemas de avaliação de conhecimento. O modelo de Gamificação que foi criado utiliza várias das técnicas e mecânicas dos jogos – Realização, Propriedade, Imprescindibilidade, Influência Social, Fortalecimento, Escassez e Evasão – tendo sido integrado no sistema referido com o objetivo de incentivar a utilização do sistema, em particular, nos processos de aferição de conhecimento que o sistema acolhe e desenvolve num conjunto particular de domínios de conhecimento.

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Para além deste primeiro capítulo, no qual apresentámos a contextualização e a motivação para a realização deste trabalho, bem como os objetivos a alcançar com a sua realização, esta dissertação está organizada da seguinte maneira:

- **Capítulo 2** – Sistemas de Gamificação – Neste capítulo abordámos a área da Gamificação, apresentando alguns dos seus princípios, técnicas e modelos, bem como estudámos a sua potencial aplicação a sistemas de ensino;

- **Capítulo 3** – Modelos de Gamificação – Este capítulo é dedicado à utilização da Gamificação em sistemas de ensino, apresentando e analisando vários modelos para entender as vantagens de cada um, de forma a ter um maior entendimento sobre os diferentes modelos de Gamificação para que seja possível desenvolver o melhor modelo possível. Neste capítulo também serão tomadas todas as decisões relativamente às técnicas de Gamificação usadas e como as implementar;
- **Capítulo 4** – O Sistema de Gamificação Implementado – O modelo de Gamificação criado, os procedimentos adotados, a implementação das técnicas decididas no capítulo 3, bem como o desenvolvimento de todos os componentes do módulo de Gamificação serão mostrados neste capítulo;
- **Capítulo 5** – Conclusões e Trabalho Futuro – O capítulo final desta dissertação irá conter uma autoavaliação crítica do projeto que foi desenvolvido, as dificuldades passadas na execução do mesmo, os aspetos que podem vir a ser melhorados ou adicionados no futuro e uma conclusão que retrata a experiência geral da execução deste trabalho.

SISTEMAS DE GAMIFICAÇÃO

2.1 GAMIFICAÇÃO

O conceito de Gamificação nasce em 2002 com Nick Pelling, um programador especializado em jogos arcade. Posteriormente, a Gamificação saiu do âmbito exclusivo da programação para ser aplicada no domínio do Marketing. Pelling defendeu que a Gamificação é um conceito que se aplica a todo o domínio do hardware e, ao criar o termo, pretendeu descrever os serviços que prestava a uma startup (Medina 2013). No entanto, hoje ainda não há consenso quanto à origem do termo, mas a sua utilização foi rapidamente difundida no meio daqueles que se interessam por técnicas de informação e comunicação. Apesar dessa falta de consenso, foram surgindo contributos para reforçar a sua definição. Um desses contributos foi dado por Schell (2012), que referiu que “A Gamificação é uma indicação de que as pessoas querem trocar o seu quotidiano eficiente, por um mais divertido e aprazível”, tal como acontece com um qualquer utilizador quando está a utilizar um dado jogo. Daí que, frequentemente, o conceito de Gamificação seja definido como o uso de elementos, estratégias e pensamentos usualmente utilizados em jogos de computador, fora do contexto dos jogos, com o objetivo de contribuir para a resolução de um dado conjunto de problemas (Fardo, 2013). Este autor defende que se trata de um fenómeno resultante da popularidade dos jogos “e das suas capacidades intrínsecas de motivar a ação, resolver problemas e potenciar aprendizagens nas mais diversas áreas do conhecimento”, apropriando-se assim das estratégias, métodos, mecânicas e raciocínios típicos do mundo virtual dos jogos, para possibilitar a resolução de problemas do mundo real, tendo deste modo, outros propósitos que se distinguem do simples entretenimento. Esta definição é corroborada por Deterding et al. (2011), que definem a Gamificação como a utilização dos componentes gráficos e mecânica dos jogos, com o objetivo de envolver e motivar digitalmente pessoas, tendo como fim o alcance de objetivos previamente estabelecidos. Assim, em termos dos componentes gráficos estabelecem-se as etapas que os jogadores devem ultrapassar, enquanto que em termos da mecânica do jogo estabelece-se os elementos comuns a todos os jogos, tais como atribuição de pontos e tabelas de classificação. Deste modo, pretende-se motivar, mudar comportamentos, desenvolver competências e habilidades, bem como promover a criatividade (Bekker et al,2010).

A evolução e vulgarização do conceito de Gamificação deram origem a definições que se complementam e que permitem uma maior compreensão do seu âmbito, como aquela que foi aportada por Cassandra (2017). Nesta definição Cassandra defendeu que Gamificação poderia ser em simultâneo um produto, um processo, uma forma de pensar, uma experiência, um tipo de design ou um sistema. Também Kapp (2012) definiu a

Gamificação como a utilização de elementos dos jogos tais como: mecânica e estética de jogos. Estas noções de mecânica, assim como a noção de dinâmica de jogo, pensamento e elementos de jogo, foram referidas por Simões et al. (2013), Werback e Hunter (2012) e Folmar (2015). Outros autores consideram que a Gamificação é um processo que permite integrar a teoria e o design dos jogos, os elementos dos jogos, a estética dos jogos e a mecânica dos jogos (Ahmed e Sutton, 2017). No mesmo sentido, para Zichermann and Cunningham (2011), a Gamificação é o processo que permite pensar o jogo e a sua mecânica, para motivar os utilizadores e resolver problemas. Para além destes autores, que definiram a Gamificação como uma utilização ou como um processo, outros caracterizam-na como um enfoque, uma prática ou uma experiência (Leaning, 2015). No entanto, à medida em que o conceito foi sendo clarificado, tornou-se consensual a perspectiva de Werback e Hunter (2012), no referente às estruturas comuns a todo o processo de Gamificação. Estes autores afirmam que a Gamificação contém três categorias, que se relacionam e complementam entre si, distinguindo-se pelo nível de abstração. Estas categorias estão organizadas hierarquicamente, em pirâmide, encontrando-se no topo o nível de maior abstração e na base o de menor abstração. A ordem pela qual essas categorias foram hierarquizadas (Figura 1) foi a seguinte: no topo, as categorias dinâmicas, no nível intermédio, as categorias mecânicas, e na base, as categorias componentes (Tabela 1). Analisemos cada uma delas, em particular.



Figura 1: Estrutura da Gamificação de Werback e Hunter (2012).

As categorias dinâmicas, que estão enquadradas no nível mais elevado de abstração, são constituídas por “restrições” que correspondem às limitações presentes nos jogos. Todos os jogos exigem que os seus jogadores façam escolhas. Cada uma dessas escolhas implica abdicar de outras possibilidades, o que limita, obviamente, a liberdade dos jogadores. As restrições promovem a dinâmica reflexiva de um desenvolvedor de jogos. Outra dinâmica é constituída pelas “emoções” que um jogo pode despoletar, como sejam, por exemplo, a curiosidade, a frustração, a competitividade ou a felicidade. Em qualquer jogo, pretende-se que o jogador sinta alegria e vontade de continuar a tarefa proposta, de continuar a jogar. Ainda, no domínio das dinâmicas, encontra-se a

“narrativa” constituída por uma história contendo um enredo consistente, por vezes implícito, que consiga levar o jogador a criar uma linha histórica do jogo. Do mesmo modo, a “progressão” é uma dinâmica que proporciona a um jogador uma sensação de possibilidade de desenvolvimento e, também, de melhoria do seu desempenho. Por fim, encontramos a dinâmica “relacionamentos” que constitui o conjunto das relações e dinâmicas sociais estabelecidas pelo jogador com os seus pares e que proporcionam um sentimento da camaradagem, de altruísmo e estatuto social (Werback e Hunter, 2012).

Restrições	Limitações presentes nos jogos
Emoções	Curiosidade, Frustração, Competitividade, Felicidade, etc.
Progressão	Possibilidade de desenvolvimento e melhoria do desempenho
Relacionamentos	Relações e dinâmicas sociais estabelecidas com os pares
Narrativa	História com enredo consistente ou implícito

Tabela 1: Dinâmicas de Jogo (Werback and Hunter, 2012).

Para além das categorias dinâmicas, que se encontram no topo da pirâmide, a estrutura de Gamificação integra também as categorias mecânicas no nível intermédio de abstração. As categorias mecânicas representam os processos básicos que organizam todas as ações presentes no jogo e que levam ao empenho e envolvimento do jogador. Segundo Werback e Hunter (2012) as categorias mecânicas (Tabela 2) fundamentais são:

- os desafios que constituem os enigmas ou a tarefa que o jogador deve esforçar-se por solucionar ou realizar;
- a probabilidade que envolve elementos aleatórios que exigem a dimensão sorte;
- a cooperação que necessita de um trabalho conjunto entre jogadores, no sentido de atingirem os objetivos propostos;
- a competição que envolve a disputa entre jogadores para atingirem a vitória;
- o *feedback* que se trata da receção imediata de informação acerca do desempenho do jogador;
- a aquisição de recursos através da obtenção de itens ou colecionáveis, que permitem ao jogador avançar no jogo;
- as recompensas que constituem os benefícios atribuídos pela realização de uma ação ou conquista realizada;
- as transações, resultantes da negociação entre jogadores ou personagens do jogo, que possibilitam comprar, vender e trocar itens necessários para prosseguir com o jogo ou para obter uma melhor classificação;
- a rotatividade, que se refere a participações sequenciais através da alternância entre jogadores;

Desafios	Enigmas ou tarefas que o jogador deve solucionar/realizar
Probabilidade	Elementos aleatórios do jogo
Cooperação	Necessidade de trabalho conjunto entre jogadores para atingirem objetivos
Competição	Disputa entre jogadores para atingirem a vitória
Feedback	Informação sobre o desempenho do jogador
Aquisição de Recursos	Obtenção de itens ou colecionáveis
Recompensas	Benefícios Conquistados
Transações	Negociação que permite comprar, vender e trocar itens
Rotatividade	Alternância entre os jogadores
Estado de Vitória	Objetivos que permitem vencer, empatar ou perder

Tabela 2: Mecânicas de jogo (Werback and Hunter, 2012).

- o estado de vitória que implica um conjunto de objetivos que possibilitam vencer o jogo, empatar ou perder.

Na base da pirâmide de categorias encontram-se os componentes. Estes integram o nível menos abstrato da pirâmide. Werback e Hunter (2012) identificaram quinze componentes distintos (Tabela 3), nomeadamente:

- as conquistas que o jogador realiza, quer através de recompensas, quer através da realização de tarefas exigíveis para avançar no jogo;
- os avatares, que constituem a representação visual da personagem que o jogador assume no jogo;
- os distintivos que representam visualmente as conquistas efetuadas pelo jogador;
- a luta de chefes que é materializada em desafios de grande dificuldade nos quais é necessário vencer para poder passar ao próximo nível do jogo;
- as coleções, que são os itens ou distintivos que um jogador pode acumular;
- os combates ou batalhas nas quais o jogador deve participar;
- o desbloqueio de conteúdos, que se traduz num conjunto de artefactos de que o jogador dispõe sempre que atinge um objetivo; estes artefactos permitem ao utilizador passar para o nível seguinte;
- os presentes que os jogadores podem obter e partilhar com outros jogadores;
- a tabela de liderança, que é uma representação gráfica do progresso do jogador, revelando os pontos que ele obtém e hierarquizando-o em relação aos outros jogadores;
- os níveis, que são componentes que representam as diversas etapas que um jogador deve percorrer para progredir no jogo;

- os pontos, que constituem uma representação numérica das conquistas ou derrotas alcançadas pelo jogador;
- as missões, que são os componentes que estabelecem os desafios que o jogador deve enfrentar para atingir objetivos e recompensas;
- os gráficos sociais, que exprimem a rede social do jogador no âmbito do jogo em que está envolvido;
- as equipas, que são grupos de jogadores organizados para atingirem objetivos comuns;
- os bens virtuais que são os ativos do jogo e podem possuir um valor meramente virtual ou mesmo monetário.

Conquistas	Recompensas que permitem avançar no jogo
Avatares	Representação visual da personagem
Distintivos	Representação visual das conquistas efetuadas
Luta de Chefes	Desafios de grande dificuldade
Coleções	Itens ou distintivos que o jogador pode acumular
Combates	Batalhas que o jogador deve enfrentar
Desbloqueio de Conteúdos	Artefactos que o jogador obtém quando atinge um objetivo
Presentes	Possibilidade de partilhar recursos com outros jogadores
Tabela de Liderança	Representação gráfica do progresso do jogador que o hierarquiza em relação a outros jogadores
Níveis	Representam as etapas que o jogador deve percorrer
Pontos	Representação numérica das conquistas realizadas
Missões	Desafios que o jogador deve enfrentar
Gráficos Sociais	Exprimem a rede social do jogador no âmbito do jogo
Equipas	Grupos de jogadores organizados para atingir objetivos
Bens Virtuais	Ativos do jogo que podem ser virtuais ou monetários
Conquistas	Recompensas que permitem avançar no jogo

Tabela 3: Mecânicas de Jogo (Werback and Hunter, 2012).

Para além das estruturas apresentadas, em todo o processo de Gamificação estão presentes atores. Usualmente atores designam-se por players e por designers (Tabela 4). Os players são aqueles que participam ativamente na experiência do jogo, enquanto que os designers são aqueles que criam o jogo, estabelecendo as regras e os procedimentos a adotar. Cada jogador, enquanto indivíduo, é portador de um conjunto de experiências e de uma identidade própria. Assim, as suas características de personalidade irão influenciar as suas motivações e o seu envolvimento no jogo. Ora, para que um processo de Gamificação seja bem-sucedido é necessário conjugar as ambições e expectativas dos players com a estrutura do jogo que lhe é proposto (Robson et al., 2016). O player deve sentir-se bem no jogo para que haja um efetivo envolvimento e vontade de superar os desafios que lhe são propostos. Se o jogo não for de encontro às suas expectativas e características pessoais, não haverá motivação para ele permanecer no jogo. Assim, estas variáveis devem ser tidas em conta sempre que for possível.

Players	Os que participam ativamente na experiência do jogo
Designers	

Tabela 4: Atores do Jogo (Robson et al., 2016).

A aplicação destas estruturas, dinâmicas, mecânicas e componentes tem como objetivo central motivar os utilizadores para a realização de uma tarefa (Schell, 2012). É esta característica da Gamificação que a torna um instrumento precioso, passível de ser aplicado a diferentes contextos. Independentemente desta poder ser considerada uma utilização, um processo, um enfoque, uma prática ou uma experiência, todos os autores, acima referenciados, são unânimes em considerar que a Gamificação pode ser utilizada em contextos que não são dos jogos, nomeadamente, em contextos pedagógicos, aplicando-a em processos e experiências de aprendizagem.

A Gamificação consiste na utilização dos processos inerentes aos jogos, fora dos contextos dos jogos, construindo-se para tal, modelos ou sistemas centrados nas pessoas, que visam transpor a lógica dos jogos, para outros contextos de atuação. Estes sistemas possibilitam a manutenção da concentração, do entusiasmo e da motivação das pessoas envolvidas no contexto. Deste modo, segundo a literatura da área, a Gamificação tem sido aplicada à Informática, à Medicina, ao Desporto, à Matemática, entre outras muitas áreas (Faiella e Ricciard, 2015). Porém, esta aplicação pode parecer, numa primeira abordagem, paradoxal, pois durante muito tempo, os jogos e seus elementos foram considerados a antítese da aprendizagem. O senso comum difundiu a ideia de que os jogos poderiam constituir um fator distrativo e fonte de desinvestimento em processos de aprendizagem.

2.2 GAMIFICAÇÃO NO ENSINO

Com o avanço da investigação científica, associado à teoria da motivação de Maslow (Maslow, 1943), foi possível compreender que a motivação está relacionada com a necessidade. Assim, o sujeito está motivado para ultrapassar ou satisfazer as suas necessidades. Ora, a mecânica dos jogos permite manter níveis elevados de motivação, pois envolve fatores como a competição, o *feedback*, a recompensa, ou a possibilidade rápida de evolução, o que torna qualquer experiência de jogo bastante aprazível (Lazzaro, 2004). O jogo constitui, ainda, uma fonte de sensações que não são possíveis no quotidiano, quer por exigir habilidades que um sujeito não possui, quer por exigir a transgressão de normas sociais, como, por exemplo, nos jogos de guerra, nos quais é permitido matar, ou em situações nas quais o sujeito pode voar ou ser teletransportado. Deste modo, o jogo pode constituir um meio de fuga aos constrangimentos do quotidiano, um modo de valorização pessoal, pois permite a realização de façanhas inacessíveis ou inalcançáveis ao comum dos mortais, podendo mesmo trazer benefícios terapêuticos ao possibilitar o relaxamento e o elevar da autoestima (Lazzaro, 2004). Ao ajudarem a experienciar novas identidades, a explorar opções sem limites e a verificar as consequências das opções adotadas, os jogos permitem testar os limites do jogador, desenvolver competências sociais ou melhorar a concentração, assim como possibilitam a manutenção da motivação para a aprendizagem. Alguns autores defendem mesmo que os jogos são um auxiliar precioso para o desenvolvimento do pensamento complexo e

da planificação estratégica (Kirriemuir e McFarlane, 2004). Estes efeitos positivos no bem-estar do sujeito e no desenvolvimento das suas competências cognitivas contribuíram para que a opinião sobre os jogos mudasse, fazendo com que fossem encarados como um instrumento que permite potenciar o conhecimento, tornando o processo de aprendizagem uma fonte de sensações agradáveis, e mantendo, assim, a motivação e o interesse pelos processos de aprendizagem. Esta constatação abre caminho ao uso da Gamificação com fins pedagógicos e à emergência da Digital Game-Based Learning (DGBL) (Van Eck, 2006), a qual se dedica à aplicação de elementos dos jogos nos processos de aprendizagem, com o objetivo de contribuir para a resolução de problemas e favorecer a aprendizagem, num vasto leque de domínios do conhecimento, assim como do quotidiano dos indivíduos. Assim, pretende-se que os sujeitos assumam, em contextos de aprendizagem, o mesmo entusiasmo, motivação e envolvimento, que usualmente se pode observar em jogadores empenhados em enfrentar o desafio proposto por um bom jogo.

A aplicação da Gamificação a contextos de aprendizagem tem sido alvo de muitas iniciativas de investigação. Neste momento existe uma grande variedade de estudos publicados sobre o tema. Neste âmbito é de realçar o trabalho descrito na obra de Lee Sheldon (2012), um professor Norte-Americano que descreveu no livro “Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game” uma experiência que realizou aplicando os conhecimentos que possuía sobre jogos, na planificação das suas aulas, na instituição de ensino superior onde lecionava. Este trabalho constituiu a fonte do estudo que Prado (2013) realizou e que lhe permitiu descrever a metodologia utilizada por Sheldon (2012), destacando os aspetos inovadores que daí resultaram e que possibilitaram uma mudança nas práticas em contexto de sala de aula. Prado (2013) destacou os seguintes aspetos inovadores:

- O espaço físico da sala de aula sofreu profundas alterações. A sala foi dividida em diferentes espaços, cada um deles designado por um nome, oriundo de cenários e ambientes de jogos. Esta designação permitia determinar o tipo de atividade a que cada espaço estava destinado.
- A linguagem utilizada, que também sofreu alterações. No contexto de sala de aula passou-se a utilizar uma linguagem característica dos jogos online RPGs, um “tipo de jogo no qual cada jogador interpreta uma personagem, que, coletivamente, vivem uma história fantástica diferente do mundo real” (Salgado et al., 2013). Deste modo, solicitou-se aos alunos que criassem personagens para participarem nas atividades propostas. Cada atividade era encarada como uma missão, na qual, ao realizarem os exercícios, os alunos teriam que derrotar adversários. O objetivo destas alterações consistia em, através de uma narrativa de jogos, proporcionar experiências semelhantes àquelas que os alunos habitualmente realizam quando se encontram no mundo virtual dos jogos.
- A forma de como encarar o erro sofreu também alterações. Assim, se nos jogos os jogadores têm sempre uma nova oportunidade para atingir o sucesso, também Sheldon (2012) facilitava aos seus alunos a possibilidade de tentar abordar os problemas, em perspetivas diferentes, tantas vezes quantas as necessárias, até atingir o resultado esperado e assim ser bem-sucedido na tarefa proposta.
- A avaliação das atividades realizadas também sofreu modificações. As classificações passaram a ser atribuídas de um modo semelhante às pontuações nos jogos. Ao iniciarem o semestre eram-lhes atri-

buídos zero pontos. Cada tarefa realizada pelos alunos era recompensada com pontos em função do seu grau de dificuldade. Assim, os alunos passaram a ser avaliados sistematicamente, em vez de terem momentos predefinidos de avaliação. Esta metodologia possibilitou que os alunos passassem a ter um grande número de oportunidades para atingirem o sucesso.

Prado (2013), ao analisar a experiência de Sheldon (2012), assinalou os resultados mais relevantes apontados neste último trabalho. Verificou que os níveis de interesse, de participação e de motivação dos alunos aumentaram. Também realçou que a interação entre alunos e entre alunos e professor aumentou significativamente, o que contribuiu para uma mudança radical no modo como as aulas decorriam. Assim, foi abandonado o modelo expositivo tradicional, para dar lugar a um modelo nos quais os alunos, pela realização de tarefas e resolução de problemas, constroem o seu próprio conhecimento.

2.3 CONSTRUCTOS ASSOCIADOS À GAMIFICAÇÃO

Com o objetivo de tentar compreender a utilidade da Gamificação, em contexto que não os dos jogos, é necessário clarificar os constructos que lhe estão associados e que constituem a sua fundamentação teórica para a sua aplicação noutros domínios. Já referimos que um dos objetivos desta aplicação tem a ver com o impacto que pode ter na motivação, na mudança de atitude e na aprendizagem. Como tal, cabe agora abordar tais constructos.

Segundo Maehr et Meyer (1997), a motivação é a força impulsionadora da ação que permite explicar a direção, a intensidade, a persistência e a qualidade do comportamento humano. Segundo estes autores, a motivação pode variar, quer na importância quer na orientação. A motivação pode ser intrínseca ou extrínseca. A intrínseca diz respeito ao interesse interno para realizar uma tarefa, resultante das emoções positivas ou sensações agradáveis que daí podem resultar, estando, assim, associada à sensação de bem-estar. Já a motivação extrínseca impulsiona a agir com o objetivo de alcançar recompensas externas, como *feedbacks* positivos ou prémios. O sujeito realiza a tarefa para atingir o resultado desejável. Na maioria das atividades humanas os sujeitos agem em função da satisfação de necessidades motivacionais, tais como autonomia, competência e sentimento de pertença (Ryan e Deci, 2000). Assim, a motivação manifesta-se sempre que as características de uma tarefa, associadas ao sentimento de auto eficiência, dão origem a uma experiência satisfatória. A Gamificação mobiliza esta característica do ser humano, agindo quer sobre a motivação intrínseca quer sobre a motivação extrínseca, produzindo mudanças comportamentais. É precisamente esta dimensão da Gamificação que, transposta para contextos de aprendizagem, possibilita a transformação de tarefas, encaradas como trabalhos rotineiros, em experiências satisfatórias, promovendo assim a alteração de comportamentos, a manutenção do interesse e da concentração. Para alguns autores, os elementos presentes no jogo gamificado podem aumentar os níveis de motivação intrínseca e extrínseca dos alunos (Koivisto, 2013; Chun-Ho Su, 2016).

Também é referido pelos autores acima citados (Maehr et Meyer, Koivisto e Chun-Ho Su) que a motivação tem impacto na atitude adotada pelos sujeitos. Entende-se por atitude a tendência ou padrão comportamental, adotado pelo indivíduo. Assim, atitude será a predisposição permanente para se comportar de um determinado modo (Feist e Feist, 2008). As atitudes guiam o comportamento que é por sua vez guiado pela motivação.

Quando falamos em contextos de aprendizagem devemos realçar que a atitude dos indivíduos perante o saber pode ser positiva ou negativa. Quando os alunos não se envolvem no processo de ensino e não são capazes de manter a concentração, podemos dizer que adotam uma atitude negativa face à aprendizagem. Quando se envolvem nas atividades, são persistentes e tentam superar os obstáculos com que se deparam, adotam uma atitude positiva. A adoção de uma atitude positiva demonstra a presença de motivação intrínseca, para aumentar os níveis de compromisso e uma constante procura do sucesso (Sullivan et al., 2009). A integração de elementos de Gamificação em contextos de aprendizagem potenciam a adoção de uma atitude positiva, favorecendo um maior envolvimento e participação do aluno. Segundo Zimmerman (2013), variáveis como a motivação e atitude têm correlação com os resultados da aprendizagem. Quanto maior for a perceção do impacto do seu desempenho, no processo de aprendizagem, maior será o interesse do aluno. Este interesse manifesta-se nos níveis de atenção e competências adquiridas. A Gamificação aplicada à aprendizagem, torna o ambiente escolar mais atrativo, motiva os alunos e potencia o desenvolvimento de uma atitude positiva face às atividades propostas.

Ao se utilizar a Gamificação em contextos educativos, não se pretende criar jogos que, recorrendo a um mundo virtual, possibilitem a interiorização de conteúdos, mas antes, da utilização das estratégias usadas pelos game designers, resolver problemas em situações concretas do quotidiano. Não se trata de criar um jogo específico para um determinado conteúdo, mas de utilizar elementos dos jogos, para criar nos sujeitos experiências próximas das que um jogador tem, quando envolvido num jogo. Quanto maior for o número de elementos dos jogos utilizados, mais próxima será a experiência da realizada com a de um jogo. Assim, em função dos objetivos que se pretende atingir, devem ser selecionados os elementos a utilizar. Tais elementos podem ir dos mais simples e básicos (e.g. pontos, crachás e tabelas classificativas), quando se pretende, através de um sistema de recompensas, favorecer mudanças comportamentais, ou então recorrer a técnicas mais elaboradas, construir experiências que promovam uma motivação intrínseca, levando o sujeito a empenhar-se afincadamente nas tarefas que lhe são propostas (Werback e Hunter, 2012).

2.4 TÉCNICAS DE GAMIFICAÇÃO

Tendo em conta que na sociedade em que vivemos, um número significativo de pessoas tem, desde muito cedo, um contacto frequente com os jogos, a sua linguagem, pensamento subentendido e mecânicas associadas, a Gamificação apresenta-se como um instrumento precioso, com aplicação numa imensidão de domínios da nossa vida, desde a saúde à política, ao marketing ou à economia, entre outros. Para que isso seja possível é necessário que se domine as técnicas da Gamificação, nomeadamente (Chou, 2013) (Tabela 5):

- Realização (*Accomplishment*), que é uma técnica baseada no impulso do ser humano para progredir, desenvolver habilidades e superar desafios. Ganhar um prémio só será significativo se o sujeito, através das suas competências, conseguiu vencer um desafio. Daí que esta técnica use métodos como pontos de experiência e sistema de ranking, no sentido de criar obstáculos e dificultar o caminho do utilizador até alcançar um determinado objetivo. Deste modo, quando o utilizador atinge o objetivo, este ganha significado e torna-se numa experiência aprazível.

- Propriedade (*ownership*), que envolve a criação de um conjunto de cartas, com valor positivo ou negativo, que serão atribuídas consoante o comportamento do utilizador. O objetivo desta técnica é a motivação do sujeito, pois todo o desempenho bem-sucedido é de imediato recompensado, ou punido, no caso de não ter sucesso. Assim, o utilizador é motivado a avançar pelo sistema de recompensas, empenhar-se nas tarefas, superar-se a si próprio, para obter a recompensa, o maior número possível de cartas positivas que ficarão registadas no seu perfil. Quando o utilizador realiza uma tarefa sem sucesso recebe uma carta negativa, o que o motiva a aumentar a concentração, a ser mais empenhado e cuidadoso com o seu desempenho ao longo do percurso, pois só assim poderá evitar acumular outras cartas negativas.
- Influência Social (*Social Influence*). Esta técnica tem como fundamento a competitividade natural do ser humano. Um sistema de ranking, por exemplo, pode despertar no utilizador a vontade de se manter à frente dos colegas com quem está a competir. Esta técnica aumenta a motivação para trabalhar de um modo sistemático, pois permite um *feedback* imediato do seu desempenho e o reconhecimento dos seus pares, constituindo um incentivo para se manter no grupo dos melhores.
- Imprevisibilidade (*Unpredictability*) é uma técnica que assenta no desejo inconsciente que o ser humano tem de conhecer as ocorrências do futuro. Este desejo é frequentemente explorado pelos criadores de séries e de filmes com o objetivo de manterem o interesse dos espetadores. Do mesmo modo, os jogos apoiam-se neste desejo inconsciente, para manterem a necessidade de o jogador continuar a jogar, na expectativa de ganhar o jogo.
- Fortalecimento (*Empowerment*), trata-se de uma técnica, na qual é dada especial atenção à necessidade que o ser humano tem de usar a sua criatividade e de ser recompensado por ela. Esta técnica permite ao utilizador criar estratégias próprias, para alcançar os resultados desejados, recebendo sistematicamente *feedback* sobre a eficácia da estratégia utilizada, muitas vezes assumindo a forma de uma recompensa, o que incentiva o recurso à criatividade na resolução de problemas.
- Escassez (*Scarcity*), esta técnica fundamenta-se no desejo do ser humano atingir objetivos por vezes inalcançáveis. Trata-se de uma técnica muito utilizada pelos designers de jogos, de modo a conseguirem prender a atenção dos jogadores, mantendo-os presos ao jogo. Um exemplo da utilização da técnica de escassez são os “Appointment Dynamics” que vão surgindo no decorrer de um jogo, alertando o jogador para um prémio que irá receber dentro de um determinado período de tempo. Esta estratégia tem como objetivo fazer com que o jogador se mantenha a jogar, ou volte ao jogo, para receber o prémio que de outro modo não conseguiria alcançar. Várias empresas utilizaram a técnica da escassez, sobretudo numa fase inicial como forma de aumentarem o número de utilizadores, tal como foi o caso da Facebook que anunciou que o “Facebook” se tratava de uma rede exclusiva para alunos de Harvard, o que despertou o interesse de um grande número de utilizadores que viram, assim, a sua entrada negada pelo facto de não pertencerem a esta elite.
- Evasão (*Avoidance*). É uma técnica que se apoia na criação de oportunidades que podem auxiliar o utilizador, possibilitando-lhe conseguir atingir objetivos que até aí não tinha alcançado. Estas oportunida-

des são apresentadas como sendo únicas e imperdíveis, levando o utilizador a tomar decisões imediatas, pois, caso contrário, poderá perdê-las irremediavelmente.

Realização	Envolve desafios, competição e recompensas.
Propriedade	Envolve competição, <i>feedback</i> e recompensa.
Influencia Social	Envolve competição, tabelas de liderança, recompensa sob a forma de reconhecimento
pelos pares.	
Impressibilidade	Envolve emoções como curiosidade, competitividade, frustração e felicidade.
Fortalecimento	Envolve criatividade e rapidez na tomada de decisão.
Escassez	Envolve a aquisição de recursos sob a forma de prémios ou itens colecionáveis.
Evasão	Envolve a necessidade de tomada de decisão para alcançar objetivos.

Tabela 5: Técnicas de Gamificação (Chou, 2013).

As técnicas acima apresentadas podem constituir uma preciosa ferramenta quando aplicadas a processos de ensino e de aprendizagem. Assim, o recurso a estas técnicas permite o acesso à informação e à construção de conhecimento com *feedback* imediato. A utilização do design dos jogos nos processos educativos aumenta o empenho dos alunos e a sua motivação, sendo, assim, um instrumento de apoio ao processo de ensino e de aprendizagem. A motivação é uma componente imprescindível da aprendizagem e existe quando o sujeito é estimulado ou impulsionado para realizar uma tarefa ou comportar-se de um determinado modo (Ryan e Deci, 2000).

2.5 EXEMPLOS DE GAMIFICAÇÃO EM CONTEXTOS DE APRENDIZAGEM

A literatura científica refere que o desenvolvimento e a adoção de técnicas de Gamificação tem um grande impacto no modo como se aprende, sobretudo no que se relaciona com a tomada de decisão (Gonen et al., 2008). Os alunos envolvidos em jogos ou na simulação de situações aprendem pela participação ativa, o que permite a resolução de problemas complexos e aumenta a competência para planificar atividades. Os alunos melhoram o seu desempenho em termos de participação, discussão e aplicação das informações adquiridas com recurso a esta metodologia (Gone net al, 2008).

Gee (2003) identificou um conjunto de competências que podem ser potenciadas com recurso à Gamificação, dando especial ênfase ao seu impacto no desenvolvimento cognitivo. Por sua vez, Haydt (2008) defendeu que pela Gamificação é possível identificar, discriminar e compreender os fatores que desencadeiam a aprendizagem nos indivíduos. Já Delacruz (2011) chamou à atenção para o efeito positivo nos processos de aprendizagem do uso do *feedback* e da recompensa. Tendo em conta estas características e potencialidades da Gamificação foram realizadas experiências da sua aplicação em contextos de aprendizagem. Estas experiências tiveram grande expressão em instituições de ensino que implementaram técnicas de Learning Management

Systems (LMS). Um LMS permite o acesso à aprendizagem online. 95% das instituições de ensino dos Estados Unidos recorrem a este sistema (Lonn e Teasley, 2009). É neste contexto que as técnicas de Gamificação foram inseridas e demonstraram a sua eficácia.

São vários os recursos que se foram desenvolvendo e que permitem transformar a sala de aula em espaços de aprendizagem ativa, rompendo com o modelo expositivo tradicional, que muitos docentes continuam a adotar. Kuo e Chang (2016) descreveram a utilização de jogos, reunidos numa plataforma, sobre diferentes áreas temáticas do ensino superior, nas quais são atribuídos pontos aos alunos em função do seu desempenho, que, posteriormente, são convertidos em recompensas. Ao longo do jogo, à medida em que vão tendo sucesso, os alunos vão subindo na tabela de classificação. Os autores, nessas circunstâncias, verificaram que os alunos revelaram interesse e empenho na realização das atividades gamificadas, dando origem a uma taxa de reutilização da plataforma de 74%.

Schoech et al. (2013) também descreveram uma experiência na qual, através da utilização de um jogo online, com cenários que ocorrem no quotidiano, os jogadores têm que tomar decisões referentes à violência e ao consumo de drogas. Este jogo, dirigido a alunos de Medicina, visava levar os jogadores a escolher o percurso adequado para se afastarem das drogas e da violência. Se as opções tomadas fossem de encontro ao que os técnicos consideravam ser correto, os jogadores ganhavam pontos. Sempre que a decisão tomada se afastasse do caminho correto, os jogadores perdiam pontos. Os autores verificaram que através do jogo os alunos tomavam consciência das boas práticas a adotar no seu quotidiano.

Mais tarde, Landers e Landers (2014) também descreveram uma experiência realizada com alunos de Psicologia do ensino superior, na qual os alunos deviam navegar numa biblioteca online e onde lhes era exigido o cumprimento de um conjunto de tarefas, para poderem prosseguir na utilização da biblioteca. À medida que os alunos iam conseguindo realizar as tarefas, iam-lhes sendo atribuídos pontos. Em função das atividades realizadas, os alunos podiam obter uma pontuação que variava entre um e dez pontos. Nesta experiência, os autores verificaram que a existência de tabelas de classificação promoveu a melhoria dos resultados dos alunos, pois estes passaram a usar a biblioteca online, empenhando-se assim num estudo sistemático.

Outro exemplo de um recurso gamificado, utilizado em contexto de aprendizagem, é o Socrative (Socrative, 2017). Este é uma aplicação concebida para elaboração de questionários, que é frequentemente utilizada como ferramenta para a preparação dos momentos de avaliação, já que permite criar quizzes e testes que possibilitam a verificação de aprendizagens e receber *feedback* em tempo real. Isto torna as aulas mais dinâmicas e a aprendizagem mais motivadora. Com esta ferramenta o docente recolhe as respostas e, de imediato, verifica o desempenho dos alunos, sendo possível organizar campeonatos, ou outro tipo de competição, com atribuição de recompensas, que, como sabemos, têm impacto na motivação dos alunos. Esta ferramenta também pode ser usada em casa, permitindo que o aluno aprenda ao seu ritmo e vá recolhendo informação sobre o seu desempenho.

Outra ferramenta é a plataforma Kahoot (Kahoot 2021), que de um modo lúdico possibilita a construção de questionários, com um tempo definido para as suas respostas. É um recurso interessante para a introdução de novos conteúdos, revisão de conteúdos lecionados, elaboração de inquéritos sobre dificuldades sentidas ou avaliação de segmentos dos módulos lecionados. O Kahoot é uma das ferramentas mais utilizadas por

docentes em iniciativas de ensino à distância, pois permite exportar os resultados obtidos pelos alunos para uma folha de cálculo e assim verificar a sua evolução ao longo do tempo. Esta aplicação tem ainda a vantagem de ter disponível um grande número de testes, produzidos pelos utilizadores e de estar disponível em qualquer dispositivo com ligação à internet. A plataforma Kahoot usa, principalmente, a técnica de Realização, de modo a motivar os alunos a tentarem cada dia terem melhores desempenhos nos questionários propostos.

A plataforma VILLE (VILLE 2021) é outro recurso disponível. Esta plataforma permite que os professores partilhem entre si os instrumentos que vão criando, possibilitando um trabalho colaborativo, pois todos os materiais podem ser utilizados e avaliados por outros docentes. Tem a funcionalidade de possibilitar a criação de testes e avaliar automaticamente as respostas que os alunos vão dando. Esta plataforma está muito difundida no sistema de ensino finlandês, que a usa privilegiadamente para o ensino da matemática. A técnica, principalmente, usada nesta plataforma é a Realização, pois tal como a plataforma Kahoot, o objetivo é motivar os alunos a realizar determinados testes e questionários, e a técnica de Realização entra aqui como meio de motivar os alunos a tentarem obter cada vez melhores resultados. Na tabela 6 conseguimos verificar quais as técnicas que estas plataformas usam.

Kahoot	Realização, Evasão e Fortalecimento
VILLE	Realização, Evasão e Fortalecimento

Tabela 6: Sistemas com Técnicas de Gamificação Integradas.

Embora a iliteracia tecnológica, de alguns docentes, possa constituir um entrave à aplicação da Gamificação em contexto escolar, a variedade de recursos disponíveis e a facilidade com que são apropriados pelos alunos, mostram que o impulso já foi dado e que o caminho iniciado não tem retrocesso.

MODELOS DE GAMIFICAÇÃO

3.1 APLICAÇÕES EM SISTEMAS DE ENSINO

O uso da Gamificação em contexto educacional, segundo Kaap (2012), pode apresentar duas formas, Gamificação estrutural ou Gamificação de conteúdo. Por Gamificação estrutural entende-se a aplicação de elementos de jogos, com o objetivo de motivar a aprendizagem, sem que, no entanto, se proceda a qualquer alteração no conteúdo a ser lecionado. Assim, só a estrutura pela qual o conteúdo é apresentado é que se assemelha a um jogo e deste modo, pretende-se motivar os alunos a avançar no conteúdo através de recompensas como pontos, troféus e rankings.

A Gamificação de conteúdo distingue-se da Gamificação estrutural pelo facto dos elementos de jogos serem aplicados ao conteúdo, tornando-o assim semelhante a um jogo. Deste modo é possível adicionar narrativas ao conteúdo, com enredo e personagens, de forma a tornar lúdico o modo como este é apresentado. Assim, embora o conteúdo não seja transformado em jogo, o contexto no qual é apresentado é semelhante ao de um jogo. Estes dois métodos podem ser usados simultaneamente (Kapp, 2012). Kapp afirmou também que, para a utilização da Gamificação em contexto da educação, é necessário ter em conta os seguintes elementos:

- Disponibilizar diferentes experiências, possibilitando ao jogador escolher entre várias opções para solucionar um problema.
- Possibilitar *feedback* imediato, permitindo aos jogadores receber em tempo real o resultado da sua ação. O *feedback* estimula o aluno a encontrar novas soluções e estratégias para a resolução dos problemas.
- Adequar a dificuldade das tarefas às competências dos alunos, fazendo com que os desafios devam ser compatíveis com as habilidades que os alunos apresentam e que devem ser proporcionados diferentes níveis de desafio, de modo a que o aluno perceciono a sua própria evolução e aprenda ao seu ritmo.
- Hierarquizar as tarefas, das menos complexas às mais complexas, e, sempre que possível, dividir as de maior complexidade em tarefas de menor complexidade, de modo a serem facilmente realizadas. Esta estratégia permite que o aluno construa o seu conhecimento de forma gradual e, simultaneamente, compreenda as diferentes partes constitutivas de um problema e o modo como se relacionam entre si.
- Incorporar o erro no percurso de aprendizagem. Assim como no jogo o erro é encarado de forma natural, pois o jogador erra muitas vezes ao longo do jogo, também no processo de aprendizagem o aluno deve

aceitar o erro como fazendo parte do percurso, identificando-o quando ocorre e refletindo sobre as suas causas.

- Contextualizar os objetivos numa narrativa. Do mesmo modo que nos jogos há uma história e personagens, introduzir este tipo de contexto nos conteúdos a estudar favorece a concentração e motivação dos alunos.
- Incorporar a competição e a colaboração, de modo a promover a interação entre os alunos e estimular o seu empenho no estudo.
- Tornar o estudo uma experiência divertida. Assim, como os jogos são divertidos, também o processo de aprendizagem deve constituir uma experiência agradável.

Outros investigadores identificaram mais elementos usados nos jogos que possibilitam a aplicação da Gamificação a contextos de aprendizagem. A investigação sobre estes elementos deu origem a alguns frameworks, que são de grande utilidade quando se trata de desenvolver sistemas gamificados. Um deles é o apresentado por Marczewski (2016). Este investigador apresenta uma lista de 52 elementos de Gamificação, adotando para tal uma estrutura semelhante à da tabela periódica da química (Figura 2).

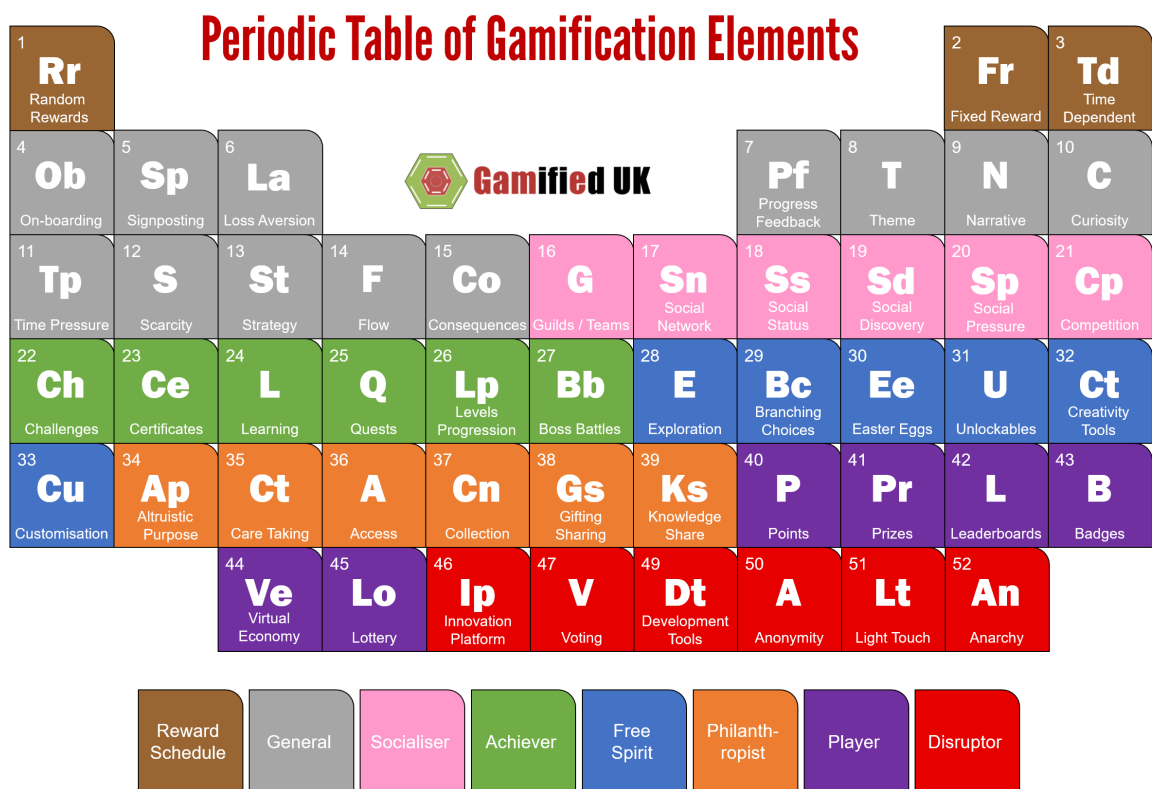


Figura 2: A Tabela Periódica de Elementos de Gamificação – figura extraída de Marczewski, 2016.

Na tabela periódica de elementos de gamificação (Figura 1) os elementos estão organizados em sete categorias. Cada categoria possui uma cor diferente e dirige-se a um tipo específico de indivíduo. As categorias de elementos são as seguintes:

- Geral (Cinza), que representa os elementos que, embora não se dirigindo especificamente para nenhum tipo de indivíduo, podem ser facilmente combinados com qualquer outro elemento.
- Socializadores (Rosa), que incorpora indivíduos que procuram interagir com outros jogadores e que pretendem criar vínculos sociais.
- Espíritos Livres (Azul), que integra os elementos que se destinam a indivíduos que gostam de desenvolver a sua criatividade.
- Colecionadores (Verde), dirigida a indivíduos que procuram aprender e aperfeiçoar-se.
- Filantropos (Laranja), que agrupa os elementos que procuram ajudar os outros, praticando ações altruístas.
- Jogadores (Roxo), que se dirige àqueles que gostam de colecionar as recompensas disponíveis no sistema.
- Perturbadores (Vermelho), que integra os elementos que procuram perturbar o sistema, impulsionando assim mudanças no estabelecido.

Estes elementos, ou componentes, já foram acima apresentados, embora o seu nome e descrição possam surgir em diferentes frameworks com diferentes designações. Para além destes elementos, a aplicação da Gamificação a outros contextos exige o conhecimento das técnicas que lhe estão associadas. Este processo de aquisição de conhecimento integrou o estudo do Octalysis Gamification Framework (Yu-Kai Chou, 2019), cujo nome deriva do facto de ser apresentado graficamente através de um octógono (Figura 3). Cada lado deste octógono representa uma unidade básica (Core Drive), que representa um modo específico de motivação, associada a algumas técnicas usadas nos jogos (Chou, 2013).

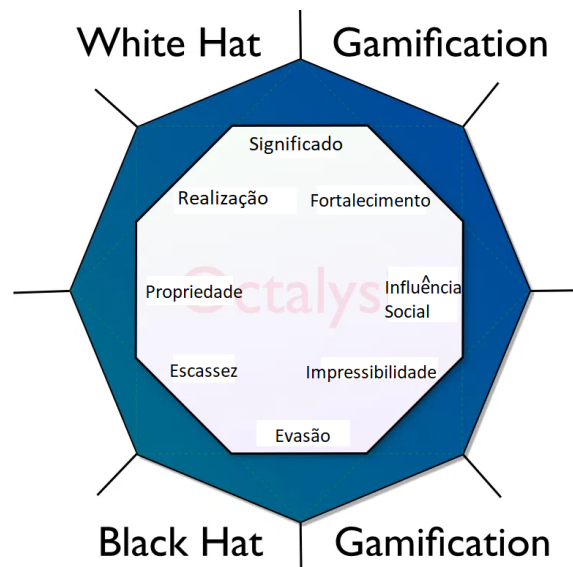


Figura 3: O framework Octalysis – figura extraída de (Chou, 2013).

O Octalysis consiste num modelo explicativo do funcionamento dos elementos que compõem a Gamificação. Trata-se de uma estrutura dividida em oito drives com características distintas. Estes drives têm como objetivo motivar o envolvimento do jogador e manter esse envolvimento ao longo do jogo. Os oito drives constitutivos do Octalysis são:

- Significado Épico que se refere à possibilidade de um maior envolvimento do jogador quando atribui significado superior ao ato de jogar;
- Realização que permite atribuir recompensas e elaborar rankings e níveis permitindo assim ao jogador visualizar a sua evolução;
- Fortalecimento permite ao jogador exprimir a sua criatividade e liberdade;
- Propriedade é um drive que permite ao jogador tomar posse de alguns elementos dentro do jogo;
- Influência Social trata-se de um drive que permite relacionar um jogador com uma comunidade de jogadores, gerando competitividade e motivação para se superarem;
- Escassez é o drive que permite motivar o jogador para obter algo que é raro. A escassez do objeto que se pretende alcançar funciona como motivação para continuar a jogar.
- Imprescibilidade este drive socorre-se da curiosidade do jogador no sentido de o motivar a jogar com o objetivo de descobrir o que irá acontecer;
- Evasão trata-se de um drive que assenta na motivação de evitar ações dentro do jogo que possam ocasionar perdas (vidas, pontos, etc).

Estes oito drives funcionam de modo complementar e estão organizados em divisões horizontais e verticais. As verticais, no lado direito, encontram-se todos os drives associados às funções cerebrais do lado direito do cérebro (criatividade, comunicação, aspetos sociais e intrínsecos do indivíduo), razão pela qual se designam motivadores intrínsecos. Já do lado esquerdo encontram-se os drives relacionados com a lógica e o cálculo, funções associadas ao lado esquerdo do cérebro e designam-se motivadores extrínsecos. Na divisão horizontal, na parte de cima encontram-se os drives associados a motivações positivas e por isso designam-se motivadores positivos. Na parte inferior do modelo encontram-se os drives associados a motivações negativas, daí se designarem motivadores negativos. Todos os motivadores presentes no modelo Octalysis podem ser utilizados no processo de Gamificação, sobretudo em modelos orientados para o ensino, pois motivam efetivamente o jogador levando-o a concentrar-se e impulsionando a progredir.

3.2 UM MODELO DE GAMIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO

Antes de iniciar a implementação de qualquer sistema de Gamificação deve-se proceder à criação de um modelo de Gamificação. Guedes (2016) justifica esta necessidade afirmando que “qualquer sistema deve ser modelado antes de se iniciar a sua implementação, entre outras coisas, porque os sistemas de informação frequentemente costumam ter a propriedade de crescer, isto é aumentar em tamanho, complexidade e abrangência.”. Esta necessidade resulta do facto de um sistema de informação exigir uma documentação detalhada e atualizada, para que possa ser fácil e rapidamente corrigido, eliminando os erros que eventualmente foram detetados (Guedes, 2016). Para o mesmo autor, modelar um sistema consiste num modo preciso e eficiente de o documentar. Para criar um modelo de Gamificação deve-se, ainda, proceder a um levantamento de requisitos, à elaboração do projeto (principal fase da modelagem), codificação, testes e implementação (Tabela 7). Estas fases poderão variar em função do método adotado.

Levantamento de requisitos

Análise de requisitos

Escolher as melhores técnicas para o modelo em questão

Implementar as técnicas escolhidas

Testes

Implementação

Tabela 7: Etapas de Desenvolvimento de um modelo de Gamificação.

Na fase de levantamento de requisitos devem ser identificados os tipos de requisitos a que o sistema deve responder. Assim, deve-se ter em conta os requisitos funcionais e os não funcionais [Sommerville, 2007]. Os funcionais são aqueles que dizem respeito àquilo que se pretende que o sistema realize, constituem as funcionalidades do software. Os requisitos não funcionais correspondem às condições, validações, consistências e restrições que devem ser aplicadas às funcionalidades do software. A análise dos requisitos corresponde à fase em que são examinados os requisitos do sistema, com o objetivo de verificar se foram corretamente especificados e compreendidos, de modo a identificarem-se as necessidades do sistema em construção (Guedes,

2016). Após esta fase é conveniente desenvolver um protótipo do sistema, que segundo o autor citado “seria o rascunho do sistema de informação quando ele estivesse finalizado. Um protótipo normalmente apresenta pouco mais do que a interface do software a ser desenvolvido, ilustrando como as informações seriam inseridas e recuperadas no sistema” (Guedes, 2016).

A realização de um protótipo tem como vantagem fundamental a verificação atempada da adequação do sistema, às necessidades identificadas. Uma etapa que permite facilmente desenvolver protótipos é o RAD (Desenvolvimento Rápido de Aplicações) (Otavio Fabio, 2010). Esta etapa está presente em vários ambientes de desenvolvimento das linguagens de programação, tais como: Visual Basic, C++ ou Delphi entre outras, e, possibilitam a construção ou modificação de interfaces de forma rápida e eficiente. Na fase do projeto procura-se estabelecer o modo como o sistema irá funcionar de forma a dar resposta às necessidades identificadas. Nesta parte, realiza-se uma parte significativa do modelo a ser desenvolvido. Esta é a fase da arquitetura do sistema e deverá ter em conta os recursos existentes, a linguagem de programação a ser utilizada, o sistema de gestão de dados e o hardware necessário para a sua implementação. Após esta fase é necessário proceder à elaboração de diagramas (e.g. Diagrama de atividade e diagrama de fluxo) que forneçam várias visões do sistema a ser modelado. Para tal, o BPMN (BPMN 2021) será um recurso precioso para a modelação. Esta notação permite ajudar na definição das características do sistema e constitui a notação padrão para processos de modelação. Com recurso a esta notação podem ser elaborados diagramas de atividade, nos quais se descrevem os passos a percorrer para a realização de uma atividade. Estes diagramas representam o fluxo de controle de uma atividade. Também é possível elaborar diagramas de sequência, que representam a ordem pela qual as mensagens serão trocadas, entre os envolvidos no processo, identificando o acontecimento que dá origem ao processo, assim como, quem é o ator responsável por esse acontecimento. Determina ainda, o modo como o processo se deve desenrolar e concluir. Após a apresentação dos diagramas surge o momento da codificação, que traduz a representação do projeto apresentado em linguagem de programação. Para tal devem ser utilizadas linguagens de alto nível tais como: Python, Java, HTML, JavaScript e CSS, entre outras. A fase que se segue consiste na elaboração de testes, na qual são executadas sequências de procedimentos que pretendem verificar se o software atingiu os seus objetivos (Lages, 2009). Nesta fase procede-se à execução do programa desenvolvido, de modo a encontrar erros para que possam ser corrigidos (Myers, 2012). Elaborados os testes procede-se à implementação do código escrito, que consiste na passagem do software para a produção, e exige a sua instalação no ambiente onde será aplicado (Pressman, 2011). Percorridas todas estas etapas está concluído o modelo de Gamificação.

Após realizar um levantamento de requisitos, uma pesquisa bibliográfica e análise dos requisitos foi possível delinear um modelo de Gamificação para incorporar no tutor inteligente. Com isto, foram encontrados problemas que necessitavam de resolução, entre os quais: manter os alunos motivados, recompensar os alunos pelo seu esforço, ajudar os alunos a sentirem uma necessidade de cada vez desempenharem melhor as tarefas a desenvolver e ajudar no processo de avaliação do aluno. Para a resolução destes problemas decidimos incorporar as seguintes técnicas no nosso modelo de Gamificação:

- Realização (*Accomplishment*) - Esta técnica é baseada no impulso do ser humano para progredir, desenvolver habilidades e superar desafios, apelando ao desejo interno do jogador de cumprir tarefas, fazer

progressos, desenvolver as suas competências superando os desafios que lhe são apresentados. Os elementos de Gamificação que lhe estão associados são os pontos de experiência, usados para quantificar a evolução do jogador e fornecer *feedback* dos seus progressos; os troféus que são símbolos concedidos sempre que o jogador realiza uma conquista significativa; as barras de progresso que informam o jogador sobre o estado da tarefa e *líderboards*, tabelas que estabelecem rankings ordenando os jogadores (Chou,2013).

- Propriedade (*ownership*) – Esta técnica permite estimular o jogador a manter-se concentrado na tarefa e a tentar descobrir diferentes soluções para os problemas. Quanto mais criativo e rápido for na resolução dos problemas, maior será o número de recompensas. Assim, apela-se à criatividade do jogador e à rapidez na criação de soluções para os problemas com que se depara. Para tal, foi criada uma coleção de cartas positivas ou negativas, consoante o comportamento do utilizador. Esta coleção serve para motivar o utilizador, pois quando este tem sucesso na tarefa em curso é recompensado com uma carta positiva, o que faz com que o utilizador tenha uma vontade extra para se esforçar, no sentido de obter uma recompensa, constituída, por um maior número de cartas positivas que ficarão registadas no seu perfil. Quando o utilizador realiza uma tarefa sem sucesso recebe uma carta negativa, de modo a aumentar a concentração e a ser mais cuidadoso com o seu desempenho ao longo do percurso, pois só assim poderá evitar acumular cartas negativas (Chou,2013).
- Influência social (*Social Influence*) – Esta técnica usa como base a competitividade natural do ser humano e os elementos sociais que influenciam o comportamento. Fundamenta-se na necessidade que todos os sujeitos têm em serem socialmente aceites, assim como se fundamenta na necessidade de competição e no sentimento de cobiça em relação ao que o outro consegue alcançar.

Para tal, constroem-se sistemas de ranking, que ao ordenarem os jogadores despertam no utilizador a vontade de se manter à frente dos colegas com quem está a competir. Esta técnica aumenta a motivação para trabalhar de um modo sistemático, pois permite um *feedback* imediato do seu desempenho e o reconhecimento dos seus pares, constituindo um incentivo para se manter no grupo dos melhores (Chou,2013). Para a implementação destas técnicas exigiu-se a seleção das dinâmicas de jogos a implementar. Foram selecionadas as seguintes dinâmicas: Restrições (escolhas obrigatórias), Emoções (curiosidade, competitividade, frustração e sensação de autorrealização), Progressões (desenvolvimento e crescimento do jogador) e Relacionamentos (interação social que origina reconhecimento dos seus pares) (Werbach and Hunter, 2012). Quanto às mecânicas de jogo utilizadas, foram selecionadas as seguintes: Desafio (tarefas que exigem esforço para as solucionar), Competição (os jogadores disputam entre si a vitória e um bom posicionamento no ranking), Cooperação (possibilidade de mais do que um jogador trabalharem em conjunto), *feedback* (o jogador recebe informação sobre o seu desempenho), Aquisição de Recursos (o jogador obtém itens úteis), Recompensa (o jogador conquista benefícios pelas ações realizadas) e Estado de Vitória (objetivos que permitem ao jogador vencer) (Werbach and Hunter, 2012). No referente aos componentes ou elementos dos jogos foram aplicados os seguintes: Conquistas, Distintivos, Coleções, Tabela de Liderança, Níveis, Pontos, Missões e Bens Virtuais (Werbach and Hunter, 2012). Com isto o nosso modelo de Gamificação está pronto a ser implementado no tutor inteligente.

3.3 TÉCNICAS DE GAMIFICAÇÃO UTILIZADAS

A Gamificação quando utilizada num sistema de avaliação exige que se ponderem os objetivos a atingir, para que de modo eficaz sejam selecionadas as técnicas a utilizar. Estas técnicas são as responsáveis pela motivação e envolvimento dos utilizadores em todo o processo de aprendizagem. A diversificação de técnicas permite envolver os alunos no processo de aprendizagem do mesmo modo como se envolvem num jogo. O estudo que realizámos anteriormente sobre as várias técnicas de gamificação (secção 3.1) existentes, bem como os seus vários domínios de aplicação, permitiu-nos selecionar aquelas que considerámos mais adequadas e pertinentes, para a aplicação no módulo de gamificação que pretendemos incorporar no sistema de avaliação de estudantes que escolhemos. Basicamente, seleccionámos três das técnicas que analisámos, uma vez que as restantes não se adequavam ao domínio de aplicação do sistema referido. Assim, as técnicas que decidimos incorporar no módulo de gamificação foram as seguintes: realização (*accomplishment*), propriedade (*ownership*) e influência social (*Social Influence*). Para a implementação destas técnicas tivemos que selecionar as dinâmicas de jogos que teríamos que implementar no módulo de gamificação. Assim, foram selecionadas as seguintes dinâmicas: restrições (escolhas obrigatórias), emoções (curiosidade, competitividade, frustração e sensação de autorrealização), progressões (desenvolvimento e crescimento do jogador) e relacionamentos (interação social que origina reconhecimento dos seus pares) (Werbach e Hunter, 2012). Na Tabela 8 apresentamos alguns exemplos concretos das várias dinâmicas de jogo acolhidas pelo módulo de gamificação.

Restrições	Momentos em que o jogador apenas pode seguir um caminho para prosseguir
Emoções	Conseguir fornecer momentos que fazem os jogadores sentir varias emoções
Progressões	Ao longo do jogo evoluir o personagem do jogador quer a níveis físicos quer a níveis emocionais de forma a criar uma ligação entre o jogador e o personagem que controla
Relacionamentos	Uso do modo on-line de forma a ligar os vários jogadores ao redor do mundo

Tabela 8: Exemplos de Dinâmicas de Jogo.

Quanto às mecânicas de jogo a utilizar, seleccionámos as seguintes: desafio (tarefas que exigem esforço para as solucionar), competição (os jogadores disputam entre si a vitória e um bom posicionamento no ranking), cooperação (possibilidade de mais do que um jogador trabalharem em conjunto), *feedback* (o jogador recebe informação sobre o seu desempenho), aquisição de recursos (o jogador obtém itens úteis), recompensa (o jogador conquista benefícios pelas ações realizadas) e estado de vitória (objetivos que permitem ao jogador vencer) (Werbach e Hunter, 2012). Na Tabela 9 podemos ver, mais detalhadamente, como funcionam as diferentes mecânicas dos jogos.

Desafio	Fornecer tarefas complicadas que ofereçam um desafio ao jogador
Competição	Desenvolver um sistema de ranking que faz com que os jogadores ganhem um sentido de competitividade de forma a subirem no ranking
Cooperação	Tarefas que implicam 2 ou mais jogadores, de forma ao jogador ter de jogar com outro jogador de forma a criar uma ligação entre eles
Feedback	Consoante o seu progresso no jogo, o jogo fornece informações referentes à suas evoluções
Recompensa	À medida que o jogador vai evoluindo vai recebendo recompensas de forma a melhorar o seu personagem, isto faz com que o jogador queira continuar a avançar no jogo para, cada vez mais, ter uma personagem melhor

Tabela 9: Exemplos de Mecânicas de Jogo.

Por fim, no que diz respeito aos componentes ou elementos dos jogos optámos por implementar os seguintes: conquistas, distintivos, coleções, tabela de liderança, níveis, pontos, missões e bens virtuais (Werbach e Hunter, 2012). Na Tabela 10 podemos ver alguns exemplos da utilização destes componentes.

Conquistas	Existe um sistema de “Achievements” que o jogador tem a opção de completar ou não. Para os completar terá de cumprir diversas tarefas.
Tabela de liderança	Tal como vimos na tabela anterior, é criado um ranking onde os jogadores podem ver a sua posição e onde, tentarão o seu melhor para chegar ao topo.
Níveis	À medida que o jogador avança no jogo e completa certas tarefas este recebe pontos de experiência. Quando chegar a um determinado número de pontos o jogador pode subir de nível. O nível corresponde à qualidade do jogador, quanto mais alto é o nível, melhor é o jogador.
Missões	Para tornar os jogos mais interessantes, existe um sistema de missões que, por norma, são executadas seguindo a história. Estas missões servem para os jogadores terem um propósito ao fazer algo no jogo.
Bens Virtuais	Ao concluir as missões, como forma de recompensar, o jogador poderá ganhar alguns itens, quer sejam para vender para obter dinheiro no jogo ou para melhorar o seu personagem.

Tabela 10: Exemplos de Componentes de Jogo.

O SISTEMA DE GAMIFICAÇÃO

4.1 APRESENTAÇÃO GERAL

Após uma revisão da literatura científica sobre o uso da Gamificação em contextos de ensino foi possível compreender a pertinência da elaboração de um modelo de gamificação para aplicar num sistema de avaliação de conhecimento. Para estudar e demonstrar a aplicação do modelo de gamificação que idealizámos escolhemos um sistema para avaliação do conhecimento de estudantes: o “Leonardo” (Belo et al., 2019). Basicamente, o Leonardo é uma plataforma de ajuda ao ensino que providencia um conjunto de mecanismos para aferição do conhecimento dos seus utilizadores, com o objetivo, não só de auxiliar os docentes em processos de avaliação, bem como motivar os estudantes para a aquisição do conhecimento transmitido ao longo das aulas das diferentes unidades curriculares.

Com a introdução do sistema de gamificação no Leonardo pretendemos demonstrar que as técnicas de gamificação podem contribuir para suscitar nos alunos o interesse pelo recurso à plataforma Leonardo e, consequentemente, pelos conteúdos lecionados nas diferentes disciplinas, potenciando a sua utilização, promovendo a aprendizagem e a aquisição de conhecimento, e contribuindo para o sucesso académico dos alunos.

Para que pudéssemos integrar o modelo de gamificação idealizado foi necessário estudar qual seria a melhor forma de fazer a sua implementação no seio do sistema Leonardo. Para tal, foi necessário realizar um processo detalhado de levantamento de requisitos, de forma a compreender como fazer a integração do modelo e as funcionalidades de gamificação pretendidas. Assim, com base na análise dos requisitos definidos elaborámos um conjunto de diagramas de atividade, em BPMN, que nos ajudasse a regular o processo de implementação do sistema de gamificação no Leonardo. Os diagramas desenvolvidos abrangeram as seguintes áreas de atuação do sistema:

- Gestão das funcionalidades gerais do sistema de gamificação.
- Atualização dos níveis e dos pontos de cada utilizador.
- Atribuição das cartas de recompensa.
- Geração e comunicação das mensagens da gamificação.

No diagrama de atividades gerais do sistema de gamificação (Figura 4) podemos ver o processo que trata das respostas dadas pelos utilizadores às questões que lhe são colocadas. Quando uma pergunta é respondida o módulo de gamificação irá utilizar três sub-módulos, com a finalidade de analisar os dados referentes à resposta dada a uma questão em particular, nomeadamente o tempo de resposta e a qualidade da resposta. Estes sub-módulos irão fornecer dados (cartas, nível, pontos de experiência, sequência atual do utilizador, velocidade a que este respondeu à pergunta, data a que este recebeu uma certa carta, quantidade de perguntas respondidas, quantidade de perguntas erradas e quantidade de perguntas certas) atualizados do utilizador que, posteriormente, serão alterados na base de dados do Leonardo pelo sistema (módulo) de gamificação.

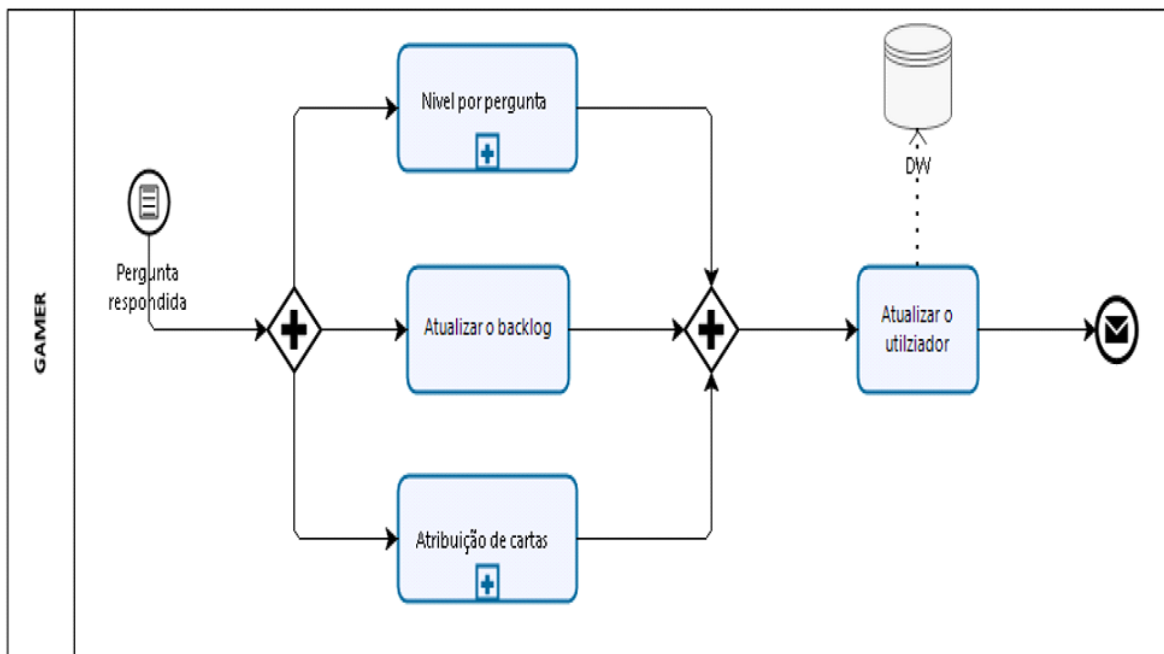


Figura 4: Funcionalidades gerais do sistema de gamificação.

De seguida, na Figura 5, podemos ver o diagrama que representa o primeiro sub-processo (“nível por pergunta”) e demonstra como este modelo está a operar. Neste diagrama, podemos ver que o modelo de gamificação avalia a qualidade da resposta dada à questão que foi colocada. Para tal, o modelo irá mobilizar a técnica de realização (*accomplishment*), o que permitirá aumentar os pontos de experiência do utilizador, sempre que este responde corretamente. Deste modo o nível em que o utilizador se encontra no momento poderá aumentar, bem como aumentar a sequência de respostas corretas. Sempre que um utilizador erra a resposta à questão que lhe foi colocada, diminui-se os seus pontos e passa-se o utilizador para um nível inferior, interrompendo-se, também, a sua sequência de respostas corretas. Consequentemente, é iniciada uma nova sequência de respostas incorretas. De modo a evitar descer de nível e interromper a sequência de respostas corretas, o utilizador é motivado a estudar de forma a que possa dominar os conteúdos avaliados e responder corretamente.

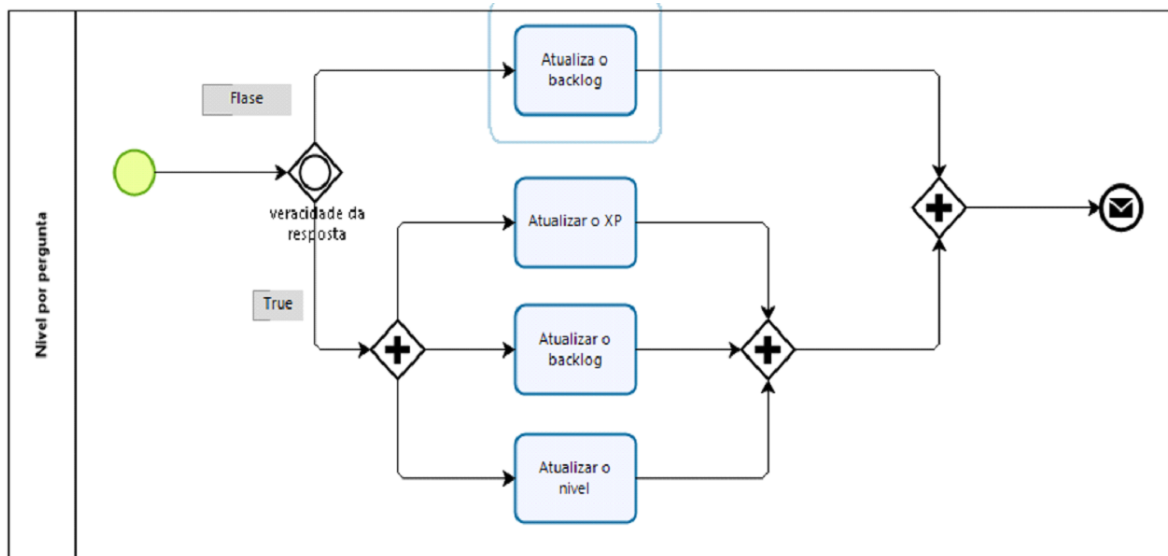


Figura 5: Atualização dos níveis e dos pontos de cada utilizador.

Na Figura 6 podemos ver o diagrama de atribuição das cartas de recompensa. De acordo com o diagrama, podemos ver que o algoritmo analisa vários parâmetros, nomeadamente: a resposta (verdadeira ou falsa), o tempo gasto a responder e o estado das sequências de respostas certas ou erradas. Partindo da análise destes parâmetros, o sistema de gamificação irá atribuir as cartas de recompensa relativas ao desempenho do utilizador. A atribuição dessas cartas exigiu que se procedesse à sua definição, atribuindo-lhes um nome específico e definindo-lhes o procedimento que o utilizador deve adotar para as poder obter. Quando forem atribuídas cartas negativas a um utilizador, esta atribuição funciona como *feedback* (mecânica através da qual o utilizador recebe imediatamente informação sobre o desempenho). Esta informação imediata tem como objetivo motivar o aluno para estudar, revendo os conteúdos de modo a aperfeiçoar o seu desempenho e assim ser recompensado pelas respostas certas, atribuindo-lhes, então, cartas positivas. Tendo em conta, que é necessário estimular o jogador para que se mantenha concentrado e tente encontrar soluções para os problemas com que se depara, utiliza-se a técnica de “ownership”. A resolução de problemas exige criatividade, ora, esta técnica estimula precisamente a criatividade e a rapidez do utilizador para atingir a recompensa (carta positiva), ou então ser penalizado pela atribuição de uma carta negativa. Assim, o utilizador passará a ser mais cuidadoso com o seu desempenho, o que exige o aumento do índice de concentração (Chou, 2013).

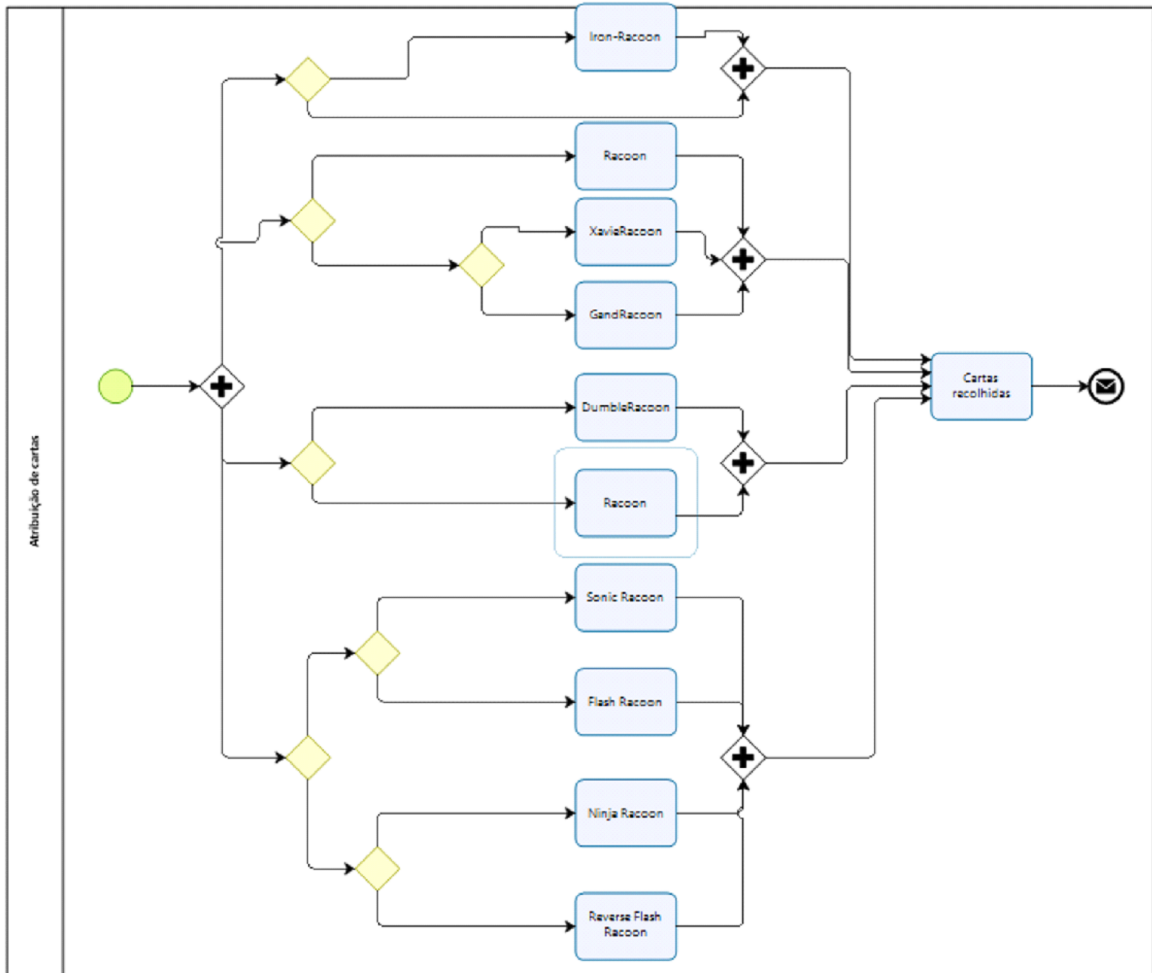


Figura 6: Atribuição das cartas da gamificação.

Na Figura 7 apresentamos o diagrama relativa à forma como o sistema de gamificação faz a geração das mensagens de gamificação. Tal com acontece com outros elementos de gamificação, estas mensagens têm objetivo incentivar o aluno a melhorar o seu desempenho, fornecendo-lhes informação que os incentive a responder corretamente às questões apresentadas. Existem quatro grupos de mensagens distintos, que referem aspetos relacionados com o ranking do aluno, as cartas atribuídas do aluno, a sequência de respostas positivas ou de respostas negativas do aluno, e por fim, a quantidade de alunos que acertaram ou erraram uma determinada questão. Em função do grupo de mensagens, procede-se à revisão de alguns parâmetros, uma vez que dependem do grupo em questão. A revisão e a análise desses parâmetros irão determinar qual a frase mais indicada a enviar ao utilizador, após responder a uma determinada questão. Por fim, a frase será comunicada ao utilizador através de um sistema de interface específico.

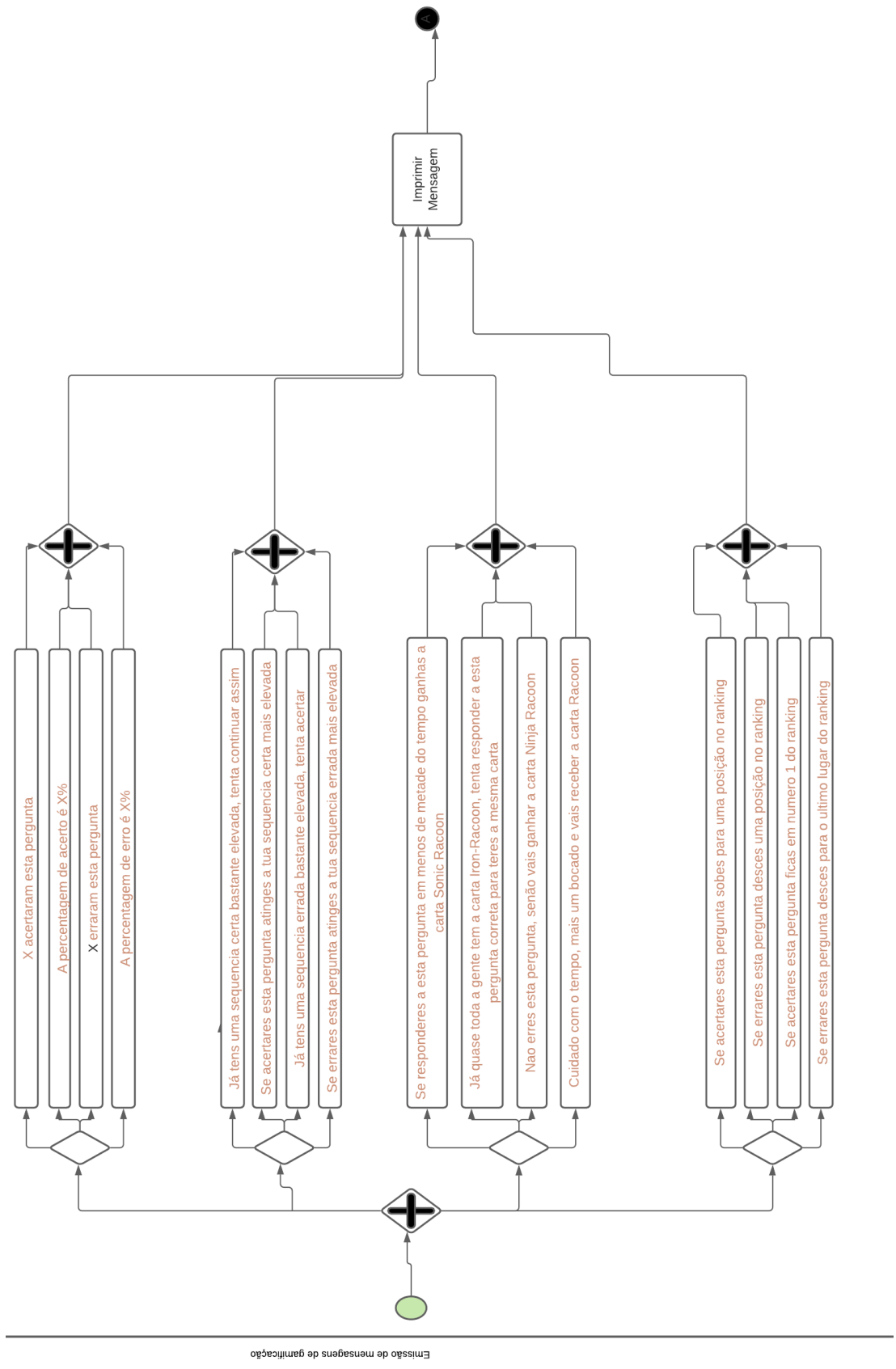


Figura 7: Geração e comunicação das mensagens da gamificação.

4.2 A BASE DE DADOS DO SISTEMA

No sentido de proceder à criação da base de dados para acolhimento dos parâmetros e dos elementos de dados de gamificação, para cada utilizador, recorreu-se à utilização do software MongoDB Compass (MongoDB Compass, 2021), por se tratar de uma ferramenta bastante prática e rápida quando se pretende trabalhar com o sistema de gestão de bases de dados MongoDB (MongoDB, 2021). O MongoDB é um software de base de dados NoSQL, que armazena a informação sob a sua alçada em documentos JSON. A escolha do MongoDB, para armazenar os dados referentes aos processos de gamificação, foi tomada, basicamente, tendo em conta algumas das suas características mais pertinentes quando comparado com outras bases de dados NoSQL, nomeadamente a facilidade de:

- mudar a qualquer momento o esquema de dados com que estamos a trabalhar;
- armazenar os dados e de criar coleções especificamente orientadas para gamificação;
- encontrar, de forma bastante eficiente, os dados de gamificação que pretendemos tendo em conta um esquema que pode variar de acordo com o tipo de técnica de gamificação que queiramos implementar;
- escalar, permitindo facilmente aumentar o tamanho da base de dados e de a expandir para projetos maiores, com um número significativo de dados, abordando sempre que necessário outros domínios de gamificação.

Para sustentar o sistema de gamificação planeado criámos duas coleções: “Utilizadores” e a “Domínios”. Na coleção “Utilizadores” ficam guardados todos os documentos referentes aos dados de cada utilizador, para serem usados durante os processos de gamificação para cada domínio em que o utilizador está inserido. Os documentos que armazenamos nesta coleção são constituídos pelos seguintes elementos de dados (Figura 8):

- id – o identificador do utilizador;
- nome – o nome completo do utilizador;
- domínio – o nome do domínio no qual o utilizador está inserido;
- imagem – a imagem do utilizador, para facilitar a sua identificação;
- número – o número académico do utilizador;
- EXP atual – a quantidade de pontos que o utilizador tem;
- nível – o nível atual do utilizador;
- total de perguntas certas – o número de perguntas que o utilizador já acertou;
- total de perguntas erradas – o número de perguntas que o utilizador já errou;

- total_de_perguntas_+50% – o número de perguntas que o utilizador acertou em mais de 50% do tempo total da pergunta;
- total_de_perguntas_-50% – o número de perguntas que o utilizador acertou em menos de 50% do tempo total da pergunta;
- total_de_perguntas_+75%, é o número de perguntas que o utilizador acertou em mais de 75% do tempo total da pergunta;
- total_de_perguntas_-25%, é o número de perguntas que o utilizador acertou em menos de 25% do tempo total da pergunta;
- melhor_sequência, é o maior número de perguntas certas consecutivas que o utilizador alguma vez conseguiu;
- total_de_quizzes_certos, é o número de quizzes 100% corretos que o utilizador conseguiu;
- total_de_quizzes_positivos, é o número de quizzes em que o utilizador deu mais respostas certas do que erradas;
- total_de_quizzes_negativos, é o número de quizzes em que o utilizador deu mais respostas erradas do que certas;
- coleção_de_cartas, é uma lista que guarda todas as cartas que o utilizador já recebeu;
- data_das_cartas - uma lista que guarda a data em que o utilizador recebeu cada uma das suas cartas;
- sequência_atual - a sequência de respostas certas ou erradas que o utilizador tem neste momento;
- total_perguntas - o número total de perguntas a que o utilizador já respondeu;
- pior_seq - o maior número de respostas erradas consecutivas que o utilizador alguma vez conseguiu;
- total_de_perguntas_sem_resposta - o número de perguntas às quais o utilizador não deu resposta;
- cartas - o número total de cartas que já foram atribuídas ao utilizador;
- sessões - a quantidade de sessões que este utilizador já iniciou;
- taxaAcerto - a percentagem de acerto, do utilizador, em todas as perguntas a que já repondeu;
- tpMedSessao - o tempo médio que o utilizador esteve em cada uma das suas sessões.

```

    "_id": {
      "$oid": "5edfa503dd981f0718a208ec"
    },
    "nome": "Miguel Afonso Machado da Cunha",
    "dominio": "Sistemas de Bases de Dados",
    "imagem": "",
    "numero": "",
    "nivel": "5",
    "EXP_atual": "491",
    "total_de_perguntas_certas": "491",
    "total_de_perguntas_erradas": "0",
    "total_de_perguntas_+50%": "491",
    "total_de_perguntas_-50%": "0",
    "total_de_perguntas_+75%": "491",
    "total_de_perguntas_-25%": "0",
    "melhor_sequencia": "491",
    "total_de_quizes_certos": "0",
    "total_de_quizes_positivos": "0",
    "total_de_quizes_negativos": "0",
    "coleção_de_cartas": [
      "Reverse Flash Raccoon",
      "DumbleRaccoon",
      "Iron-Raccoon"
    ],
    "data_das_cartas": [
      "2020-06-09",
      "2020-06-09",
      "2020-06-09"
    ],
    "sequencia_atual": "491",
    "total_perguntas": "490",
    "ultima_sessao": "2020-11-07",
    "pior_seq": "0",
    "total_de_perguntas_sem_resposta": "0",
    "tpTotalQuiz": "0",
    "cartas": "38",
    "questoes": "3502",
    "sessoes": "13",
    "taxaAcerto": "0.9980011422044546",
    "tpMedSessao": "0",
    "utilizadores": "13"
  }

```

Figura 8: Exemplo de um documento JSON com os dados do utilizador.

Para além da coleção “Utilizadores”, a base de dados do sistema de gamificação inclui também a coleção “Domínios”. Esta coleção acolhe os dados relativos aos parâmetros de gamificação que permitem, ao administrador do sistema, verificar os valores e o estado atual dos processos de gamificação. Nesta coleção os documentos são constituídos pelos seguintes elementos de dados (Figura 9):

- id – o identificador cada um dos domínios;
- domínio – o nome do domínio em questão;
- utilizadores – o número de utilizadores que já responderam a perguntas deste domínio;
- tpMedSessao – a quantidade média de tempo que cada utilizador gasta por sessão;
- questões – o número de questão deste domínio já respondidas;
- taxaAcerto – a percentagem de acerto do utilizador em todas as perguntas a que já respondeu neste domínio específico;
- cartas – a quantidade de cartas atribuídas aos utilizadores deste domínio;

- dia – a data em que este domínio foi criado;
- certas_24h – a quantidade de perguntas certas nas últimas 24 horas;
- erradas_24h – a quantidade de perguntas erradas nas últimas 24 horas.

```
{
  "_id": {
    "$oid": "5ee39cdlab25fa38b0658330"
  },
  "dominio": "Programacao",
  "utilizadores": "1",
  "sessoes": "1",
  "tpMedSessao": "0",
  "questoes": "87",
  "taxaAcerto": "101.14942528735634",
  "cartas": "3",
  "dia": "2020-06-29",
  "questoes_24h": "12",
  "certas_24h": "10",
  "erradas_24h": "2"
}
```

Figura 9: Exemplo de um documento JSON com os dados do utilizador.

4.3 A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Após a criação da base de dados do sistema iniciámos a implementação do sistema de gamificação. Para isso, utilizámos as linguagens Python (Python 2021), JavaScript (JavaScript 2021) e CSS (CSS 2021). A linguagem Python 3.9.0 foi utilizada para desenvolver o backend do nosso projeto. Ou seja, toda a análise, tratamento e atualização dos dados é feita através de um ficheiro python. Esta linguagem foi escolhida como a nossa principal ferramenta de trabalho, pois trata-se de uma linguagem que funciona em qualquer plataforma, de fácil manutenção, de escrita simples e orientada a objetos. Além disso, tem a possibilidade de lhe serem adicionadas diversas bibliotecas de modo a adaptar a linguagem a cada uma das necessidades (PyScience Brasil, 2014). Uma das bibliotecas que utilizámos foi a PyMongo (PyMongo 2021), uma API (Application Programming Interface), que permite estabelecer a conexão entre os nossos programas Python e a bases de dados MongoDB do sistema de gamificação. Com recurso ao PyMongo estabeleceram-se todas as conexões necessárias entre o código base do sistema de gamificação e a base de dados criada anteriormente. Na Figura 10 apresentamos um pequeno excerto do código que criámos para o estabelecimento das referidas conexões.

```
#MONGODB
myclient = MongoClient('mongodb://localhost:27017')
dblist = myclient.list_database_names()
mydb = myclient["leo"]
mycol = mydb["alunos"]
mycolAdmin = mydb["leoadmin"]
```

Figura 10: Ligação à BD.

Para construir as páginas Web que são responsáveis por mostrar aos utilizadores os seus dados usámos a linguagem HTML (HTML 2021) a versão 5.2. Com esta linguagem construímos a página de perfil para cada utilizador. Usámos, também, CSS (CSS 2021) com a finalidade de adicionar qualidade estética às nossas páginas Web. Por fim, utilizámos a JavaScript (JavaScript 2021) para nos auxiliar em pequenas funções, sempre que necessário, para realizar algumas tarefas específicas, como, por exemplo, determinar o ranking atual dos utilizadores. Para conseguir conjugar todas estas linguagens usámos a framework VUE (VUE 2021), na versão 2.6, que facilitou a escrita deste código. Esta framework proporciona uma boa articulação entre as três linguagens e oferece uma base de trabalho que permite poupar tempo, é intuitiva e facilita o desenvolvimento da tarefa.

Com o objetivo de introduzir elementos de jogos no modelo de Gamificação, para que os utilizadores se sintam motivados a usar todos os recursos do sistema de avaliação, foram criadas em Python quatro funções auxiliares. Cada uma destas funções tem um objetivo diferente, nomeadamente, uma visa atribuir os níveis de desempenho a cada utilizador, outra analisar o tempo gasto pelo utilizador na realização de uma tarefa que foi proposta (responder a questões previamente definidas), e uma outra para atribuir cartas de recompensa ou de penalização ao utilizador.

Para funcionar adequadamente, o sistema de gamificação tem que receber sistematicamente todos os dados referentes ao desempenho de cada utilizador, durante a sua participação num processo de avaliação (um quiz), tais como, a identificação da questão que lhe foi colocada, o tempo da sua resposta, a qualidade da sua resposta (certa ou errada), entre outras. Para que tal fosse garantido, foi necessário estabelecer uma conexão (Figura 11) específica entre o sistema de quiz, que envia para o sistema de gamificação um objeto de dados específico após a resposta a cada questão colocada. Esse objeto guarda os dados que são necessários para o sistema de gamificação operar eficazmente, tornando possível uma análise e atualização dos dados do utilizador, com exatidão e coerência

```
with open('json_test.json') as f:
    data = json.load(f)
```

Figura 11: Importar o JSON.

Com a referida conexão estabelecida e a funcionar, passámos à implementação de três funções específicas do sistema de gamificação, com os seguintes objetivos:

- verificar se o utilizador já existe na base de dados, identificando-o; caso o utilizador não exista na base de dados é criado um registo específico para este;

- caso o utilizador exista, atualizar os dados de gamificação deste utilizador consoante o seu comportamento durante as questões que respondeu;
- atualizar os dados referentes à evolução do processo de gamificação, o que implica identificar o domínio ao qual a pergunta respondida pertence e atualizar os seus dados;
- identificar e atualizar o nível do utilizador, consoante a veracidade da resposta do utilizador e atualizar os seus pontos o que pode resultar num aumento ou diminuição do nível do mesmo.

A primeira função tem como objetivo analisar e atualizar os dados referentes ao utilizador. Para tal, verifica se o utilizador respondeu corretamente à questão colocada, se errou ou se não respondeu. Esta função irá permitir ao utilizador identificar a melhor sequência de respostas, a pior e a atual, de modo a serem representadas, visualmente, no perfil do utilizador. É desta forma que se informa o utilizador do seu desempenho. Consoante a qualidade da resposta do utilizador, esta função consegue aumentar ou diminuir os seus pontos de experiência, sendo que no caso do utilizador ultrapassar um determinado número de pontos de experiência o seu nível pode subir. Se a quantidade de pontos baixar o utilizador corre o risco de descer de nível. Outra característica desta função consiste em atribuir cartas ao utilizador, que poderão ter valor positivo se corresponderem a respostas corretas e rápidas, ou valor negativo se corresponderem a respostas erradas ou lentas. Esta atribuição de cartas exige duas das funções auxiliares acima descritas. Outra função auxiliar permitirá identificar o tempo gasto na resposta, de modo a atribuir valores a quem responde em 50%, 25% ou mais de 75% do tempo. A quarta função auxiliar será aqui utilizada, para identificar e atualizar o nível do utilizador. Quanto à última função, esta tem como objetivo atualizar os dados referentes à evolução dos processos de gamificação. Para que tal seja possível, o domínio da pergunta em questão é identificado, de forma a poder atualizar a quantidade de questões respondidas, as que foram acertadas, as que foram erradas, o número de cartas atribuídas e a taxa de acerto. Com estes dados conseguimos demonstrar a evolução dos processos de gamificação dos utilizadores, para um domínio específico. Basicamente, o sistema de gamificação foi desenvolvido em torno destas funções. Todas as ações definidas previamente no modelo de gamificação que idealizámos estão implementadas numa destas funções. Em conjunto, estas funções asseguram a operacionalidade geral do sistema de gamificação.

Terminada a parte relativa à implementação do sistema, passámos à fase de validação e testes das diversas funcionalidades implementadas. Para isso, utilizámos um conjunto de dados sintetizado (criado em laboratório) bastante diversificado, incluindo um número de respostas bastante significativo que um dado conjunto de utilizadores deu durante várias sessões de trabalho (quiz), em vários domínios de estudo, que foram realizadas no ambiente do sistema de avaliação de conhecimento (Figura 12).


```

{
  "user": {
    "id": "u001",
    "name": "Miguel Afonso Machado da Cunha",
    "gender": "F",
    "degree": "BSc IE"
  },
  "timetag": {"date": "2020-01 20", "time": "21:18:10", "period": "N"},
  "question": {
    "questionid": "PTEINSBD0152",
    "language": "pt",
    "study_cycle": "Curso Universitário",
    "scholarity": "Engenharia Informática",
    "domain": "Sistemas de Bases de Dados",
    "subdomain": "Modelo Relacional",
    "subsubdomain": "",
    "difficulty_level": "1",
    "display_mode": "G",
    "answering_time": "120",
    "type": "Definição"
  },
  "answer": {
    "start_time": "2020-02-17 21:18:10.341175",
    "end_time": "2020-02-17 21:21:10.341175",
    "answer_time": "3",
    "correction": "1",
    "points": "1"
  }
}

```

Figura 12: JSON com os dados de uma questão.

Para testar e validar o sistema de gamificação concebido desenvolvemos alguns testes específicos. O primeiro consistiu na criação de um ranking com vários alunos, aos quais foram associados diversos pontos de experiência. Deste modo, foi criado um utilizador para cada aluno, dentro do conjunto dos dados sintetizados. Aos utilizadores criados foram-lhes atribuídos um conjunto de valores, previamente definidos, todos inicializados a 0. Posteriormente, foi desenvolvido um segundo teste. Neste teste os utilizadores tiveram de responder a várias perguntas, em tempos previamente definidos. Se a resposta for correta o utilizador recebe pontos de experiência, o que lhe permite, em alguns casos, subir de nível. Porém, se a resposta estivesse errada, procedia-se de forma contrária. Neste teste foi necessário ter em conta algumas variáveis, nomeadamente: a velocidade da resposta e a correção ou não da resposta. Em função do desempenho dos utilizadores foi-lhes atribuído, quando justificado, cartas positivas (resposta certa), ou cartas negativas (resposta errada).

4.4 O PROCESSO DE GAMIFICAÇÃO

O processo de gamificação é iniciado logo após a entrada do utilizador (o aluno) no sistema de avaliação. Após a fase de autenticação ter terminado com sucesso, o utilizador pode iniciar um quiz, com base num determinado domínio e subdomínio de conhecimento, previamente selecionados pelo sistema. Após essa seleção o quiz inicia-se, apresentando ao utilizador uma sequência de questões às quais ele deverá responder. À medida que este vai respondendo a cada uma das questões que o sistema lhe vai colocando, é enviada uma estrutura JSON (Figura 13) para o sistema de gamificação com um conjunto de dados específicos referentes à questão que o utilizador acabou de responder.

```

{
  "user": { "id": "u001", "name": "Miguel Afonso Machado da Cunha", "gender": "F", "degree": "BSc IE"},
  "timetag": { "date": "2020-01-20", "time": "21:18:10", "period": "N"},
  "question": { "questionid": "PTEINSBD0152", "language": "pt", "study_cycle": "Curso Universitário",
    "scholarity": "Engenharia Informática", "domain": "Sistemas de Bases de Dados", "subdomain": "Modelo Relacional",
    "subsubdomain": "", "difficulty_level": "1", "display_mode": "G", "answering_time": "120", "type": "Definição"},
  "answer": { "start_time": "2020-02-17 21:18:10.341175", "end_time": "2020-02-17 21:21:10.341175",
    "answer_time": "3", "correction": "1", "points": "1" }
}
    
```

Figura 13: Exemplo de uma estrutura JSON enviada pelo sistema de avaliação.

O sistema de gamificação ao receber essa estrutura JSON utiliza as suas funções para aplicar as técnicas de gamificação que tem implementadas aos dados recebidos. Numa primeira fase, o sistema analisa se o utilizador acertou ou errou a pergunta que lhe foi colocada. Nesta altura, o sistema está a empregar uma técnica designada por realização (*accomplishment*), que como vimos anteriormente é uma técnica que apela ao impulso do ser humano de querer sempre progredir e evoluir. Basicamente, esta técnica permite aumentar os pontos de experiência do aluno, caso este tenha acertado na questão que lhe foi colocada. Do mesmo modo, poderá contribuir, também, para mudar o utilizador para um nível superior àquele em que se encontra de momento, se a sua sequência de respostas for correta (um conjunto seguido de respostas corretas). Se o utilizador do sistema errar a questão, os seus pontos irão, obviamente, diminuir, assim como também pode diminuir o nível no qual este se encontra no momento. A sequência de respostas corretas será também interrompida, dando origem ao início de uma nova sequência de respostas, neste caso, de respostas incorretas. Na Figura 14 apresentamos o processo de avaliação geral do desempenho de um utilizador, que, em termos gerais, resume a forma como são realizadas as diversas funcionalidades que acabámos de descrever.

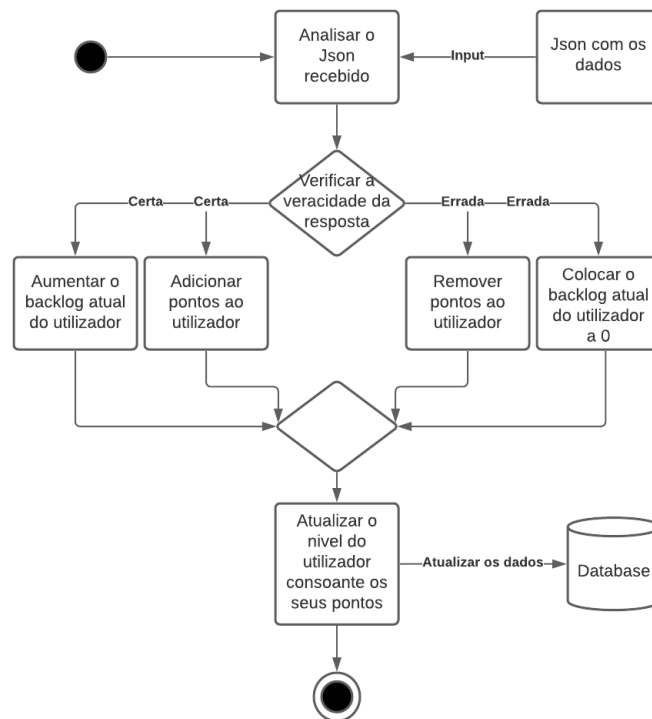


Figura 14: Análise geral do desempenho de um utilizador.

Concluída a primeira etapa de análise geral do desempenho do utilizador, o sistema de gamificação realizará uma análise mais específica para avaliar também o desempenho do utilizador, mas agora ao nível da questão. Aqui, pretende-se ver se o utilizador merece receber uma carta de desempenho. Estas cartas podem ser positivas ou negativas. Uma carta positiva é atribuída quando o utilizador realiza uma ação positiva, desta forma recebe a carta positiva com o intuito de o incentivar a continuar a realizar boas ações para conseguir mais cartas positivas, enquanto que uma carta negativa só é atribuída quando o utilizador faz algo errado, com o objetivo de o tentar alertar para o facto de ter cometido um erro e assim levá-lo a evitar repetir o mesmo erro.

Sonic, the Raccoon	Responder a X perguntas em metade do tempo.	Positiva
Ninja Raccoon	Responder a X perguntas em mais de metade do tempo.	Negativa
DumbleRaccoon	Responder a X perguntas de forma acertada.	Positiva
Raccoon	Responder a X perguntas de forma errada.	Negativa
Flash Raccoon	Responder a X perguntas em 25% do tempo.	Positiva
Reverse Flash Raccoon	Responder a X perguntas em 75% do tempo.	Negativa
GandRaccoon	Responder a X quizzes com nota positiva.	Positiva
Raccoon	Responder a X quizzes com nota negativa.	Negativa
Iron-Raccoon	Atingir um backlog (sequência de perguntas certas) de X.	Positiva
Xavier Raccoon	Responder a X quizzes de forma 100% certa.	Positiva

Tabela 11: Exemplos de Componentes de Jogo.

Para poder atribuir uma carta, independentemente do seu valor, o sistema de gamificação analisa a veracidade da resposta apresentada pelo utilizador, o tempo que este demorou a responder e o estado das respetivas sequências de respostas, quer estas sejam corretas ou erradas. O processo de atribuição de cartas a um utilizador está ilustrado na Figura 15.

No sistema de gamificação estão criadas 10 cartas distintas (Tabela 11), cada uma delas com uma designação e uma forma de obtenção associada. As designações atuais das cartas são provisórias, tendo sido estabelecidas exclusivamente para testar o sistema de gamificação – posteriormente terão que ser modificadas de forma a refletirem adequadamente o seu modo de obtenção. A atribuição de cartas negativas funciona como retorno (*feedback*), uma mecânica através da qual o utilizador recebe imediatamente informação sobre o seu desempenho, e é usada essencialmente para motivar o utilizador (o aluno) a estudar, no sentido de aperfeiçoar o seu desempenho para que possa atingir o maior número de respostas corretas e, conseqüentemente, cartas positivas. Do mesmo modo, é utilizada a técnica de propriedade (*ownership*) de forma a estimular o utilizador a manter-se concentrado e a tentar descobrir a solução para o problema que lhe foi proposto resolver. Esta técnica exige criatividade e rapidez por parte do utilizador, de modo a que este consiga atingir a recompensa (uma carta positiva) ou, então, ser penalizado (uma carta negativa). A introdução de cartas negativas no sistema de gamificação foi feita com o objetivo de tornar o utilizador mais cuidadoso com o seu desempenho e contribuir para este aumentar o seu índice de concentração (Chou,2013).

Em termos gerais, o processo de atribuição de cartas funciona da forma como está apresentado na Figura 15. Fundamentalmente, começa-se por analisar a estrutura JSON que contém os dados referentes à questão respondida. Depois, verificam-se dois elementos em simultâneo: a veracidade da resposta e o tempo que o utilizador demorou a responder à questão. Em função da qualidade da resposta são atribuídas cartas. Se

a resposta for verdadeira é atribuída a carta “DumbleRacoon”, caso seja errada é atribuída a carta “Racoon”. Relativamente à questão do tempo, se a pergunta for respondida em mais de metade do tempo total, então, verifica-se, posteriormente, se foi respondida em menos de 75% do tempo total. Se isso acontecer é atribuída a carta “Ninja Racoon”, caso contrário é atribuída a carta “Reverse Flash Racoon”. Se o tempo de resposta for inferior a metade do tempo total da pergunta, então, verifica-se se foi respondido em menos de 25% do tempo total. Se assim se verificar é-lhe atribuída a carta “Sonic Racoon”, caso contrário é-lhe atribuída a carta “Flash Racoon”. Finalmente comparam-se as cartas atribuídas a este utilizador, com as cartas que já possui na sua coleção. Se houver alguma carta atribuída ao utilizador que este ainda não possui, essa carta ser-lhe-á atribuída e inserida na base de dados.

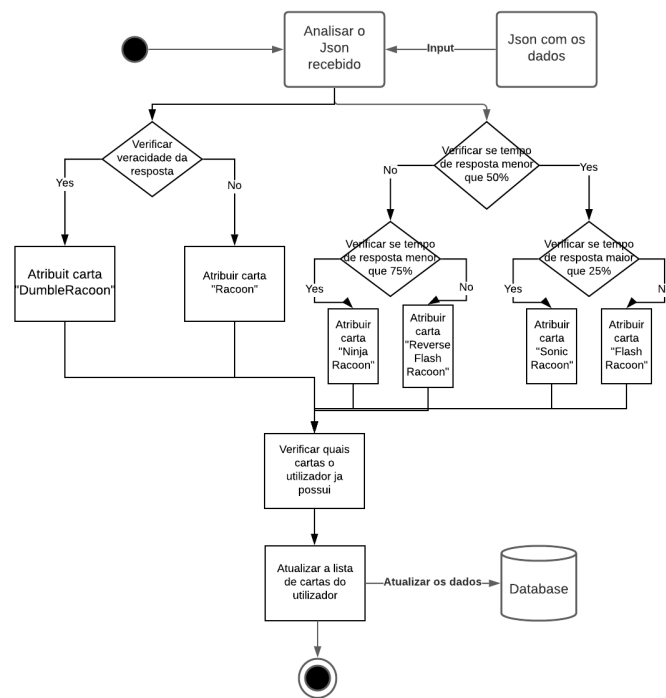


Figura 15: Atribuição de cartas a um utilizador.

Terminadas as fases de avaliação geral e de atribuição de cartas, o sistema de gamificação procede à atualização da base de dados com os novos elementos de dados de gamificação que foram calculados para o utilizador em questão. Este processo de avaliação, repete-se sempre que um utilizador responde a uma dada questão de um qualquer quiz que esteja a decorrer no sistema de avaliação. Nas Figuras 16 e 17 podemos ver um exemplo de um utilizador da base de dados após ter recebido algumas cartas:

```

_id: ObjectId("5edfa503dd981f0718a208ec")
nome: "Miguel Afonso Machado da Cunha"
domínio: "Sistemas de Bases de Dados"
imagem: ""
numero: ""
nivel: "5"
EXP_atual: "491"
total_de_perguntas_certas: "491"
total_de_perguntas_erradas: "0"
total_de_perguntas_+50%: "491"
total_de_perguntas_-50%: "0"
total_de_perguntas_+75%: "491"
total_de_perguntas_-25%: "0"
melhor_sequencia: "491"
total_de_quizes_certos: "0"
total_de_quizes_positivos: "0"
total_de_quizes_negativos: "0"
coleção_de_cartas: Array
  0: "Reverse Flash Raccoon"
  1: "DumbleRaccoon"
  2: "Iron-Raccoon"
data_das_cartas: Array
sequencia_atual: "491"
total_perguntas: "490"
ultima_sessao: "2020-11-07"
pior_seq: "0"
total_de_perguntas_sem_resposta: "0"
tpTotalQuiz: "0"

```

Figura 16: Dados de um utilizador na Base de Dados.

```

_id: ObjectId("5edfa503dd981f0718a208ef")
nome: "Joana Sousa"
domínio: "Sistemas de Bases de Dados"
imagem: ""
numero: ""
nivel: "5"
EXP_atual: "859"
total_de_perguntas_certas: "934"
total_de_perguntas_erradas: "0"
total_de_perguntas_+50%: "934"
total_de_perguntas_-50%: "0"
total_de_perguntas_+75%: "934"
total_de_perguntas_-25%: "0"
melhor_sequencia: "934"
total_de_quizes_certos: "0"
total_de_quizes_positivos: "0"
total_de_quizes_negativos: "0"
coleção_de_cartas: Array
  0: "Raccoon"
  1: "DumbleRaccoon"
  2: "Ninja-Raccoon"
data_das_cartas: Array
sequencia_atual: "934"
total_perguntas: "933"
ultima_sessao: "2020-11-07"
pior_seq: "0"
total_de_perguntas_sem_resposta: "0"
tpTotalQuiz: "0"

```

Figura 17: Dados de um utilizador na Base de Dados.

Desta forma, em termos gerais, conseguimos respeitar a generalidade das etapas necessárias para a construção de um sistema de gamificação, tal como são preconizadas por Guedes (2016).

4.5 OS DASHBOARDS DO SISTEMA

Para que fosse possível aos utilizadores e aos administradores verem os seus dados e analisarem a sua evolução, tal como a evolução do sistema de gamificação, idealizámos e implementámos um conjunto de dashboards especificamente orientados para isso. Estes dashboards permitirão visualizar os dados referentes a cada utilizador e a cada domínio dentro do sistema “Leonardo”.

A criação do dashboards do utilizador (Figura 18) tem como objetivo permitir pesquisar os dados do utilizador, por domínio, assim como, os dados referentes a cada domínio. Ao entrar na sua página de acolhimento, cada utilizador irá encontrar a sua fotografia, a sua identificação, os dados referentes ao seu desempenho, no domínio previamente seleccionado, os gráficos correspondentes ao seu desempenho e a sua evolução, bem como as cartas que lhe foram atribuídas e a sua posição no ranking geral de utilizadores. Deste modo, o utilizador pode comparar o seu desempenho, em relação ao dos outros utilizadores, o que poderá constituir um fator de motivação, para melhorar os seus resultados.

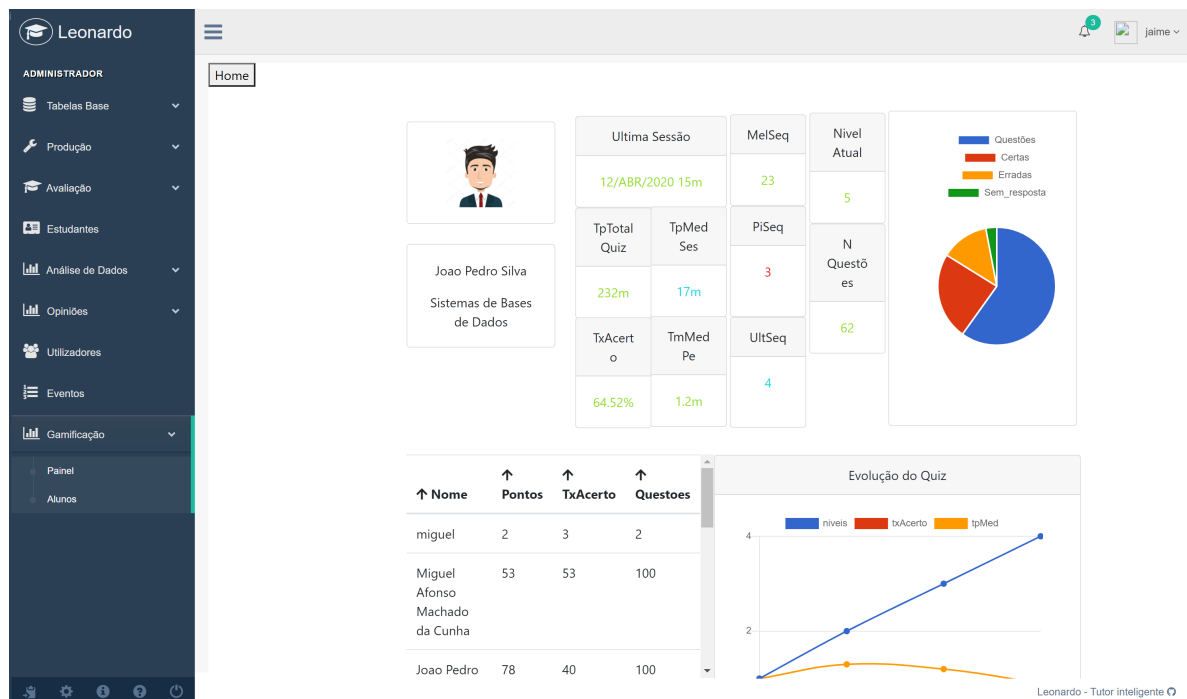


Figura 18: Dashboard de Gamificação do utilizador.

Os elementos gráficos deste dashboard permitem ao utilizador analisar a sua evolução ao longo do tempo, assim como, lhe permitem ter uma melhor visão do seu processo e verificar se está a ter um desempenho positivo ou negativo. A secção das cartas serve como forma de coleção e tem como objetivo relembrar ao utilizador as conquistas que já obteve, através das cartas positivas, bem como as suas falhas, através das

cartas negativas. Os restantes dados são apenas demonstrativos e servem para o utilizador ter uma noção de tudo aquilo que lhe é possível fazer, ou já fez, dentro do sistema “Leonardo”.

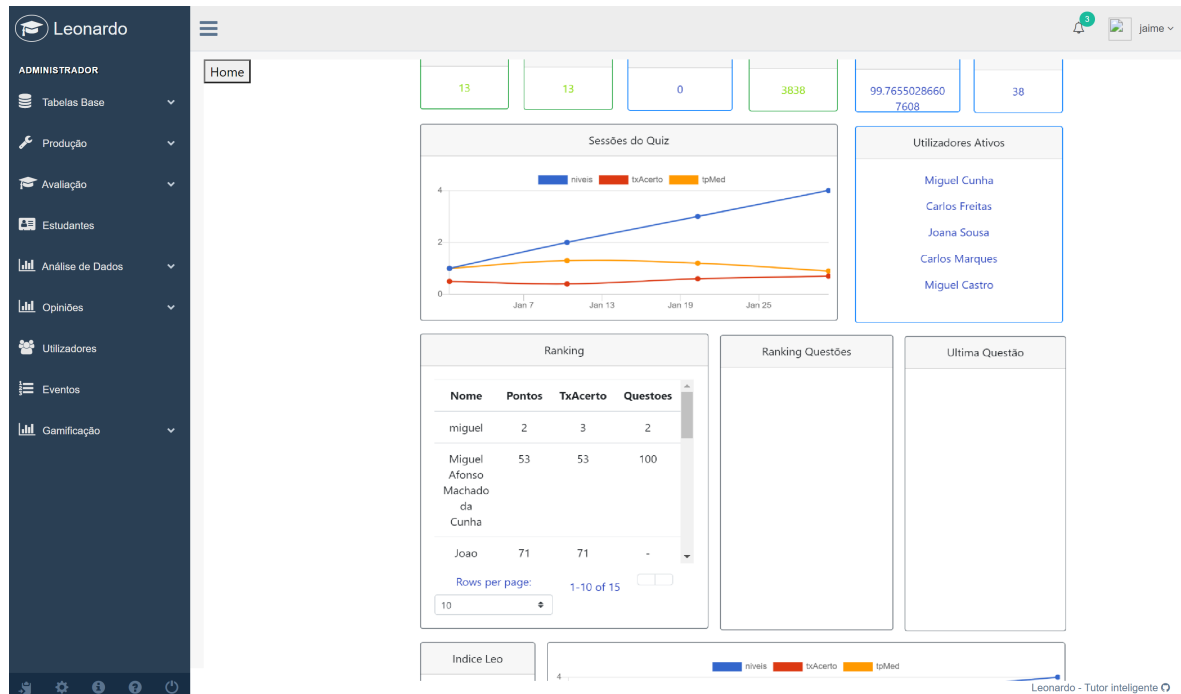


Figura 19: Dashboard de Gamificação do domínio.

Após a construção do dashboard do utilizador, procedemos à criação do dashboard de domínio (Figura 19). Neste dashboard podemos aceder a diversos elementos de dados relativos ao desempenho dos utilizadores num dado domínio de estudo, nomeadamente: o número de utilizadores, o número de questões respondidas, a taxa de acerto, o número de cartas atribuídas, a identificação dos últimos utilizadores ativos neste domínio, o gráfico do desempenho dos utilizadores, as últimas questões respondidas, o ranking de utilizadores, o ranking de perguntas, o gráfico de evolução e nível atual da gamificação.

Para que o modelo de Gamificação ficasse concluído, nesta fase final exigia-se estabelecer a comunicação entre as páginas criadas. Para tal, foi usada a linguagem de programação JavaScript, que permitiu criar as rotas necessárias, para que as diferentes páginas pudessem comunicar entre si. A linguagem de programação JavaScript permite criar programas encarregados de realizar ações dentro de uma página Web, permitindo definir interatividades, sendo compatível com a maioria dos navegadores (NewCamp e Lopes, 2010).

4.6 AS MENSAGENS DE GAMIFICAÇÃO

As mensagens de Gamificação são frases geradas pelo sistema de gamificação, que podem ou não, ser mostradas ao utilizador, durante o tempo em que este está a responder a uma pergunta. Estas mensagens contêm vários dados referentes à pergunta em questão ou aos utilizadores que a ela responderam. Estas mensagens têm como finalidade incentivar o utilizador a empenhar-se na tarefa, de forma a responder corretamente à ques-

tão que lhe é apresentada. Por exemplo, se a mensagem for “Nesta questão, apenas 2% dos utilizadores erraram a resposta”, isto pode fazer com que o utilizador não queira fazer parte desses 2%, mas sim dos 98% que acertou. Como tal, poderá ganhar alguma motivação extra para responder corretamente.

O processo de geração destas mensagens é bastante simples. Antes da pergunta ser lançada para o utilizador, esta é enviada para o sistema de gamificação, juntamente com o identificador do utilizador. De seguida, o sistema de gamificação processa esta informação, analisando diversos dados, tais como: a taxa de acerto da questão, a taxa de erro da questão, o tempo médio de acerto da questão, a posição do utilizador no ranking, entre outros. Com esta análise, o sistema seleciona a frase adequada a lançar para o utilizador, já que, por vezes, é melhor enviar uma frase do que demonstrar que uma percentagem muito reduzida de pessoas errou a resposta. Em alguns casos, por ser mais motivador, é preferível mostrar ao utilizador que, se responder corretamente à questão que lhe está a ser colocada irá subir uma posição no ranking. O processo de geração destas mensagens e as diversas mensagens que podem ser criadas, estão representadas no diagrama apresentado na Figura 20.

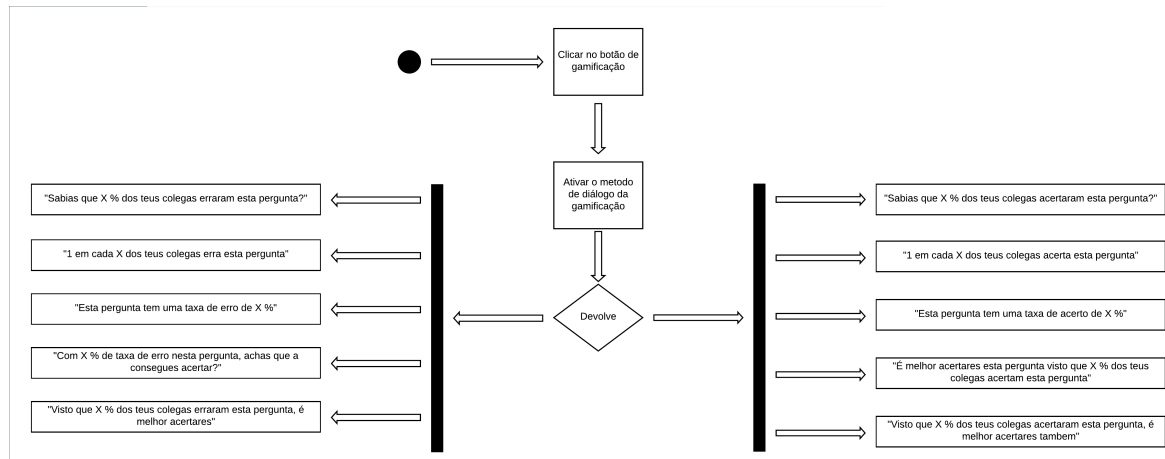


Figura 20: Criação e atribuição das mensagens de Gamificação.

Após o sistema de gamificação ter definido uma mensagem, este envia-a para o sistema de quiz, que, por sua vez, a vai apresentar ao utilizador juntamente com a questão em causa. Nessa altura, o utilizador terá acesso a um botão que poderá usar caso queira ver qual é a mensagem de gamificação que lhe foi lançada. Caso o utilizador tenha carregado nesse botão, um popup aparece com a mensagem de gamificação, para que o utilizador a possa ver (Figura 21).

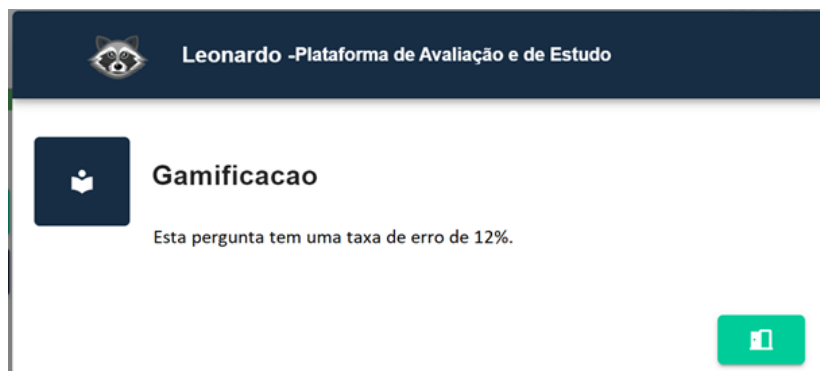


Figura 21: Exemplo de uma mensagem de Gamificação.

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

5.1 CONCLUSÕES

A Literatura Científica aponta que a Gamificação constitui uma importante estratégia para influenciar e motivar grupos de pessoas. O uso do conceito de jogos, mecânica do jogo, técnicas e design dos jogos em contexto educativo permite a resolução de problemas, a motivação dos alunos, a manutenção da concentração, assim como uma avaliação formativa cujo resultado é de imediato comunicado ao aluno. Estas vantagens levaram à aplicação prática da Gamificação em sistemas de ensino (Fardo, 2013). O envolvimento dos seres humanos em atividades que envolvem competição levou a um consumo generalizado dos jogos. Transpor a mecânica dos jogos para contextos de aprendizagem, aumenta quer o envolvimento, quer a motivação dos alunos, pois a perspetiva da obtenção de uma recompensa motiva o utilizador a atingir os objetivos que lhe são propostos.

Neste trabalho de dissertação idealizámos e desenvolvemos um sistema de gamificação para integração numa plataforma de avaliação de conhecimento de alunos. Com isso pretendíamos criar um conjunto de mecanismos que contribuíssem, em particular, para:

- manter a concentração, o interesse e a motivação dos alunos na utilização da referida plataforma;
- promover processos de aprendizagem com impacto e duradouros;
- transmitir conhecimento e desenvolver novas competências através da utilização de técnicas usualmente utilizadas em ambientes de jogos;
- possibilitar um retorno imediato referente ao desempenho do aluno;
- permitir aos professores produzir e distribuir conteúdos;
- realizar a avaliação dos alunos;

Para que fosse possível alcançar tais resultados, desenvolvemos um processo de seleção cuidado de forma a identificar quais as técnicas de gamificação que poderiam ser aplicadas com sucesso na plataforma de avaliação, adaptámo-las para ambientes de ensino e avaliação e implementámo-las de forma a que pudessem ser utilizadas ao longo dos processos de aferição de conhecimento que fossem sendo realizados na plataforma de acolhimento do sistema de gamificação. De referir, em particular, as seguintes técnicas que foram implementadas:

- Realização (*accomplishment*) – técnica que se baseia na tendência do ser humano para progredir, desenvolver competências e superar desafios. Para tal, são usados elementos de Gamificação que permitem a atribuição de pontos de experiência, barras de progresso e tabelas de ranking (Chou, 2013).
- Propriedade (*ownership*) – técnica que permite a estimulação à concentração do jogador na tarefa de resolução de problemas. Esta técnica envolve a criatividade e possibilita a aquisição de recompensas em função das competências manifestas pelo jogador. As recompensas são, no caso presente cartas positivas. Quando o jogador não consegue resolver adequadamente o problema com que se depara são-lhe atribuídas cartas negativas. O objetivo é motivar o jogador a evitar as cartas negativas e a alcançar o maior número possível de cartas positivas (Chou,2013).
- Influência social (*Social Influence*) – técnica que se baseia no espírito de competitividade comum ao ser humano, assim como na influência social a que naturalmente está sujeito, particularmente na necessidade de aceitação social, na necessidade de competir e no sentimento de cobiça em relação às realizações do outro.

Para validar cada uma das técnicas referidas desenvolvemos um cenário de teste específico, que, com base num conjunto de dados sintetizado para o efeito, nos permitiu identificar as possibilidades do modelo implementado, bem como as suas reais potencialidades e, obviamente, constrangimentos.

Em particular, verificámos que o sistema de Gamificação inicialmente apresentou alguns problemas, que provocam dificuldades na conclusão e implementação do mesmo, tais como: encontrar o modo adequado para a atribuição de cartas aos utilizadores, principalmente nos objetivos que era necessário completar, para obter uma carta; conseguir conjugar os vários domínios e sub domínios de forma a separar os vários utilizadores, pelos domínios aos quais pertencem; conseguir implementar as mensagens da Gamificação, especialmente no referente à escolha das mensagens a enviar, como as enviar, assim como no modo de implementar as mensagens dentro do tutor inteligente.

A construção das dashboards e as mensagens de Gamificação constituíram itens determinantes para que o módulo de Gamificação estivesse operacional e a conseguir realizar o seu objetivo principal, que é motivar os utilizadores a continuarem no Leonardo. As dashboards permitem aos utilizadores visualizarem os seus dados, a sua evolução ao longo do tempo e comparar os seus resultados e pontos alcançados, com outros utilizadores de modo a motivá-lo para atingir um melhor desempenho. As mensagens enviadas têm como finalidade de, no momento em que o utilizador está a responder a uma questão, mostrar dados aos utilizadores que impulsionem a vontade de melhorarem o seu desempenho, pois apresentam os resultados alcançados por outros utilizadores e assim despoletam o impulso para se superar a si próprio e atingir resultados cada vez melhores.

Após a conclusão do modelo de Gamificação, posso concluir que a sua criação e implementação foi realizada com sucesso. Tal perceção fundamenta-se no facto de ter sido possível integrar as diversas técnicas, previamente seleccionadas, nas diferentes componentes do módulo, assim como também foi possível criar várias dashboard que demonstram, claramente, os dados e os progressos aos utilizadores, bem como a evolução do módulo de Gamificação. No entanto, ainda se verificam alguns problemas com este modelo, principalmente o facto de não existir um grupo real de utilizadores nos quais este pode ser testado, logo, não foi possível verificar

o efeito que este módulo terá nos utilizadores, embora toda a literatura científica nos permita ter como expectativa o despertar do interesse e motivação dos utilizadores. Em suma, penso que o tutor inteligente poderá vir a beneficiar significativamente com o módulo de Gamificação, uma vez que, para além de manter os alunos motivados, poderá ser muito útil no processo de avaliação dos alunos, pois permitirá aos docentes conhecer o comportamento dos seus alunos, face às questões que são propostas no seu domínio.

5.2 TRABALHO FUTURO

Com a conclusão da construção e implementação do módulo de Gamificação foi possível verificar que ainda há um longo caminho a percorrer. Embora o modelo concebido permita recompensar os utilizadores, criar rankings de desempenho, enviar mensagens de motivação, visualizar o perfil do utilizador e comparar o seu desempenho com o desempenho de outros utilizadores, seria interessante avaliar efetivamente o seu impacto no desempenho dos alunos. Para tal, um dos aspetos a ter em conta seria a necessidade de, na prática, avaliar o impacto do modelo nos processos de ensino/aprendizagem de uma comunidade de utilizadores. Assim, exigia-se a construção de uma amostra significativa de utilizadores, junto dos quais se observa a evolução de variáveis como a motivação, a concentração, o empenho, o desenvolvimento da capacidade da resolução de problemas e o impacto que tais variáveis teriam no sucesso alcançado.

Embora a literatura científica consultada seja unânime em afirmar o impacto positivo da Gamificação na motivação, interesse e desempenho dos alunos, seria interessante, de facto, conhecer tal impacto através do sistema que desenvolvemos.

Para além dos aspetos apontados é de referir, também, que este módulo de Gamificação pode ser aperfeiçoado. Considero pertinente melhorar em projetos futuros os aspetos como:

- criar funcionalidades específicas para avaliar a correspondência da utilização do sistema de gamificação com o sucesso (ou insucesso) académico dos alunos;
- ampliar a quantidade de mensagens de Gamificação e otimizar o modo como estas são seleccionadas e lançadas para o sistema;
- melhorar os dashboard, tornando-os mais apelativos para o utilizador;
- melhorar a inteligência artificial do módulo de Gamificação, tornando-o cada vez mais inteligente de modo a que autonomamente seja capaz de recolher os dados mais pertinentes.

BIBLIOGRAFIA

Ahmed, A., & Sutton, M. J. D. (2017), "Gamification, serious games, simulations, and immersive learning environments in knowledge management initiatives.", *World Journal Of Science Technology And Sustainable Development*, 14(2-3, SI), 78-83.

Bekker, T., Sturm, J., and Eggen, B. (2010), "Designing playful interactions for social interaction and physical play." *Personal and Ubiquitous Computing*," 14, 5, p. 385-396.

BPMN. 2021. BPMN. [online] Available at: <<https://www.bpmn.org/>> [Accessed 20 January 2021].

Brom, C., Preuss, M., & Klement, D. (2011), "Are educational computer micro-games engaging an effective for knowledge acquisition at high-schools? A quasi-experimental study.", *Computers and Education*, 57(3), 1971-1988, available at: <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.007> (accessed January 2020).

Cassandre, M. P.; Thiollent, M. J. M. (2017), "Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo." *Educação, Dossiê - Regulação da Ética na Pesquisa*, v. 40, n. 2.

Chou, Y. K. (2013a), "Octalysis - The Complete Gamification Framework. *Gamification & Behavioral Design*.", Available at: <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/> (accessed 01 November 2019).

Chou, Y. K. (2013b), *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Octalysis Group, Fremont.

Chi-Chang Chen, (2012) An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities, available at: <https://doi.org/10.1016/j.compedu> (accessed 01 December 2019).

CSS. 2021. Cascading Style Sheets. [online] Available at: <<https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.en.html>> [Accessed 20 January 2021].

Delacruz, G. C. (2011), *Games as Formative Assessment Environments: Examining the Impact of Explanations of Scoring and Incentives on Math Learning, Game Performance, and Help Seeking*. CRESST Report 796. National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST).

De-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J. and Pagés, C. (2014), "An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning." *Computers and Education*, v. 75, p. 82–91.

Deterding, S., Dixon, D., Nacke, L.E., Khaled, R. (2011). *Gamification: Toward a definition*. Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 9-15, ACM.

Faiella, F., & Ricciardi, M. (2015). "Gamification and learning: A review of issues and research.", *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, available at: <http://doi.org/10.20368/je-lks.v11i3.1072> (accessed May 2010).

Fardo, M. L. (2013), "A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem." *Renote -Novas Tecnologias em Educação*, v. 11, no. 1.

Folmar (2015), *Game it Up!: Using Gamification to Incentivise Your Library*, Ellyssa Krosk Series, London.

Gonen, A., Brill, E., & Frank, M. (2008), "On-line training for improvement of business decision." *IEEE*, 8, 1253–1257.

Gee, J. P. (2003), "What Video Games Have to Teach us about Learning and Literacy?" *Computers in Entertainment (CIE)*, 1, 20-20, available at: <Http://dx.doi.org/10.1145/950566.950595> (accessed 19 January 2020).

González, C. S. (2014) "Gamification in intelligent tutoring systems", available at: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47420600/Gamification_intelligent_tutoring_sys20160721-20853-1rtrlrz.pdf?1469168055=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGamificationintelligent_tutoring_sys.pdf&Expires=1598632457&Signature=Gjm- (accessed 19 November 2019).

Hammer, Lee (2011), "Gamification in Education: What, How, Why Bother?", Available at: "https://www.researchgate.net/institution/Carnegie_Mellon_University/department/Human-Computer_Interaction_Institute"HYPERLINK (accessed 17 December 2019).

Haydt, R. C. C. (2008). *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. Editora Ática.

Html. 2021. HTML. [online] Available at: [<https://html.spec.whatwg.org/>](https://html.spec.whatwg.org/) [Accessed 20 January 2021].

Hwang, G. J., Wu, P. H., and Chen, C. C. (2012), "An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities." *Computers & Education*, 59(4), 1246–1256.

Javascript. 2021. Javascript. [online] Available at: [<https://www.javascript.com/>](https://www.javascript.com/) [Accessed 20 January 2021].

Johnson, L.; Adams, S.; Cummins, M.; Estrada, V.; Freeman, A.; Ludgate, H. (2013). The NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition. New Media Consortium, United States.

Kahoot, 2021, Kahoot. [online] Available at: <<https://kahoot.com/>> [Accessed 20 January 2021].

Kapp, K. M. (2012), *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer, San Francisco.

Kirriemuir, J., y McFarlane, A. (2004), "Literature review in games and learning.", available at:<http://www.futurelab.org.uk/download/> (accessed 13 May 2020).

Kiryakova, Angelova, Yordanova (2014), "Gamification in Education", available at: <https://www.interaction-design.org/courses/gamification-creating-addictive-user-experience?ad-set=gamification-education> HYPERLINK (accessed 20 November 2019).

Koivisto, J., & Hamari, J. (2013), "Demographic Differences in Perceived Benefits from Gamification." *Computers in Human Behavior*, 35, 179-188, available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.007>. (accessed 26 January 2020).

Kuo, M. S., & Chuang, T. Y. (2016), "How gamification motivates visits and engagement for online academic dissemination - An empirical study.", *Computers in Human Behavior*, 55, available at: <http://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.025> (accessed July 2020).

Landers, R. N., & Landers, A. K. (2014), "An Empirical Test of the Theory of Gamified Learning: The Effect of Leaderboards on Time-on-Task and Academic Performance.", *Simulation and Gaming*, 45(6), 769–785 available at: <http://doi.org/10.1177/1046878114563662> (accessed May 2020).

Lages, D S. (2009), *Artigo Engenharia de Software 18 - Profissional da Área de Testes*. available at: <<https://www.devmedia.com.br/artigo-engenharia-de-software18-profissional-da-area-de-testes/14801>>(accessed May 2020).

Lazzaro, N. (2004). *Why We Play Games: Four Keys to More Emotion Without Story*. XEO Design, Inc.

Lemos, G. (2016), "TDD - Test Driven Development em .NET Part 1: Princípios Básicos RED." *Refactor & Green*, available at:<<https://social.technet.microsoft.com/wiki/pt-br/contents/articles/33672.tdd-test-drivendevlopment-em-net-part-1-principios-basicos-red-refactor-green.aspx>>. (accessed 21 May 2020).

Lonn, S. and Teasley, S.D. (2009), "Saving time or innovating practice: Investigating perceptions and uses of Learning Management Systems.", *Computers & Education*, 53(3), pp. 686-694.

Maehr, M. L., & Meyer, H. A. (1997), "Understanding motivation and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go.", *Educational Psychology Review*, 9(4), 371–409.

Marczewski, A. (2013), *Gamification: A Simple Introduction and a Bit More*. E-Book.

Medina, B. (2013), "Gamification, Inc.: como reinventar empresas a partir de Jogos", MJV Press, Rio de Janeiro.

Mongo.2021. MongoDB. [online] Available at: <<https://www.mongodb.com/>> [Accessed 20 January 2021].

MongoCompass.2021. MongoDB Compass. [online] Available at: <<https://www.mongodb.com/products/compass>> [Accessed 20 January 2021].

Myers, G. (2012), *The Art of Software Testing*. John Wiley & Sons.

Newcamp, L., Lopes, G. (2010), "Aplicação de PHP, Javascript, CSS e MySQL na Criação do Portal de Agro@mbiente On-line." *Revista Agro@mbiente on-line*, 1(1), 50-52, available at: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470agro.v1i1.148>(accessed January 2020).

Papastergiou, Marina (2009), "Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation.", *Computers & Education*.

Prado, C., Santiago, L., Silva, J., Pereira, I., Leonello, V., Otrenti, E.

Peres, H. & Leite, M. (2013), "Ambiente virtual de aprendizagem no ensino de Enfermagem: relato de experiência.", *REBEN -Revista Brasileira de Enfermagem*, 65(5), 862-866.

Pressman RS. (2011), *Engenharia de software: uma abordagem profissional* [Internet]. 7th ed., AMGH, Porto Alegre.

Pymongo.2021. Pymongo. [online] Available at: <<https://pymongo.readthedocs.io/en/stable/>> [Accessed 20 January 2021].

Python. 2021. Welcome To Python.Org. [online] Available at: <<https://www.python.org/>> [Accessed 20 January 2021].

Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2016). "Game on: Engaging customers

and employees through gamification.” *Business horizons*, 59(1), 29-36.

Rossum, G. v. (n.d.) Python. Retrieved from Python, available at: <https://www.python.org/> (accessed 5 November 2019).

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000), “Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions.” *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), available at: <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020> (accessed 10 May 2020).

Schell, Je (2012a) , “Gamificação a nova tendência social e corporativa”, available at: <http://apertastart.com.br/2012/07/27/gamificacao-a-novatendencia-social-e-corporativa/> (accessed 21 December 2019).

Schell, J. (2012b), *The Art of Game: A Book of Lenses*. Elsevier/Morgan Kaufmann, Amsterdam Boston.

Schoech, D., Boyas, J. F., Black, B. M., & Elias-Lambert, N. (2013). “Gamification for Behavior Change: Lessons from Developing a Social, Multiuser, Web-Tablet Based Prevention Game for Youths.”, *Journal of Technology in Human Services*, 31(3), 197–217 available at: <http://doi.org/10.1080/15228835.2013.812512> (accessed July 2020).

Seddon, P. B., & Kiew, M. A. (2010), “Partial test and development of Delone and MCLean’s Model of IS Success.” *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(1), 90–109.

Sheldon, L. (2012), *The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game*. Course Technology/Cengage Learning, Boston.

Socrative (2017), *Socrative User Guide* available at: <https://www.socrative.com/materials/SocrativeUserGuide.pdf> (accessed at January 2020).

Sommerville, I. (2007), *Engenharia de Software*. 8. ed., Pearson AddisonWesley, São Paulo.

Sullivan, P., Mornane, A., Prain, V., Campbell, C., Deed, C., Drane, S., ... Smith, C. (2009), “Junior secondary students’ perceptions of influences on their engagement with schooling.”, *Australian Journal of Education*, 53(2), 176–191.

Van Eck, R. (2006), “Digital game-based learning: It’s not just the digital natives who are restless.”, *EDUCAUSE Review*, 41(2), 16. Vision Software S.A. (n.d.) Bizagi. Retrieved from Bizagi, available at: <https://www.bizagi.com/>.

Ville. 2021. Ville. [online] Available at: <<https://oppimisanalytiikka.fi/en/ville>> [Accessed 20 January 2021].

Vue. 2021. Vue. [online] Available at: <<https://vuejs.org/>> [Accessed 20 January 2021].

Werbach, K., Hunter, D. (2012), For the win: How game thinking can revolutionize your business. Wharton Digital Press, Filadélfia.

Zichermann, Gabe, Cunningham, Christopher. (2011), Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. O'Reilly Media, Canada.

Zichermann, G. (2012), 7 Winning Examples of Game Mechanics Action, available at: <http://mashable.com> (accessed January 2020).

Zichermann, G. (2013), "Gamification: the hard truths", The Blog, Huffington Post available at: www.huffingtonpost.com (accessed January 2020).