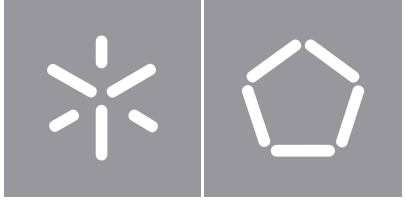


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ricardo Augusto da Mota Gama

Implementação de um Sistema de Gamificação para Suporte à Aprendizagem

outubro 2024



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ricardo Augusto da Mota Gama

Implementação de um Sistema de Gamificação para Suporte à Aprendizagem

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Informática

Trabalho efetuado sob a orientação de
Orlando Belo

outubro 2024

Direitos de Autor e Condições de Utilização do Trabalho por Terceiros

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho:



CC BY

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

Agradecimentos

Ao Doutor Orlando Belo pela constante disponibilidade, orientação e boa disposição que me marcaram ao longo de todo o ano.

Aos meus pais pelos sacrifícios que fazem e continuam a fazer, pelo apoio, liberdade e educação que me proporcionaram.

Ao meu irmão por ser uma fonte de inspiração e um exemplo a seguir em todos os aspetos.

Aos meus amigos por todas as palavras de incentivo e por serem companhia nos momentos mais difíceis.

À Universidade pelos ensinamentos, pelo aluno que formou e pela pessoa que me tornei.

Declaração de Integridade

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Universidade do Minho, Braga, outubro 2024

Ricardo Augusto da Mota Gama

Resumo

Os videojogos cativam o interesse humano, independentemente da idade, cultura ou contexto social, e têm vindo a ganhar relevância crescente na cultura popular. Para aproveitar o potencial e a atratividade dos jogos, pretendemos aplicar elementos de jogos em diferentes contextos, como educação, negócios, programas de fidelização de clientes ou atividade física. A Gamificação é o processo de utilizar mecânicas, elementos e princípios dos jogos em contextos não relacionados com jogos para envolver e motivar os utilizadores. No contexto educacional, existe uma necessidade constante de adaptar métodos e processos de ensino às características dos alunos, implementando várias técnicas para capturar o interesse, melhorar a avaliação do conhecimento e promover compromisso e motivação. Recentemente, vários estudos foram conduzidos para integrar técnicas e modelos de gamificação nos domínios do ensino e da aprendizagem. Nesta dissertação, concebemos e implementámos um sistema de Gamificação para compreender o papel que a Gamificação pode desempenhar na avaliação dos alunos e no seu envolvimento no processo de aprendizagem. Reconhecendo os benefícios da Gamificação nos sistemas educacionais, estabelecemos um conjunto de técnicas de jogo para facilitar os processos de avaliação de forma mais simples e eficaz, e para garantir que os alunos permaneçam motivados, focados e envolvidos enquanto utilizam o sistema.

Palavras-chave Gamificação, Aprendizagem e Motivação, Plataformas de Ensino

Abstract

Video games captivate human interest, regardless of age, culture, or social background, and have been gaining increasing relevance in popular culture. To leverage the potential and attraction of games, we are aiming to apply game elements to different contexts, such as education, business, customer loyalty programs, or physical activity. Gamification is the process of using mechanics, elements, and principles from games in non-game contexts to engage and motivate users. In educational contexts, there is a constant need to adapt teaching methods and processes to the characteristics of students, implementing various techniques to capture interest, improve knowledge assessment, and promote commitment and motivation. Recently, several studies have been conducted to integrate Gamification techniques and models into teaching and learning domains. In this dissertation, we designed and implemented a Gamification system to understand the role that Gamification can play in student evaluation and their engagement in the learning process. Recognizing the benefits of Gamification in educational systems, we established a set of game techniques to drive evaluation processes in an easier and more effective way, and to ensure that students remain motivated, focused, and engaged while using the system.

Keywords Gamification, Learning, Engagement, Knowledge Assessment

Conteúdo

1 Introdução **1**

1.1 Contextualização 1

1.2 Motivação 2

1.3 Objetivos 3

1.4 Trabalho Realizado 4

1.5 Estrutura da Dissertação 5

2 Sistemas de Gamificação **7**

2.1 Gamificação 7

2.2 Técnicas de Gamificação 11

2.3 O efeito da Gamificação na motivação e compromisso 14

2.4 Exemplos de Gamificação em diferentes contextos 18

3 Gamificação no Ensino **21**

3.1 Sistemas de Gamificação no Ensino 21

3.2 Técnicas de Gamificação utilizadas no Ensino 24

3.3 Impacto da Gamificação em sistemas de avaliação/aferição de conhecimento 26

3.4 Exemplos de Gamificação em contextos de Aprendizagem 28

4 O Sistema de Gamificação **30**

4.1 Apresentação Geral 30

4.2 Base de Dados do Sistema 34

4.3 Técnicas de Gamificação Utilizadas 40

4.4 O Processo de Gamificação 42

4.5 Implementação do Sistema 48

5 Análise de Resultados e Exemplos de Gamificação **52**

5.1 Os *Dashboards* do Sistema 52
5.2 Mensagens de Gamificação 55
5.3 Exemplos e Resultados da Gamificação 57

6 Conclusões e Trabalho futuro **65**
6.1 Conclusões 65
6.2 Algumas Perspetivas para trabalho futuro 67

Lista de Figuras

1 Modelo teórico de Chen and Liang (2022) 14

2 Funcionalidades gerais do Sistema 31
3 Funcionalidades gerais do Utilizador 32
4 Atribuição das cartas de Gamificação 33
5 Comunicação das mensagens de Gamificação 34
6 Documento JSON com informação de um Domínio 35
7 Documento JSON com informação de um Subdomínio 36
8 Documento JSON com informação de um Quiz 37
9 Documento JSON com informação de um Utilizador 39
10 Documento JSON com informação de uma Questão 40
11 Fatores de motivação para aluno – adaptada de Berkling and Thomas (2013) 41
12 Necessidades de uma plataforma de Gamificação para estudantes – adaptada de Berkling and Thomas (2013) 41
13 Documento JSON com a informação de uma *Answer* 43
14 Processo de Gamificação na sua generalidade 44
15 Processo de atribuição de Cartas de recompensa 46
16 Processo de atribuição de Cartas de recompensa referentes a Quizzes 47
17 Dados de um utilizador antes e após responder a um quiz 48
18 Coleção de Cartas de um Utilizador antes e após responder a um Quiz 48

19 *Dashboard* Perfil Utilizador - parte 1 52
20 *Dashboard* Perfil Utilizador - parte 2 53
21 *Dashboard* Perfil Domínio - parte 1 53
22 *Dashboard* Perfil Domínio - parte 2 54
23 *Dashboard* Perfil Subdomínio 54

24 *Dashboard Rankings* 55
25 Processo de geração das mensagens de Gamificação 56
26 Primeiro exemplo de uma Mensagem de Gamificação 56
27 Segundo exemplo de uma Mensagem de Gamificação 56
28 *Dashboard* do Utilizador antes de responder a um quiz 57
29 *Dashboard* do Utilizador após responder a um quiz 57
30 *Ranking* dos Utilizadores antes e depois de várias respostas 58
31 Gráfico de evolução dos pontos de um utilizador antes das respostas 59
32 Gráfico de evolução dos pontos de um utilizador depois das respostas 59
33 *Dashboard* do Domínio antes de uma resposta a um quiz 60
34 *Dashboard* do Domínio depois de uma resposta a um quiz 60
35 Gráfico de evolução e *ranking* dos utilizadores antes das respostas 61
36 Gráfico de evolução e *ranking* dos utilizadores depois das respostas 61
37 *Dashboard* do Subdomínio antes de uma resposta a um quiz 61
38 *Dashboard* do Subdomínio depois de uma resposta a um quiz 62

Lista de Tabelas

1 Diferentes definições de Gamificação (Ofosu-Ampong, 2020) 9
2 Impacto de várias técnicas de Gamificação nos utilizadores (Ofosu-Ampong, 2020) . . . 16
3 Resultados da pesquisa em bases de dados (Alsawaier, 2018) 22
4 Técnicas de Gamificação utilizadas 42
5 Cartas de recompensa 45
6 Hipóteses experimentais do estudo (Alshammari, 2020) 63
7 Resultados das hipóteses (Alshammari, 2020) 64

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

Os videojogos proporcionam ao ser humano um grande interesse, independentemente da sua idade, cultura ou origem social. Desde o seu aparecimento nos anos setenta, os jogos têm ganho cada vez mais relevância na cultura popular e estão cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas. Com o objetivo de aproveitar o potencial e a atração dos jogos, foram surgindo diferentes estudos que visavam aplicar os elementos dos jogos a diferentes contextos, tais como o ensino, os negócios, os programas de fidelização de clientes ou a prática de atividade física (Kapp, 2012). Desta forma, nasceu o conceito de Gamificação. Um conceito bastante recente, não havendo, por enquanto, um consenso quanto à sua origem e mesmo quanto à sua definição. Para alguns autores, foi Pelling (2011), um investigador britânico e programador, que em 2002 utilizou pela primeira vez o termo Gamificação. Porém, só a partir de 2010, é que este termo passou a ser amplamente utilizado pela comunidade científica e técnica.

A Gamificação é o processo de utilizar mecânicas, elementos e princípios relativos a jogos, em contextos nos quais o jogo não se aplica, de forma a envolver e a motivar os seus utilizadores (Pandey, 2015). De forma semelhante, na área do ensino, a Gamificação pode ser vista como um processo que usa as mecânicas dos jogos para melhorar os processos de aprendizagem, aumentar os níveis de motivação dos estudantes, permitir uma maior retenção dos ensinamentos e manter o compromisso do estudante através de mecanismos sociais como pontos, tabelas de classificação, desafios ou *badges*. Nesta área, a Gamificação encontra-se em rápido crescimento dada a sua especial aptidão para aumentar a motivação dos estudantes e, consequentemente, melhorar os resultados dos processos de aprendizagem (Palaniappan and Md Noor, 2022). O ensino exige a utilização de novas estratégias que possibilitem o despertar do interesse dos alunos e 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 normais de ensino e aprendizagem (Fardo, 2013). A investigação na área da informática, aplicada aos

sistemas de ensino, tem verificado que a Gamificação pode constituir uma mais-valia, não só no despertar do interesse dos alunos como também no aumento da sua motivação. A aplicação de técnicas de Gamificação no ensino é bastante concreta. Veja-se, por exemplo, os casos do: Duolingo (Buljan, 2021), uma aplicação utilizada para suporte à aprendizagem de diferentes linguagens através da prática e do jogo, na qual os utilizadores podem ganhar pontos, subir de nível e competir com outros para se manterem motivados para o processo de aprendizagem; Kahoot! (Buljan, 2021), uma plataforma baseada em jogos e quizzes que pode ser usada em sala de aula pelos docentes, podendo os estudantes desafiarem-se a si próprios para baterem os seus recordes e aceder a tabelas de classificação para competição com outros; Yousician (Andreev, 2023), uma aplicação utilizada para aprender a tocar instrumentos, utilizando um sistema de aprendizagem por níveis, que vão aumentando de dificuldade conforme aumenta a perícia e o conhecimento dos alunos, utilizando ações de *feedback* instantâneo para melhorar em tempo real as ações de aprendizagem. Também os modelos de ensino baseados em *flipped learning* têm crescido em popularidade nos últimos anos. Neste tipo de modelo, as ações de ensino direto têm lugar fora da sala de aula, maioritariamente, utilizando-se vídeos, textos de apoio, ou outros recursos didáticos, deixando o tempo de sala de aula dedicado a atividades de esclarecimento, usualmente colaborativas, que visam melhorar a performance dos estudantes nos processos de aprendizagem (Ekici, 2021). No entanto, esta nova abordagem só resulta se os alunos tiverem a motivação necessária para realizarem as atividades fora da aula, bem como possuírem o interesse em continuar o processo de aprendizagem. Num ambiente de ensino, a integração de conceitos e modelos de jogos com que os alunos estejam familiarizados, como, por exemplo, recompensas, classificações e outros elementos de jogos, pode ser a diferença entre um aluno motivado ou um aluno desinteressado no seu processo de aprendizagem (Layth Khaleel et al., 2016).

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 e aprendizagens. No entanto, este contexto de aprendizagem já não motiva os alunos, como também não possibilita o desenvolvimento de novas competências (Zichermann, 2011). Os docentes têm, cada vez mais, o desafio de ter sempre em conta as necessidades específicas de cada aluno, as suas preferências, personalidades, interesses e motivações. No contexto da população estudantil, nem sempre é fácil, ou possível, dar resposta a todas as solicitações, o que leva a que alguns percam a motivação, o interesse e o empenho necessário

para levar a cabo com sucesso o seu percurso académico (Zichermann, 2011). É neste contexto, que a Gamificação surge como uma ferramenta auxiliar para a conservação e desenvolvimento da motivação e para o sucesso dos alunos.

Nesta dissertação propomos explorar a aplicação de técnicas de Gamificação em sistemas de ensino, 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 motivação e aferição de conhecimentos. Para tal, utilizaremos uma plataforma específica de avaliação de conhecimento: o sistema "Leonardo" (Belo, O, 2019). Esta plataforma tem estado a ser desenvolvida no Departamento de Informática da Universidade do Minho, sob a coordenação do Professor Orlando Belo, que, durante os últimos anos, juntamente com alguns dos seus orientandos, têm implementado gradualmente uma plataforma de ensino especialmente orientada para ajudar os seus utilizadores a estudarem e aprenderem um dado conjunto de conteúdos. No entanto, o sistema "Leonardo" só por si não garante o interesse dos alunos pelas matérias que devem 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. 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 processos de aprendizagem efetiva e duradoura, pois irá permitir aumentar o tempo de estudo, melhorar a aquisição de conhecimentos e, consequentemente, o desenvolvimento de competências.

1.3 Objetivos

Tendo em conta o rápido crescimento da Gamificação e a necessidade de explorar novas alternativas de aprendizagem, este tema surge como uma ótima forma de aprofundar os conhecimentos inerentes à Gamificação e implementar um sistema capaz de cativar o interesse de estudantes e adaptar o processo de ensino às suas caraterísticas e personalidade, tornando-se, assim, uma ferramenta viável em modelos de aprendizagem. De forma a implementar um sistema eficiente e confiável, estabelecemos um conjunto de objetivos que pretendemos alcançar com a realização deste trabalho de dissertação, nomeadamente:

- conhecer as diversas técnicas de Gamificação, estudando aprofundadamente cada uma delas;
- saber escolher de forma fundamentada e aplicar os modelos e elementos de Gamificação em

sistemas *e-learning*;

- promover a aplicação de técnicas de Gamificação em modelos de ensino, de forma a perceber quais os elementos de Gamificação que podem ser aplicados com sucesso em contextos educacionais;
- aplicar elementos como desafios, objetivos, níveis e tabelas de pontuação num sistema de *e-learning* para avaliar o conhecimento e incentivar o estudo dos diversos tópicos relacionados com um dado domínio de interesse;
- definir um modelo de Gamificação especialmente orientado para sistemas de *e-learning*;
- conceber um sistema que promova a motivação e o envolvimento dos seus utilizadores no estudo e na aquisição de conhecimento nos seus domínios de aprendizagem.

No sentido de potenciar a motivação dos alunos para estudar 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 técnicas e mecânicas dos jogos – tabelas de classificação, pontos, níveis e cartas – tendo sido integrado no sistema referido com o objetivo de incentivar a utilização do sistema nos processos de aferição de conhecimento que o sistema acolhe e desenvolve num conjunto particular de domínios de conhecimento.

1.4 Trabalho Realizado

Ao longo do período de dissertação, o trabalho centrou-se no desenvolvimento de um sistema de Gamificação. O objetivo principal foi integrar técnicas de Gamificação numa plataforma de avaliação de conhecimentos, criando um sistema interativo que apresenta estatísticas em tempo real, visualizações gráficas e *rankings* dinâmicos.

Inicialmente, começamos por explorar a literatura bibliográfica existente de forma a entender o verdadeiro significado e o impacto que a Gamificação pode ter nos diferentes contextos de aplicação. Também os diferentes casos de estudo realizados por outros autores nos permitiram tirar as evidências necessárias quanto às técnicas de Gamificação que melhor se adequavam para o nosso sistema. Após a revisão bibliográfica, começamos a implementação do sistema. O sistema garante uma experiência contínua e sem interrupções devido à atualização dos dados de forma automática e em tempo real. A integração com MongoDB (MongoDB, 2024) possibilitou o armazenamento e gestão eficiente dos dados dos componentes, como o seu histórico de desempenho e progresso ao longo do tempo. A parte estrutural do

sistema permitiu a criação de uma *interface* de utilizador interativa, com a integração de gráficos de performance, gráficos de progresso, tabelas classificativas e rankings. Esta *interface* pode ser visualizada nos diferentes *dashboards* criados para uma mais fácil visualização das métricas de desempenho. As técnicas de Gamificação aplicadas visam não só aumentar o envolvimento dos utilizadores, mas também proporcionar uma visão clara e transparente do seu progresso, incentivando a melhoria contínua.

Após a implementação do sistema, passamos ao teste de todas as suas funcionalidades e à obtenção dos resultados. Tendo sempre em conta os resultados obtidos e estudados através da literatura já mencionada, os resultados apresentados pelo nosso sistema evidenciaram, ainda mais, o impacto da Gamificação em sistemas de ensino. A visualização dos gráficos de performance e progresso, das tabelas classificativas e da evolução dos pontos e níveis mostra melhorias na performance dos alunos quando utilizam um sistema gamificado e uma melhor aferição dos conhecimentos.

1.5 Estrutura da Dissertação

Para além deste primeiro capítulo introdutório, esta dissertação está organizada da seguinte maneira:

- Capítulo 2 – Sistemas de Gamificação – Neste capítulo abordamos a área da Gamificação na sua generalidade, apresentando alguns dos seus princípios, técnicas, modelos e aplicações, em diversos contextos aplicacionais. Além disso, estudámos o seu potencial impacto no *engagement* dos utilizadores.

- Capítulo 3 – Gamificação no Ensino – Este capítulo dedica-se à utilização da Gamificação em sistemas de ensino, apresentando e analisando as diferentes técnicas passíveis de utilização e a sua capacidade na aferição de conhecimento e na correta avaliação dos utilizadores. Por último, damos a conhecer as aplicações que utilizam a Gamificação em modelos de Ensino.

- Capítulo 4 – O Sistema de Gamificação – Apresentação geral do modelo de Gamificação criado, os procedimentos adotados, a implementação das técnicas escolhidas e do desenvolvimento de todos os componentes do módulo de Gamificação. Contém também uma breve explicação da base de dados criada para o sistema.

- Capítulo 5 – Análise de Resultados e Exemplos de Gamificação– Este capítulo apresenta uma amostra dos vários *dashboards* criados para o sistema e a sua evolução, de acordo com as técnicas de Gamificação. Além disso, apresenta outras amostras, de várias mensagens de Gamificação,

como meio de motivação para os utilizadores e, por último, expõe uma breve demonstração dos resultados e exemplos dos processos de Gamificação implementados.

- Capítulo 6 – Conclusões e Trabalho Futuro – Neste capítulo apresentamos uma avaliação crítica do projeto que foi desenvolvido, as maiores dificuldades na sua execução, os aspetos que podem vir a ser melhorados ou adicionados no futuro e algumas conclusões como forma de retrato da experiência geral da execução da dissertação.

Capítulo 2

Sistemas de Gamificação

2.1 Gamificação

A cultura do jogo tem-se alargado a uma grande parte da população mundial, com a idade média dos jogadores a aumentar, afastando-se do público predominantemente adolescente. A sua popularidade tem aumentado como uma forma de entretenimento desde as décadas de 70 e 80. Inicialmente orientada a uma audiência masculina, esta indústria fez grandes esforços para expandir o seu mercado e alcançar todo o tipo de pessoas. No entanto, só recentemente se alcançou este feito. Atualmente, os videojogos são a indústria mais poderosa no ramo do entretenimento em termos económicos.

Videojogos são uma atividade interativa que fornece desafios e objetivos para os seus utilizadores, de forma que estes se envolvam no processo de aprendizagem e dominem a mecânica do jogo. Juntamente ao que já foi referido, os jogos fornecem um contexto fictício em forma de narrativas, gráficos, imagens e música, que quando utilizados apropriadamente podem encorajar o interesse dos jogadores por tópicos extra jogo, como, por exemplo, histórias e narrativas. Devido a este potencial, muitos estudos têm sido feitos na tentativa de descobrir como os videojogos podem ser usados de uma forma educacional em outros contextos. Estes estudos revelaram muitas vantagens dos videojogos como a aprendizagem produtiva, trabalho em equipa, *feedback* imediato ou a aprendizagem autorregulada, mas também alguns problemas como a avaliação da aprendizagem e o conteúdo educativo. Tendo em conta os problemas mencionados, alguns investigadores viraram a sua atenção para a exportação dos aspetos positivos dos videojogos para contextos extra jogos, designando-se esta área de trabalho por Gamificação (Domínguez et al., 2013).

O termo Gamificação emergiu no início do século 21 (Marczewski, 2013) e tem sido foco de cada vez mais atenção desde 2010. A ideia central por detrás da Gamificação passa por aproveitar o potencial motivador dos videojogos, transferindo os seus elementos para ambientes extra-jogos. No entanto, não existe ainda uma definição científica aceite universalmente para o termo. A definição mais usada é: "o

uso de elementos de design de jogos em contexto não relacionados a jogos" (Deterding et al., 2011). Esta definição está assente em quatro componentes semânticos:

1. Jogo, um sistema no qual os jogadores se envolvem num conflito artificial definido por regras e que resulta num resultado quantificável.

2. Elementos, que nos permite distinguir Gamificação de jogos reais. Enquanto jogos reais são totalmente desenvolvidos e servem um propósito específico de entretenimento, Gamificação refere-se ao uso de blocos de jogos distintos em contextos reais. Estes elementos são caraterísticas de jogos que podem ser comuns a vários jogos e têm uma grande importância para o significado do jogo.

3. Design. O design contrasta elementos de design de jogos com tecnologias *game-based*. Enquanto as tecnologias dos jogos incluem aspetos como motores de jogo ou comandos, Gamificação refere-se explicitamente a um processo de design deliberado.

4. Contextos extra jogo. Estes contextos não especificam as áreas específicas nas quais a Gamificação pode ser implementada, o que deixa a sua aplicação para ser usada em vários outros cenários.

Para sumariar, Gamificação é definida como o uso de elementos de design caraterísticos de jogos em contextos extra jogo (Deterding et al., 2011).

Referindo-se a este entendimento de Gamificação, Werbach (2014) reivindica que nem todos os elementos de design de jogos em contextos extra jogo podem ser rotulados de Gamificação. Assim, ele propõe que Gamificação seja o processo de fazer atividades "*more game-like*". Nesta definição, este autor foca-se em práticas que extraem experiências típicas de jogos. Portanto, considera a essência da Gamificação como a seleção, aplicação, implementação e integração de elementos de design de jogos, em vez da sua simples utilização. No entanto, a definição de Werbach falha em especificar algumas especificações referidas anteriormente. Por isso, parece sensato a conexão destas duas alternativas e utilizar as suas distintivas vantagens. Enquanto Deterding et al. (2011) se focam nos blocos de construção da Gamificação, mas desprezam a experiência do utilizador, Werbach (2014) entende a Gamificação como um processo, focando-se em atividades lúdicas e na experiência que proporcionam aos utilizadores, mas que permanece vago em relação à criação destas mesmas experiências (Sailer et al., 2017). Já Kapp (2012) definiu Gamificação como o uso de mecânicas, estética e pensamentos para envolver e motivar os utilizadores, e promover a aprendizagem e resolução de problemas. Esta definição incorpora alguns componentes pedagógicos importantes. Primeiro, mecânicas de jogos digitais, que incluem *avatares*, *badges*, pontos, níveis, tabelas de classificação e recompensas virtuais, são destacadas. Segundo, existe

uma alusão a dinâmicas de jogo que se focam em elementos virtuais que permitem a interação entre jogadores – motivação e o "engagement" são alguns dos possíveis efeitos da Gamificação. Por último, dá-se ênfase a habilidades de pensamento crítico que são essenciais para a aprendizagem e são promovidas pela Gamificação (Alsawaier, 2018). A Tabela 1 apresenta as diferentes definições e abordagens conceptuais.

Tabela 1: Diferentes definições de Gamificação (Ofosu-Ampong, 2020)

Autor(es)	**Definição**
Zichermann and Cunningham (2011)	Processo de pensamento e mecânicas de jogo para envolver utilizadores e resolver problemas
Fitz-Walter (2015)	Uma estratégia de design em que elementos de jogo são usados em aplicações não jogáveis para promover uma mudança de comportamentos e melhorar a experiência do utilizador
Werbach (2014)	Processo de fazer atividades mais *game-like*
Werbach and Hunter (2012)	O uso de elementos do jogo e técnicas de design de jogos em contextos extra jogo
Deterding et al. (2011)	O uso de elementos de design de jogos em contextos extra jogo
Huotari and Hamari (2012)	Uma forma de pacotes de serviços em que o principal é elevado por um sistema de serviços baseado em regras que fornece mecanismos de *feedback* e interação ao utilizador para facilitar e suportar a criação de valor para o utilizador

A diversão tem-se relacionado com a Gamificação como uma das principais razões para a sua utilização em cenários nos quais não seria expectável. Para muitos jogadores, os videojogos produzem um estado emocional induzido por diversos fatores, sendo o mais importante o divertimento. Este sentimento é criado nos jogadores através de um sentimento de conquista, sensação de exploração, recompensa de completar um nível ou, simplesmente, vencer um jogo. Se este elemento do jogo for incorporado numa experiência de aprendizagem, poderá provocar interesse em aprender. Jogar não representa uma pressão nos utilizadores para atender a uma exigência ou completar uma tarefa. A Gamificação pode funcionar como um catalisador para a discussão de tópicos importantes para a aprendizagem, que deveriam ser claros e explícitos e não deviam requerer grande dificuldade para os descobrir. Já os utilizadores devem ser informados daquilo que vão aprender e devem responder sobre o que aprenderam (Alsawaier, 2018).

A Gamificação não pode ser entendida sem a presença dos componentes essenciais dos videojogos, que podem ser incorporados em ambientes de aprendizagem.

Bartle (1996) desenvolveu um teste chamado "*Bartle's Test of Game Psychology*" que categorizava jogadores através do seu estilo de jogo: "ação *versus* interação e orientado para o mundo *versus* orientado para o jogador" (p. 1). Este teste foi adaptado, recriado e mantido por muitos *websites* de design de jogos, como o *GameDNA*. Os utilizadores dos diferentes *websites* de design de jogos, ao longo de todas as suas adaptações, realizaram este teste mais de 800 mil vezes (everthing2com, 2015). Baseado neste teste, existem quatro tipos de jogadores:

1) *Killers* – aqueles que competem e jogam contra outros jogadores.
2) *Achievers* – aqueles que alcançam um estatuto devido a um nível de performance elevado.
3) *Explorers* – aqueles que coletam bens virtuais e descobrem coisas.
4) *Socializers* – aqueles que são bons jogadores de equipa e colaboram com outros em ambiente de jogo.

Folmar (2015) comentou em detalhe estes quatro tipos de jogadores e como as suas necessidades deviam ser consideradas na criação de um design de Gamificação eficaz. Observou que os *killers* dependem de *badges* e pontos numa tabela de classificação para ganharem reconhecimento público. *Achievers* seguem as suas conquistas através de *badges* e pontos e estão ansiosos por conhecer o estado do seu progresso. *Socializers* interagem com outros através do apoio mútuo. Finalmente, os *explorers* são independentes e mostram mais interesse na busca de uma missão do que em impressionar outros. Marczewski (2013) adicionou outra categoria, *philanthropists*, como o quinto tipo de jogadores motivados por objetivos. Esta categorização pode funcionar como um guia para destacar a motivação de utilizadores e criar um design de Gamificação correto (Alsawaier, 2018).

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 and Ricciardi, 2015). Porém, esta aplicação pode parecer, numa primeira abordagem, paradoxal, já que, durante muito tempo, os jogos e os 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 Técnicas de Gamificação

Os elementos de design de jogos são os blocos de construção básicos de aplicações de Gamificação (Deterding et al. (2011); Werbach and Hunter (2012)). No contexto dos jogos e da Gamificação muitos autores propõem as mesmas técnicas. Reeves and Read (2009) propuseram "*Ten Ingredients of Great Games",* que inclui uma representação própria através de *avatares*, contexto narrativo, *feedback*, competição e equipas. Werbach and Hunter (2012) identificaram 15 componentes importantes, entre os quais *avatares*, *badges*, tabelas de classificação, pontos e equipas. Em particular, destacaram o "*PBL triad*" – a ação combinada de pontos, *badges* e tabelas de classificação. Apesar das parecenças entre estas listas, estas são bastante díspares. Esta diferença deve-se à subjetividade da decisão de quais as técnicas mais adequadas e caraterísticas de um jogo. Entre as técnicas típicas de Gamificação estão: (1) *avatares*, (2) missões e desafios, (3) *badges*, (4) pontos e níveis, (5) tabelas de classificação, (6) gráficos de performance, (7) histórias e (8) companheiros de equipa. O nosso foco nesta seleção de técnicas é baseado na sua direta visibilidade para os utilizadores, o quão fácil podem ser ativadas e desativadas e o quão impactantes podem ser no comportamento do jogador. Enquanto outros elementos de design, como as competições e o progresso, dependem de aspetos de design percetíveis da aplicação ou do jogo e de *features* dos seus mecanismos subjacentes. As técnicas anteriormente referidas fazem parte da superfície do jogo e, por isso, são facilmente implementadas e manipuladas (Sailer et al., 2017). Seguidamente, elaboramos, um pouco mais, o conceito e o efeito destas técnicas em contextos de Gamificação. Vejamos cada uma delas:

1. *Avatares* – São a representação dos jogadores, no sentido em que refletem as suas aspirações, vulnerabilidades e os diferentes papéis que desempenham. Os jogadores precisam de escolher ou criar os seus próprios *avatares* como uma manifestação das suas necessidades de autonomia. Gee (2003) indicou que os *avatares* imitam a identidade do humano, como pais, trabalhadores, religião ou classe social. Entre o *avatar* e a realidade, encontra-se uma projeção da identidade em que a personagem real projeta as suas próprias aspirações e desejos na personagem virtual. A liberdade de escolher e desenhar os seus próprios *avatares* cria uma atmosfera na qual os utilizadores podem encontrar a sua própria voz. Após esta escolha, os utilizadores vão ser confrontados com o próximo desafio: a busca de uma missão.

2. Missões e Desafios – As missões são uma série de desafios que requerem que um jogador resolva mistérios envolvendo habilidades de pensamento crítico (Whitton and Moseley, 2010). Quando os jogadores embarcam numa missão ou desafio, envolvem-se num enredo que incorpora um padrão

temporal. Missões e desafios proporcionam aos jogadores um sentido de direção ou um propósito num ambiente de jogo (Zichermann and Cunningham, 2011). Adicionar componentes de história ou iniciar um jogo com um desafio é algo mais cativante para qualquer utilizador. No mundo virtual da Gamificação, o fracasso não tem a mesma conotação negativa que tem no mundo real. Consequentemente, a falha de uma personagem *avatar* é uma oportunidade de aprender com os erros e recomeçar. As missões oferecem a oportunidade de trabalhar cooperativamente e desenvolver trabalho em equipa. Enquanto os jogadores avançam nas etapas das suas missões, surgem os *badges*, que são um dos elementos de jogos mais antigos.

3. *Badges* – Os *badges* têm uma longa história em vários cenários fora da Gamificação. Antin (2012) datou a história dos *badges* em 1911, onde os "*Boy Scouts of America*" entenderam o potencial motivador de objetivos, busca de domínio e reputação com conquistas valiosas. *Badges* digitais são um indicador valioso de conquista, habilidade e interesse que podem ser conquistados em vários ambientes. Jogadores que fizeram por merecer *badges* sentem uma satisfação interior devido ao seu estatuto ser anunciado publicamente no ambiente de jogo. Richter et al. (2015) afirma que os badges servem como um registo do sucesso individual presente e passado, consagrando também a reputação de um indivíduo no ambiente de jogo.

4. Pontos e Níveis – Os pontos têm um lugar significativo no ambiente de jogo. São considerados uma parte essencial de um mundo de Gamificação e um requisito absoluto para todos os sistemas de Gamificação (Zichermann and Cunningham, 2011). As recompensas, na forma de pontos, não são, necessariamente, permanentes. As recompensas reforçam os comportamentos de aprendizagem desejados. Porém, quando estes comportamentos já foram estabelecidos, deixam de ter um propósito, podendo até ter um impacto negativo. Os jogos modernos, usualmente, apresentam técnicas nas quais os jogadores são introduzidos a níveis simples, inicialmente, para encorajar o seu progresso. Estes não podem avançar de nível até que tenham alcançado o domínio total do nível anterior.

5. Tabelas de Classificação – As tabelas de classificação organizam os seus jogadores de acordo com o seu relativo sucesso, avaliando-os através de um certo critério de sucesso (Costa et al., 2013). Podem ajudar a determinar quem tem uma melhor performance numa certa atividade e são um indicador do progresso competitivo que relaciona a performance de um jogador com a dos outros. No entanto, o potencial motivacional desta técnica tem os seus contras. Werbach and Hunter (2012) consideram-na como uma excelente motivação se existirem poucos pontos para alcançar o próximo

nível. Mas pode também ser desmotivadora, se os jogadores se encontram no fim de uma tabela. A competição causada por esta técnica pode criar alguma pressão social para aumentar o nível de compromisso, podendo ter um efeito positivo na participação e na aprendizagem (Burguillo, 2010).

6. Gráficos de Performance – Os gráficos de performance são utilizados, normalmente, em jogos de simulação e estratégia e fornece informação sobre a performance dos jogadores comparando-a com a sua performance anterior (Sailer et al., 2017). Neste caso, não existe comparação entre jogadores diferentes, mas sim com a sua própria performance ao longo do tempo. Ao focar-se na performance de um jogador durante um período, promovem a melhoria do jogador.

7. Histórias – As histórias não se relacionam com a performance do jogador. O contexto narrativo no qual uma aplicação de Gamificação se pode integrar contextualiza atividades e personagens no jogo e dá-lhes um significado para além da mera busca por pontos ou recompensas (Kapp, 2012). Uma história pode ser comunicada através do título de um jogo (*Space Invaders*) ou através de histórias complexas, típicas de jogos de *role-play* contemporâneos, como *The Elder Scrolls Series* (Kapp, 2012). Os contextos narrativos podem ser orientados para contextos reais, fora do jogo ou atuarem como uma analogia para cenários da vida real.

8. Companheiros de Equipa – Os companheiros de equipa, caso sejam outros jogadores reais ou personagens não jogáveis (*NPCs*), podem criar conflito, competição ou cooperação (Kapp, 2012). Esta última característica pode ser alcançada introduzindo equipas, ou seja, criando grupos de jogadores que trabalhem em conjunto com vista ao alcance de um objetivo comum (Werbach and Hunter, 2012).

As técnicas apresentadas podem constituir uma preciosa ferramenta quando aplicadas a processos de variados contextos. 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 de aprendizagem aumenta o empenho dos utilizadores e a sua motivação, sendo, assim, um instrumento de apoio ao processo de aprendizagem em causa. 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 and Deci, 2000).

2.3 O efeito da Gamificação na motivação e compromisso

A Gamificação tem como objetivo permitir que os seus utilizadores apreciem o sistema (Hamari and Koivisto, 2015). Existem dois tipos de influência da Gamificação, motivação intrínseca e extrínseca. Técnicas de incentivo tradicionais baseiam-se, normalmente, em aumentar a motivação extrínseca dos utilizadores, isto é, introduzindo recompensas financeiras para motivar utilizadores (Blohm and Leimeister, 2013). No entanto, quando estas recompensas desaparecem, a motivação para a aprendizagem pode diminuir, a não ser que se encontrem outras razões para manter o seu compromisso com o processo de aprendizagem (Nicholson, 2015). A Gamificação foca-se em tornar tarefas básicas em jogos, de forma a torná-las mais apelativas ou agradáveis. Funciona, também, como uma componente social, na medida em que promove a autoeficácia (Figura 1) – confiança na sua própria capacidade de realizar uma tarefa e atingir um resultado esperado (Chen and Liang, 2022). O uso de técnicas como pontos, *badges* e tabelas de classificação promove a motivação e o compromisso dos utilizadores (Swacha, 2021). O impacto da Gamificação deriva bastante das interações sociais e do desejo dos utilizadores de verem o seu nome no topo das tabelas ou na comparação que fazem com os seus colegas.

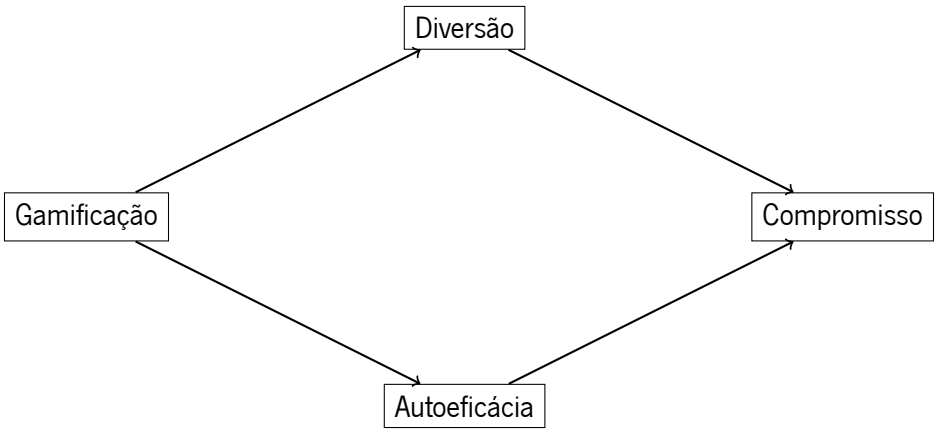


Figura 1: Modelo teórico de Chen and Liang (2022)

Já o compromisso refere-se à paixão e ao envolvimento emocional em participar e completar tarefas de aprendizagem (Skinner and Belmont, 1993). Kuh (2009) monitorizou a evolução do compromisso ao longo da história, desde o momento em que este significava apenas o tempo despendido por tarefa, até à sua definição atual – o esforço e a qualidade que os utilizadores investem numa atividade. No entanto, definir compromisso como o tempo gasto numa tarefa torna-se injusto. Schlechty (2001) argumenta que compromisso é também o entusiasmo e diligência na realização de uma tarefa (Alsawaier, 2018). Nicholson (2015) dividiu compromisso em duas categorias: primeiro, compromisso na forma de interação, cooperação e altruísmo entre jogadores; segundo, compromisso entre jogadores alcançado através da

utilização de mecânicas do jogo.

A falta de diversão no processo de aprendizagem é uma das causas para a falha do compromisso no momento da aprendizagem. Por exemplo, na área da educação, muitos professores apresentam dificuldades nas aulas devido à falta de motivação e da participação ativa dos seus alunos. Diversão é um dos elementos que atrai jogadores de videojogos para se envolverem em atividades de jogo e continuem a voltar para mais. A Gamificação extraiu dos videojogos esta componente de diversão, não só para ganhar o gosto dos utilizadores, mas também para aumentar positivamente a sua motivação. É devido a estas experiências reais que a motivação na aprendizagem e o compromisso com o estudo têm levantado o interesse de muitos educadores e investigadores. Alguns destes, encontraram na Gamificação um mecanismo bastante eficaz na introdução de mudança de comportamentos e pensamentos. De facto, esta consegue cultivar nos utilizadores uma maior motivação para aprender e um maior compromisso (Kim et al., 2018). Uma vez que a aprendizagem é um processo interno, só consegue ser inferida a partir de dados extraídos dos utilizadores, que só se conseguem sentir emocionalmente investidos na aprendizagem se estiverem, genuinamente, a desfrutar do processo (Lumby, 2011). A interação entre idade e tempo passado na utilização do serviço sugere que quanto mais novo o utilizador for, mais forte será o efeito deste na sensação de diversão. Os utilizadores mais novos, apesar de serem mais suscetíveis a atividades lúdicas, podem também aborrecer-se mais rápido. Isto demonstra que utilizadores mais novos podem ser mais ativos no aproveitamento e na aceitação da Gamificação (Koivisto and Hamari, 2014). Pesquisas sugerem que o prazer em aprender e o orgulho estão intrinsecamente ligadas à motivação de estudantes, ao processo de aprendizagem e à sua performance. Por isso, são bastante orgulhosos e motivados pelo seu sucesso e conquista de objetivos importantes (Salanova et al., 2010). A sua participação está diretamente relacionada com a performance, o que oferece a possibilidade de aumentar a participação e aperfeiçoar a performance com a introdução de facilitadores ou redução de barreiras. Utilizadores motivados intrinsecamente aprendem, meramente, por interesse no assunto, sendo estes mais dedicados à pesquisa e ao trabalho futuro. Emoções positivas induzem em comportamentos exploratórios que criam oportunidades de aprendizagem e realização de objetivos. De um ponto de vista prático, promover emoções positivas em alunos pode aumentar o seu compromisso e, consequentemente, aumentar o seu gosto pela aprendizagem (Chen and Liang, 2022).

Para criar um sistema de Gamificação que tenha um efeito positivo na motivação é necessário que sejam abordados os elementos fundamentais que fazem de um videojogo tão apelativo. De acordo com Lee and Hammer (2011), os videojogos são motivadores devido ao seu impacto nas áreas cognitivas, emocionais e sociais dos jogadores, por isso, a Gamificação deve também focar-se nestas áreas. Na

área cognitiva, um jogo fornece um sistema complexo de regras, juntamente com uma série de tarefas que guiam os jogadores por um processo de domínio das regras. Estas tarefas são designadas ciclos de especialização (Gee, 2003). Um ciclo consiste numa série de tarefas de curto prazo nas quais os jogadores tentam completar num processo de tentativa e erro, até que alcancem um nível de habilidade necessário. O impacto na área emocional trabalha, maioritariamente, à volta do conceito de sucesso e fracasso. Quando um jogador completa uma tarefa é expectável que tenha sentimentos positivos pelo mero facto de terem ultrapassado dificuldades. Por outro lado, quando um jogador falha é expectável que sinta alguma ansiedade. Para evitar que esta ansiedade se transforme em frustração, a sequência de tarefas é desenhada cuidadosamente para servir as habilidades dos jogadores de qualquer nível e incluem pequenas penalizações para fracassos de forma a promover repetições e experiências. Do ponto de vista social, videojogos oferecem uma ampla variedade de mecanismos de multijogador que tornam possível aos jogadores interagirem e ajudarem-se de forma a atingirem um objetivo comum. Estas três áreas (cognitiva, emocional e social) são a base da motivação de um jogador (Domínguez et al., 2013). Em vários estudos, os níveis de compromisso incrementaram significativamente com a adição de diferentes técnicas de Gamificação (Tabela 2).

Tabela 2: Impacto de várias técnicas de Gamificação nos utilizadores (Ofosu-Ampong, 2020)

Técnicas de Gamificação	**Conteúdo**	**Impacto**	**Estudo**
Pontos e recompensas	mHealth App – medição dos níveis de glucose do sangue	Positivo	Cafazzo et al. (2012)
Pontos, recompensas e *badges*	Curso de elétrico	Positivo	Vlad and Pitica (2013)
Badges	Não aplicável	Positivo	Gibson et al. (2015)
Pontos, *badges* e *status*	Fórum de interação social	Negativo	Thom-Santelli et al. (2012)
Níveis e gráficos de recompensa	Ensino de atividade física	Positivo	Consolvo et al. (2008)
Tabelas de classificação e pontos	Curso computacional	Positivo	Gnauk et al. (2012)
Barras de progresso e recompensas	Ensino de um *software* de *e-learning*	Positivo	Raymer (2011)

Técnicas de Gamificação	Conteúdo	Impacto	Estudo
Gráficos de recompensa, *feedback* e pontos	Curso em saúde e comportamentos sustentáveis	Negativo	Liu et al. (2011)
Tabelas de classificação, níveis e pontos	Curso em *software* computacional	Negativo	Berkling and Thomas (2013)
Pontos e tabelas de classificação	Curso em eletrónica	Misto	Leaning (2015)
Níveis, *badges* e pontos	Ensino de engenharia de *software*	Positivo	Kumar and Khurana (2012)
Barras de progresso, tabelas de classificação e pontos	Quiz de Gamificação	Positivo	Filippou et al. (2014)
Badges e tabelas de classificação	Ensino de módulos universitários	Positivo	Hanus and Fox (2015)
Tabelas de classificação, *ranks* e pontos	Curso de desenvolvimentos de *avatares* em 3D	Positivo	Featherstone and Habgood (2018)
Desafios, níveis, pontos e *badges*	Ensino de engenharia computacional	Positivo	Barata et al. (2013)

Os investigadores que conduziram estudos empíricos sobre a utilização de técnicas de Gamificação concordam no efeito positivo que estas têm na motivação, compromisso e performance de utilizadores através de *feedback* e colaboração (Leaning, 2015). Alguns estudos (Leaning (2015); Berkling and Thomas (2013)) que apresentam resultados negativos ou mistos, focaram-se em menos técnicas de Gamificação ou forçaram os jogadores a trabalhar dentro das opções do jogo disponíveis e falharam ao não lhes darem uma opção. 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, 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 (Werbach and Hunter, 2012).

2.4 Exemplos de Gamificação em diferentes contextos

A Gamificação é o uso de pensamentos e mecânicas de videojogos para envolver audiências e resolver problemas. Por outras palavras, significa tirar as melhores ilações de jogos como *FarmVille* (Zynga, 2009), *World of Warcraft* (Rovio Entertainment, 2009) ou *Angry Birds* (Blizzard Entertainment, 2004) e usá-las em negócios. Independentemente do seu público-alvo, o impacto da Gamificação já é bem visível em indústrias tão variadas como a tecnologia, saúde, educação, produtos de consumo, entretenimento ou viagens. Enquanto alguns criticaram o conceito de Gamificação como superficial, as descobertas iniciais de especialistas em Gamificação são muito surpreendentes. De seguida, apresentamos alguns exemplos de inovações no ramo da Gamificação que podem servir de inspiração. Vejamos cada um deles:

- Foursquare (Foursquare, 2009). A primeira experiência no ramo das redes baseadas em localização foi um fracasso, levando a que muitos desacreditassem no conceito. No entanto, os fundadores da Foursquare sucederam devido ao seu "ás na manga": mecânicas de videojogo. Dennis e Naveen concluíram que redes sociais móveis resultariam se mudássemos a dinâmica de multijogador para um só jogador. Em vez de depender da ação do público para fornecer informação, Foursquare ultrapassou este problema tornando-se num jogo *single-player*. O utilizador compete por *badges* quer esteja alguém no local para o encontrar ou não. Foursquare provou que redes baseadas em localização não estavam destinadas a falhar, que mecânicas simples de jogo podem afetar o comportamento e que é possível envolver 10 milhões de clientes enquanto angarias 50 milhões de euros (Zichermann, 2011).

- NextJump (NextJump, 1999). NextJump é uma plataforma de marketing interativo inspirada em exercício físico. O seu *CEO* Charlie Kim instalou ginásios em todos os seus escritórios e construiu uma aplicação que permite aos seus empregados fazerem o *check-in* para cada treino. Ultimamente, têm recompensado os empregados com melhor desempenho com um prémio monetário. Depois desta implementação, cerca de 12% do *staff* da empresa embarcou num regime de treino regular. Aproveitando o poder da Gamificação, reformulou a indústria fitness para a tornar num desporto em equipa. Assim, os trabalhadores da NextJump podem formar equipas, entrar em treinos e acompanhar as performances da sua equipa nas tabelas de classificação. Hoje, 70% dos empregados da empresa fazem exercício regularmente (Zichermann, 2011).

- Kevin Richardson (Richardson, 2010). Em muitos países, os radares de velocidade "apanham" milhares de condutores todos os anos. No entanto, Kevin Richardson, designer de jogos para

a MTV, reconstruiu esta experiência usando pensamento de jogo. A sua ideia inovadora, *Speed Camera Lottery*, recompensava os condutores que obedeciam ao limite de velocidade fazendo-os entrar numa lotaria. Os vencedores dividiam entre si o prémio originado de todas as multas por excesso de velocidade. Richardson utilizou conceitos de Gamificação para tornar um sistema negativo em algo positivo. Quando testado num *checkpoint* em Estocolmo, a velocidade média reduziu 20% (Zichermann, 2011).

- Psych & NBC/Universal (Roday et al., 2006–2014). Psych é um programa popular na televisão dos Estados Unidos da América que tenta, atualmente, criar valor para publicidade nas televisões conectando-se à *web* e às redes sociais. Este programa televisivo criou o Club Psych, uma plataforma *online* para o programa e uma das primeiras plataformas *media* a tornarem-se gamificadas. O Club Psych implementou incentivos gamificados para aumentar o número de visualizações nas suas páginas em 130% e visitas de retorno em 40% (Zichermann, 2011).

- Crowdtap (Crowdtap, 2011). Conseguir *feedback* sobre os produtos é um esforço custoso e desafiante. Por isso, a maioria dos comerciantes começa a detestar os questionários ineficazes e os grupos de foco. Entra assim a Crowdtap, que oferece aos seus clientes recompensas gamificadas para completarem tarefas de pesquisa e partilharem marcas com outros. Através do uso de recompensas gamificadas, a empresa conseguiu aumentar a participação do público em 50%, reduzindo os custos de pesquisa em 80%. Ao invés de competir contra o sistema, desafiam-se a si mesmos e aos colegas a sobressaírem-se (Zichermann, 2011).

- RecycleBank (RTS RecycleBank, LLC, 2004). Aproveitando o desejo de recompensa e de competição das pessoas, governos e multinacionais reescrevem, atualmente, as regras da sustentabilidade e tornam o mundo um lugar melhor. Em Medford, Massachusetts num programa piloto, famílias competiram num jogo de poupança de energia no qual o vencedor conseguiu baixar a sua pegada ambiental em 63%. Já no programa Putnam RISE, famílias indianas prometem reduzir o uso de energia através de uma competição. As habitações cujas famílias conservem mais energia recebem um prémio monetário. Em todo o país, especialistas do RecycleBank usam o poder da Gamificação para radicalmente melhorar o ambiente. Até agora, utilizaram pontos, desafios e recompensas para impulsionar mudanças (Zichermann, 2011).

- Ananth Pai (Pai, A., 2011). Professor em Minnesota, Ananth Pai reparou que teria de haver uma melhor e mais envolvente maneira de ensinar. Então, agrupou alunos pelos seus estilos de aprendizagem e deu uso a jogos pouco habituais (tanto de entretenimento como educação) para ensinar

a ler, ensinar matemática e outras disciplinas. Os alunos jogam em computadores e as suas pontuações são tabeladas e partilhadas através de tabelas de classificação. No espaço de 18 semanas, a sua turma aumentou significativamente os níveis matemáticos e de leitura (Zichermann, 2011).

Estes exemplos ilustram como a Gamificação, ao integrar elementos de jogos em contextos não lúdicos, pode transformar comportamentos, aumentar a motivação e gerar resultados positivos tanto em ambientes corporativos como em iniciativas sociais. Ao continuar a explorar e aplicar estas estratégias inovadoras, empresas e organizações têm a oportunidade de não apenas envolver o seu público, como também contribuir para a criação de soluções sustentáveis e eficazes em diversas áreas.

Capítulo 3

Gamificação no Ensino

3.1 Sistemas de Gamificação no Ensino

A mecânica dos jogos permite manter níveis elevados de motivação, uma vez que envolve fatores como a competição, o *feedback*, a recompensa, ou a possibilidade rápida de evolução, tornando 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. 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 estes 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 GBL (*game-based learning*).

Como já foi referido anteriormente, não existe um consenso no que toca à definição de Gamificação entre investigadores, nem uma concordância na diferença entre Gamificação e GBL. Investigadores a favor da Gamificação afirmam que esta tem muitas vantagens quando incorporada em jogos educacionais. Antes de discutirmos a lógica por detrás deste argumento, é importante entender alguns conceitos e terminologia relacionada. GBL é utilizada somente para a educação e depende de um jogo de aprendizagem que tem sempre um começo e um fim. Jogos sérios é um termo mais amplo usado para descrever jogos feitos para o ensino, indústria, treino e estimulação (Connolly et al., 2012). Na Tabela 3 apresenta-se a frequência de resultados de pesquisa do termo Gamificação comparado com GBL, jogos sérios e jogos educacionais.

Tabela 3: Resultados da pesquisa em bases de dados (Alsawaier, 2018)

Base de Dados	Gamificação	GBL	Jogos educacionais	Jogos sérios
Eric	60	16 266	11 149	6 507
Sage	276	92 557	41 472	37 834
ScienceDirect	648	213 648	42 072	55 270
GoogleScholar	29 000	3 340 000	2 260 000	2 030 000

A pesquisa foi realizada nas bases de dados do Eric (Institute of Education Sciences, 2024), Sage (SAGE Publications, 2024), ScienceDirect (Elsevier, 2024) e GoogleScholar Google (2024), utilizando-se como palavras-chave: Gamificação, *game-based learning*, jogos educacionais e jogos sérios. O GoogleScholar apresentou o maior número de resultados para Gamificação, pois inclui conferências, *websites* e documentos *online*. Os resultados refletem o caráter recente do termo Gamificação.

A Gamificação não se define como a mudança da aprendizagem para um jogo de computador, mas sim quando adicionamos uma camada de design composta por técnicas de jogos para melhorar a aprendizagem, aumentar o compromisso e encorajar comportamentos positivos. Para esclarecer os diferentes elementos que comprometem a definição de Gamificação, é importante discutir as diferenças entre esta e o GBL. Keeler (2014) apresentou grandes diferenças entre Gamificação e GBL. GBL é realizado quando os estudantes jogam jogos para aprender algum conteúdo. Em contraste, a Gamificação envolve o desenvolvimento de elementos de jogo num ambiente fora dos jogos virtuais. Simões et al. (2013) acrescentou as diferenças dos dois conceitos na sala de aula. A Gamificação, utiliza as componentes mais eficazes dos jogos sem se comprometer com um jogo em particular, resultando em níveis de motivação superiores. A sua aplicação no ensino cria um efeito de longo prazo na motivação e compromisso, ao contrário de GBL no qual o compromisso é de curto prazo, ocorrendo normalmente apenas durante a duração do jogo (Folmar, 2015). A aprendizagem é facilitada através de jogos, quer sejam digitais ou não. Zichermann (2010) enfatizou que a indústria dos jogos educacionais produziu poucos jogos com sucesso. Por sua vez, McGonigal (2011) argumentou que os jogos educacionais não são suficientes para cobrir as necessidades dos estudantes atuais e são apenas uma solução temporária (Alsawaier, 2018).

A Gamificação fornece uma componente de diversão que ajuda a transformar a atitude dos estudantes para com a aprendizagem. A diversão pode sempre permitir melhor aprendizagem, pois permite que o processo de aprendizagem seja relaxado e motivante. O relaxamento permite ao estudante assimilar os conceitos mais facilmente e a motivação permite que estes depositem mais esforço nas suas ativi-

dades sem ressentimento (Prensky, 2001). Para muitos estudantes, a parte divertida de um ambiente gamificado é a resolução de problemas e ultrapassar desafios. Enquanto estes exercem o seu maior esforço e se tornam cientes dos seus desafios, a atenção e esforço mental levam a um entendimento e uma aprendizagem mais profunda. Em muitos casos, estudantes mostram resistência à aprendizagem ou falta de interesse pelo tópico. Jogar pode facilitar a aprendizagem, uma vez que, não apresenta um fator de autoridade que leva a que exista menos resistência do estudante.

Kim (2014) argumentou que a categorização de tipos de jogadores baseados na sua motivação estava pouco relacionada com o estilo de aprendizagem dos estudantes. No entanto, esta categorização pode servir como um guia na criação de designs gamificados. A questão que se coloca é como se traduz esta categorização para os professores? Por exemplo, se um estudante exibir muita motivação, aprecia reconhecimento pelas conquistas e apresenta altruísmo, então o professor deve criar um sistema de Gamificação que permita que estas caraterísticas sobressaiam. A motivação, perfil do jogador e personalidade são as caraterísticas e preferências que mais foram investigadas em ambientes de Gamificação no ensino. A personalidade do estudante é o grupo de caraterísticas e fatores que são usados para perceber como indivíduos pensam e interagem (Goldberg, 1992). Traços de personalidade referem-se às reações do aluno a diferentes situações e pouco é conhecido sobre o impacto que diferentes técnicas de Gamificação têm no compromisso do aluno baseado nos seus traços de personalidade (Codish and Ravid, 2014). Alguns estudos empíricos são necessários para validar se o efeito da Gamificação pode ser diferente tendo em conta os traços de personalidade. Codish and Ravid (2014) investigaram, através de pesquisas, como alunos extrovertidos e introvertidos receberam a Gamificação e descobriram um efeito adverso no *ranking* de alunos extrovertidos, mas um efeito favorável, apesar de substancial em alunos introvertidos. Por outro lado, Jia et al. (2016) encontraram resultados diferentes, nos quais, através de pesquisas, identificaram que alunos extrovertidos são guiados por pontos, níveis e *rankings*. Jang et al. (2015) afirmam que alunos com dificuldade em serem agradados que usaram um sistema não gamificado apresentaram taxas de aprendizagem mais baixas que os alunos que utilizaram um sistema gamificado (Smiderle et al., 2020).

O conceito de Gamificação no ensino difere do conceito de jogos. A Gamificação na educação descreve jogos maduros projetados para propósitos de não de entretenimento, em que aplicações de Gamificação usam apenas técnicas de jogos (Dicheva et al., 2015). Nestes casos, tem como objetivo criar caminhos que suportem aprendizagem e resolução de problemas em jogos e os implementem na educação real com o propósito de fazer a aprendizagem algo agradável e excitante (Chen and Liang, 2022). Os sistemas *e-learning* podem ser usados como uma alternativa ou utilizados em salas de aula para oferecerem diferentes níveis de interatividade e oferecer oportunidades de aprendizagem em qualquer lugar, a qualquer

momento. Contudo, os sistemas tradicionais de *e-learning* nem sempre são úteis, pois providenciam o mesmo material de aprendizagem na mesma ordem para todos os alunos, indiferentemente das suas caraterísticas. Existe a necessidade de incorporar diferentes mecanismos de suporte à motivação dos estudantes, como um fator importante para o progresso dos alunos.

Vários esforços têm sido feitos no ramo da Gamificação no ensino. Existem alguns resultados encorajadores em termos de resultados académicos, motivação, satisfação e compromisso. Porém, são poucas as evidências baseadas em experiências controladas que avaliem o efeito da Gamificação no processo de aprendizagem. Estudos mais recentes são também limitados a avaliações de curto prazo com amostras pequenas. Além disso, estudos sobre o efeito da Gamificação em estudantes mais jovens, em escolas primárias, são muito poucos e a aplicação do domínio da Gamificação tem estado ligada, sobretudo, ao ensino das ciências da computação, o que cria um problema de generalização para outros domínios do ensino, tais como línguas e matemática (Alshammari, 2020).

3.2 Técnicas de Gamificação utilizadas no Ensino

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 (Chou, 2013).

Alguns estudos mostram incerteza ou resultados prejudiciais no que toca à Gamificação (Christy and Fox, 2014). Estes estudos demonstram que *rankings* afetam estudantes do sexo feminino em várias maneiras e podem levar a impactos negativos inesperados. Hanus and Fox (2015) informam que, além de não melhorarem os resultados, a Gamificação diminui o prazer e a motivação. Haaranen et al. (2014) notaram que alguns utilizadores apresentaram emoções desfavoráveis sobre os *badges*. Estes resultados mistos relacionados com os efeitos da Gamificação levantaram algumas dúvidas acerca das vantagens da sua utilização no ensino. Aliás, pesquisas sobre os efeitos da Gamificação na aprendizagem, participação e motivação de alunos é um objetivo muito amplo. O objetivo tem de passar por delimitar quais os elementos de jogos que são eficientes para um tipo de estudante em particular (Dichev and Dicheva, 2017). Diferentes tipos de técnicas de jogos usados para adicionar Gamificação a diversas atividades produzem diferentes efeitos, o que dificulta o processo de determinar quais destas técnicas são eficientes para alcançar o objetivo pretendido. Recompensas virtuais, pontos, níveis e *feedback* são exemplos de

mecânicas de jogos que podem ser incorporadas num sistema de *e-learning* gamificado com bastante sucesso (Alshammari, 2020). Schobel and Söllner (2016) conduziram uma análise literária para analisar e testar quais as técnicas de Gamificação LMS (Sistemas de gestão de aprendizagem) preferem. O foco estava em aumentar o compromisso e motivação. Analisaram também o número e combinação de técnicas que os designers implementaram num LMS. Perceberam que os utilizadores preferem uma combinação de quatro técnicas de Gamificação – níveis, pontos, *status* e objetivos – e que estes elementos são mais relevantes para utilizadores que *badges* e tabelas de classificação. Os autores descobriram que utilizadores preferem competir contra si mesmo que com outros utilizadores. Ofosu-Ampong (2020) cria, assim, uma lista constituída por técnicas de Gamificação retiradas de quatro análises que serviram como amostras (Alsawaier (2018); Osatuyi et al. (2018); Pedreira et al. (2015); Souza et al. (2018)). As técnicas encontradas nos estudos iniciais foram:

1. Recompensas, que são dadas quando se completa uma tarefa.

2. Pontos, que são recompensas em forma de pontos.

3. *Badges*, que representam a realização de tarefas e missões (tarefas para cumprir).

Isto mostra-nos que autores necessitam de considerar as preferências dos alunos e não assumir uma abordagem "*one-size-fit-all*" que implementa os elementos mais conhecidos. Outra experiência relevante foi a de Chang and Wei (2016) que identificou e explorou um MOOC (*Massive open online course*) e as suas mecânicas vindas da Gamificação. Este estudo identificou pontos, troféus, bens virtuais, tabelas de classificação, imagens e *badges* como os elementos mais relevantes. Além disto, algumas técnicas e mecânicas foram reconhecidas como sendo más, sendo uma das razões para o fracasso de plataformas de ensino *online* ou MOOC em alcançarem os seus objetivos educacionais.

Caton and Greenhill (2014)desenvolveram alguns traços e estruturas que procuravam melhorar participação e presenças num módulo de jogos de computadores para estudantes não graduados. As técnicas usadas para motivar foram prémios e penalizações (na forma de cartões amarelos e vermelhos). O amarelo representava a pouca ou nenhuma participação do aluno na aula, ou nas atividades em grupo, enquanto o vermelho representava uma dedução de 25 pontos na nota final do curso. Recompensas foram presenteadas na forma de pontos e *badges* para participações com sucesso e a conclusão das tarefas. O estudo verificou que o grupo usado como amostra apresentou uma performance melhor, produziu melhores resultados e mostrou mais interesse em participar nas atividades da aula do que o grupo de controlo.

No estudo de Sailer et al. (2017), como esperado, o grupo que usou as técnicas *badges*, tabelas de classificação e gráficos de performance afetou positivamente a competência dos alunos. Este resultado é consistente com as considerações teóricas acerca do potencial dos *badges* e das tabelas como elementos de *feedback*. O grupo com os *avatares*, histórias e equipas não sentiu qualquer efeito na importância das tarefas que tinham em mão.

A análise dos estudos mostra-nos que más escolhas das mecânicas e técnicas resultam em objetivos educacionais falhados e mecânicas eficazes como bens virtuais, troféus e pontos podem melhorar a performance e compromisso. A reflexão é que a aferição de conhecimento pode beneficiar com a utilização de jogos sérios através de um processo de design iterativo, *feedback*, expetativas e contínuo uso do sistema alvo pelos utilizadores no desenvolvimento de um jogo. Além disto, penalizações e prémios foram vistos como uma forma de melhorar a participação dos estudantes e a sua assiduidade num ambiente gamificado (Ofosu-Ampong, 2020).

3.3 Impacto da Gamificação em sistemas de avaliação/aferição de conhecimento

A influência da Gamificação na educação e aprendizagem pode variar de acordo com a audiência e qualidade do conteúdo. Algumas pesquisas mostram que estudantes em sistemas gamificados superaram outros estudantes devido à sua concentração nos estudos. Por exemplo, alunos universitários de uma aula gamificada de biologia celular superaram os seus homólogos em 40% (Kim et al., 2018). O objetivo da Gamificação passa por gerar níveis de envolvimento iguais aos que um jogo pode produzir (Fardo, 2013). As principais metas da Gamificação são elevar determinadas habilidades, introduzir objetivos que deem um propósito à aprendizagem, envolvam os estudantes, otimizem a aprendizagem, suportem mudanças de comportamentos e socializem (Knutas et al. (2014); Krause et al. (2015); Dichev and Dicheva (2017); Borges et al. (2013)).

No que toca aos resultados académicos, num estudo levado a cabo por Smiderle et al. (2020) um grupo gamificado com alta agradabilidade teve a menor redução de notas, enquanto o grupo não gamificado com baixa agradabilidade teve a maior redução de resultados. Relacionando-se com os seus traços de personalidade, Jang et al. (2015) descobriu que estudantes com baixa agradabilidade em grupos não gamificados apresentaram taxas de aprendizagem mais baixas. Já Domínguez et al. (2013), no seu estudo, indicou que, inicialmente, não existia uma diferença significativa nos estudantes de quatro módulos em que iriam avaliar o seu conhecimento. Após estes testes, os resultados sugerem uma di-

ferença significativa em seis das pontuações avaliadas. Estudantes do grupo experimental apresentam notas significativamente mais altas em exercícios práticos sobre tabelas de cálculo, *software* e bases de dados. Pelo contrário, estudantes do grupo experimental apresentam valores mais baixos em aspetos como a participação. Para além disto, mostra também que alunos que concretizem seis ou mais tarefas no sistema gamificado apresentam notas finais bem mais altas. Estudantes deste grupo revelaram melhor performance em itens relacionados com a aplicação prática de conceitos e pior performance em exames escritos e na participação. Considerando estes resultados, podemos argumentar que atividades gamificadas ajudam a desenvolver competências práticas, mas podem também impedir o entendimento de conceitos teóricos fundamentais. Esta conclusão foi também apresentada em estudos anteriores de Ke (2009), que sugere que a aprendizagem a partir de jogos fomenta pensamento de ordem superior ao ensino factual. Não deixa de ser tentador afirmar que, as notas baixas apresentadas por alunos no grupo experimental advenham da natureza alheia dos videojogos. Isto alinha-se, não só com a perceção comum, mas também com a filosofia de alienação através da tecnologia. Defensores deste último ponto, irão argumentar que atividade de Gamificação apesar de promoverem a aquisição de competências também separam os estudantes da realidade, reduzindo a sua interação com outros estudantes e sistemas (Domínguez et al., 2013).

Sendo um dos principais objetivos da Gamificação no ensino o aumento da motivação e do compromisso dos alunos através do uso de diferentes elementos de jogos, não deixa de ser de vital importância que a utilização de ambientes de Gamificação na educação resulte numa aferição do conhecimento positiva pelos alunos. Como já foi mencionado anteriormente, a escolha das técnicas de Gamificação adequadas tem um impacto grande na recolha do conhecimento pretendido pelos estudantes. O uso da Gamificação permite que estes conhecimentos sejam adquiridos de uma forma mais rápida e mais envolvente por parte dos alunos, mas sem que nunca os seus conceitos teóricos e práticos sejam esquecidos em favorecimento de um jogo. Os ambientes de Gamificação devem sempre assegurar que os objetivos da aprendizagem e assimilação de conhecimento sejam adquiridos. Já para os docentes, este conceito permite uma reformulação nos seus sistemas de avaliação. Deixando de parte os já conhecidos testes e exames de aferição do conhecimento, as diferentes técnicas de Gamificação permitem uma alteração da avaliação, tornando esta mais realista e concisa, uma vez que, o progresso e a aprendizagem dos alunos está constantemente a ser posta à prova e encontra-se relatada em quaisquer que sejas as técnicas de Gamificação utilizadas. Na secção seguinte, abordamos alguns casos da aplicação destes mecanismos em contextos de ensino.

3.4 Exemplos de Gamificação em contextos de Aprendizagem

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. De seguida, destacamos algumas plataformas e casos da aplicação deste conceito na educação:

- Kahoot!. A plataforma Kahoot (Kahoot, 2024), que de um modo lúdico possibilita a construção de questionários, com um tempo definido para as suas respostas. É uma plataforma que permite a introdução de novos conteúdos, revisão de aspetos lecionados, elaboração de inquéritos e avaliação de módulos lecionados. O Kahoot! é uma das ferramentas mais utilizadas por docentes em modelos de ensino à distância, uma vez que, permite avaliar os resultados de um aluno e verificar a sua evolução. A plataforma está disponível em qualquer dispositivo com ligação à internet e usa, principalmente, desafios e tabelas de classificação (Buljan, 2021).

- Duolingo. Outra ferramenta que utiliza a Gamificação no ensino é o Duolingo (Duolingo, 2024). Uma aplicação utilizada para suporte à aprendizagem de diferentes linguagens através da prática e do jogo, na qual os utilizadores podem ganhar pontos, subir de nível e competir com outros para se manterem motivados para o processo de aprendizagem (Buljan, 2021).

- Yousician. A aplicação Yousician (Yousician, 2024) é utilizada para aprender a tocar instrumentos, utilizando um sistema de aprendizagem por níveis, que vão aumentando de dificuldade conforme aumenta a perícia e o conhecimento dos alunos, utilizando ações de *feedback* instantâneo para melhorar em tempo real as ações de aprendizagem (Andreev, 2023).

- O caso de estudo de Sheldon. (Sheldon, 2011) gamificou um curso universitário através da atribuição de pontos como forma de premiar o trabalho dos estudantes que avançavam de níveis quando alcançassem pontos suficientes. Sheldon (2011) considerou esta experiência um sucesso na promoção do compromisso dos estudantes e melhoria da retenção dos alunos, mas com mudanças modestas na sua performance geral. Sheldon focou-se em aspetos não digitais da Gamificação, sendo que, no seu design, pontos tinham menos importância que resultados. Tentou também fomentar motivação intrínseca incorporando elementos de Gamificação que não fossem pontos e níveis que são ambos símbolos de motivação extrínseca. Estabeleceu associações em que os estudantes pudessem colaborar e manifestar altruísmo ajudando colegas. (Alsawaier, 2018).

- Quest to Learn. Estabelecido em junho de 2008 e fundado por MacArthur e Fundação Bill e Melinda Gates, Quest to Learn é uma escola com base em Nova Iorque que adotou a Gamificação e GBL

ao longo de todos os seus ciclos de ensino. É o resultado de uma colaboração entre designers de jogos do Institute of Play (2007) e educadores, na esperança que esta escola sirva de exemplo para outras em todo o mundo. McGonigal (2011) comentou o processo de aprendizagem nesta escola pioneira: "É a maneira como aprendem que é diferente: os estudantes estão envolvidos em atividades de jogo desde o momento em que acordam até ao momento em que terminam o seu último trabalho". As tarefas da escola estão longe das tradicionais e envolvem que os estudantes sejam confrontados com diferentes desafios. Os fundadores da Quest to Learn descreveram a experiência de aprendizagem na sua escola como "imersiva e baseada na narrativa" (Institute of play: Quest to Learn, 2008).

- Crítica ao caso de estudo de Shelton e Quest to Learn. Stott and Neustaedter (2013) criticaram o design de Sheldon por implementar componentes de jogo trocando simplesmente a linguagem pedagógica pela de um jogo, focando-se apenas em pontos e níveis. Lawley (2012) afirmou que ir além das caraterísticas superficiais da Gamificação como pontos e níveis é fundamental para o design de um jogo. Acrescentou que um design de Gamificação superficial pode ser prejudicial para o interesse existente ou para o compromisso.

Não existe nenhuma avaliação independente da Quest to Learn em termos de princípios ou estratégias. Consequentemente, uma avaliação total desta escola não é possível neste momento. Contudo, o departamento de educação de Nova Iorque realizou em 2015-2016 um questionário partilhado com pais, estudantes e professores comparando a Quest to Learn com outras escolas da região. O questionário não se focava nas estratégias de Gamificação adotadas, mas sim na avaliação da escola em geral. Este questionário mostrou que a Quest to Learn encontrava-se abaixo da média da região na maior parte das áreas como rigor e ambiente escolar. No entanto, quando os estudantes foram questionados sobre a sua experiência de aprendizagem, as respostas positivas ultrapassaram a média da região (Education, 2015–2016). Os exemplos de Sheldon e da Quest to Learn, em adição a outros modelos de Gamificação e estudos no ensino são únicos, mas não no sentido em que não possam ser adaptáveis (Alsawaier, 2018). 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.

Capítulo 4

O Sistema de Gamificação

4.1 Apresentação Geral

Após uma detalhada revisão da literatura científica sobre o uso da Gamificação em contextos de ensino, conseguimos entender a pertinência da implementação de um sistema de Gamificação integrado numa plataforma de avaliação e aferição de conhecimento. Com a introdução deste sistema numa plataforma destas pretendemos demonstrar que as técnicas de Gamificação podem, de facto, contribuir para um aumento do interesse e motivação por parte dos alunos e tornar a sua aprendizagem um momento que pode proporcionar alguma diversão tal como os videojogos o fazem. Assim, tornava-se importante definir as ideias essenciais e traçar um plano para a implementação deste sistema que abrangesse várias áreas de atuação do sistema:

- gestão das funcionalidades gerais do sistema como receber e processar uma resposta de um utilizador a uma pergunta;
- atualização dos dados de Gamificação dos utilizadores, domínios, subdomínios e perguntas;
- atribuição de cartas de recompensa;
- geração de mensagens de Gamificação;
- processamento dos resultados de um quis.

No diagrama de atividades gerais do sistema de Gamificação (Figura 2), desenvolvido em BPMN (Object Management Group, 2019), representamos o processo que trata das respostas dadas pelos utilizadores às questões que lhe são colocadas. Antes de uma resposta ser respondida, é mostrado ao utilizador uma mensagem de Gamificação. Quando uma pergunta é respondida, o modelo de Gamificação analisa os dados referentes à resposta dada a uma questão em particular - o tempo de resposta e

a sua veracidade. Após a realização destas tarefas, vários dados (cartas, nível, pontos, sequência atual, tempo gasto na resposta, quantidade de perguntas respondidas, quantidade de perguntas erradas e quantidade de perguntas certas) são atualizados na base de dados da plataforma pelo sistema de Gamificação. Estes dados são referentes aos vários componentes do sistema, ou seja, correspondem à informação que necessita de ser alterada nos utilizadores, domínios, subdomínios e questões é assim atualizada. Após estas alterações, surge o momento de serem atribuídas as cartas ao utilizador, consoante os diferentes critérios de atribuição. Quando um quiz é respondido completamente, procedemos à atualização dos dados do utilizador referentes aos diversos quizzes existentes e, posteriormente, à atribuição de cartas cujo critério esteja relacionado com um quiz, caso seja necessário.

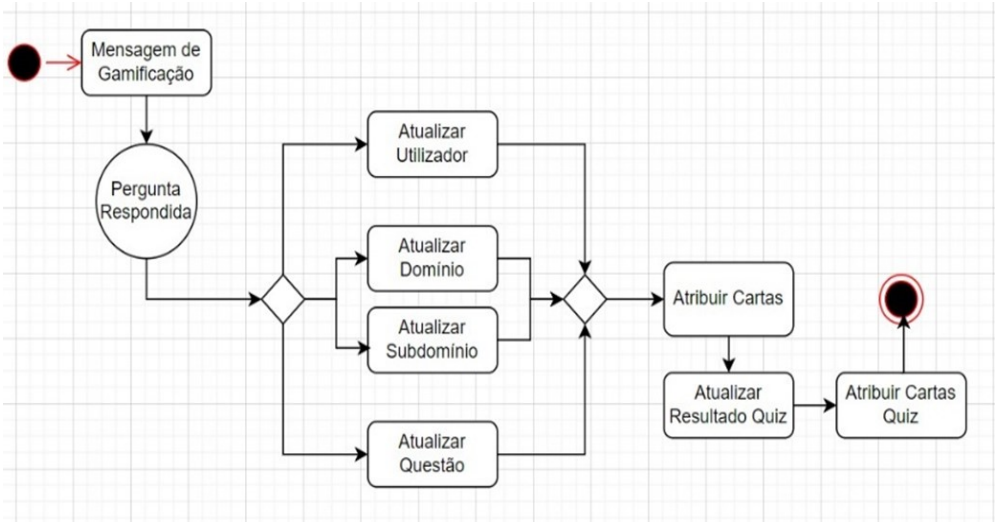


Figura 2: Funcionalidades gerais do Sistema

Na Figura 3, podemos observar o diagrama que representa, na generalidade, o processo de funcionamento da Gamificação na componente dos utilizadores. Neste diagrama, podemos ver que o modelo de Gamificação começa por avaliar a qualidade da resposta dada à questão que foi colocada. Se a resposta estiver correta, aumentamos os pontos do utilizador e, deste modo, o nível no qual o utilizador se encontra no momento poderá também aumentar, bem como a sequência de respostas corretas. Para além destes campos, são aumentados também o total de respostas corretas. Depois, calculamos se o utilizador alcançou a sua melhor sequência de sempre. Sempre que um utilizador erra a resposta à questão que lhe foi colocada, diminui-se os seus pontos e interrompe-se a sua sequência de respostas corretas. Consequentemente, é iniciada uma nova sequência de respostas incorretas e é-lhe aumentado o total de respostas erradas. Como consequência, calculamos se a sua pior sequência atual é maior que a pior sequência de sempre. Independentemente de a resposta estar correta ou não, a taxa de acerto, o histórico de pontos/nível/taxa de acerto e o número de respostas num determinado tempo também

são atualizados. De modo a evitar descer de nível e interromper a sequência de respostas corretas, a motivação do utilizador para estudar aumenta de forma que possa dominar os conteúdos avaliados e responder corretamente a todas as questões.

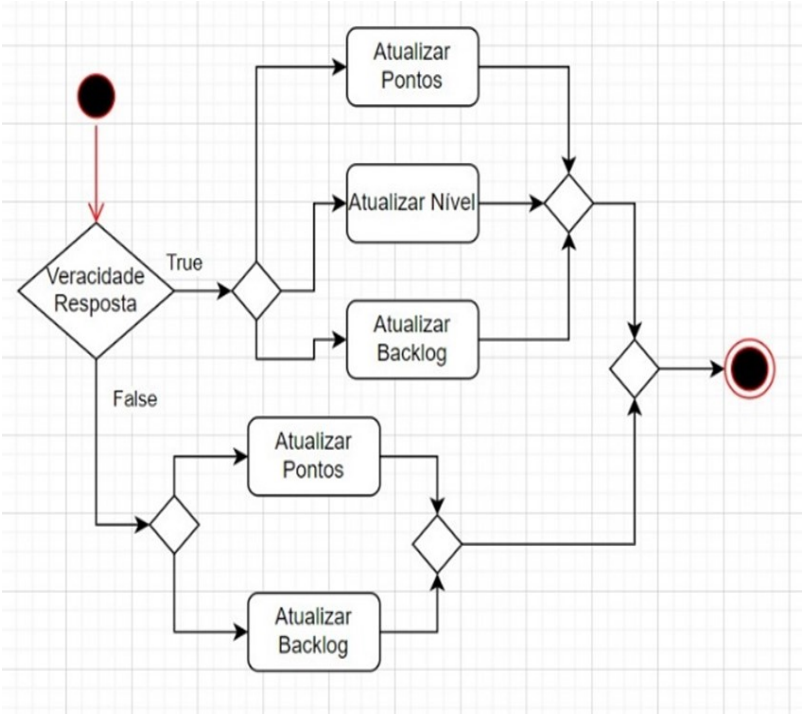


Figura 3: Funcionalidades gerais do Utilizador

Na Figura 4 observamos o diagrama de atribuição das cartas de recompensa. Neste processo analisam-se vários parâmetros, nomeadamente: a resposta (verdadeira ou falsa), o tempo gasto a responder, o estado das sequências de respostas certas ou erradas e o número de quizzes respondidos de forma positiva ou negativa. 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 critério que o utilizador deve adotar para as obter. Quando são 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 envolvidos, de modo a aperfeiçoar o seu desempenho e, assim, ser recompensado pelas respostas certas, atribuindo-lhes, então, cartas positivas. Desta forma, o utilizador passará a ser mais cuidadoso com o seu desempenho, o que exige o aumento do índice de concentração (Chou, 2013).

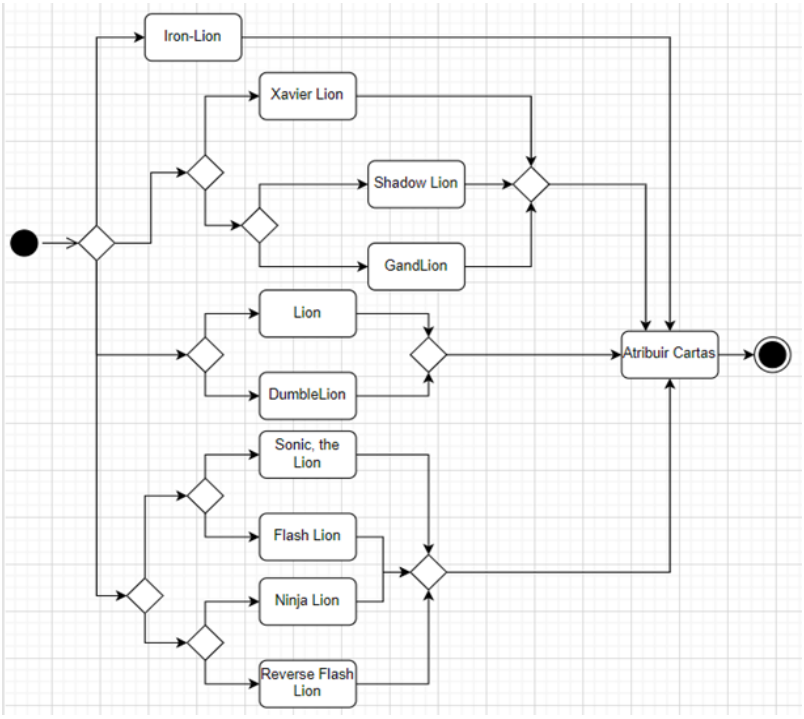


Figura 4: Atribuição das cartas de Gamificação

Na Figura 5 apresentamos o processo relativo à forma como o sistema de Gamificação gera as mensagens de Gamificação. Tal como acontece com outros elementos de Gamificação, estas mensagens têm como objetivo incentivar o aluno a melhorar o seu desempenho, fornecendo-lhe informação que o incentive a responder corretamente às questões apresentadas. Existem vários tipos de mensagens, que referem diferentes aspetos relacionados com as cartas atribuídas ao aluno e aos seus colegas, nomeadamente a sequência de respostas positivas ou negativas do aluno, a quantidade de alunos que acertaram ou erraram uma determinada questão, a taxa de acerto ou erro de uma questão e o nível em que o utilizador se encontra. Em função do tipo de mensagens, procede-se à revisão dos parâmetros de atribuição das mensagens, uma vez que, estas dependem do critério em questão. A revisão e a análise desses parâmetros determinarão qual a frase mais indicada a enviar ao utilizador, antes de este responder a uma nova questão. Por fim, a frase será comunicada ao utilizador através de uma janela *pop-up*.

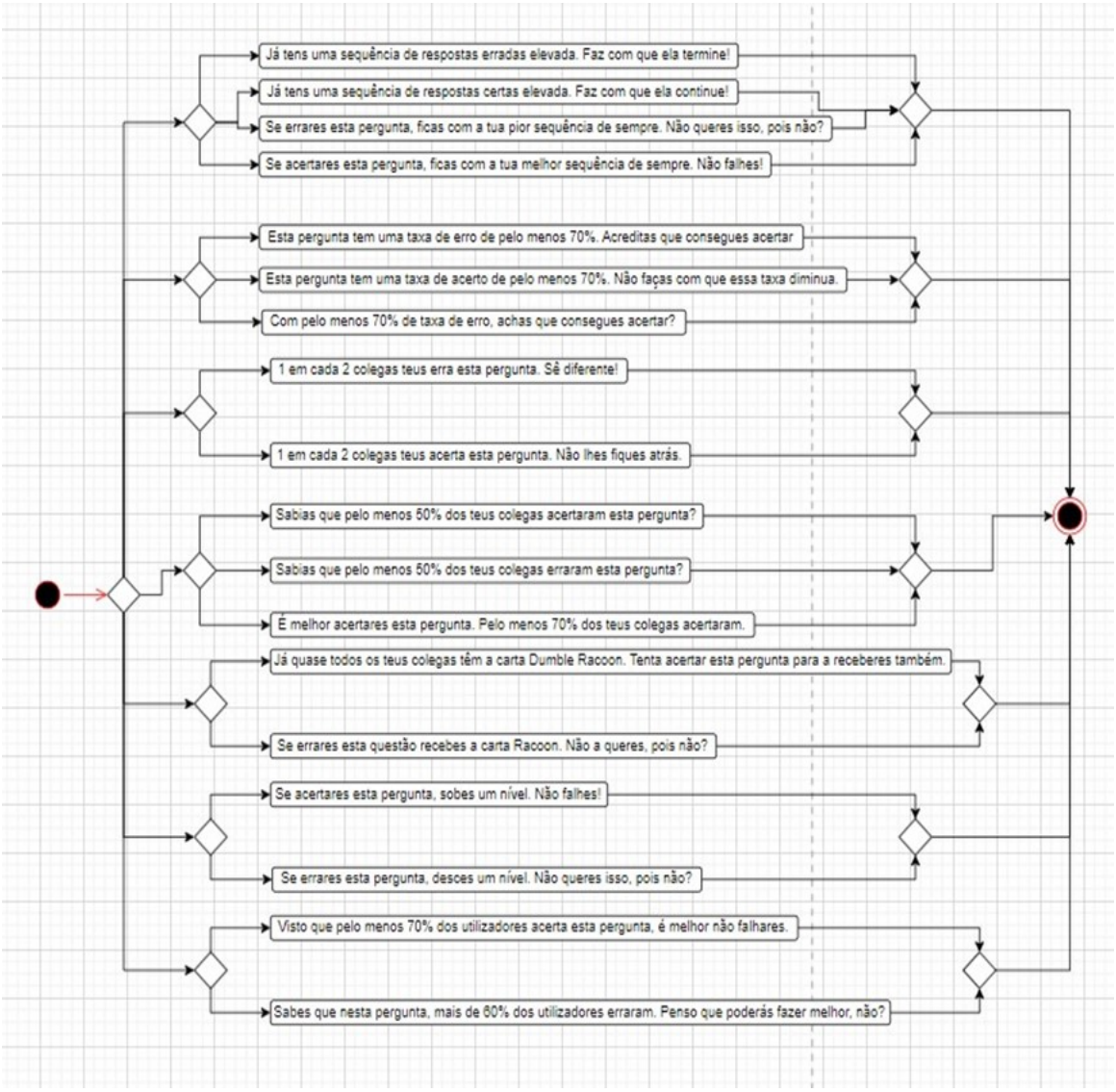


Figura 5: Comunicação das mensagens de Gamificação

4.2 Base de Dados do Sistema

No que diz respeito à criação da base de dados de acolhimentos dos parâmetros e dos elementos de dados de Gamificação do sistema, recorremos ao *software* MongoDB Compass (MongoDB Compass, 2024). este é uma ferramenta prática e rápida na gestão de base de dados MongoDB (MongoDB, 2024). O MongoDB é um *software* de base de dados NoSQL que armazena a informação em documentos JSON. A escolha do MongoDB para armazenamento da base de dados do sistema deve-se às suas várias vantagens:

- facilidade de alteração a qualquer momento do esquema de dados;
- capacidade de armazenar dados e criar coleções especificamente orientadas para a Gamificação;

- facilidade de encontrar os dados que pretendemos através da utilização da MongoDB Shell (mongosh);
- facilidade de expansão, escalabilidade e, consequentemente, do desempenho geral do sistema;
- armazenamento de dados em formatos não estruturados, como JSON, o que facilita a adaptação a diferentes tipos de dados.

Para sustentar o sistema de Gamificação planeado, criámos seis coleções distintas em MongoDB. A primeira, a coleção "*Answers*", contém registos (documentos JSON) relativos a eventuais respostas dadas por utilizadores do sistema a questões por ele lançadas[1].

A coleção "Domínios" (Figura 6) contém a informação para esta coleção de dados que servirá também para o processo de Gamificação. De referir:

- dominio – nome do domínio em questão;
- utilizadores – *array* com *id* dos utilizadores que responderam a perguntas do domínio;
- questões – total de questões do domínio já respondidas;
- taxa_acerto – percentagem de acerto das perguntas do domínio;
- respostas_certas – total de respostas do domínio que foram respondidas corretamente;
- respostas_erradas - total de respostas do domínio que foram respondidas erradamente.


```
"_id": {"$oid": "6633b1fbd58d2c9d0ca848a6"},
"dominio": "Data Warehousing",
"utilizadores": ["u005", "u017", "u020", "u002", "u019", "u010", "u001", "u016",
                 "u013", "u003", "u004", "u009", "u011", "u008","u018", "u006",
                 "u014", "u012", "u015", "u007" ],
"questoes": 459,
"taxa_acerto": 52.29,
"respostas_certas": 240,
"respostas_erradas": 219,
```


Figura 6: Documento JSON com informação de um Domínio

A coleção "Subdomínios" (Figura 7) armazena a informação para esta coleção de dados, cuja estrutura é a seguinte:

[1] Estes registos foram processados por um *script* para garantir a consistência e integridade dos dados e simular o formato dos dados que seriam recebidos da plataforma de aferição dos conhecimentos.

- dominio - nome do domínio ao qual o subdomínio pertence;
- subdominio - nome do subdomínio em questão;
- utilizadores - *array* com *id* dos utilizadores que responderam a perguntas do subdomínio;
- questoes - total de questões do subdomínio já respondidas;
- taxa_acerto - percentagem de acerto das perguntas do subdomínio;
- respostas_certas - total de respostas do subdomínio que foram respondidas corretamente;
- respostas_erradas - total de respostas do subdomínio que foram respondidas erradamente.


```
"_id": {"$oid": "65f1c629ee6e146086bdce50"},
"dominio": "Data Warehousing",
"subdominio": "Ciclo de Vida do Desenvolvimento de um Sistema de Data Warehousing",
"utilizadores": [ "u010", "u017", "u003", "u019", "u013", "u005", "u002",
                  "u008", "u012", "u020", "u001", "u011", "u006", "u015",
                  "u009", "u007","u016", "u004" ],
"questoes": 45,
"taxa_acerto": 53.33,
"respostas_certas": 24,
"respostas_erradas": 21,
```


Figura 7: Documento JSON com informação de um Subdomínio

A coleção "Quizzes" (Figura 8) acolhe a informação relativa a todos os quizzes existentes, juntamente com um *array* de questões que formam cada quiz. Esta coleção incorpora os seguintes elementos de dados:

- name – nome do quiz;
- domínio – domínio ao qual o quiz pertence;
- subdomínio – subdomínio ao qual o quiz pertence;
- questões – *array* com as questões do quiz.

```
"_id": {"$oid": "66914fe8d13cba2b111cde10"},
"name": "Sample Quiz 55",
"dominio": "Data Warehousing",
"subdominio": "Modelação Conceptual, Lógica e Física de Data Warehouses",
"questoes": [
{
"questionid": "PTEINSBD0225",
    "language": "pt",
    "study_cycle": "Curso Universitário",
    "scholarity": "Engenharia Informática",
    "domain": "Data Warehousing",
    "subdomain": "Modelação Conceptual, Lógica e Física de Data Warehouses",
    "subsubdomain": "",
    "difficulty_level": "2",
    "display_mode": "G",
    "answering_time": 120,
    "type": "Definição",
    "_id": {
     "$oid": "661578f4a7b3ae477c5fb6d1"
    }
  }
]
```


Figura 8: Documento JSON com informação de um Quiz

Na coleção "*Users*" (Figura 9) armazenamos todos os documentos referentes aos dados de cada utilizador, de forma que possam ser usados posteriormente no processo de Gamificação e, assim, entender a sua evolução e reação às técnicas de Gamificação. Esta coleção é a maior e mais importante do sistema, pois é nela que são guardados os elementos de Gamificação que mais terão impacto e que serão mais visíveis para a alteração e evolução do perfil de um aluno. Esta coleção acolhe documento com os seguintes elementos de dados:

- nome – nome do utilizador;
- nivel – nível atual do utilizador;
- cartas – coleção de cartas que o utilizador já recebeu;
- total_respostas – número total de respostas já respondidas pelo utilizador;
- total_respostas_certas - número total de respostas corretas já respondidas pelo utilizador;
- total_respostas_erradas - número total de respostas erradas já respondidas pelo utilizador;
- taxa_acerto – percentagem de acerto do utilizador em todas as respostas;
- gender – género do utilizador;
- degree – curso do utilizador;
- id – identificador do utilizador;

- pontos – número de pontos acumulados pelo utilizador;
- sequencia_atual – melhor sequência atual;
- pior_seq_atual – pior sequência atual;
- domain – domínio ao qual o utilizador pertence;
- historico_pontos – *array* com o histórico de evolução dos pontos;
- historico_taxa_acerto - *array* com o histórico de evolução da taxa de acerto;
- historico_nivel - *array* com o histórico de evolução do nível;
- respostas_less25 – total de respostas em menos de 25% do tempo;
- respostas_less50 - total de respostas em menos de 50% do tempo;
- respostas_more50 - total de respostas em mais de 50% do tempo;
- respostas_more75 - total de respostas em mais de 75% do tempo;
- pior_sequencia – pior sequência já alcançada;
- melhor_sequencia – melhor sequência já alcançada;
- total_quizzes_certos – número de quizzes respondidos a 100%;
- total_quizzes_positivos – número de quizzes respondidos positivamente;
- total_quizzes_negativos - número de quizzes respondidos negativamente.

```
"_id": {"$oid": "66156382a7b3ae477c5fb66c"},
"nome": "Joaquim Vez Baluarte",
"nivel": 0,
"cartas": [],
"total_respostas": 414,
"total_respostas_certas": 218,
"total_respostas_erradas": 196,
"taxa_acerto": 52.66,
"gender": "M",
"degree": " BSc CS",
"id": "u011",
"pontos": 24,
"sequencia_atual": 4,
"pior_seq_atual": 0,
"domain": "Data Warehousing",
"historico_pontos": Array(),
"historico_taxa_acerto": Array(),
"historico_nivel": Array(),
"respostas_less25": 393,
"respostas_less50": 0,
"respostas_more50": 0,
"respostas_more75": 0,
"pior_sequencia": 7,
"melhor_sequencia": 8,
"total_quizzes_certos": 2,
"total_quizzes_negativos": 8,
"total_quizzes_positivos": 2
```


Figura 9: Documento JSON com informação de um Utilizador

Por fim, a coleção "*Questions*" (Figura 10). Esta contém todas as questões para as quais existe uma resposta na coleção "*Answers*". Cada documento desta coleção tem os seguintes elementos:

- respostas_certas – número de vezes que uma questão foi respondida corretamente;
- respostas_erradas - número de vezes que uma questão foi respondida erradamente;
- taxa_acerto – taxa de acerto de uma questão;
- total_respostas - número de vezes que uma questão foi respondida.

```
"_id": {"$oid": "661578f4a7b3ae477c5fb6a7"},
"answering_time": 60,
"difficulty_level": "5",
"display_mode": "G",
"domain": "Data Warehousing",
"language": "pt",
"questionid": "PTEINSBD0332",
"scholarity": "Engenharia Informática",
"study_cycle": "Curso Universitário",
"subdomain": "Ciclo de Vida do Desenvolvimento de um Sistema de Data Warehousing",
"subsubdomain": "",
"type": "Conceito",
"respostas_erradas": 1,
"taxa_acerto": 0,
"total_respostas": 1,
"respostas_certas": 0
```


Figura 10: Documento JSON com informação de uma Questão

4.3 Técnicas de Gamificação Utilizadas

No que toca à utilização da Gamificação em contextos educacionais, foi importante ponderar quais os objetivos a atingir e as caraterísticas dos alunos que se pretendia atingir. Para isto, foi necessário avaliar as técnicas a utilizar, para que estas fossem as mais eficazes possíveis. 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. Na Figura 11 podemos ver os principais fatores motivacionais para estudantes, que, claramente, indicam que o estudo e a aprendizagem requerem elementos relevantes (Berkling and Thomas, 2013).

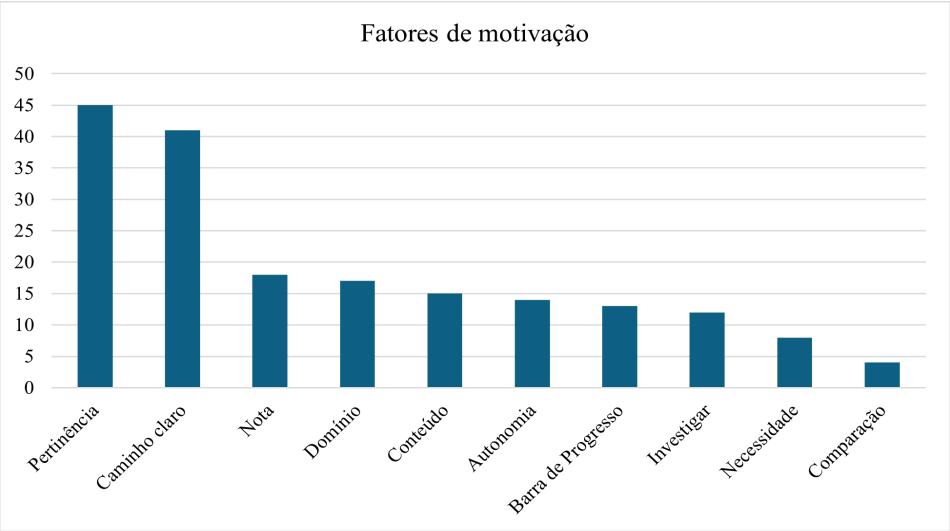


Figura 11: Fatores de motivação para aluno – adaptada de Berkling and Thomas (2013)

Na Figura 12, que nos mostra o que os alunos mais procuram numa plataforma de Gamificação, podemos ver o porquê de ser tão importante conseguir ter uma visão geral da tarefa em mãos e do seu progresso, bem como o controlo intuitivo que um aluno tem sobre uma tarefa, de maneira que estas sejam o mais eficiente e rápidas possível (Berkling and Thomas, 2013).

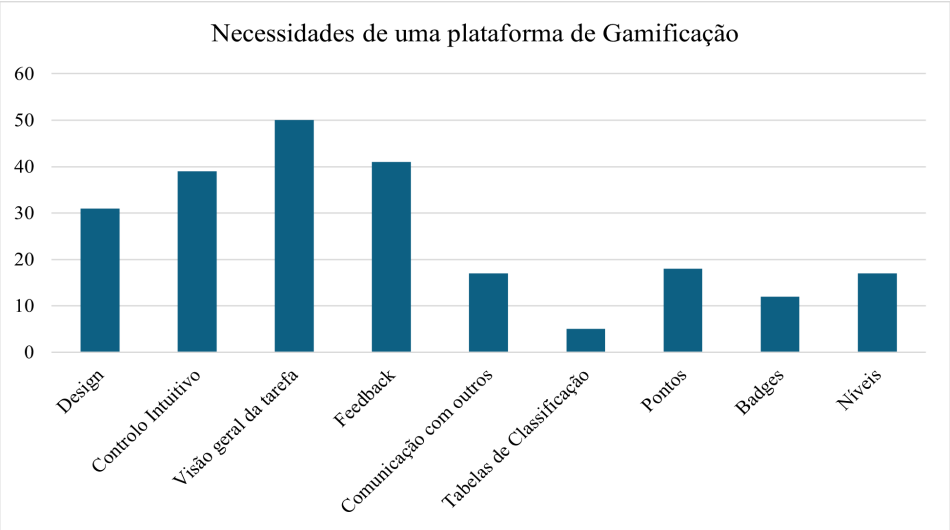


Figura 12: Necessidades de uma plataforma de Gamificação para estudantes – adaptada de Berkling and Thomas (2013)

Depois de todo o estudo realizado sobre as técnicas de Gamificação existentes, fomos capazes de selecionar aquelas que consideramos as mais adequadas e pertinentes para aplicação ao sistema idealizado. As técnicas referidas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Técnicas de Gamificação utilizadas

Pontos	São considerados uma parte essencial de um mundo de Gamificação e um requisito absoluto para todos os sistemas de Gamificação. Demonstram muito bem o progresso de um aluno.
Níveis	Os jogos modernos apresentam técnicas nas quais os jogadores são introduzidos em níveis simples, inicialmente, para encorajar ao seu progresso.
Gráficos de Performance	Fornecem informação sobre a performance dos jogadores comparando-a com a sua performance anterior. Ao focar-se na performance de um jogador durante um período, favorecem melhorias.
Tabelas de Classificação	Organizam os jogadores de acordo com o seu relativo sucesso, avaliando-os através de um certo critério. Podem ajudar a determinar quem tem uma melhor performance em certa atividade e são um indicador do progresso competitivo que relaciona a performance de um jogador com a dos outros.

As técnicas apresentadas na Tabela 4 podem constituir uma preciosa ferramenta quando aplicadas a processos de vários contextos. 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 de aprendizagem aumenta o empenho dos utilizadores e a sua motivação, sendo, assim, um instrumento de apoio ao processo de aprendizagem em causa (Ryan and Deci, 2000).

4.4 O Processo de Gamificação

O processo de Gamificação inicia-se logo após a entrada do utilizador no sistema de avaliação. Quando a fase de autenticação terminar com sucesso, o utilizador pode iniciar um quiz referente a um determinado domínio e subdomínio de conhecimento, previamente definidos no sistema. Após selecionar o quiz, este inicia-se, apresentando ao utilizador uma sequência de questões que compõem esse quiz. À medida que este vai respondendo a cada uma das questões do quiz, que o sistema lhe vai colocando, é enviado um documento JSON (Figura 13) para o sistema de Gamificação, contendo um conjunto de dados específicos referentes à questão que o utilizador acabou de responder.

```
{
"user": {"id": "u001", "name": "Ana Castro e Cunha", "gender": "F", "degree": "BSc IE"},
"timetag": {"date": "2019-04-24", "time": "01:33:54", "period": "A"},
"question": {"questionid": "PTEINSBD0225", "language": "pt", "study_cycle": "Curso Universitário",
              "scholarity": "Engenharia Informática", "domain": "Data Warehousing",
              "subdomain": "Ciclo de Vida do Desenvolvimento de um Sistema de Data Warehousing",
              "subsubdomain": "", "difficulty_level": "2", "display_mode": "G", "answering_time": 120,
              "type": "Conceito"},
"answer": {"start_time": { "$date": "2020-04-22T01:33:54.910Z" },
           "end_time": { "$date": "2020-04 22T01:34:54.910Z" },
           "answer_time": "1", "correction": "0", "points": "0"},
"processed": false
}
```


Figura 13: Documento JSON com a informação de uma *Answer*

O sistema de Gamificação ao receber a estrutura JSON aplica as diferentes técnicas de Gamificação, atualizando todo o *backlog* existente e os dados referentes a cada tipo de coleção. Primeiramente, o sistema recebe a resposta e extrai toda a informação que necessita da coleção. Depois, verifica se a resposta está correta ou errada e o tempo que demorou a responder à mesma, atualizando a informação de todas as componentes do sistema. No que toca ao utilizador, se a resposta estiver correta é atualizado o número de pontos, o nível, o número total de respostas, o número total de respostas corretas e erradas, a sua taxa de acerto, melhor e pior sequência, sequência atual, histórico de pontos, níveis e taxa de acerto e, por fim, o número de respostas dadas num certo período. Se a resposta estiver incorreta, a melhor sequência atual volta a zero e não são adicionados pontos. Já na coleção dos domínios são atualizados os números de questões e os utilizadores que responderam a questões do certo domínio, taxa de acerto e total de respostas certas e erradas. Na coleção dos subdomínios as atualizações são as mesmas que acontecem na coleção dos domínios. Por fim, na coleção das questões apenas atualizamos o valor total de respostas, respostas corretas, erradas e taxa de acerto. O processo de Gamificação geral está ilustrado na Figura 14.

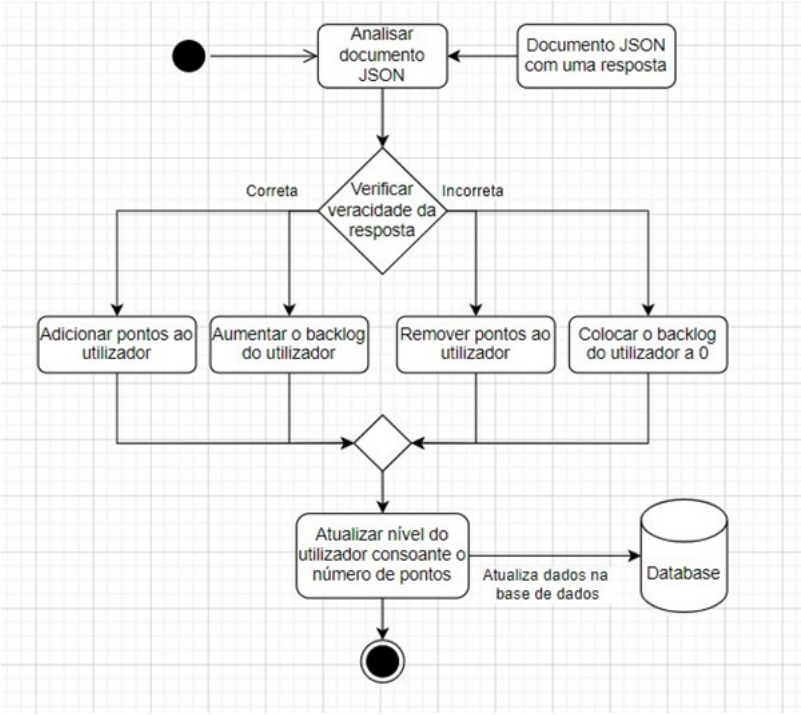


Figura 14: Processo de Gamificação na sua generalidade

Concluída a primeira fase de processamento da resposta e da atualização dos diferentes campos das coleções, passamos à fase da atribuição de cartas de desempenho (Tabela 5). Estas cartas podem ser positivas ou negativas. Uma carta positiva é atribuída com o intuito de incentivar o utilizador a continuar a realizar boas ações e responder a questões de forma correta, de forma a receber mais cartas positivas. Uma carta negativa é atribuída com o objetivo de alertar para o facto de um aluno ter cometido um erro e levá-lo a evitar repetir o mesmo erro.

Tabela 5: Cartas de recompensa

Sonic, the Lion	Responder a 5 perguntas em metade do tempo	Positiva
Ninja Lion	Responder a 5 perguntas em mais de metade do tempo	Negativa
DumbleLion	Responder a 10 perguntas de forma correta	Positiva
Lion	Responder a 10 perguntas de forma errada	Negativa
Flash Lion	Responder a 5 perguntas em 25% do tempo	Positiva
Reverse Flash Lion	Responder a 5 perguntas em 75% do tempo	Negativa
Iron-Lion	Atingir um *backlog* (sequência de perguntas certas) de 5	Positiva
GandLion	Responder a 5 quizzes com nota positiva	Positiva
Shadow Lion	Responder a 5 quizzes com nota negativa	Negativa
Xavier Lion	Responder a 5 quizzes de forma 100% certa	Positiva

Para poder atribuir uma carta, independentemente do seu valor, o sistema analisa a veracidade da resposta apresentada pelo utilizador, o tempo que este demorou a responder e o estado das sequências certas e erradas de respostas. No sistema de Gamificação estão criadas 10 cartas distintas (Tabela 5), cada uma delas com uma designação e um critério de obtenção associado. A atribuição de cartas negativas funciona como *feedback* e é usada para motivar o utilizador a continuar o seu estudo, no sentido de aperfeiçoar o seu desempenho para que possa atingir o maior número de respostas corretas e cartas positivas. 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 aumentar o seu índice de concentração (Chou, 2013). O processo de atribuição de cartas começa pela análise da estrutura JSON, que contém os dados referentes à questão respondida. Depois, verificam-se elementos que contribuem para o critério de atribuição das cartas: a veracidade da resposta, o tempo que o utilizador demorou a responder à questão e o resultado do quiz. Se a resposta for verdadeira e o número total de respostas corretas for igual ou maior que 10 é atribuída a carta "DumbleLion", caso seja errada e o número total de respostas erradas for igual ou maior que 10 é atribuída a carta "Lion". Relativamente ao tempo, se a pergunta for respondida em menos de 50% do tempo e o número de respostas em 50% do tempo for igual a 5 é-lhe atribuída a carta "Sonic, the Lion". Se a pergunta for respondida em menos de 25% do tempo e o número de respostas em 25% do tempo for igual a 5 é-lhe atribuída a carta "Flash Lion". Se a pergunta for respondida em mais de 50% do tempo e o número de respostas em mais de 50% do tempo for igual a 5 é-lhe atribuída a carta "Ninja Lion". Se a pergunta for respondida em 75% do tempo e o número de respostas em 75% do tempo for igual a 5 é-lhe atribuída a carta "Reverse Flash Lion". No caso de

um utilizador acertar na resposta e atingir uma sequência de perguntas certas de 5, este recebe a carta "Iron-Lion". Finalmente, comparam-se as cartas atribuídas ao utilizador com as cartas que já possui na sua coleção. Se houver alguma carta atribuída que o utilizador ainda não possua, essa carta ser-lhe-á atribuída e inserida na base de dados – as cartas já atribuídas não podem ser retiradas. O processo de atribuição das cartas de recompensa está ilustrado na Figura 15.

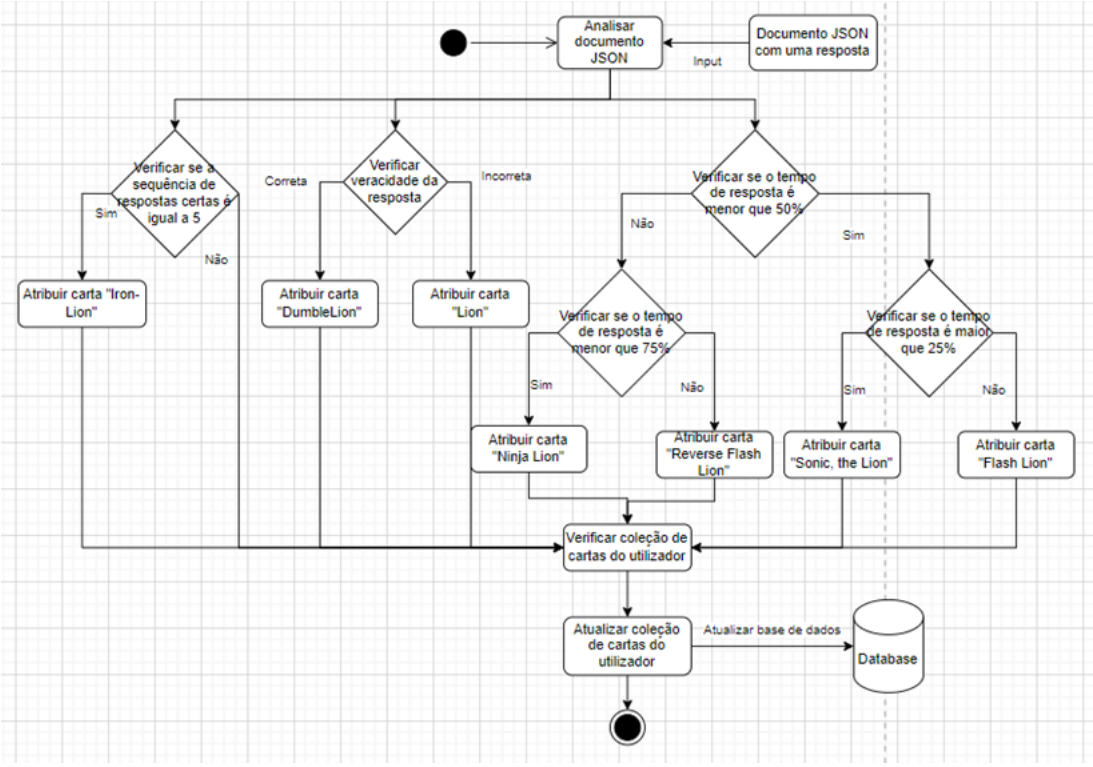


Figura 15: Processo de atribuição de Cartas de recompensa

Após o processamento de uma resposta e da atualização de todas as componentes do sistema, temos a atualização dos dados relativos aos quizzes (Figura 16). Quando um utilizador responde a todas as questões de um quiz, são atualizados os valores referentes ao total de quizzes positivos, negativos e 100% certos que existem em cada documento de um utilizador. No que diz respeito aos quizzes, existem também algumas cartas que podem ser atribuídas. Se um utilizador responder a 5 quizzes com nota positiva recebe a carta "GandLion", se responder a 5 quizzes com nota negativa recebe a carta "Shadow Lion" e se responder a 5 quizzes 100% certos recebe a carta "Xavier Lion".

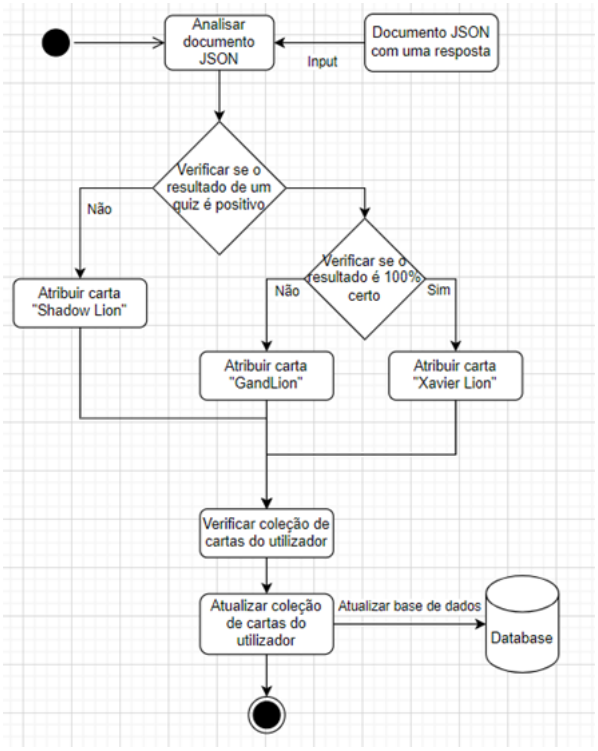


Figura 16: Processo de atribuição de Cartas de recompensa referentes a Quizzes

Este processo de atualização repete-se sempre que um utilizador responde a uma dada questão de um qualquer quiz que esteja a decorrer no sistema de avaliação. Na Figura 17 observamos o antes e o depois de um utilizador que respondeu a um quiz e a evolução dos seus campos. Na Figura 18 podemos ver um exemplo do antes e depois de um utilizador da base de dados após ter recebido algumas cartas de recompensa.

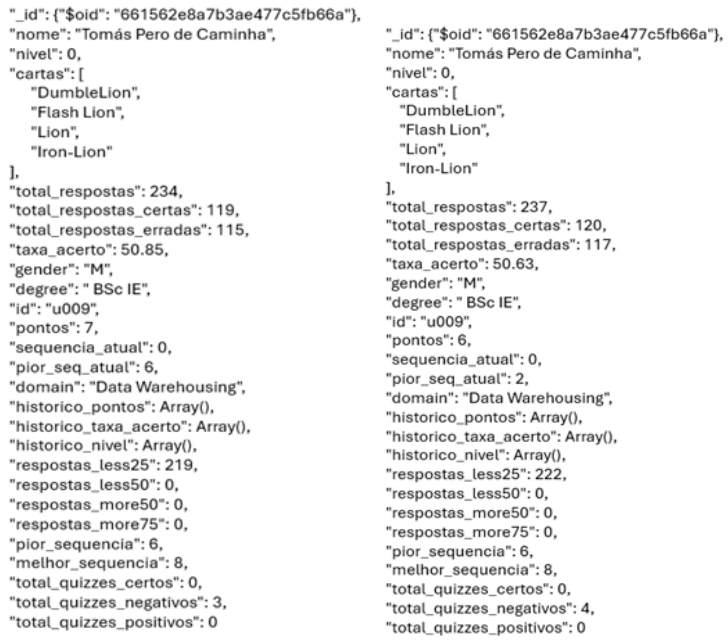


Figura 17: Dados de um utilizador antes e após responder a um quiz

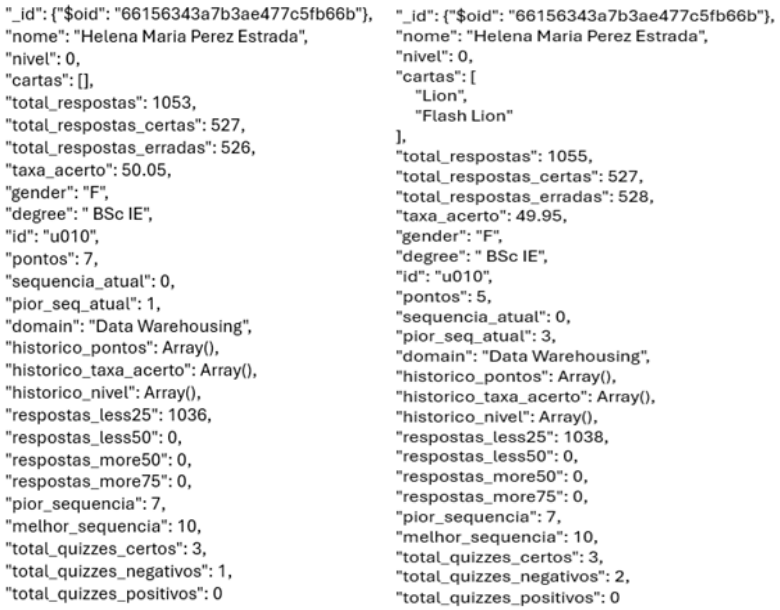


Figura 18: Coleção de Cartas de um Utilizador antes e após responder a um Quiz

4.5 Implementação do Sistema

Após a criação da base de dados do sistema iniciámos a implementação do sistema de Gamificação. Para esta implementação, foi utilizada a *framework* Vue.js para a criação da *interface* e *front-end* do sistema. Vue.js (Vue, 2024) é uma *framework* JavaScript de código-aberto, focada no desenvolvimento de *interfaces*

de utilizador utilizando "standard" HTML, CSS e JavaScript. A linguagem JavaScript foi também utilizada para a implementação do *back-end* do sistema, ou seja, toda a análise, tratamento e atualização dos dados é feita através de ficheiros JavaScript. Trata-se de uma linguagem de programação interpretada estruturada, de *script* em alto nível com tipagem dinâmica e multiparadigma (Javascript, 2024). Para estabelecer a conexão entre o sistema e a base de dados utilizamos Mongoose (Mongoose, 2024), uma biblioteca de programação orientada a objetos JavaScript que cria uma conexão entre o MongoDB e o ambiente de execução JavaScript Node.js. Fornece uma solução simples e baseada em esquema para modelar dados de aplicações. Na implementação do servidor recorremos ao Express.js, um *framework* para Node.js que fornece recursos mínimos para construção de servidores *web* e ao CORS, um mecanismo que permite que recursos restritos numa página da *web* sejam recuperados por outro domínio fora do domínio ao qual pertence o recurso que será recuperado.

O próximo passo na implementação do sistema foi a comunicação entre o *back-end* e o *front-end*, ou seja, uma forma de fazer os *dashboards* do *front-end* reagirem em tempo real a uma alteração no *back-end* e nos campos da base de dados. Assim, sempre que existe alguma alteração a qualquer das coleções da base de dados existe a emissão de um evento do *back-end* para o *front-end*, fazendo com que um *dashboard* se atualize imediatamente. A emissão de eventos é realizada através da ferramenta EventEmitter do Node.js, responsável pelo envio e receção de mensagens.

Estando a comunicação entre o sistema e a base de dados assegurada, assim como a comunicação entre *back-end* e *front-end*, passamos à implementação dos componentes mais específicos. No que toca ao *front-end*, com a ajuda do Vue.js e da linguagem JavaScript, criamos 4 *dashboards* nos quais os elementos da Gamificação atuarão, sendo possível visualizar a evolução e o impacto que estes elementos têm na performance do sistema:

- Perfil Domínio. Este *dashboard* é responsável por demonstrar a evolução das estatísticas de um determinado domínio, assim como a performance dos utilizadores no que toca às questões deste domínio. Contém uma tabela com todas as estatísticas do domínio como o total de respostas, total de respostas erradas e corretas, taxa de acerto e número de utilizadores que já responderam a questões deste domínio. Apresenta também um *ranking* com as questões do domínio que mais são respondidas, um *ranking* com o top de utilizadores no que toca aos pontos, níveis e taxa de acerto e, por fim, dois gráficos – um que representa as respostas erradas e corretas e outro com a evolução dos pontos dos utilizadores desse domínio.

- Perfil Subdomínio. *Dashboard* que espelha as estatísticas de um subdomínio – total de respostas, número de utilizadores, respostas corretas e incorretas e taxa de acerto. Contém um *ranking* com

o top de questões mais respondidas do subdomínio e um gráfico que representa as respostas corretas e incorretas.

- Perfil Utilizador. É uma página do sistema que apresenta a informação mais relevante para a Gamificação, pois revela toda a sua evolução e performance, assim como as várias técnicas de Gamificação como os pontos e níveis. Assim, contém toda a informação do utilizador (nome, curso, domínio, pontos, níveis, melhor e pior sequência e posição no *ranking*), tabela com total de respostas, taxa de acerto, respostas corretas, incorretas e o seu respetivo gráfico, um *ranking* com o top de utilizadores e um gráfico de evolução do utilizador num período.

- Top *Rankings*. *Dashboard* que contém 4 *rankings* com o top de domínios e subdomínios mais respondidos, top de utilizadores com melhor taxa de acerto e top de questões mais vezes respondidas.

Já no *back-end*, começámos por definir os vários *schemas* relativos às coleções da base de dados e estabelecer a conexão com a base de dados usando o Mongoose. De seguida, passámos à implementação das funções que tratariam cada evento, ou seja, a chegada de uma resposta, representada por um documento JSON, ao sistema. Assim, aquando da chegada de uma resposta o sistema verifica se esta resposta já foi processada através de uma *flag*. Se não foi processada, extrai da resposta a questão específica e verifica em quais quizzes esta questão se encontra. Depois, verifica se o utilizador em questão respondeu a todas as questões específicas de um certo quiz. Se isto se verificar, processa cada uma das respostas, atualiza todos os campos, atribui as cartas e no final de processar todas as respostas, atualiza a informação relativa aos quizzes e atribui as cartas referentes aos quizzes, se assim for necessário. Se alguma destas verificações anteriores não se verificar, o processo volta ao início com o processamento de nova resposta. Quando uma resposta é processada, verificamos a veracidade da resposta e calculamos o tempo que o utilizador levou a responder à questão. Foi nesta função que delegámos a atualização dos outros componentes de acordo com a veracidade da resposta e do tempo. Após esta atualização, são atribuídas as cartas de desempenho.

Na função de *update* ao utilizador calculamos os novos valores para os campos do nível e dos pontos, atualizamos os valores do total de respostas, taxa de acerto, respostas corretas ou erradas se a resposta tiver sido errada, os históricos de pontos, taxa de acerto e nível. De acordo com o tempo gasto na resposta, atualizamos os campos referentes ao total de respostas dados nesse tempo específico e, por fim, damos *update* à melhor ou pior sequência tendo em conta a veracidade da resposta. A função que atualiza os domínios é mais simples. Atualizamos os valores das respostas corretas ou erradas de acordo com a veracidade da resposta, assim como a taxa de acerto, incrementamos o valor do campo do total de

questões e acrescentamos o *id* do utilizador ao *array* dos utilizadores, que responderam a questões do domínio caso este ainda não lá se encontre. Este processo é também feito na função de *update* aos subdomínios, uma vez que os seus campos são os mesmos que os dos domínios.

Já na função que atualiza as questões, são apenas atualizados os 4 campos das suas estatísticas, nomeadamente, a taxa de acerto, o total de respostas, o total de respostas certas e o total de respostas erradas, consoante se a resposta está correta ou não. Dentro da função de *update* ao utilizador procedemos também à atribuição das cartas aos utilizadores. Para isso, verificamos quais os critérios que melhor se adequam a cada utilizador tendo em conta toda a sua informação, a veracidade da resposta e do tempo gasto na resposta. Depois desta verificação comparamos as cartas que já foram atribuídas ao utilizador e procedemos à sua atribuição caso esta ainda não lhe pertença. Por fim, a função que atualiza os dados referentes à conclusão de um quiz e consequente atribuição de cartas. Assim que um utilizador finaliza um quiz, procedemos ao cálculo da percentagem de respostas corretas do utilizador nesse quiz. Se o quiz foi respondido 100% corretamente, atualizamos o campo do total de quizzes certos de um utilizador. Caso o quiz tenha uma percentagem de correção positiva atualizamos o campo total de quizzes positivos, caso contrário, o campo total de quizzes negativos. Para terminar, de acordo com as informações do utilizador e ao outcome do quiz, é atribuída ao utilizador as cartas referentes aos quizzes, de acordo com o critério correto.

Foi desta maneira que procedemos à implementação do sistema de Gamificação. Para além destes tópicos, criamos também as mensagens de Gamificação positivas e negativas, que foram apresentadas anteriormente na secção 5.2. A partir daqui conseguimos realizar o teste do sistema, a visualização dos dados de Gamificação e analisar a evolução de cada utilizador.

Capítulo 5

Análise de Resultados e Exemplos de Gamificação

5.1 Os Dashboards do Sistema

Para possibilitar a visualização dos dados de Gamificação e da evolução dos seus resultados foram implementados vários *dashboards* relacionados com os utilizadores, domínios e subdomínios. Estes *dashboards* permitirão visualizar os dados referentes a cada utilizador, cada domínio e subdomínio dentro do sistema, o que dará uma melhor perceção do impacto que a Gamificação tem nos seus utilizadores, assim como da evolução que provoca em cada aluno. Isso pode ser visto nos diferentes gráficos que existem nos *dashboards*. A criação do *dashboard* do perfil do utilizador (Figura 19 e Figura 20) tem como objetivo permitir visualizar toda a informação relativa a um utilizador, à sua posição no *ranking* de alunos, bem como à sua evolução no que diz respeito aos seus pontos, taxa de acerto e níveis. Deste modo, o utilizador pode comparar o seu desempenho com o de outros utilizadores, o que pode ser um fator de motivação.



Figura 19: *Dashboard* Perfil Utilizador - parte 1

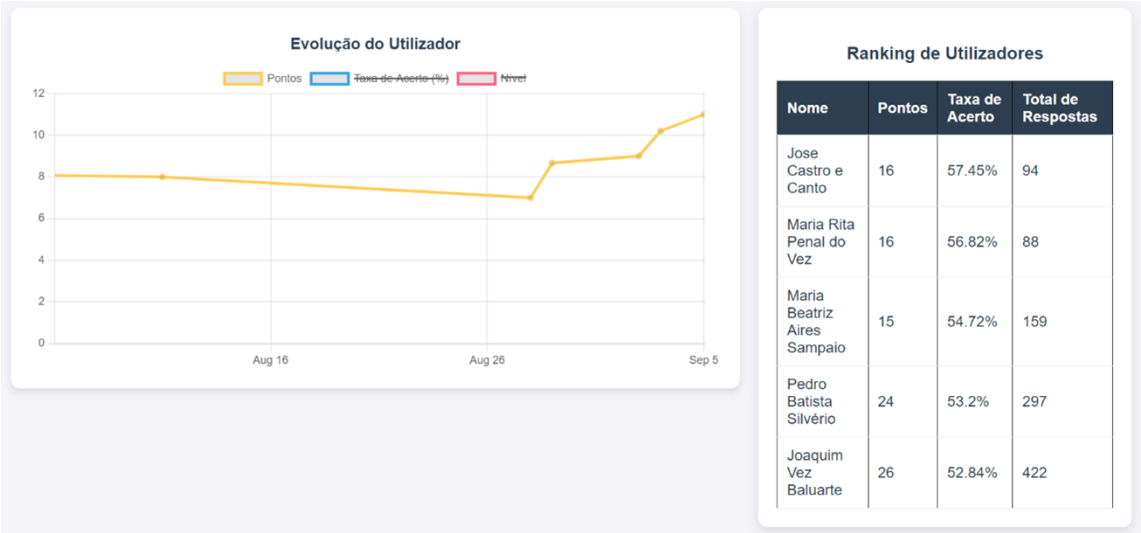


Figura 20: *Dashboard* Perfil Utilizador - parte 2

Os elementos gráficos dos *dashboards* das Figuras 19 e 20 permitem ao utilizador analisar a sua evolução ao longo do tempo, assim como lhe permitem ter uma melhor visão do seu progresso e verificar se está a ter um desempenho positivo ou negativo.

Após a construção do *dashboard* do utilizador, procedemos à criação do *dashboard* de domínio (Figura 21 e Figura 22). Neste *dashboard* podemos aceder a diversos elementos de dados relativos ao desempenho dos utilizadores num dado domínio de estudo, como o número de utilizadores, o número de questões respondidas, a taxa de acerto, o gráfico do desempenho dos utilizadores, o *ranking* de utilizadores e o *ranking* de perguntas. Além disso, conseguimos também verificar a evolução dos utilizadores num dado domínio.



Figura 21: *Dashboard* Perfil Domínio - parte 1

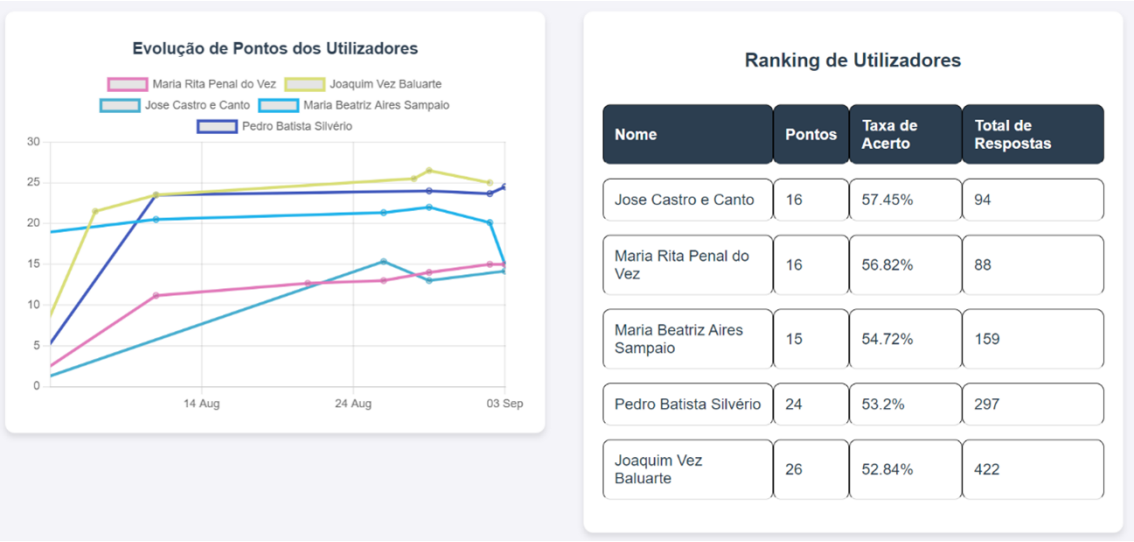


Figura 22: *Dashboard* Perfil Domínio - parte 2

No *dashboard* de um dado subdomínio (Figura 23) apresentamos algo mais simples: apenas um *ranking* com o top de questões mais respondidas de um subdomínio, uma tabela com as estatísticas do subdomínio e o gráfico correspondente.



Figura 23: *Dashboard* Perfil Subdomínio

Por último, o *dashboard* com os *rankings* (Figura 24) serve apenas para visualizar a evolução de todos os componentes do sistema, através de um top 5, com os melhores utilizadores/questões em termos de performance. Aqui os utilizadores podem ter uma melhor visualização da sua performance, podendo-a comparar com a dos seus colegas através do *ranking* dos utilizadores, bem como perceber quais os domínios, questões e subdomínios mais respondidos.

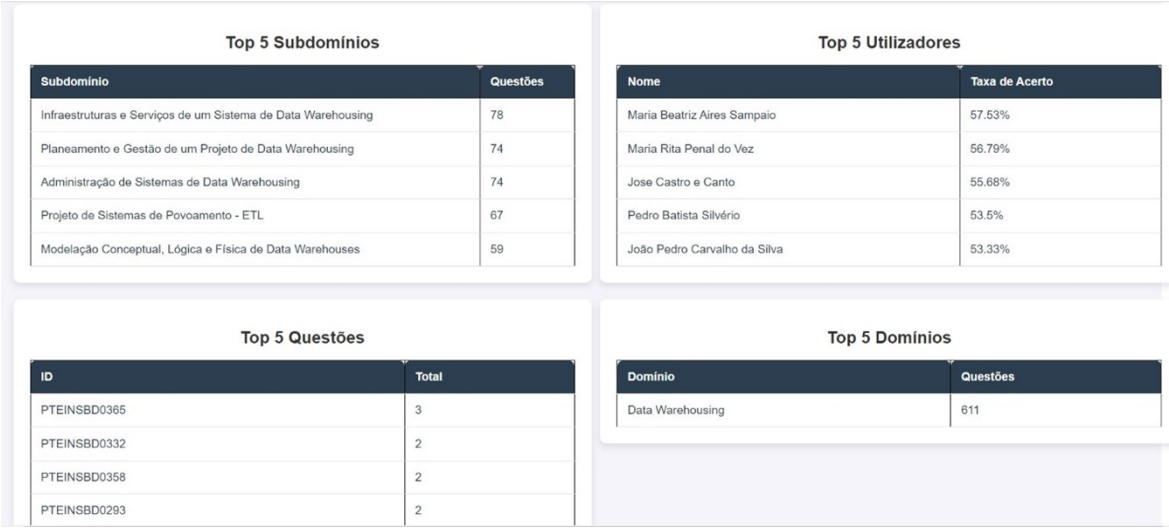


Figura 24: *Dashboard Rankings*

5.2 Mensagens de Gamificação

As mensagens de Gamificação são frases geradas pelo sistema de Gamificação que podem ser apresentadas ao utilizador antes deste responder uma questão. Estas mensagens contêm dados referentes à pergunta em questão ou aos utilizadores que a ela responderam. Têm como finalidade incentivar o utilizador a empenhar-se na tarefa, de forma a responder corretamente à questão que lhe é apresentada. Por exemplo, se a mensagem for "Sabias que pelo menos 50% dos teus colegas erraram esta pergunta?", isto faz com que o utilizador ganhe a motivação necessária para não querer fazer parte dos 50% que erraram a pergunta. Obviamente que esta pergunta também poderia ser realizada ao contrário. Estas mensagens podem ser negativas ou positivas de forma a incentivar a continuar, ou a melhorar a performance de um utilizador.

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. O sistema de Gamificação processa a informação e analisa os dados referentes às estatísticas da questão específica, do utilizador e de outros utilizadores. Verifica o *ranking*, os pontos, a melhor e a pior sequência, o total das respostas erradas e corretas e se o utilizador já tem uma certa carta no seu perfil. Relativamente à questão específica, o sistema verifica a taxa de acerto, o total de respostas erradas e corretas e a taxa de erro. Em relação aos outros utilizadores, apenas verifica se estes têm certas cartas nos seus perfis. Com esta análise, o sistema seleciona a frase adequada a lançar para o utilizador de forma aleatória, tendo sempre em conta a informação relativa à questão, ao utilizador e aos seus colegas, e escolhe a melhor frase para o momento, seja ela positiva ou negativa. O processo de geração destas mensagens e

as diversas mensagens que podem ser criadas, estão representadas no diagrama apresentado na Figura 25.

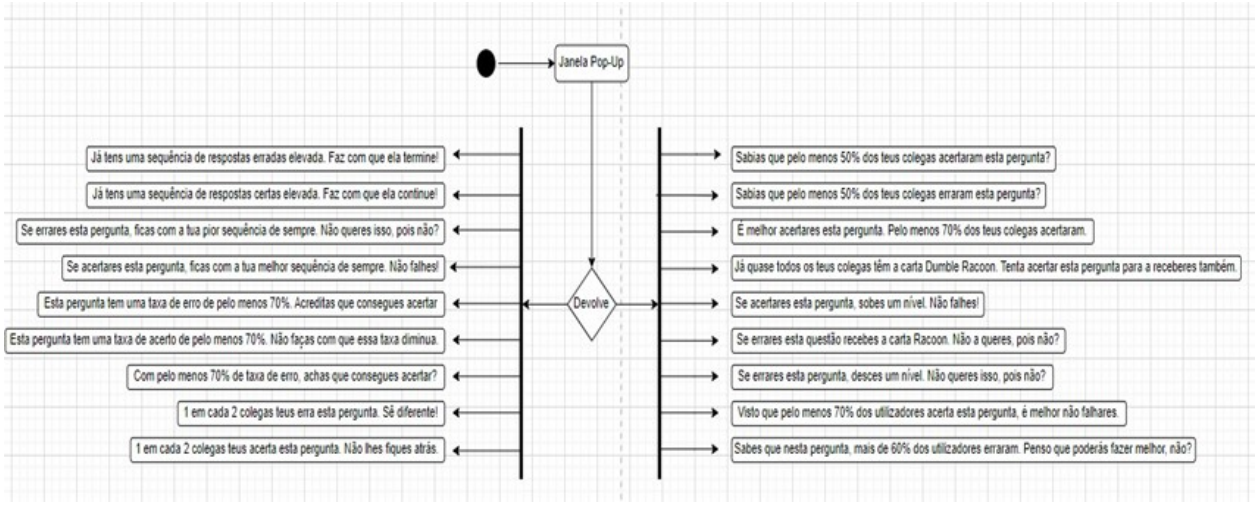


Figura 25: Processo de geração das mensagens de Gamificação

Após o sistema de Gamificação ter definido a mensagem a apresentar ao utilizador antes de responder à questão, este apresenta-a ao utilizador juntamente com a questão em causa, numa janela *pop-up* (Figura 26 e Figura 27).



Figura 26: Primeiro exemplo de uma Mensagem de Gamificação



Figura 27: Segundo exemplo de uma Mensagem de Gamificação

5.3 Exemplos e Resultados da Gamificação

Após a implementação de todas as componentes do sistema, procedemos ao teste do sistema para conseguir visualizar o impacto da Gamificação e a evolução dos vários utilizadores. Assim, integramos na base de dados um documento JSON com várias respostas geradas aleatoriamente através de um *script* e simulámos o seu lançamento, apresentando ao sistema uma resposta a cada 10 segundos. À medida que as respostas são recebidas vão sendo processadas e os dados dos diferentes componentes atualizados. Desta forma, nas figuras seguintes mostramos as diferenças que a Gamificação tem em todos os componentes e nos seus dados, tendo sempre em conta que todos estes *dashboards* são atualizados em tempo real após qualquer atualização que seja realizada na base de dados do sistema.

Na Figura 28 e na Figura 29 podemos observar as diferenças no *dashboard* do perfil de um utilizador. Após a resposta a um quiz, a tabela das estatísticas foi atualizada, tendo o utilizador acertado duas questões e errado uma. Desta forma, a taxa de acerto subiu, o número de pontos aumentou e a posição do utilizador no *ranking* também melhorou.



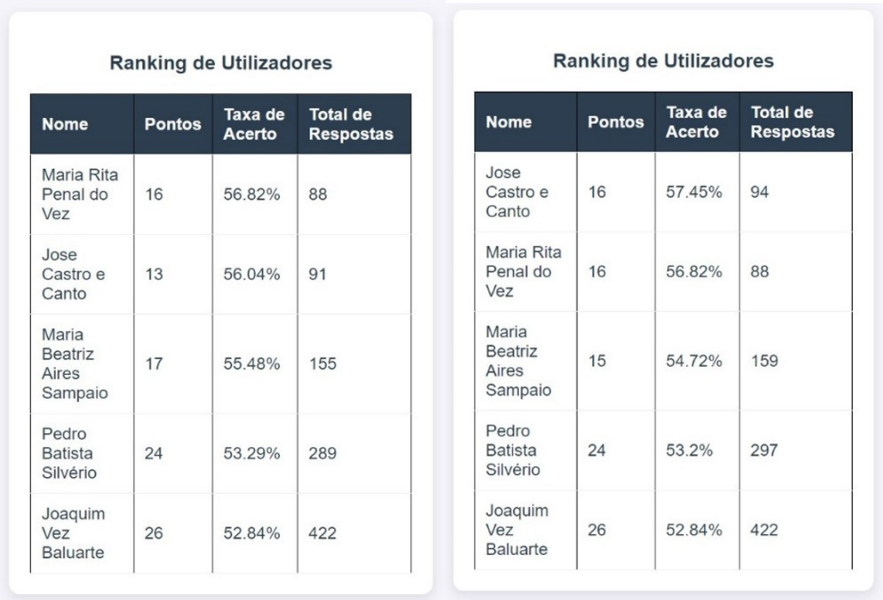
Figura 28: *Dashboard* do Utilizador antes de responder a um quiz



Figura 29: *Dashboard* do Utilizador após responder a um quiz

Na Figura 30, temos o exemplo do impacto da Gamificação num *ranking* de utilizadores que pode ser

visualizado no perfil de um utilizador. Após várias respostas a vários quizzes, a posição de dois utilizadores do sistema foi alterada. Os utilizadores cuja posição no *ranking* melhorou, terão neste *ranking* o reflexo de que o trabalho árduo traz bons resultados e poderão sentir a sua confiança a aumentar. Já os utilizadores cuja posição no *ranking* baixou, poderão utilizar este *ranking* como uma motivação extra para melhorar os seus resultados e, desta forma, não descer mais a sua posição no *ranking* e manterem-se à frente dos seus colegas.



Ranking de Utilizadores

Nome	Pontos	Taxa de Acerto	Total de Respostas
Maria Rita Penal do Vez	16	56.82%	88
Jose Castro e Canto	13	56.04%	91
Maria Beatriz Aires Sampaio	17	55.48%	155
Pedro Batista Silvério	24	53.29%	289
Joaquim Vez Baluarte	26	52.84%	422

Ranking de Utilizadores

Nome	Pontos	Taxa de Acerto	Total de Respostas
Jose Castro e Canto	16	57.45%	94
Maria Rita Penal do Vez	16	56.82%	88
Maria Beatriz Aires Sampaio	15	54.72%	159
Pedro Batista Silvério	24	53.2%	297
Joaquim Vez Baluarte	26	52.84%	422

Figura 30: *Ranking* dos Utilizadores antes e depois de várias respostas

Também no perfil de um utilizador é possível verificar a evolução do nível no qual está um utilizador, os seus pontos e a sua taxa de acerto. O gráfico da evolução do seu desempenho permite ao utilizador verificar a sua evolução ao longo do tempo, perceber se a sua performance tem vindo a decair ou a melhorar. Funciona, assim, como mais um fator que pode contribuir para o aumento da motivação e da concentração de um utilizador, pois se a sua performance piorou, este quererá que os seus resultados melhorem, para que o gráfico reflita uma melhoria contínua nos seus resultados. Nas Figuras 31 e 32 é possível observar a diferença nos gráficos de performance no que toca aos pontos de um utilizador, após este ter respondido a vários quizzes.



Figura 31: Gráfico de evolução dos pontos de um utilizador antes das respostas



Figura 32: Gráfico de evolução dos pontos de um utilizador depois das respostas

Nas Figuras 33 e Figura 34, apresentamos as alterações que o *dashboard* de domínio sofre depois da resposta a um quiz. Desta forma, a tabela das estatísticas de domínio foi completamente atualizada, com o total de respostas a aumentar em dois valores - uma resposta correta e outra incorreta -, resultando na manutenção da taxa de acerto.



Figura 33: *Dashboard* do Domínio antes de uma resposta a um quiz



Figura 34: *Dashboard* do Domínio depois de uma resposta a um quiz

Também o *dashboard* da evolução dos utilizadores e o *ranking* de utilizadores do domínio sofreu algumas alterações após a resposta a vários quizzes por parte de vários utilizadores. A Figura 35 ilustra o *dashboard* antes das respostas aos quizzes e a Figura 36 ilustra o *dashboard* após as respostas aos quizzes. Os utilizadores que se encontram no top 5 do domínio não se alteraram, mas algumas das suas posições sim. Assim, aqueles que perderam posições no *ranking* terão de se esforçar mais para regressar à sua posição e melhorar a sua performance. Já os utilizadores que subiram no *ranking* terão de manter os bons níveis de resultados para conseguir manter ou melhorar a sua posição. Este *ranking*, assim como o gráfico de evolução, pode funcionar como uma motivação extra para todos os utilizadores e um fator de comparação com os seus colegas.

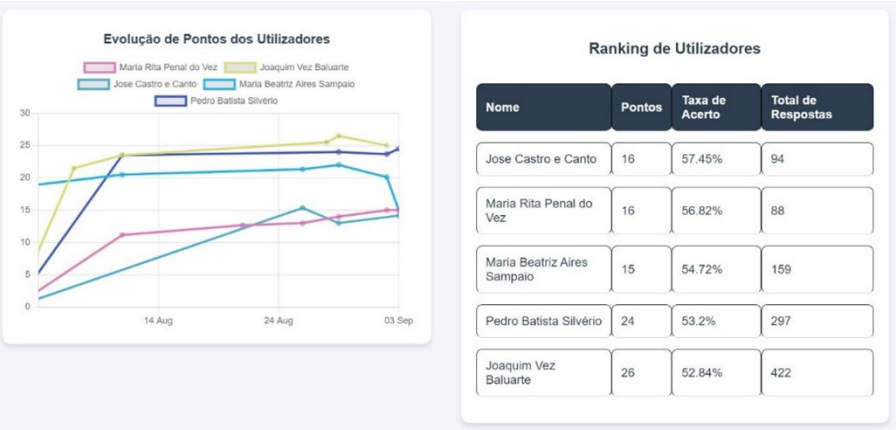


Figura 35: Gráfico de evolução e *ranking* dos utilizadores antes das respostas

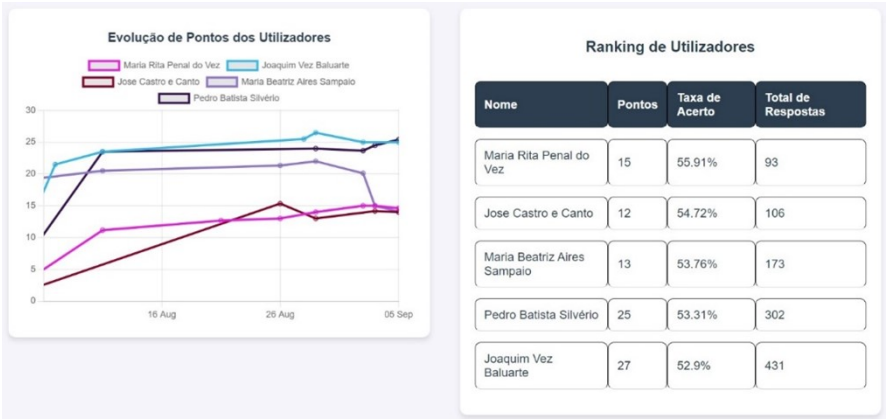


Figura 36: Gráfico de evolução e *ranking* dos utilizadores depois das respostas

Na Figura 37 e Figura 38, apresentamos o impacto da Gamificação no *dashboard* de um subdomínio. Assim, após a resposta a um quiz cujo subdomínio seja o apresentado nas figuras, a sua tabela de estatísticas é atualizada, tendo o número total de respostas aumentado em 3 respostas. Dessas respostas, duas foram erradas e uma foi correta. Desta forma, a taxa de acerto diminui.



Figura 37: *Dashboard* do Subdomínio antes de uma resposta a um quiz



Figura 38: *Dashboard* do Subdomínio depois de uma resposta a um quiz

Para além dos resultados apresentados no nosso sistema de Gamificação, o estudo das referências bibliográficas permitiu-nos ter uma noção ainda melhor do impacto que estes modelos de Gamificação podem ter na aprendizagem e aferição do conhecimento dos alunos. O estudo realizado por Smiderle et al. (2020), na segunda parte de 2018, num período de 4 meses, teve como objetivo identificar o impacto de um sistema de Gamificação num contexto educacional. Neste estudo, participantes que utilizaram um ambiente baseado em jogos apresentaram uma média maior de pontos, *badges* e mais *logins* efetuados do que aquele que o grupo não gamificado obteve. No entanto, não existiram resultados significativos que mostrem que o grupo gamificado estivesse mais envolvido que o grupo não gamificado. Ainda assim, participantes do grupo gamificado mostraram uma melhoria significativa na qualidade dos trabalhos submetidos, tendo obtido mais questões corretas. No que diz respeito à personalidade dos diferentes alunos, o estudo revelou que alunos introvertidos apresentaram mais pontos, recompensas e *logins* do que os alunos extrovertidos. Estes valores mostram, mais uma vez, a divergência em como diferentes personalidades são influenciadas pela Gamificação. Por último, os resultados académicos apresentados pelo grupo gamificado foram mais satisfatórios que os do grupo não gamificado (Smiderle et al., 2020).

Já Alshammari (2020) realizou um estudo que envolveu 58 alunos do sexo masculino, do 6º ano de escolaridade, de duas escolas na Arábia Saudita. O grupo de tratamento era composto por 28 alunos que utilizaram um sistema *e-learning* gamificado e o grupo de controlo composto por 30 alunos que seguiram o contexto tradicional de aprendizagem. As seis hipóteses do estudo estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Hipóteses experimentais do estudo (Alshammari, 2020)

Número	Hipóteses
1	Gamificação melhora os resultados da aprendizagem dos alunos
2	Gamificação aumenta os níveis de atenção dos alunos
3	Gamificação aumenta os níveis de pertinência dos alunos
4	Gamificação melhora os níveis de confiança dos alunos
5	Gamificação melhora os níveis de satisfação dos alunos
6	Gamificação melhora os níveis de motivação dos alunos

Nos resultados desse trabalho verificou-se uma diferença significativa entre o grupo de tratamento e o grupo de controlo para cada domínio de ensino e nos resultados gerais (Tabela 7). No geral, os resultados indicaram que o grupo de tratamento apresentou melhores resultados que o grupo de controlo, confirmando a hipótese 1 - a Gamificação melhora a aprendizagem dos estudantes e sugere que a aprendizagem gamificada produz melhores aprendizagens que os contextos educacionais tradicionais. Os resultados referentes aos níveis de atenção mostraram que não existe uma diferença significativa entre grupos, logo a hipótese 2 não se confirma neste estudo. Já nos resultados dos níveis de pertinência, existiu uma melhoria significativa entre grupos, logo a hipótese 3 é confirmada e sugere que um sistema de aprendizagem gamificado produz melhores resultados em termos de níveis de relevância que um sistema de educação tradicional. No que diz respeito aos níveis de confiança, não houve diferenças significativas, ao contrário dos níveis de satisfação, em que foi revelado uma diferença entre os grupos de tratamento e de controlo. Por último, os níveis de motivação indicaram que também existiu uma melhoria acentuada entre o grupo de tratamento e o grupo de controlo. Desta forma, a hipótese 4 não foi confirmada. Porém, as hipóteses 5 e 6 sim. Isso mostrou que um sistema de Gamificação pode, de facto, melhorar os níveis de satisfação e motivação (Alshammari, 2020).

Tabela 7: Resultados das hipóteses (Alshammari, 2020)

Número	Hipóteses	Suporta
1	Gamificação melhora os resultados da aprendizagem dos alunos	Sim
2	Gamificação aumenta os níveis de atenção dos alunos	Não
3	Gamificação aumenta os níveis de pertinência dos alunos	Sim
4	Gamificação melhora os níveis de confiança dos alunos	Não
5	Gamificação melhora os níveis de satisfação dos alunos	Sim
6	Gamificação melhora os níveis de motivação dos alunos	Sim

Estes estudos, assim como os resultados apresentados pelo sistema que desenvolvemos, enfatizam a importância tanto do ambiente de Gamificação quanto do perfil dos utilizadores do sistema. Estes dois aspetos desempenham um papel importante na determinação do impacto da integração da Gamificação em sistemas de *e-learning* como uma ferramenta de motivação (Sailer et al., 2017).

Capítulo 6

Conclusões e Trabalho futuro

6.1 Conclusões

Toda a literatura estudada aponta a Gamificação como uma importante estratégia para incentivar e motivar grupos de pessoas. O uso de elementos, mecânicas e técnicas de jogos em contextos educacionais permitem a resolução de problemas relacionados com o interesse e o *engagement* de um aluno, assim como uma boa forma de aferição de conhecimentos e de avaliação. Estas vantagens levaram à aplicação prática da Gamificação em sistemas de ensino (Fardo, 2013). O conceito de competição leva também a um maior interesse e a um consumo generalizado de um jogo. A transposição desta mecânica para um contexto de ensino aumenta o envolvimento, motivação e interesse dos alunos em alcançar os objetivos.

Nesta dissertação desenvolvemos um sistema de Gamificação para integração numa plataforma de avaliação de conhecimento com esse mesmo objetivo - o de aumentar o interesse de um aluno pelo estudo e incentivá-lo a tentar o seu melhor para alcançar os objetivos de um certo domínio. Com isto, criámos um sistema que contribui, em particular, para aumentar a motivação e envolvimentos dos alunos, criar uma competição saudável entre os alunos, facilitar a avaliação dos alunos e acompanhar de forma constante a performance e evolução dos alunos.

Para alcançar estes resultados, foi necessária uma seleção e um estudo cuidado das diferentes técnicas de Gamificação, tendo em vista a personalidade e as caraterísticas de cada aluno. Com a ajuda da literatura estudada, implementamos várias das técnicas que estudámos. Aquelas revelaram os melhores resultados foram:

- Gráficos de Performance – São utilizados, normalmente, em jogos de simulação e estratégia e fornecem informação sobre a performance dos jogadores comparando-a com a sua performance anterior (Sailer et al., 2017). Neste caso, não existe comparação entre jogadores diferentes, mas sim com a sua própria performance ao longo do tempo. Ao focar-se na performance de um jogador

durante um período, favorecem melhorias.

- Níveis e Pontos - São considerados uma parte essencial de um mundo de Gamificação e um requisito absoluto para todos os sistemas de Gamificação (Zichermann and Cunningham, 2011). Os jogos modernos, usualmente, apresentam técnicas em que os jogadores são introduzidos a níveis simples, inicialmente, para encorajar ao seu progresso.

- Tabelas de Classificação - Organizam os seus jogadores de acordo com o seu relativo sucesso, avaliando-os através de um certo critério de sucesso (Costa et al., 2013). Podem ajudar a determinar quem tem uma melhor performance em certa atividade e são um indicador do progresso competitivo que relaciona a performance de um jogador com a dos outros.

A construção dos *dashboards* e das mensagens de Gamificação foram determinantes para que o módulo de Gamificação estivesse operacional e a conseguir realizar o seu objetivo principal - motivar os utilizadores a continuarem o seu estudo. Os *dashboards* permitem aos utilizadores visualizarem os seus dados, a sua evolução ao longo do tempo e comparar os seus resultados e performance com os seus colegas. As mensagens enviadas têm como finalidade de, quando o utilizador está a responder a uma questão, mostrar dados aos utilizadores que impulsionem a vontade de melhorarem o seu desempenho.

Concluído o sistema de Gamificação, podemos dizer que conseguimos atingir os diferentes objetivos traçados inicialmente para este trabalho de dissertação, desenvolvendo um sistema de Gamificação que integra grande parte das técnicas de Gamificação estudadas, assim como disponibiliza um conjunto de *dashboards* que demonstram, claramente, o progresso e evolução dos dados dos vários componentes de Gamificação implementados. No entanto, tivemos algumas dificuldades ao longo do processo de desenvolvimento do sistema. De realçar a dificuldade em implementar a lógica dos quizzes, uma vez que isso implicou a criação de um elevado número de quizzes na base de dados do sistema, de forma a ser possível testar esta lógica. O facto de também não ser possível integrar completamente o sistema de Gamificação na plataforma constituiu um entrave à sua realização, uma vez que, esta plataforma não se encontra completamente finalizada. Para finalizar, apesar de não conseguirmos integrar completamente o sistema de Gamificação, o estudo realizado e a literatura revista são uma garantia que o modelo de Gamificação com a ajuda da plataforma podem, de facto, constituir uma ferramenta muito interessante para uso educacional, podendo garantir uma melhor aferição do conhecimento e avaliação dos alunos.

6.2 Algumas Perspetivas para trabalho futuro

Com a conclusão da implementação do módulo de Gamificação foi possível verificar que ainda há um longo caminho a percorrer. Embora o modelo de Gamificação implementado no sistema 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, existe a necessidade de avaliar, na prática, o modelo de Gamificação nos processos de aprendizagem e ensino de um conjunto de utilizadores. Assim, o ideal seria o teste da plataforma e do sistema numa amostra significativa de utilizadores junto dos quais se observaria a evolução da sua motivação, concentração, empenho e performance. Para além deste aspeto apontado, o modelo de Gamificação pode ser aperfeiçoado. Alguns dos aspetos que consideramos pertinentes para melhorar o sistema agora implementado são os seguintes:

- Ampliar a quantidade de mensagens de Gamificação e otimizar o modo como estas são selecionadas e lançadas no sistema.
- Melhorar os *dashboards*, tornando-os mais apelativos e esteticamente agradáveis.
- Expandir a base de dados, sobretudo no que diz respeito à quantidade de utilizadores que responderam a quizzes inteiros.

Bibliografia

R. S. Alsawaier. The effect of gamification on motivation and engagement. *International Journal of Information and Learning Technology*, 35(1):56–79, 2018.

Mohammad T. Alshammari. Evaluation of gamification in e-learning systems for elementary school students. *TEM Journal*, 9(2):806–813, 2020.

I. Andreev. Gamification, 2023. URL https://www.valamis.com/hub/gamification.

J. Antin. Gamification is not a dirty word. *Interactions*, 19(4):14–16, 2012.

G. Barata, S. Gama, J. Jorge, and D. Gonçalves. Improving participation and learning with gamification. In *International Conference on Gameful Design, Research, and Applications*, pages 10–17. ACM, 2013.

R. Bartle. Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds, 1996. Available at: https://mud.co.uk/richard/hcds.htm.

Belo, O, 2019.

K. Berkling and C. Thomas. Gamification of a software engineering course. In *International Conference on Interactive Collaborative Learning*, pages 525–530. IEEE, 2013.

Blizzard Entertainment. World of warcraft [electronic game], 2004. URL https://www.worldofwarcraft.com/. PC.

I. Blohm and J. M. Leimeister. Gamification. *Business & Information Systems Engineering*, 5:275–278, 2013. doi: 10.1007/s12599-013-0273-5.

S.d.S. Borges, H.M. Reis, V.H. Durelli, I.I. Bittencourt, P.A. Jaques, and S. Isotani. Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático. In *Brazilian Symposium on Computers in Education*, page 234, 2013. doi: 10.5753/cbie.sbie.2013.234.

M. Buljan. Gamification for learning: Strategies and examples, 2021. URL https://elearningindustry.com/gamification-for-learning-strategies-and-examples. eLearning Industry.

J. C. Burguillo. Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*, 55(2):566–575, 2010. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.018.

Joseph A. Cafazzo, Marc Casselman, Narman Hamming, Debra K. Katzman, and Mark R. Palmert. Design of an mhealth app for the self-management of adolescent type 1 diabetes: A pilot study. *Journal of Medical Internet Research*, 14(3):e70, 2012. doi: 10.2196/jmir.2058. URL https://www.jmir.org/2012/3/e70.

H. Caton and D. Greenhill. Rewards and penalties: A gamification approach for increasing attendance and engagement in an undergraduate computing module. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 4(3):1–12, 2014.

J.W. Chang and H.Y. Wei. Exploring engaging gamification mechanics in massive online open courses. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2):177–203, 2016.

J. Chen and M. Liang. Play hard, study hard? the influence of gamification on students' study engagement. *Frontiers in Psychology*, 13, 2022.

Y.K. Chou. Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards, 2013. Available at: https://www.yukaichou.com.

K. R. Christy and J. Fox. Leaderboards in a virtual classroom: A test of stereotype threat and social comparison explanations for women's math performance. *Computers & Education*, 78:66–77, 2014. doi: 10.1016/j.compedu.2014.05.005.

D. Codish and G. Ravid. Personality based gamification-educational gamification for extroverts and introverts. In *CHAIS Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies*, volume 1, pages 36–44, 2014. URL https://www.openu.ac.il/innovation/chais2014/download/E2-2.pdf.

T.M. Connolly, E.A. Boyle, E. MacArthur, T. Hainey, and J.M. Boyle. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2):661–686, 2012. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.004.

S. Consolvo, P. Klasnja, D.W. McDonald, D. Avrahami, J. Froehlich, L. LeGrand, R. Libby, K. Mosher, and J.A. Landay. Flowers or a robot army? encouraging awareness and activity with personal, mobile display. In *UbiComp 2008: Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous Computing*, pages 54–63. ACM Press, 2008. doi: 10.1145/1409635.1409644.

J. P. Costa, R. R. Wehbe, J. Robb, and L. E. Nacke. Time's up: Studying leaderboards for engaging punctual behaviour. In *Gamification 2013: 1st International Conference on Gameful Design, Research, and Applications*, Stratfort, 2013. doi: http://dx.doi.org/10.1145/2583008.2583012.

Crowdtap. Crowdtap [marketing platform], 2011. URL https://crowdtap.com/.

S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, pages 9–15, 2011.

Christo Dichev and Darina Dicheva. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, 12 2017. doi: 10.1186/s41239-017-0042-5.

D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre, and G. Angelova. Gamification in education: a systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18:75–88, 2015.

A. Domínguez, J. Saenz-De-Navarrete, L. De-Marcos, L. Fernández-Sanz, C. Pagés, and J. Martínez-Herráiz. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers and Education*, 63: 380–392, 2013.

Duolingo. Duolingo, 2024. URL https://www.duolingo.com/. Accessed 20 June 2024.

N.Y. Education. Department of education, 2015–2016.

M. Ekici. A systematic review of the use of gamification in flipped learning. *Education and Information Technologies*, 26:3327–3346, 2021. doi: 10.1007/s10639-021-10423-4.

Elsevier. Sciencedirect, 2024. URL https://www.sciencedirect.com/.

everthing2com. everything2, 2015. Available at: http://everything2.com/title/Bartle+Test.

F. Faiella and M. Ricciardi. Gamification and learning: A review of issues and research. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 2015. URL http://doi.org/10.20368/je-lks.v11i3.1072.

M.L. Fardo. A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem. Master's thesis, Universidade de Caxias do Sul, 2013. URL https://repositorio.ucs.br/handle/11338/457.

M. Featherstone and J. Habgood. Unicraft: Exploring the impact of asynchronous multiplayer game elements in gamification. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127:150–168, 2018.

J. Filippou, C. Cheong, and F. Cheong. Improving study habits using a behaviour change framework incorporating social motivation and gamification. In *Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems, PACIS 2014 Proceedings*, page 264, 2014. URL http://aisel.aisnet.org/pacis2014/264.

Z. J. Fitz-Walter. *Achievement unlocked: Investigating the design of effective gamification experiences for mobile applications and devices*. Doctoral dissertation, Queensland University of Technology, 2015.

D. Folmar. *Game it up: Using Gamification to Incentivize your Library*. Rowman & Littlefield, Lanham, MD, 2015.

Foursquare. Foursquare [electronic game], 2009. URL https://foursquare.com/.

J. P. Gee. *What Video Games have to Teach us about Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan, New York, NY, 2003.

Ian Gibson, David Rosen, and Brent Stucker. *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing, second edition*. 01 2015. ISBN 978-1-4939-2112-6. doi: 10.1007/978-1-4939-2113-3.

B. Gnauk, L. Dannecker, and M. Hahmann. Leveraging gamification in demand dispatch systems. In *Proceedings of the 2012 Joint EDBT/ICDT Workshops*, pages 103–110. ACM, 2012.

L.R. Goldberg. The development of markers for the big-five factor structure. *Psychological Assessment*, 4 (1):26–42, 1992.

Google. Google scholar, 2024. URL https://scholar.google.com/.

Lassi Haaranen, Petri Ihantola, Lasse Hakulinen, and Ari Korhonen. How (not) to introduce badges to online exercises. pages 33–38, 03 2014. ISBN 9781450326056. doi: 10.1145/2538862.2538921.

J. Hamari and J. Koivisto. Why do people use gamification services? *International Journal of Information Management*, 35:419–431, 2015. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2015.04.006.

M.D. Hanus and J. Fox. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers and Education*, 80:152–161, 2015.

K. Huotari and J. Hamari. Defining gamification: A service marketing perspective. In *Proceedings of the 16th International Academic MindTrek Conference*, Tampere, Finland, 2012.

Institute of Education Sciences. Eric - education resources information center, 2024. URL https://eric.ed.gov/.

Institute of play: Quest to Learn. Institute of play: Quest to learn, 2008. URL www.instituteofplay.org/work/projects/questschools/quest-to-learn/.

J. Jang, J.J.Y. Park, and M.Y. Yi. Gamification of online learning. In C. Conati, N. Heffernan, A. Mitrovic, and M.F. Verdejo, editors, *Artificial Intelligence in Education*, pages 646–649. Springer, Cham, 2015.

Javascript. Javascript, 2024. URL https://www.javascript.com/. Accessed 26 August 2024.

Y. Jia, B. Xu, Y. Karanam, and S. Voida. Personality-targeted gamification: a survey study on personality traits and motivational affordances. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '16*, pages 2001–2013. ACM, 2016. doi: 10.1145/2858036.2858515.

Kahoot. Kahoot, 2024. URL https://kahoot.com/. Accessed 20 June 2024.

K. M. Kapp. *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer, San Francisco, 2012.

E. Ke. A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. In R.E. Ferdig, editor, *Effective electronic gaming in education*, pages 1–32. Information Science Reference, Hershey, 2009.

A. Keeler. Beyond the worksheet: playsheets, gbl, and gamification. *Edutopia*, pages 1–3, 2014. URL www.edutopia.org/blog/beyond-worksheet-playsheets-gbl-gamification-alice-keeler.

A.J. Kim. Innovate with game thinking, 2014. URL http://amyjokim.com/blog/2014/02/28/beyond-player-types-kims-social-action-matrix/. Amy Jo Kim, January 15.

S. Kim, K. Song, B. Lockee, and J. Burton. What is gamification in learning and education? In Springer, editor, *Gamification in Learning and Education*, pages 25–38. Cham, 2018.

A. Knutas, J. Ikonen, U. Nikula, and J. Porras. Increasing collaborative communications in a programming course with gamification: a case study. In *Proceedings of the 15th International Conference on Computer Systems and Technologies*, pages 370–377. ACM, 2014. doi: 10.1145/2659532.2659620.

J. Koivisto and J. Hamari. Demographic differences in perceived benefits from gamification. *Computers in Human Behavior*, 35:179–188, 2014. doi: 10.1016/j.chb.2014.03.007.

M. Krause, M. Mogalle, H. Pohl, and J.J. Williams. A playful game changer: Fostering student retention in online education with social gamification. In *Proceedings of the ACM Conference on Learning@ Scale*, pages 95–102. ACM, 2015. doi: 10.1145/2724660.2724665.

G. D. Kuh. The national survey of student engagement: conceptual and empirical foundations. *New Directions for Institutional Research*, 2009(141):5–20, 2009. doi: 10.1002/ir.283.

B. Kumar and P. Khurana. Gamification in education: Learn computer programming with fun. *International Journal of Computers and Distributed Systems*, 2(1):46–53, 2012.

E. Lawley. Games as an alternate lens for design. *Interactions*, 19(4):16, 2012.

Firas Layth Khaleel, Noraidah Ashaari, Tengku Siti Meriam Tengku Wook Tengku Wook, and Amirah Ismail. Gamification elements for learning applications. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6, no. 6, 2016., 12 2016. doi: 10.18517/ijaseit.6.6.1379.

N. Lazzaro. Why we play games: Four keys to more emotion without story. Technical report, XEODesign, Inc., 2004.

M. Leaning. A study of the use of games and gamification to enhance student engagement, experience, and achievement on a theory-based course of an undergraduate media degree. *Journal of Media Practice*, 16(2):155–170, 2015. doi: 10.1080/14682753.2015.1041807.

J.J. Lee and J. Hammer. Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2):1–5, 2011.

Y. Liu, T. Alexandrova, and T. Nakajima. Gamifying intelligent environment. In *Proceedings of the 2011 International ACM Workshop on Ubiquitous Meta User Interfaces*, pages 7–12. ACM, 2011.

J. Lumby. Enjoyment and learning: policy and secondary school learners' experience in england. *British Educational Research Journal*, 37:247–264, 2011. doi: 10.1080/01411920903540680.

A. Marczewski. *Gamification: A simple introduction & a bit more – tips, advice and thoughts on gamification (2nd ed.)*. Self-published, 2013.

J. McGonigal. *Reality is Broken: Why Games Make us Better and How They can Change the World*. Penguins Press, New York, NY, 2011.

MongoDB. Mongodb, 2024. URL https://www.mongodb.com/. Accessed 26 August 2024.

MongoDB Compass. Mongodb compass, 2024. URL https://www.mongodb.com/products/compass. Accessed 26 August 2024.

Mongoose. Mongoose, 2024. URL https://mongoosejs.com. Accessed 20 June 2024.

NextJump. Nextjump [e-commerce platform], 1999. URL https://www.nextjump.com/.

S. Nicholson. A recipe for meaningful gamification. In Springer, editor, *Gamification in Education and Business*, pages 1–20. Cham, 2015.

Object Management Group. Business process model and notation (bpmn) version 2.0, 2019. URL https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF.

K. Ofosu-Ampong. The shift to gamification in education: A review on dominant issues. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1):113–137, 2020.

B. Osatuyi, T. Osatuyi, and R. de la Rosa. Systematic review of gamification research in is education: A multi-method approach. *Communications of the Association for Information Systems*, 42(1):5, 2018.

Pai, A., 2011.

K. Palaniappan and N. Md Noor. Gamification strategy to support self-directed learning in an online learning environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17(03):104–116, 2022. doi: 10.3991/ijet.v17i03.27489. URL https://doi.org/10.3991/ijet.v17i03.27489.

A. Pandey. 6 killer examples of gamification in elearning (updated in 2020), 2015. URL https://elearningindustry.com/6-killer-examples-gamification-in-elearning. eLearning Industry.

O. Pedreira, F. García, N. Brisaboa, and M. Piattini. Gamification in software engineering–a systematic mapping. *Information and Software Technology*, 57:157–168, 2015.

N. Pelling. The (short) prehistory of "gamification" ... funding startups (other impossibilities), 2011. URL https://nanodome.wordpress.com/2011/08/09/the-short-prehistory-of-gamification/.

M. Prensky. *Digital Game-Based Learning*. McGraw Hill, New York, NY, 2001.

R. Raymer. Gamification: Using game mechanics to enhance elearning. *eLearn Magazine*, 2011. URL http://elearnmag.acm.org/featured.cfm?aid=2031772.

B. Reeves and J. L. Read. *Total Engagement: Using games and virtual worlds to change the way people work and businesses compete*. Harvard Business School Press, Boston, 2009.

K. Richardson. Speed camera lottery wins vw fun theory contest, 2010. URL https://archive.nytimes.com/wheels.blogs.nytimes.com/2010/11/30/speed-camera-lottery-wins-vw-fun-theory-contest/. The New York Times.

G. Richter, D. Raban, and S. Rafaeli. *Studying gamification: the effect of rewards and incentives on motivation*, pages 21–46. Springer, Cham, 2015.

J. Roday, D. Spencer, and J. Kahn. Psych [television series], 2006–2014. USA Network.

Rovio Entertainment. Angry birds [electronic game], 2009. URL https://www.rovio.com/. iOS.

RTS RecycleBank, LLC. Recyclebank [recycling program], 2004. URL https://recyclebank.com/.

R. M. Ryan and E. L. Deci. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 2000. doi: https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020.

SAGE Publications. About sage, 2024. URL https://us.sagepub.com/en-us/nam/about-sage.

M. Sailer, J. Hense, K. Mayr, and H. Mandl. How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 2017.

M. Salanova, W. Schaufeli, I. Martínez, and E. Bresó. How obstacles and facilitators predict academic performance: the mediating role of study burnout and engagement. *Anxiety Stress Coping*, 23:53–70, 2010. doi: 10.1080/10615800802609965.

P. C. Schlechty. *Shaking up the Schoolhouse: How to Support and Sustain Educational Innovation*. Jossey-Bass, San Francisco, CA, 2001.

S. Schobel and M. Söllner. How to gamify information systems-adapting gamification to individual user preferences. In *Proceedings of the 24th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Istanbul, Turkey, 2016.

L. Sheldon. *Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game*. Cengage Learning, Boston, MA, 2011.

J. Simões, R.D. Redondo, and A.F. Vilas. A social gamification framework for a k-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2):345–353, 2013.

E. A. Skinner and M. J. Belmont. Motivation in the classroom: reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of Educational Psychology*, 85(4):571–581, 1993.

R. Smiderle, Sandro J. Rigo, Leonardo B. Marques, Jorge A. Peçanha de Miranda Coelho, and Patricia A. Jaques. The impact of gamification on students' learning, engagement and behavior based on their personality traits. *Smart Learning Environments*, 7(1), 2020.

M.R. Souza, L. Veado, R.T. Moreira, E. Figueiredo, and H. Costa. A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education. *Information and Software Technology*, 95:201–218, 2018.

A. Stott and C. Neustaedter. Analysis of gamification in education, 2013. URL http://clab.iat.sfu.ca/pubs/Stott-Gamification.pdf. Accessed February 4, 2024.

J. Swacha. State of research on gamification in education: a bibliometric survey. *Education Sciences*, 11: 69, 2021. doi: 10.3390/educsci11020069.

Jennifer Thom-Santelli, David Millen, and Joan DiMicco. Removing gamification from an enterprise sns. pages 1067–1070, 02 2012. doi: 10.1145/2145204.2145362.

Todor Vlad and Dan Pitica. The gamification of the study of electronics in dedicated e-learning platforms. pages 428–431, 05 2013. doi: 10.1109/ISSE.2013.6648287.

Vue. Vue, 2024. URL https://vuejs.org/. Accessed 20 June 2024.

K. Werbach. (re)defining gamification: A process approach. In *Persuasive Technology*, volume 8462, pages 266–272. Springer, 2014. doi: 10.1007/978-3-319-07127-5_23.

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

N. Whitton and A. Moseley. *Using Games to Enhance Learning and Teaching: A Beginner's Guide*. Taylor and Francis, London, 2010.

Yousician. Yousician, 2024. URL https://www.yousician.com/. Accessed 20 June 2024.

G. Zichermann. Fun is the future: mastering gamification, 2010. URL www.youtube.com/watch?v=6O1gNVeaE4g. Google Tech Talk, October 26.

G. Zichermann. 7 winning examples of game mechanics in action, 2011. URL https://mashable.com/archive/7-winning-examples-of-game-mechanics-in-action. Mashable.com.

G. Zichermann and C. Cunningham. *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media, 2011.

Zynga. Farmville [electronic game], 2009. URL https://www.zynga.com/games/farmville. Facebook.