



Aplicação Ludificada para Micro- Aprendizagem em Engenharia: Um caso de estudo na Física

Ana Sofia da Silva Cruz

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientadora: Diana Maria Carreira Pires Urbano, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Física da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Coorientador: João Pedro Gomes Moreira Pêgo, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Coorientador: António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho, Professor Associado do Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Setembro de 2020

© Ana Sofia da Silva Cruz, 2020

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia: Um caso de estudo na Física

Ana Sofia da Silva Cruz

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Rui Pedro Amaral Rodrigues, Membro do Conselho de Departamento do Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Vogal Externo: Fernando Manuel Gomes Remião, Professor Associado do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto

Orientador: Diana Maria Carreira Pires Urbano, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Física da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Resumo

A introdução de ferramentas multimédia no ensino superior permitiu a emergência de diferentes metodologias, como a micro-aprendizagem móvel e a ludificação. Estas ferramentas complementares são introduzidas com o objetivo de envolver os estudantes na aprendizagem, permitindo-lhes monitorizar o seu progresso e aumentar a retenção dos conceitos. O objetivo da dissertação é avaliar o impacto destas metodologias no desempenho académico, valor percebido para a aprendizagem e interesse, com a motivação de criar a base de desenvolvimento de uma aplicação ludificada móvel para o contexto específico do ensino em Engenharia. O estudo foi realizado com estudantes da Unidade Curricular de Física I do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Utilizou-se a plataforma ludificada *Kahoot!* durante as aulas para autoavaliação de conceitos básicos do programa da UC e, numa segunda fase, após o término das aulas, como auxílio ao estudo para os exames, onde foram integradas questões cognitivas e afetivas para recolher o feedback dos estudantes. O estudo foi realizado durante a pandemia de Covid-19, em que as aulas presenciais foram substituídas por aulas online, tornando-se pertinente um estudo consequente do impacto do ensino à distância nas variáveis analisadas.

Abstract

The introduction of multimedia tools in higher education allowed different methodologies to emerge, such as mobile micro-learning and gamification. These complementary methodologies are introduced with the aim of improving students' engagement in the learning process, allowing them to monitor their own progress and increase knowledge retention. The objective of this dissertation is to evaluate the impact of these methodologies on academic performance, perceived value for learning and self-efficacy, with the aim of creating the design and implementation basis for a physics micro-learning gamified platform for engineering programs. The study was conducted on two different phases at the Faculty of Engineering of the University of Porto, with the students of the Physics I Course Unit of the Master in Electrical and Computer Engineering. The gamified platform *Kahoot!* was used during both testing phases for self-assessment of basic physics concepts. During the first phase, *Kahoot!* was used in online classes for self-assessment of the concepts covered in the Physics program and, in the second phase, it was used as a study aid for the exams, where in each *kahoot* cognitive and affective questions were integrated, in order to collect student feedback regarding the adopted learning methodology.

The study was conducted during the Covid-19 outbreak, making a further study on the impact of social isolation and online classes in the variables analyzed relevant and necessary.

Agradecimentos

Aos meus pais e aos meus tios, sem o apoio dos quais não teria conseguido cumprir com os objetivos que me propus, não só ao realizar esta dissertação, mas também ao longo de todo o mestrado: a minha *eterna* gratidão. Sem vocês, a minha rede de apoio, jamais conseguiria ter um equilíbrio entre a minha vida profissional, e aquele que é o papel que alimenta a força para nunca desistir dos meus objetivos profissionais e sonhos, o meu papel como mãe.

Ao meu filho, David, também o eterno agradecimento de me teres mostrado o que, na vida, é realmente importante. Por me teres ensinado o quanto o nosso tempo é valioso e que, por isso, devemos dar o nosso melhor para fazer algo maravilhoso com o tempo que temos, que nunca sabemos quando termina. Por me dares a força e a garra de nunca desistir dos meus objetivos e dos meus sonhos, porque é esse o meu maior legado enquanto tua mãe – ensinar-te a que nunca desistas dos teus sonhos. Por me tornares a pessoa que sou hoje e por me inspirares todos os dias, *obrigada, filho*.

Ao professor Alexandre Carvalho, força motriz para que me candidatasse a este Mestrado, embarcando nesta aventura enriquecedora, e que sempre acreditou em mim e nas minhas capacidades, sendo uma figura marcante no meu percurso académico e pessoal, um eterno e profundo obrigada.

Ao professor António Coelho, um profundo agradecimento por todo o apoio, compreensão e auxílio ao longo de toda a dissertação e no momento difícil que atravessamos com a pandemia. Foi, para mim, um dos professores mais inspiradores do Mestrado em Multimédia e fico-lhe agradecida por ter aceitado o meu pedido de orientação, bem como pelo tema sugerido.

À professora Diana Urbano, por todo o apoio e ajuda incansáveis ao longo da dissertação, por todas as dúvidas esclarecidas até à exaustão, por toda a compreensão nos momentos mais difíceis, por continuamente me motivar, estimular e desafiar, um sincero e profundo obrigada. O seu papel como minha orientadora foi determinante para o trabalho que consegui concretizar, pelo que estarei-lhe eternamente agradecida

Ao professor João Pedro Pego, o meu agradecimento pela sua calma e paciência enquanto meu co-orientador em atender às minhas dúvidas, pela compreensão e apoio nos momentos mais difíceis e contínua motivação.

Aos professores da UC de Física que tornaram possível que conseguisse realizar os testes experimentais com os estudantes ao integrarem na sua metodologia de ensino uma aplicação

ludificada e mantendo uma mente aberta durante todo o processo, especialmente tendo em conta todas as adaptações que, enquanto docentes, tiveram por que passar, devido à pandemia de Covid-19. Sem vocês não teria sido possível concluir a dissertação este ano pelo que não poderia deixar de vos deixar um sincero agradecimento.

A todas as pessoas que contribuíram, de uma forma ou de outra, para a concretização desta dissertação e a minha chegada até aqui:

A minha eterna gratidão.

A vocês vos dedico este trabalho que marca o fim de mais uma etapa profissional, académica e pessoal, na grande jornada que é a vida.

Ana Sofia da Silva Cruz

Porto, 2020

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos e Questões de Investigação	2
1.3 Metodologia de Investigação	4
1.4 Estrutura da Dissertação	6
2. Revisão Bibliográfica	7
2.1 Introdução	7
2.2 Jogos e Ludificação	8
2.2.1 Jogos	9
2.2.2 Ludificação	14
2.2.3 Design de Ludificação	20
2.3 Micro-aprendizagem e aprendizagem móvel.....	29
2.4 Nudging	31
2.4.1 <i>Nudges</i> puros vs <i>Nudges</i> educacionais	32
2.4.2 Nudging no ensino das STEM.....	35
2.5 Scaffolding Instrucional.....	36
2.5.1 Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal	37
2.5.2 Elementos do Scaffolding Instrucional.....	38
2.5.3 Tipos de <i>Scaffolding</i> Instrucional	40
2.6 Revisão Tecnológica.....	41
2.6.1 <i>Kahoot!</i>	45
2.6.2 Duolingo	51
2.6.3 <i>Physics is Beautiful</i>	54
2.6.4 <i>Physics Quiz</i>	57
2.7 Conclusões.....	59
3. Estudo de caso.....	63
3.1 Metodologia.....	64

3.2 Implementação.....	67
4. Resultados	71
4.1 Primeira fase de testes com <i>Kahoot!</i>	71
4.2 Segunda fase de testes com o <i>Kahoot!</i>	80
5. Conclusões e Trabalho Futuro	87
6. Referências.....	92

Lista de Figuras

Figura 1: Versão de navegador em computador da aplicação <i>Kahoot!</i>	46
Figura 3: Exemplo de relatório gerado pelo <i>Kahoot!</i>	47
Figura 2: Versão para dispositivos móveis da plataforma <i>Kahoot!</i>	47
Figura 4: Zona de consulta de relatórios disponível para professores	48
Figura 5: Versão para navegador da aplicação <i>Duolingo</i>	51
Figura 6: Versão para navegador da plataforma <i>Physics is Beautiful</i>	55
Figura 7: Sala de aula virtual (zona de acesso do professor)	55
Figura 8: Zona de acesso dos estudantes	56
Figura 9: Aplicação móvel <i>Physics Quiz</i>	58
Figura 10: Imagens de capa criadas para cada <i>kahoot</i> com referência à aula com a qual os conteúdos se relacionam	68
Figura 11: Imagens de capa para cada <i>kahoot</i> de preparação para os exames	69
Figura 12: Gráfico de dispersão com representação da reta de tendência e respetiva equação, da relação entre a percentagem média de respostas corretas e o tempo médio de resposta, em segundos.	73
Figura 13: Gráfico de barras das respostas, por <i>kahoot</i> , à questão "Quanto te divertiste?"	77
Figura 14: Gráfico de barras das respostas, por <i>kahoot</i> , à questão "Aprendeste?"	77
Figura 15: Gráfico de barras das respostas à questão "Recomendas [o <i>Kahoot!</i>]?"	78
Figura 16: Gráfico de barras das respostas à questão "Como te sentes?"	79
Figura 17: Média da percentagem de respostas corretas por Kahoot da primeira fase	84
Figura 18: Média da percentagem de respostas certas por kahoot da segunda fase	85
Figura 19: Tempo médio de resposta, em segundos, por kahoot na primeira fase	85
Figura 20: Tempo médio de resposta, em segundos, por kahoot da segunda fase	86

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estilos de jogo para diferentes tipos de exercícios (Prensky, 2017)	28
Tabela 2: Elementos de motivação extrínseca usados pelas aplicações em análise	42
Tabela 3: Elementos de motivação intrínseca usados pelas aplicações em análise	42
Tabela 4: Tipos de nudges usados pelas aplicações em análise	43
Tabela 5: Mecânicas de jogo usadas pelas aplicações em análise	43
Tabela 6: Dinâmicas de jogo usadas pelas aplicações em análise	44
Tabela 7: Componentes de jogo usados nas aplicações em análise	44
Tabela 8: Resultados da primeira fase de testes com o <i>Kahoot!</i>	72
Tabela 9: Médias ponderadas das respostas às questões de <i>feedback</i> por <i>kahoot</i>	75
Tabela 10: Resultados da segunda fase de testes com o <i>Kahoot!</i>	80
Tabela 11: Média, mediana e moda das respostas ao inquérito de satisfação	83

Abreviaturas e Símbolos

STEM	Science Technology Engeneering and Matemathics
UE	União Europeia
UC	Unidade Curricular
CAD	Computer Assisted Drawing
MLU	Micro-Learning Units
MIEEC	Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores
NTSS	Nudging to STEM Success

1. Introdução

1.1 Enquadramento

Em 2018, em Portugal, a taxa de conclusão de curso foi inferior à da OCDE nos cursos de Engenharia (Canelas et al., 2018). As escolas e, ainda que em menor escala, também as universidades, preparam estudantes “para um mundo que já não existe” (Lusa, 2019), e os estudantes surgem desmotivados, consideram os conteúdos demasiado complexos e com uma exigência e esforço acrescidos, optando até por não enveredar por uma área científica (Morais, Paiva & Moreira, 2015).

Prensky (2017) diz-nos que o facto de a geração digital ser notoriamente diferente das gerações anteriores à presença da tecnologia na maioria das atividades do dia-a-dia, representa em si uma oportunidade de se usarem as potencialidades da tecnologia na aprendizagem, como são exemplo metodologias como a micro-aprendizagem móvel e a ludificação, que emergiram com a disseminação das tecnologias multimédia. Os estudantes da nova geração digital podem atingir um potencial tão bom ou melhor que as gerações anteriores se a informação que têm de aprender tiver outros meios de os alcançar para além da exposição oral longa em anfiteatros com centenas de estudantes e longas horas de um estudo não dinâmico (Prensky, 2017).

Em Portugal, o estudo da utilização de multimédia no âmbito do Ensino Superior, pela sua maior complexidade ao nível das estratégias pedagógicas é ainda escasso, o que o torna ainda mais importante e relevante (Morais, Paiva & Moreira, 2015).

Assim, a motivação da presente dissertação é responder às dificuldades dos estudantes dos cursos de engenharia, compreendendo como metodologias como a ludificação e a micro-aprendizagem atuam sobre a motivação e a criação de hábitos de estudo, criando a base para o design, desenvolvimento e implementação de uma aplicação ludificada móvel para micro-aprendizagem em engenharia.

1.2 Objetivos e Questões de Investigação

A presente dissertação propõe criar a base para o design e desenvolvimento futuro de uma aplicação ludificada para micro-aprendizagem nos cursos de engenharia. Para testar a viabilidade da metodologia e apurar quais as características específicas, do ponto de vista funcional e estético, que será necessário a aplicação ludificada possuir tendo em conta o seu público-alvo, escolheu-se a Unidade Curricular (UC) de Física pelo seu carácter transversal aos cursos de engenharia e pela sua versatilidade no que toca ao tipo de exercícios possíveis, passíveis de serem adaptados a outras UCs de base científica.

Deste modo, pretende-se criar uma aplicação ludificada com a função de, acima de tudo, ajudar os estudantes a identificar as suas dificuldades. Após as dificuldades serem identificadas com sucesso, o estudante pode procurar o professor, num contexto de aula, por exemplo, para expor as suas dúvidas. Num contexto de estudo individual, também permite ao estudante orientar melhor o seu estudo ao se auto-avaliar e perceber quais os conceitos que precisam de mais atenção.

Como objetivo geral, pretende-se avaliar a viabilidade de utilizar uma aplicação ludificada como estratégia complementar, bem como medir o impacto da ludificação e da micro-aprendizagem no desempenho e motivação dos estudantes, avaliando variáveis como o interesse em aprender, o valor percebido para a aprendizagem e a auto-eficácia.

Assim, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- utilizar conceitos básicos incluídos no programa da UC de física para autoavaliação de aprendizagem;
- desenvolver uma fase experimental de testes com *Kahoot!*;
- avaliar o interesse e o valor percebido em utilizar uma aplicação ludificada na UC de física e em outras UCs de Engenharia;
- desenvolver um questionário com o objetivo de medir aspetos afetivos e cognitivos, como o interesse em aprender, valor percebido para a aprendizagem e auto-eficácia.
- apurar quais as funcionalidades desejadas numa aplicação ludificada para integração em aula e pós-aula, permitindo colmatar as falhas encontradas e inovar face às tecnologias existentes, como a plataforma utilizada para realizar os testes com os estudantes, o *Kahoot!*.

A plataforma ludificada *Kahoot!* foi a escolhida para levar a cabo os testes experimentais com os estudantes por ser uma plataforma que reúne diversos dos conceitos abordados na revisão de literatura e pela sua utilização já ter sido testada em diferentes níveis de ensino, incluindo o ensino superior, como nos mostram os estudos de Wang e Lieberoth (2016). A página do *Kahoot!*

disponibiliza gratuitamente, inclusive, de forma atualizada, os diversos estudos científicos que atestam a eficácia da plataforma. O Kahoot! assenta na resolução de quizzes, em que cada um é denominado por *kahoot*, nos quais os alunos têm um tempo limite para responder a questões de múltipla escolha sobre um ou vários temas. As questões, para além de escolha múltipla, podem ser do tipo de sondagens, para medir, por exemplo, preferências dos estudantes; podem ser do tipo de cronologia, em que o estudante deve ordenar elementos; podem ser de completar espaços ou até mesmo questões de resposta aberta, ainda que breve. O professor pode ainda criar *slides* informativos entre questões, possibilitando momentos de interação e discussão da matéria da UC.

Do ponto de vista dos jogos e da ludificação, o *Kahoot!* utiliza de forma eficaz diferentes mecânicas, dinâmicas e componentes de jogos que permitem tornar a aprendizagem não só mais eficaz, ao aumentarem a atenção dos estudantes, como também mais divertida e envolvente. A tabela de classificação do *Kahoot!* ordena os alunos mediante os pontos ganhos pelos mesmos. A quantidade de pontos depende da precisão da resposta, isto é, se está correta, e do tempo de resposta. Quanto menos tempo um estudante levar a responder corretamente, mais pontos ganha. A cada ronda, ou a cada pergunta, são listados os cinco estudantes que lideram a tabela, mas ninguém sabe quem são os estudantes que estão na base, de modo a que estes não desmoralizem. Cada estudante, a cada ronda, sabe quantos pontos adquiriu e se está empatado com outro estudante ou a quantos pontos está do lugar acima do seu. Tal permite que monitorize o seu progresso e cria uma dinâmica de competição saudável. Os estudantes também podem cooperar, formando grupos ou equipas. No final da sessão, o professor tem acesso à tabela de classificação completa e às estatísticas relevantes num relatório detalhado gerado pelo próprio *Kahoot!*; os estudantes, por sua vez, visualizam apenas o pódio dos três primeiros classificados. Se o professor não quiser resolver um *kahoot* com os estudantes durante uma aula, pode criar um “desafio”, ou seja, um *kahoot* que os estudantes deverão resolver em casa, apenas uma vez, até à data limite que o professor definir. Também neste caso o professor tem acesso a um relatório de atividade detalhado gerado pelo *Kahoot!*. Ainda em relação aos *kahoots* em modo “desafio” o professor pode ativar a opção de ensino personalizado, o que irá permitir ao estudante, depois de realizar uma vez o *kahoot*, ser desafiado a resolvê-lo mais duas vezes, em que a plataforma utiliza técnicas de *nudging* como emitir uma notificação lembrando o estudante para tirar uns minutos do seu dia para rever a matéria e responder às questões. Tal permite não só a retenção de conhecimento pela repetição, como também favorece a criação de hábitos de estudo. O estudante também pode ganhar e colecionar distintivos ao cumprir com estas missões e desafios.

No âmbito da micro-aprendizagem móvel, o *Kahoot!* é uma plataforma que tanto pode ser acedida via navegador de internet no computador ou em qualquer dispositivo móvel, existindo também a versão de aplicação móvel disponível para ser instalado em qualquer dispositivo móvel. Deste modo, a aprendizagem adquire um carácter móvel e o conteúdo pode ser segmentado, em que cada *kahoot*, por exemplo, pode focar em diferentes tópicos do programa da UC. Uma característica da micro-aprendizagem, é que as unidades de micro-aprendizagem não perdem o seu sentido ou significado quando isoladas, permitindo-lhes serem reutilizadas noutros contextos

ou UCs. Ou seja, professores podem partilhar *kahoots* entre si, se cada *kahoot* for focado num segmento passível de ser inserido de acordo com o programa de uma UC diferente. Neste caso, poderia ser uma UC que abordasse os mesmos conceitos de Física, por exemplo.

O *Kahoot!* pode ser visto na óptica de um scaffolding mediado por computador, apesar de não possuir um sistema de pistas ou feedback teórico, isto é, uma explicação do porquê de uma questão estar errada e do porquê de outra estar correta, de forma a que estudante identifique não só o seu erro, mas aprenda também o conceito corretamente. No entanto, é um meio facilitador de *scaffolding*, que pode ser prestado pelo professor, ou por outro colega. Através da utilização do *Kahoot!* em sala de aula o professor consegue realizar uma avaliação dinâmica e periódica, identificando dificuldades dos estudantes no momento (por exemplo, em relação à definição de um conceito, metade da turma acertou na definição e a outra metade respondeu incorretamente – aqui o professor, através de uma discussão organizada pode explorar quais as dificuldades dos estudantes e voltar a explicar o conceito).

O *Kahoot!* é, portanto, uma plataforma ludificada poderosa e de eficácia comprovada, sendo estas as razões que levaram a que fosse a tecnologia escolhida para realizar os testes experimentais com os estudantes. Para além do *Kahoot!*, na secção de revisão tecnológica, são analisadas em detalhe mais três aplicações ludificadas, uma vez que com o trabalho desenvolvido na presente dissertação, incluindo a revisão literária e tecnológica, se pretende criar uma aplicação melhorada e inovadora face às existentes.

1.3 Metodologia de Investigação

Na fase de pesquisa bibliográfica, foram utilizadas bases de dados científicas e académicas para a pesquisa de artigos científicos que permitissem explicar e exemplificar a aplicação dos conceitos abordados na revisão de literatura. As bases de dados utilizadas foram: *Academia.edu*; *SCOPUS*; *ResearchGate*; *ISI Web of Knowledge* e *Google Scholar*. A maioria das referências literárias referentes aos conceitos de jogos e ludificação provêm de livros de autores de renome nas áreas em questão, bem como reúnem diversos dos conceitos abordados, como *For The Win*, de Kevin Werbach e Dan Hunter; *Digital Game-Based Learning*, de Marc Prensky; *MMOs from the outside in*, de Richard Bartle e *The Art of Game Design: A Book of Lenses*, de Jesse Schell. Em relação ao scaffolding instrucional, a obra mais referenciada, por ser uma obra de referência sobre o tema, é o livro *Instructional Scaffolding in STEM Education - Strategies and Efficacy Evidence*, de Brian Belland. Na sustentação teórica dos restantes conceitos há um equilíbrio entre obras literárias (livros), artigos de revistas científicas e atas de conferências.

Uma vez que a motivação maior da presente dissertação é a criação de uma base teórica para o desenvolvimento e implementação futuro de uma aplicação ludificada móvel, foi dado um maior ênfase e extensão à revisão literária, pois considera-se que esta, para além dos resultados aos testes experimentais, constitui tanto a exposição e explicação dos conceitos-chave, como também define

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

e contextualiza a sua utilização ideal. A base para o desenvolvimento e implementação futuros de uma aplicação ludificada móvel focada na micro-aprendizagem de conceitos de Física, resulta da reunião das informações encontradas na revisão de literatura e na análise dos resultados.

O estudo foi realizado em duas fases e é do tipo não-experimental, pois não existe manipulação da variável independente (a aplicação ludificada utilizada) – conforme referido anteriormente, a plataforma ludificada *Kahoot!* foi escolhida para realizar os testes experimentais com os estudantes em ambas as fases. Deste modo, como apenas se analisam os estudantes que utilizaram o *Kahoot!*, o presente estudo não possui grupo de controlo. A metodologia de recolha e tratamento de dados é mista, utilizando métodos quantitativos e qualitativos.

Os participantes do estudo são estudantes do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (MIEEC) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), inscritos na UC de Física no segundo semestre do ano letivo 2019/2020. Do total de 248 estudantes inscritos na UC de Física, 75 constituem a amostra real da primeira fase do estudo e 151 a amostra real da segunda fase.

A primeira fase de testes experimentais foi caracterizada pela utilização do *Kahoot!* durante as aulas de quatro professores da UC de Física, pelo que a amostra inicial seria de 186 estudantes e a utilização do *Kahoot!* seria em aulas presenciais. No entanto, tal como referido anteriormente, a experiência foi comprometida pela pandemia de Covid-19, verificando-se uma taxa de participação inferior à pretendida e esperada aquando do desenho inicial do estudo, com 75 estudantes a constituírem a amostra real de participantes. Assim, devido à menor frequência nas aulas *online* por parte dos estudantes, decidiu-se criar uma segunda fase de testes experimentais, com *kahoots* baseados nos *kahoots* da primeira fase para os estudantes resolverem como preparação para o exame.

Durante a primeira fase, a cada semana, os professores da UC de Física facultavam os exercícios do *quiz* da semana, que depois seriam adaptados, conforme necessidade, e inseridos na plataforma *Kahoot!*, devidamente identificados com a designação da aula da semana (ex: TP-15, ou seja, aula Teórico-Prática 15). Quando os exercícios possuíam imagens associadas, realizou-se o design das mesmas no *Adobe Illustrator*, de modo a que existisse uma linguagem visual coerente ao longo de todos os exercícios e entre *kahoots*, bem como para melhorar a resolução das imagens e conseguir uma estética mais apelativa e relacionada com o *Kahoot!* (por exemplo, as cores utilizadas são as mesmas que a plataforma utiliza no seu design, como na cor de cada opção de resposta).

De modo a maximizar a amostra real da segunda fase de testes, a segunda fase experimental foi aberta a todos os estudantes inscritos na UC de Física. Assim, todos os estudantes inscritos receberam, dia 10 de Junho, no seu e-mail, os links de acesso a cada um dos oito *kahoots* criados para a segunda-fase. Como estes *kahoots* foram realizados de acordo com a funcionalidade “Desafio” do *Kahoot!*, os estudantes podiam responder apenas uma vez a cada *quiz*, até à meia-noite do dia 15 de Junho, a véspera do exame.

Na segunda fase de testes incluiu-se um pequeno inquérito de satisfação em cada *kahoot* jogado pelos estudantes, com questões afetivas e cognitivas como o interesse em aprender, o valor percebido da utilização de aplicações ou plataformas como o *Kahoot!* para a aprendizagem, bem como a percepção de auto-eficácia. Para responder às questões, os estudantes deveriam escolher uma opção enquadrada na escala de Likert de 1 a 4, em que 1 – discordo completamente e 4 – concordo plenamente.

Os relatórios de cada sessão com o *Kahoot!* foram utilizados para recolher dados como o tempo de resposta, número de respostas corretas, respostas e número de respostas de feedback, entre outros dados presentes nos relatórios detalhados. O feedback presencial dos estudantes durante as atividades, bem como o feedback dos professores que implementaram o *Kahoot!* nas aulas e dos professores que realizaram os exercícios, também foi analisado, do ponto de vista da qualidade da experiência, aspetos funcionais e estéticos positivos e negativos.

Por fim, após uma análise descritiva dos dados estatísticos de cariz quantitativo e qualitativo, procedeu-se à análise da sua relação com os conceitos explorados na revisão de literatura. Desta forma, pretende-se cumprir com o objetivo da presente dissertação criar a base necessária ao futuro desenvolvimento de uma aplicação ludificada adequada ao contexto do ensino superior de Engenharia.

1.4 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, a presente dissertação possui mais quatro capítulos. O capítulo 2 contém a revisão bibliográfica, onde são abordados em detalhe os conceitos-chave à compreensão do estudo realizado e analisado: jogos, ludificação, micro-aprendizagem e aprendizagem móvel, nudging e scaffolding instrucional. Após a revisão literária, existe também uma breve revisão tecnológica em relação às aplicações ludificadas existentes e adequadas ao ensino superior.

O capítulo 3 é dedicado ao Estudo de Caso, explorando em detalhe a metodologia e implementação do mesmo. O capítulo 4 compreende a análise dos dados e dos resultados obtidos. O capítulo 5 expõe as conclusões encontradas, relaciona os resultados com os conceitos estudados e projeta sobre o futuro. No final da dissertação, podem ser consultadas as referências utilizadas bem como anexos relevantes.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

O ensino das ciências, comumente reunidas na abreviação STEM (*Science Technology Engineering and Mathematics*), sofreu fortes alterações com o surgimento da Web 2.0 (Bower, Hedberg & Kuswara, 2010) e, por isso, enfrenta novos desafios no que toca à aderência dos estudantes às unidades curriculares em questão, espelhada no baixo aproveitamento e motivação, ou à escolha de não enveredar profissionalmente por uma área científica. A necessidade das STEM de aumentar a taxa de conclusão de curso é clara quando, em 2018, em Portugal, foi de 18,5% nos cursos de Engenharia. Apesar de ter registado um ligeiro aumento face a 2017, foi ainda inferior à maioria dos países da UE (Canelas et al., 2018). No entanto, as STEM também têm ao seu dispor ferramentas inovadoras para combater estas mesmas dificuldades. Os novos contornos do paradigma educativo emergente, obrigam-nos a colocar o papel do professor e do aluno em perspectiva, de forma a reavaliar o ensino em si e o papel que a tecnologia pode e deve adquirir nas estratégias educativas.

Existem diversos modelos educativos que se adequam melhor, ou pior, dependendo do contexto da área de estudo e que servem como directrizes para que melhor se compreenda e se integre a utilização da tecnologia no ensino. Atentando em dois eixos: trabalho individual ou em grupo; desenvolvimento (ou não) de um produto (Morais, Paiva & Moreira, 2015), identificam-se quatro abordagens: transmissivas, centradas na transmissão de informação (Bower, Hedberg & Kuswara, 2010) e cujos exercícios atentam na aplicação das competências adquiridas (Morais, Paiva & Moreira, 2015); dialógicas, com uma base socrática de diálogo entre os participantes, compostas por períodos de actividades (individuais e de grupo) e feedback (Bower, Hedberg & Kuswara, 2010), mas sem envolver o desenvolvimento de um produto (Morais, Paiva & Moreira, 2015); construtivistas, quando implicam o desenvolvimento de um produto de forma individual; e co-construtivistas, quando ocorre o desenvolvimento de um produto em grupo com recurso a estratégias colaborativas (Morais, Paiva & Moreira, 2015).

2.2 Jogos e Ludificação

Uma das maiores revoluções da educação no século XXI é que a aprendizagem está a deixar de ser uma atividade penosa ou de sofrimento como fora descrita até então – nos dias de hoje, procura-se centrar a aprendizagem no estudante, e torná-la divertida (Prensky, 2017). A “enorme parede que tem separado a aprendizagem da diversão, o trabalho do brincar (*play*) está finalmente a estremecer e em breve se irá desmoronar, para o benefício de todos”, pois não só os estudantes estão a exigir uma nova forma de aprender, também os novos professores e formadores exigem uma forma diferente de ensinar, por possuírem novas e diferentes valências, e pela frustração da dificuldade de conseguirem ensinar eficaz e eficientemente (Prensky, 2017).

Os jogos são tão antigos quanto a civilização humana e a indústria de videojogos compreende uma indústria global que gera 70 milhares de milhões de dólares todos os anos (Werbach & Hunter, 2012). Segundo Werbach e Hunter (2012), os jogos são populares em todos os grupos demográficos, de género, de idade, e são especialmente pervasivos na nova geração que entra nos mercados de trabalho. Esta nova geração, abaixo dos 40 anos, engloba as gerações X, Y (os *Millennial* ou nativos digitais, pois a tecnologia já faz parte do seu dia-a-dia) e Z (os pós-*Millennial* ou centenários), que correspondem aos períodos de surgimento, normalização e ubiquidade da tecnologia, respetivamente, o que faz com que os estudantes sejam, efetivamente, a nível intelectual, diferentes dos estudantes de gerações anteriores (Prensky, 2017).

Tal como Prensky (2017) refere, “a razão pela qual não estamos a ser mais bem-sucedidos a educar os nossos jovens, apesar não existir falta de esforço da nossa parte [professores e formadores], é porque nos estamos a esforçar para educar uma nova geração com métodos antigos que deixaram de ser eficazes”. Quando estas gerações, ao contrário das anteriores, experimentaram uma nova forma de interação com o computador e os videojogos, é natural que o entretenimento a que têm acesso e com o qual interagem influencie as suas preferências e capacidades (Prensky, 2017). No entanto, tal como o autor adverte, ao invés de uma dificuldade ou de algo que deva ser ignorado, tal representa uma valiosa oportunidade para a sua aprendizagem. Os estudantes destas gerações aprendem de forma completamente distinta, em que já não é suficiente que a informação lhes seja dita: torna-se necessário um maior envolvimento e uma maior interatividade entre o estudante e o conceito a aprender (Prensky, 2017). Acima de todas estas características a alcançar, segundo o autor, está a diversão no ato de aprender, que é um dos objetivos da ludificação.

Assim, será a transformação natural que o ensino irá e já está a passar: tornar a diversão parte do processo de aprendizagem, permitindo que este se torne muito mais cativante e divertido, bem como (ou acima de tudo) mais eficiente (Prensky, 2017). Deste modo, Prensky (2017) explica que a aprendizagem e a indústria de videojogos surgem num casamento que, devido à evolução tecnológica e à descontinuidade geracional, não é mais improvável.

A utilização de jogos digitais na aprendizagem é apenas uma das formas de responder às novas necessidades da “geração dos jogos”, mas foi a primeira que se revelou eficaz e exequível

para alterar o processo de aprendizagem para estes estudantes e torná-lo mais apelativo e divertido, através de um processo de *sealth learning* (aprendizagem furtiva), partindo da premissa de que aprender aparenta não exigir um grande esforço se os estudantes se divertirem a aprender (Prensky, 2017).

A ludificação pode ser vista pela ótica de um *scaffolding* mediado por computador, abordado posteriormente nesta revisão de literatura, que visa complementar o contacto presencial e individual, admitindo dinâmicas de grupo síncronas (resolução do jogo durante uma aula) e perante dinâmicas individuais e assíncronas. Assim, para que melhor se entenda a ludificação e respetivos princípios para construir uma aplicação ludificada de apoio à aprendizagem, atenta-se na definição de jogo e nos elementos que o constituem, e que o distinguem de uma outra qualquer aplicação multimédia.

2.2.1 Jogos

Então, o que é um jogo? Perante as díspares respostas a esta pergunta, a resposta transversal ou um dos factores em que parece existir um maior consenso, é de que os jogos envolvem a resolução de problemas (Schell, 2008). De facto, segundo a taxonomia de prazeres dos jogos do designer Mark Leblanc, a resolução de problemas, ou seja, a superação de obstáculos, é um dos prazeres que leva e mantém os jogadores a jogar (LeBlanc, 2020). Os restantes sete dos oito prazeres ou elementos de diversão do jogo, definidos pelo autor, são: a sensação, a fantasia, a narrativa, a interação social, a descoberta, a expressão e a submissão (“suspensão de crença”). Precisamente por existir esta relação entre jogar e a resolução de problemas, a relação entre jogar e aprender é comum e antiga, explorada por teóricos do desenvolvimento da criança, como Piaget e Vygotsky, começando a ser cada vez mais procurada e estudada em âmbitos mais complexos, como o Ensino Superior, no qual se insere a presente dissertação.

Apesar da resolução de problemas não ser o único elemento de um jogo, se a retirarmos do jogo este pára de ser um jogo e passa a ser apenas uma actividade (Schell, 2008). Assim, um jogo ou aplicação ludificada sobre Física, assenta em resolução de problemas de física. Se lhe retirarmos a resolução de problemas, associada a outros elementos do jogo (como pontos, conquistas, missões), deixa de ser um jogo. Deste modo, segundo Schell (2008), deve ter-se em conta que tipo de problemas a aplicação ludificada vai pedir ao jogador para resolver e se existem problemas ocultos para resolver que surgem como parte da jogabilidade. Pode ainda ponderar-se acerca da capacidade de a aplicação permitir gerar novos problemas, como por exemplo, novos níveis para desbloquear com mais exercícios para resolver ou permitir que os exercícios cuja resposta foi errada, voltem a surgir para uma sistematização do conhecimento, conforme é possível na modalidade “ensino personalizado” da plataforma ludificada *Kahoot!* ou como na aplicação *Duolingo*.

Porque é que os jogos são tão *engaging*, isto é, tão envolventes e prazerosos para os jogadores, que seria benéfico conseguir desenvolver esse prazer no processo de aprendizagem dos estudantes? Segundo Prensky (2017), existem 12 factores:

- os jogos são uma forma de diversão;
- os jogos são uma forma de brincar/experienciar que permite um intenso envolvimento;
- os jogos têm regras, o que ensina sobre estrutura;
- os jogos têm objetivos, o que motiva os estudantes;
- os jogos são interativos, o que implica o “fazer”, isto é, obriga os estudantes a estarem “presentes no momento”;
- os jogos têm resultados e feedback, o que ensina os estudantes e os ajuda a adquirir experiência/conhecimento;
- os jogos são adaptativos, isto é, a dificuldade adequa-se à mestria do jogador, desafiando-o, mas ao mesmo tempo fazendo-o sentir em controlo da experiência – por isso, têm um fluxo que permite que o estudante se mantenha num estado de envolvimento e imersão profundos na atividade, definido por Mihaly Csikszentmihalyi (2011) como “estado de *flow*”;
- os jogos têm estados de vitória, o que satisfaz a gratificação do ego;
- os jogos têm conflito, competição, desafio e oposição, que proporcionam adrenalina ao jogador;
- os jogos envolvem resolução de problemas o que desenvolve a criatividade e o pensamento crítico;
- são elementos socializadores através da possibilidade de interação social dos jogos;
- os jogos têm representação e história, o que proporciona emoções.

Todos estes fatores são extremamente importantes, tal como nos dizem também os autores Schell (2008), Werbach e Hunter (2012), na mesma óptica de Prensky (2017).

Dois conceitos que emergem rapidamente são a motivação e a diversão, pois o que nos faz jogar um jogo, segundo Werbach e Hunter (2012) é o facto de nos sentirmos motivados para tal, por termos uma experiência agradável e divertida, capaz de nos deixar imersos e focados em atingir um objectivo, que normalmente implica a mestria do jogo. Da mesma forma, quanto mais o estudo for agradável e divertido, capaz de deixar os estudantes imersos e focados, maior a

mestria que conseguirão obter sobre a matéria em estudo e, conseqüentemente, melhores resultados obtidos nos exames (Werbach & Hunter, 2012). Tal como referem os autores, será válido, então, questionar porque as atividades do nosso dia-a-dia, como o estudar, não podem ser tão agradáveis e tão envolventes como quando se joga um jogo. É esta vontade e motivação para se superar e atingir melhores resultados, a perseverança de adquirir novas competências e aperfeiçoá-las, aquilo que os professores querem ver nos seus estudantes e que é necessário para que estes obtenham sucesso académico e no mercado de trabalho (Werbach & Hunter, 2012).

Patricia Marks Greenfield, professora de Psicologia da Universidade da Califórnia, cuja área de estudo é o efeito dos *media* na socialização e desenvolvimento cognitivo, aponta como um dos benefícios o facto dos videojogos e do computador “adicionarem uma dimensão interativa à televisão, criando pessoas com capacidades especiais em descobrir regras e padrões através de um processo ativo de tentativa-erro” (Greenfield, 2014). A autora descobriu que os videojogos aumentam a capacidade em ler imagens visuais como representações do espaço tridimensional, ou seja, a competência de representação. Greenfield (2014) refere ainda que os videojogos aumentam a capacidade de projecção abstrata, como visualizar mentalmente o desenrolar de um determinado processo, como a construção de um origami ou um jogo de xadrez. Por outro lado, a autora acrescenta que, como as regras não são fornecidas no início, os videojogos aumentam a capacidade de descoberta de regras, através de observação, tentativa-erro e experimentação de hipóteses. Todos estes métodos para compreender as regras que definem o comportamento de uma representação dinâmica são, em si, o processo cognitivo de descoberta indutiva que, por sua vez, é o processo mental que está na base do pensamento científico (Greenfield, 2014).

As competências ganhas através dos videojogos levam também a uma maior compreensão de simulações científicas devido à maior capacidade de compreender as representações gráficas (Greenfield, 2014). Por último, Greenfield (2014) também apurou que jogar videojogos aumenta a capacidade de “atenção dividida” em tarefas, tal como monitorizar múltiplas localizações simultaneamente, ajudando-os a ajustar as suas estratégias de divisão da atenção e a serem mais rápidos a responder a estímulos esperados e inesperados. Por isso, tal como referido anteriormente, os jogos e a sua aplicação em contextos não-jogo através da ludificação, pretendem responder ao problema da limitação da atenção dos estudantes, colocando também a dúvida se esta nova geração digital, não consegue ter uma atenção prolongada ou se simplesmente não a tem, pois os estímulos a que respondem (melhor) são distintos dos da geração anterior, tal como as descobertas de Greenfield (2014) e Prensky (2017) sugerem.

No entanto, tal como Prensky (2017) reforça, para além de integrarem o factor da diversão, é também necessário que os jogos e as aplicações ludificadas para fins educativos tenham em atenção a capacidade de desenvolver conteúdo que estimule a reflexão e o pensamento crítico, integrado nas funcionalidades do jogo, ou através de uma introdução guiada por um instrutor. Tal irá permitir trabalhar nos estudantes a capacidade de se manterem concentrados perante estímulos verbais como ler ou ouvir um texto, menos apelativos do que estímulos dinâmicos e visuais (Prensky, 2017).

2.2.1.1 Motivação

Em última instância, relacionando com os desafios enfrentados pelas STEM ao nível do ensino superior, o objetivo da ludificação da aprendizagem é a motivação dos estudantes de forma a aumentar a taxa de conclusão dos cursos, bem como melhorar os resultados obtidos. Então, torna-se pertinente perceber como motivar os estudantes da geração digital (Prensky, 2017). A razão principal pela qual é necessário motivar os estudantes, segundo Prensky (2017), deve-se ao facto de estudar envolver esforço. O esforço será menos exigente se os estudantes estiverem realmente envolvidos nas tarefas mais complexas, mas este envolvimento também depende desta motivação ou predisposição inicial do estudante, tal como explica o autor.

Normalmente, a função de motivar os estudantes recai sobre o professor, no entanto, seria benéfico (para todos) que o próprio conteúdo e o método de aprendizagem fossem também agentes motivadores (Prensky, 2017). Assim, sem qualquer referência por parte do autor a uma ordem hierárquica entre os motivadores (ou seja, a ordem aqui apresentada não reflete uma ordem de maior importância), o primeiro potencial motivador evidenciado por Prensky (2017) refere-se à motivação intrínseca através do conteúdo, o que pode ser bastante difícil com unidades curriculares de conteúdo denso e complexo e, porque, a maioria dos estudantes necessita de algum tipo de motivação extrínseca para compensar a falta ou a menor motivação intrínseca, como recompensas que podem ser afetivas ou sociais (reconhecimento perante os pares) ou quantizadas, como uma melhor avaliação, por exemplo (Prensky, 2017). Ainda no âmbito da motivação extrínseca, o segundo motivador é o medo - não o medo de agressão física, como acontecia em gerações anteriores, mas o medo de não obter classificação positiva para concluir o ano curricular ou a UC (Prensky, 2017). Em terceiro, o amor é um dos principais motivadores, pois frequentemente existe a vontade de agradar a alguém, nomeadamente às pessoas mais próximas de nós, como os pais, patrões ou professores (Prensky, 2017). Em quarto, a “ganância” - explorar a vontade do “querer sempre mais” criando ambição por melhores resultados; em quinto, o poder, a vontade de ser “o melhor”; e em sexto lugar, a auto-realização, o motivador de hierarquia máxima na pirâmide de Maslow (Prensky, 2017). Em sétimo, a gratificação do ego, isto é, a vontade de agradar a si mesmo ao atingir os seus objetivos; em oitavo, a vitória e, por fim, o prazer e a diversão, em que muitas destas características são peças-chave dos jogos digitais e na ludificação da aprendizagem (Prensky, 2017) e, por isso, de relevância acrescida para o tema desta dissertação.

Edward Deci e Richard Ryan (2000) possuem uma das teorias mais aceites quanto à motivação - a teoria de autodeterminação. Nesta teoria, os autores sugerem que os humanos são inerentemente pró-ativos e internamente motivados para o crescimento, mas o ambiente externo deve suportar essa proatividade e motivação, caso contrário irá anulá-los. Assim, ao invés de uma visão comportamentalista que se foca na resposta a estímulos externos, a teoria da autodeterminação foca-se no que é necessário para alimentar a tendência natural para a evolução e, nesse sentido, identifica três categorias para estas necessidades: competência, pertença e autonomia (Ryan & Deci, 2000).

Segundo os autores, a competência refere-se à capacidade de ser eficiente na tarefa proposta, como responder corretamente às questões de um exame; a pertença relaciona-se com a necessidade de interação social e de conexão, de sentir que pertencem a um grupo, e também se pode manifestar como a vontade de fazer algo por um propósito maior. Por último, a autonomia é a necessidade intrínseca de domínio ou de controlo de uma atividade, sem depender de terceiros. Quando uma tarefa tira partido de uma destas necessidades humanas, há uma maior probabilidade dos estudantes se sentirem motivados intrinsecamente para a realizar (Ryan & Deci, 2000).

Werbach e Hunter (2012) sugerem, então, que os jogos são um exemplo da aplicação da teoria da autodeterminação. Conforme referido anteriormente, ninguém é obrigado a jogar um jogo e, no entanto, quem joga e, acima de tudo, quem continua a jogar, sente-se naturalmente motivado para o fazer (Werbach & Hunter, 2012). Assim, segundo os autores, da mesma forma, a ludificação deve tirar partido destes três motivadores intrínsecos para atingir os seus objetivos: níveis e acumulação de pontos podem ser marcadores de competência ou mestria; a possibilidade de escolha e de diferentes experiências proporciona o sentimento de autonomia; e, por outro lado, a utilização de distintivos ou a criação de grupos podem aumentar o sentimento de pertença. Deste modo, seria errado pensar na ludificação como apenas um sistema de recompensas de foro extrínseco, ou seja, que criam motivação extrínseca, uma vez que estes, na verdade, se podem tornar desmotivadores (Werbach & Hunter, 2012). Os autores acrescentam ainda que, quando o foco é demasiado na recompensa externa, a tarefa torna-se ou aparenta não ser recompensadora ou importante - ou ainda, que só é relevante completá-la pela recompensa. Estímulos de motivação externa devem ser utilizados em equilíbrio e não em substituição de motivadores intrínsecos, excepto em tarefas que não são, por si mesmas, intrinsecamente motivadoras (Werbach & Hunter, 2012).

2.2.1.2 Diversão e “Play”

A diversão é o grande motivador, por isso é que falar em motivação é, quase sempre, o mesmo que falar em diversão (Prensky, 2017). A diversão pode ocorrer num sentido de pura diversão, de divertimento ou entretenimento, como a jogar um jogo, ou num sentido mais “sério” e relacionado com uma determinada atividade ser agradável e prazerosa, tal como nos explica o autor. Diversos investigadores relacionam o conceito de diversão com a aprendizagem, pela diversão permitir aumentar a motivação dos estudantes (Prensky, 2017). Para além disso, permitindo atuar sobre a ideia de que aprender ocorre através da dor, sofrimento ou extremo esforço, Prensky (2017) acrescenta que a investigação tem mostrado que o aspecto relaxante da diversão também permite que o conhecimento seja assimilado com mais facilidade, e a motivação, a partir daí, permite-lhes aplicar o esforço necessário sem sofrimento.

O conceito de diversão, apesar da sua natureza dual, é de simples explicação. Por outro lado, um determinado estado cognitivo, como o estado de *play*, que em português é traduzido como “brincar”, mas cujo contexto determina o significado da palavra (por exemplo: “*to play the piano*”

significa “tocar piano”), é mais complexo (Prensky, 2017). Perante as diversas definições dadas por diferentes investigadores, Prensky (2017) mostra que é possível encontrar características comuns: brincar, como estado cognitivo, é algo que o indivíduo escolhe fazer de livre vontade; é uma atividade altamente imersiva e absorvente; e promove a formação de grupos sociais.

Assim, a diversão, no sentido de desfrutar de ou ter prazer como uma actividade, coloca os estudantes num estado mental mais receptivo a aprender; e jogar, para além de proporcionar o prazer, aumenta o nosso envolvimento, o que também nos ajuda a aprender (Prensky, 2017). Deste modo, o autor explica, a ponte entre a aprendizagem e os jogos é estabelecida pela ludificação.

2.2.2 Ludificação

A ludificação pode ser definida sucintamente como a utilização de elementos de jogo e de técnicas de design de jogos em contextos de não-jogo (Werbach & Hunter, 2012). Assim, no âmbito educativo, a ludificação corresponde à aplicação de elementos de jogo e a técnicas de design de jogos na aprendizagem. Pelo facto de não implicar a construção de um jogo, mas sim a utilização de elementos de jogos, a ludificação tem a vantagem de oferecer uma maior flexibilidade (Werbach & Hunter, 2012). Outra grande vantagem da utilização da ludificação na aprendizagem, é o facto de as tarefas poderem ser integradas num novo jogo melhorado, à medida que a tecnologia evolui, ou modificar o conteúdo das tarefas para que se apliquem a outras matérias, tornando ideal a abordagem à aprendizagem em jogos em regime *open-source* (de código aberto) e baseada em tarefas (Prensky, 2017).

Werbach & Hunter (2012) apontam como as três razões mais fortes para a ludificação ser uma metodologia viável: o envolvimento (*engagement*), os resultados e a experimentação.

A ludificação favorece o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem, através do foco na motivação e persistência do jogador, uma vez que motivação e persistência são, precisamente, os factores a desenvolver nos estudantes para que estes melhorem o seu desempenho e consigam encontrar prazer no processo de aprender (Werbach & Hunter, 2012). Os autores explicam que, no âmbito da ludificação, não se trata de diversão no sentido da diversão profunda que advém da interação com bons jogos, mas sim a diversão como estado imersivo que pode ser utilizada para aumentar a produtividade, desempenho e sustentabilidade. Se numa organização, ou numa escola, conseguíssemos o nível de envolvimento que ao jogarmos um jogo que nos agrada, seja golfe, xadrez, solitário ou *World of Warcraft*, esses estudantes teriam um desempenho superior àqueles cujas escolas não conseguissem criar uma motivação autêntica - o que se torna cada vez mais pertinente num mundo cujas barreiras à competição, a nível global, diminuíram drasticamente com a tecnologia (Werbach & Hunter, 2012). Assim, concluem os autores, o envolvimento dos estudantes com os conteúdos e a crescente motivação de aprender pode ser alcançado através das técnicas de design de jogos. Através de estímulos de carácter extrínseco ou intrínseco, o objectivo é que os alunos desenvolvam uma motivação intrínseca e,

assim, desenvolvam uma maior autonomia e desempenho a nível do estudo e dos resultados obtidos (Werbach & Hunter, 2012).

Os resultados relacionam-se com, literalmente, o facto da ludificação resultar e apresentar resultados tangíveis, com empresas como a *Microsoft* e a *Samsung* a aplicarem-na por esta mesma razão, conforme explicam os autores Werbach e Hunter (2012).

A experimentação é um segundo aspeto muito poderoso da motivação baseada na utilização de jogos em contextos de não jogo (Werbach & Hunter, 2012). Dominar um jogo é automaticamente relacionado com a experimentação, pois é necessário obter experiência e esta obtém-se, não raro, através de falhar/errar, mas existindo a possibilidade de voltar ao início e repetir, o perder não se torna tão derrotista ou desmotivador, explicam os autores. Se o jogo for eficiente, isto é, não é demasiado difícil, mas também nunca é demasiado fácil, os jogadores são continuamente motivados a melhorar e a experimentar diferentes abordagens (Werbach & Hunter, 2012). Os autores explicam que utilizar elementos de jogo no mundo real está a tornar-se, tal como a tecnologia, cada vez mais ubíquo, não sendo apenas usual que se pensem em ações como um café grátis após a compra de dez cafés no *Starbucks* como a recompensa ao nível dos elementos dos jogos, ou uma competição de vendas como a componente de desafio.

Pode dizer-se, então, que a ludificação corresponde ao uso de elementos de design característicos de jogos, independentemente das intenções de uso específicas, contextos ou métodos de implementação, ao invés da utilização de jogos propriamente ditos e de brincadeiras ou de puro divertimento (Deterding, et al., 2011). Assim, uma aplicação educativa ludificada é diferente de aprendizagem baseada num jogo ou de um jogo educativo/sério, pelo que os jogos sérios podem até ser considerados casos especiais da ludificação (Werbach & Hunter, 2012).

Apesar da ludificação ser um termo que se encontra, atualmente, sob a luz dos holofotes académicos, as referências ao termo “ludificação” remontam a 1980, explicam Werbach e Hunter (2012). O professor Richard Bartle da Universidade de Essex, pioneiro dos jogos online multiplayer (multi-jogadores), refere que a noção primordial de ludificação consistia em “tornar algo que não é um jogo, num jogo” (Bartle, 2016). No entanto, Bartle (2016) refere que nos dias de hoje, a noção de ludificação é inversa, isto é, tornar um jogo em algo que não é um jogo através de padrões e guias da teoria de jogos para utilização em contextos de não-jogo, como o contexto de aprendizagem, servindo para encorajar os estudantes a realizar determinada atividade. Quando as crianças obtêm uma estrela ou pontos por realizarem os trabalhos de casa, é um exemplo daquilo que hoje é considerado ludificar (Bartle, 2016).

Os jogos sérios preconizam um jogo propriamente dito no final, enquanto que a ludificação não, pelo facto de que os jogos, ao serem jogados, os jogadores podem perder (Bartle, 2016). No entanto, conforme explicita o autor, no que toca a atividades ludificadas, como não se trata propriamente de apenas jogar, num sentido de pura diversão, o jogador não pode perder – no caso do *Duolingo*, por exemplo, depois de o jogador errar, para além de saber qual a solução correta, volta a responder às questões que errou. Então, mesmo quando se perde, ganha-se. Se o objectivo é ganhar, isto é, responder corretamente à maioria das perguntas, então o objectivo não serve o

propósito: aprender. No âmbito de uma aplicação ludificada para a aprendizagem, ganhar adquire outro significado e torna-se sinónimo de aprender.

Werbach e Hunter (2012) exemplificam o conceito de ludificação com as medidas aplicadas por Ross Smith na sua equipa de avaliação de software na *Microsoft*. Apesar de ser um trabalho de extrema importância por ter a função de detetar erros para que os mesmos sejam corrigidos o mais rápido possível, pode tornar-se uma tarefa extremamente monótona, pelo que a solução de Smith passava pela diversão (Werbach & Hunter, 2012). Os autores explicam que Ross Smith decidiu usar o pensamento de design de jogos no trabalho da sua equipa, tornando o trabalho monótono numa experiência agradável e envolvente para milhares de funcionários da *Microsoft*. Para o jogo *Language Quality Game*, contrataram funcionários de todo o mundo para avaliar as caixas de diálogo do *Windows 7* nos seus tempos livres (Werbach & Hunter, 2012). Por cada erro encontrado, ganhavam pontos que eram ordenados numa tabela de classificação pública, mostrando o sucesso de cada um em cumprir a tarefa. Para ter a certeza de que os jogadores não ignoravam as caixas de diálogo, os organizadores colocaram erros óbvios (Werbach & Hunter, 2012). O sistema de pontos do jogo estava organizado de forma individual, e por região. Desta forma, o jogo criou uma dinâmica de competição em que não só os jogadores queriam ganhar, como também queriam que o seu idioma ganhasse (Werbach & Hunter, 2012). Os escritórios da *Microsoft* no Japão, acrescentam os autores, ganharam a competição ao dedicarem um dia de trabalho por semana apenas a procurar erros. No total, 4500 participantes reviram meio milhão de erros nas caixas de diálogo do *Windows 7* e escreveram 6700 relatórios de erros (Werbach & Hunter, 2012). A maioria dos participantes trabalhou mais horas e descreveu o processo como divertido e até viciante (Werbach & Hunter, 2012).

Prensky (2017) descreveu a sua experiência com a empresa *Think3*, em que o seu objetivo era encontrar uma forma divertida e envolvente de colocar engenheiros a aprender um novo software CAD (*Computer Assisted Drawing*). Para responder a esta necessidade, Mark Prensky definiu como objetivos: envolver engenheiros desmotivados, permitir que se divirtam enquanto aprendem o novo software; fazer com que os engenheiros aprendam a usar o software de CAD 3D sem se aperceberem que estão a aprender (*stealth learning* - aprendizagem furtiva); desafiar jogadores de jogos sérios e atrair não só novos jogadores, como também não-jogadores (isto é, pessoas sem hábito de jogar); assegurar que se sentiam motivados a levar o jogo até ao final (correspondendo à mestria das habilidades a aprender); e assegurar que quando completam o jogo são realmente competentes na utilização do software (Prensky, 2017).

Para assegurar que os estudantes completam o jogo e que estão tão imersos na experiência que não se apercebem que estão a aprender, é necessário assegurar que não só os desafios têm de estar bem construídos para que os estudantes realmente aprendam, mas também o jogo tem que ser divertido e cativante, ou seja, as partes de aprendizagem têm que ser igualmente cativantes e divertidas quanto o resto do jogo (Prensky, 2017). Segundo Prensky (2017), a resposta trata-se do sentimento de urgência - o estudante sente que tem que e que quer responder, ou seja, é necessário fazer os estudantes querer completar a tarefa rápido e de forma eficiente para completar a missão.

Ao invés de utilizarem apenas indicações diretas como “*agora vais aprender a fazer isto*”, com a ajuda de guionistas tornaram o discurso mais pessoal e mais urgente com a utilização de verbos de acção no modo imperativo, como “*constrói*”, “*completa*”, “*conserta*”, “*salva*”, entre outros (Prensky, 2017).

O feedback foi extremamente positivo, e as pessoas admitiram terem-se sentido motivadas para levar o jogo até ao fim, pois não só estavam a aprender, como se estavam a divertir bastante (Prensky, 2017). Por outro lado, o jogo era simples e intuitivo o suficiente pois o filho de 8 anos de um jogador do *Monkey Wrench* (nome do jogo desenvolvido por Prensky e a sua equipa) também o conseguiu jogar e divertiu-se a começar a aprender design 3D. “Se um jovem de 8 anos conseguiu aprender o pretendido, então provavelmente qualquer pessoa consegue aprender 3D” explica Prensky (2017). Assim, a simplicidade e a intuitividade da interação ao nível do design da aplicação ludificada ou do jogo, são cruciais para uma melhor experiência de utilização e para que os objetivos de aprendizagem sejam cumpridos (Prensky, 2017).

Por fim, Prensky (2017) explica que para obter sucesso de aprendizagem com uma aplicação ludificada, é necessário atentar em dois factores, também eles, cruciais: a motivação do jogo e a metodologia de aprendizagem. A motivação do jogo deve permitir a aprendizagem furtiva, em que os estudantes aprendem sem se aperceberem, e a metodologia de aprendizagem deve ser rápida, eficaz, e “definitivamente, não-escola” (Prensky, 2017).

Deste modo, a utilização de jogos na educação através da ludificação, e especialmente no ensino superior, não se trata apenas de utilizar os jogos para revisão/auto-avaliação e reforço da aprendizagem, mas pode ser também uma das formas primárias ou principais para aprender conteúdo mais complexo e que não é necessariamente motivador intrínsecamente (Prensky, 2017), isto é, um conteúdo denso e considerado “aborrecido” pelos estudantes. No entanto, mesmo este conteúdo denso e complexo tem de ser aprendido, tal como se verifica em algumas UC (Unidades Curriculares) ao nível do ensino universitário, pelo que a ludificação pode ser uma solução para melhorar a taxa de conclusão e os resultados obtidos, por exemplo, nestas UC.

Diversas empresas estão a começar a utilizar ludificação e jogos digitais para aprendizagem de material que é extremamente técnico e denso; conteúdo muito complexo; audiências difíceis de alcançar; avaliação e certificação difícil; processos de compreensão complexa; análises sofisticadas do tipo “e se?”; desenvolvimento de estratégias e comunicação (Prensky, 2017).

Na óptica da motivação extrínseca e intrínseca, Werbach e Hunter (2012) definem três contextos “não-jogo” como três áreas de atuação da ludificação: ludificação interna, ludificação externa e ludificação de alteração comportamental.

2.2.2.1 Ludificação interna

As iniciativas de Ross Smith que Werbach e Hunter (2012) exploram, incluem-se numa óptica de ludificação interna, em que o objectivo é aumentar a produtividade dentro da organização, melhorar o companheirismo e obter resultados positivos para o negócio. A

ludificação, no âmbito educativo, insere-se nesta mesma lógica de ludificação interna, em que o objectivo é aumentar a produtividade e a motivação dos estudantes através de técnicas de design de jogos (Werbach & Hunter, 2012). Assim, utiliza-se a análise realizada por Werbach e Hunter (2012) aplicada ao contexto educativo, ao invés do contexto empresarial.

Segundo os autores, existem duas características-chave inerentes à ludificação interna: os jogadores fazem parte da mesma comunidade e as dinâmicas motivacionais da ludificação devem estar alinhadas com as estruturas de recompensa e gestão da organização. Ou seja, integradas dentro do sistema de avaliação das unidades curriculares, existindo inúmeras formas de integrar este pensamento de jogos. Por exemplo, a participação em todos os momentos de jogo possibilita ao aluno uma nota mais alta (recompensa) ao nível da participação da aula. Neste sentido, existe um reforço motivacional directo à participação dos estudantes nas atividades da aula, permitindo um maior envolvimento na aula e nos assuntos abordados (Werbach & Hunter, 2012).

2.2.2.2 Ludificação Externa

A ludificação externa envolve os estudantes (os consumidores já existentes) e também os possíveis estudantes (futuros consumidores). Num âmbito de ludificação externa, estas aplicações são normalmente dirigidas por objetivos de marketing, ambicionando melhorar as relações entre os negócios e os seus consumidores, produzindo um envolvimento acrescido, identificação com o produto e fidelização e, em última instância, retornos mais elevados (Werbach & Hunter, 2012). Pensando na ludificação externa enquadrada num contexto educativo, o seu objetivo é melhorar a relação dos estudantes com os conteúdos da unidade curricular, especialmente relevante em unidades curriculares da área das STEM, em que normalmente os estudantes sentem mais dificuldades e, conseqüentemente, o seu interesse nas mesmas tende a decrescer. Assim, para melhorar a relação dos estudantes com a unidade curricular, a ludificação externa visa aumentar o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem, aumentando a identificação com a unidade curricular por utilizar ferramentas de maior identificação, como os jogos e aplicações interativas, que fazem parte do universo da nova geração digital (Prensky, 2017). A fidelização corresponderá ao estudo sistemático e ao envolvimento contínuo na UC, resultando, idealmente, num retorno mais elevado, ou seja, num aumento do aproveitamento e desempenho dos estudantes nos momentos de avaliação.

Werbach e Hunter (2012) ilustram a ludificação externa com a atribuição de distintivos aos utilizadores que comentavam artigos online no jornal *Record Searchlight*. O objectivo do jornal era aumentar o envolvimento dos seus leitores (Werbach & Hunter, 2012). A atribuição de distintivos resultou num aumento de 10% no número de comentários e o tempo que cada leitor passava no website aumentou em 25% (Werbach & Hunter, 2012). Assim, a utilização de elementos de jogos, como os distintivos, permite aumentar, de forma extrínseca, a motivação dos estudantes para se envolverem no processo de aprendizagem, concluem os autores. O professor pode, neste âmbito, criar um mecanismo de motivação extrínseca semelhante aos distintivos, que

reconheça externamente e perante os pares, o envolvimento dos estudantes: como atribuir um título semanal (por exemplo, “o mestre da física” ou o “game boss” da semana) ou pontos contabilizados e transformados em parte integrante da avaliação da participação em aula.

2.2.2.3 Ludificação de Alteração Comportamental

A ludificação de mudança comportamental procura que uma dada população adquira hábitos melhores - desde hábitos de saúde a métodos de ensino que transformem aprender algo prazeroso (Werbach & Hunter, 2012). Adam Bosworth utilizou esta técnica de alteração comportamental através da sua empresa start-up *Keas* (Werbach & Hunter, 2012). Uma vez que a apresentação apelativa de dados não surtiu qualquer efeito nos hábitos das pessoas, *Keas* resolveu criar uma série de *quiz* sobre saúde e incorporou-os num jogo de equipa que incluía níveis, estratégia e uma tabela de classificação (Werbach & Hunter, 2012). As equipas de *Keas* competiam por recompensas baseadas numa combinação de esforço continuado no mundo real e aprendizagem de como serem mais saudáveis, explicam os autores.

Num hospital, os trabalhadores que usaram *Keas* perderam, colectivamente, 1200 libras (aproximadamente 544 kilogramas); 73% desses mesmos trabalhadores declararam sentir-se mais positivos em relação aos seus empregadores e 64% que se sentiram mais produtivos no trabalho (Werbach & Hunter, 2012). Apesar do objectivo de negócio de *Keas* ter por base a diminuição de custos com a saúde, existem inúmeras vantagens para a sociedade em adquirir hábitos melhores e mais saudáveis, ressaltam os autores.

Associações sem fins lucrativos como a *Hope Lab* utilizam a ludificação para melhorar a saúde dos jovens, especialmente em comunidades mais desfavorecidas (Werbach & Hunter, 2012). Os autores concluem que todos estes esforços se encontram num ponto comum: o reconhecimento de que a motivação é a base da mudança comportamental, e os jogos são uma das ferramentas motivacionais mais poderosas.

Apesar de todas estas formas de ludificação operarem em contextos diferentes, são passíveis de serem aplicadas em contextos educativos, no qual se insere a presente dissertação. A mudança comportamental num contexto educativo visa, através da motivação, alterar ou melhorar os hábitos e métodos de estudo dos estudantes. Aplicações como o *Duolingo* utilizam, por exemplo, o *nudging*, como forma de reforçar e relembrar a prática diária, visando criar um hábito no utilizador de realizar os exercícios da língua, motivando-o para continuar a aprender. Como forma de motivação extrínseca, podemos considerar que o objectivo é internalizar o hábito e a disciplina de estudar, sem ser necessário o estímulo ou motivação externa (Prensky, 2017; Werbach & Hunter, 2012). Isto é, a motivação externa transforma-se ou ajuda a criar a motivação intrínseca (Werbach & Hunter, 2012). Assim, tal como no caso do *scaffolding*, o objectivo é que o estudante adquira independência no processo de aprendizagem e de estudo, de forma a consolidar os conhecimentos e melhorar o seu desempenho académico (Beland, 2017).

2.2.3 Design de Ludificação

O design de ludificação pode considerar-se uma parte específica do design de interação, em que são utilizados elementos de design de interação típicos de jogos (Schell, 2008). O processo de design deve ter em conta um propósito específico e ser centrado no utilizador, pensando nos utilizadores como jogadores e focar em criar uma experiência, e não em criar um jogo ou uma aplicação ludificada (Schell, 2008; Prensky, 2017). Ainda segundo Schell (2008), o jogo não é a experiência em si, mas o meio que possibilita a experiência; o jogo deve balancear o uso de pensamento analítico e pensamento criativo para encontrar a melhor solução, duas características muito importantes na aprendizagem. Por último, deve ser um processo iterativo, baseado numa iteração contínua de prototipagem e testes com jogadores (Schell, 2008).

Ludificar uma atividade ou uma aplicação implica a utilização de pensamento de jogos, isto é, é necessário que se pense como um designer de jogos. O pensamento de jogos é uma forma de abordar e modificar o sistema de desafios já existente - ou seja, no âmbito educativo, é necessário que se aborde, sob a perspectiva do design de jogos, o processo de aprendizagem e quais os desafios a resolver, para perceber quais elementos de jogo serão mais adequados (Werbach & Hunter, 2012). Desta forma, os autores explicam que pode ser visto como utilizar os recursos à disposição para criar uma experiência envolvente (como é um jogo) que motive o comportamento desejado – o que, no caso educativo, corresponderá à aprendizagem. Um dos maiores desafios da ludificação é conseguir aplicar com eficácia, no mundo real, os elementos que normalmente operam dentro de um universo de jogo (Werbach & Hunter, 2012).

Assim, uma vez que o design de uma aplicação ludificada implica a compreensão dos elementos que constituem um jogo e que o diferenciam de uma outra qualquer aplicação multimédia, é feita uma breve revisão dos mesmos.

2.2.3.1 Elementos e Princípios de Design de Jogos

Conforme referido anteriormente, os jogos favorecem o envolvimento e a imersão plena numa atividade pois, em primeiro lugar, são uma forma de diversão e de jogo, e em segundo lugar, devido a seis principais elementos estruturais dos jogos (Prensky, 2017):

- Regras
- Motivação e Objetivos
- Resultados e Feedback
- Conflito/Competição/Desafio/Oposição
- Interação

- Representação ou história/narrativa

As regras são, a um nível basilar, aquilo que distingue um jogo de outros tipos de diversão e interação. De facto, a definição mais básica de jogo é a sua denominação como diversão organizada - as regras proporcionam a organização ou ordem. Se não existirem regras, temos diversão livre e não um jogo (Prensky, 2017). As regras impõem limites e obrigam o jogador a ter de levar um caminho definido para alcançar um objetivo, da mesma forma que um professor tenta guiar o processo de aprendizagem do estudante, ou podem tentar obrigar a que todos os jogadores sigam o mesmo caminho, explica o autor. As regras colocam os jogadores dentro do mundo do jogo e definem aquilo que está dentro e o que está fora de limites (Prensky, 2017).

Os objetivos também distinguem os jogos de outros tipos de divertimento, se algo com que nos podemos divertir não tem regras, então é um brinquedo e não um jogo, segundo vários designers de jogos, tal como refere Prensky (2017). Por outro lado, explica o autor, os objetivos são os motivadores do jogo para manter os jogadores a jogar. Normalmente, os objetivos são definidos no início das regras, por exemplo, ter a pontuação mais alta, chegar ao final do nível, capturar algo, entre outros (Prensky, 2017). Objetivos são importantes porque nós somos uma espécie orientada para objetivos, uma vez que conseguimos criar situações futuras e criar estratégias que nos permitem atingir determinado objetivo a longo-prazo (Prensky, 2017). As regras tornam o processo mais difícil, limitando as nossas estratégias e os objetivos fazem-nos querer ganhar e superar as dificuldades, conclui o autor.

Prensky (2017) explica que resultado e o feedback são a forma de registo do progresso face aos objetivos. Os jogos clássicos preconizam ganhar ou perder, e é essa a medida para as capacidades do jogador. Por outro lado, ganhar e perder têm ambas cargas emocionais associadas e respostas ao nível da gratificação do ego (Prensky, 2017). O feedback, por sua vez, relaciona-se com a interatividade, que permite que uma ação tenha uma resposta que implica uma determinada alteração, refere o autor. Também nos permite identificar, acrescenta Prensky (2017), de imediato, se uma ação foi correta ou incorreta, como é que o jogador se encontra face à competição, entre outros. No âmbito educativo, o feedback ganha uma importância acrescida pois é através do próprio feedback que a aprendizagem também ocorre, explica o autor. Através do feedback o estudante fica a saber se a sua resposta estava certa ou errada, se estava errada aprende o porquê de estar errada e qual seria, por isso, a resposta correta (Prensky, 2017).

Prensky (2012) chama a atenção para o facto de o feedback ser, por um lado, extremamente importante e, por outro, extremamente complexo - em excesso ou em falta, pode levar à frustração do jogador. Assim, o feedback deve ser praticado de acordo com outra característica dos jogos digitais, que é serem adaptativos, isto é, a dificuldade de um nível é ajustada de acordo com a avaliação dinâmica das capacidades do jogador (Prensky, 2017). Esta é uma das formas de manter os jogadores no estado de “flow”. O estado de “flow” ou de fluidez é um estado mental descrito como um estado de concentração profunda, ao ponto de ações complexas se tornarem mais fáceis e a atividade torna-se mais prazerosa (Mihaly Csikszentmihalyi, 2011). Neste estado de fluidez,

os desafios apresentados e a capacidade de resolução estão perfeitamente alinhadas e os objetivos são alcançados (Mihaly Csikszentmihalyi, 2011). Então, de forma a aumentar a concentração na aprendizagem, para manter os estudantes no estado de flow, os exercícios não devem ser demasiado fáceis pois tornar-se-ão aborrecidos, mas também não devem ser demasiado difíceis para que os estudantes não fiquem frustrados.

Em seguida, o conflito, a competição, o desafio e a oposição relacionam-se com a resolução de problemas que, conforme referido anteriormente, é uma das características comuns a todos os jogos. Os problemas não implicam necessariamente um oponente ou jogar contra a AI (Inteligência Artificial) do computador, são apenas o que está entre o jogador e o seu objetivo, explica Prensky (2017). Manter o nível de conflito/dificuldade de acordo com as capacidades do jogador e o seu progresso, é o que torna um jogo equilibrado e justo (Prensky, 2017).

A interação possui dois aspetos importantes: a interação do jogador com o computador, que ocorre, nomeadamente, sob a forma de feedback, e a interação social entre jogadores, que torna a experiência mais divertida (Prensky, 2017). Deste modo, ao invés de jogar ser uma atividade isoladora, torna-se uma atividade que estimula, promove e possibilita a interação social, ainda que, no caso dos jogos digitais, não seja uma interação presencial, ressalva o autor.

A representação significa, no fundo, que o jogo é sobre algo, que pode ser mais concreto ou mais abstrato (Prensky, 2017). Por exemplo, conforme exemplifica o autor, o xadrez é um jogo de estratégia sobre conflito. A representação inclui todos os elementos da narrativa do jogo (Prensky, 2017).

Werbach e Hunter (2012) categorizam os elementos de jogos segundo as categorias Mecânicas, Dinâmicas e Componentes. As mecânicas são os processos que guiam a ação e geram o envolvimento do jogador, ou do estudante. Os autores definem dez importantes mecânicas de jogo:

- Desafios - tarefas que envolvem esforço para resolver;
- Sorte - elementos de acaso;
- Competição - um jogador ou grupo ganha, e outro perde;
- Cooperação - os jogadores devem trabalhar em conjunto para alcançar um objetivo;
- *Feedback* - informação sobre o progresso do jogador, por exemplo, aumentar de nível, sobre acertar ou errar uma resposta, etc;
- Aquisição de recursos - obter itens úteis ou colecionáveis;
- Recompensas - benefício devido a algum objetivo;
- Transações - troca entre jogadores, diretamente ou através de intermediários;

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

- Alternância - participação alternada de jogadores, tal como no xadrez;
- Estados de vitória-derrota - objetivos que fazem com que um jogador ou uma equipa sejam os vencedores; conjunto de condições que ditaram a vitória do jogo, ou a passagem para o nível seguinte. Por exemplo, num jogo educativo tipo quiz, dada uma resposta certa “A” e outras três hipóteses B, C, D, a condição de vitória é o jogador escolher a resposta certa. Se o fizer, avança para a pergunta seguinte. Para concluir o nível (referente a uma temática, por exemplo), a condição de vitória é o jogador obter, pelo menos, 5 respostas corretas em 10. Quantas mais perguntas acertar e se acerta todas em sequência, pode obter mais pontos, etc;

Cada mecânica representa uma forma de atingir as dinâmicas descritas em seguida. Um evento que surge inesperadamente como uma recompensa sem aviso, pode estimular a diversão e a curiosidade dos jogadores; de conseguir obter novos jogadores ou a manter jogadores experientes envolvidos, através das curvas de interesse (Werbach & Hunter, 2012).

As dinâmicas representam o nível mais alto de abstração, isto é, o que está na base do jogo. As dinâmicas de jogo mais importantes são, segundo Werbach e Hunter (2012):

- Restrições - limitações ou escolhas obrigatórias;
- Emoções - os jogos podem gerar emoções como a curiosidade, competitividade, frustração ou felicidade, para enriquecer a experiência, agindo como um reforço;
- Narrativa - uma história consistente; isto é, numa aplicação de física, por exemplo, uma apresentação coerente, progressiva e envolvente, dos diferentes conceitos fundamentais que, em conjunto, permitem compreender e resolver um problema complexo (que faz uso de diferentes conceitos, operações, etc). Se o aluno não entende a ligação entre os conceitos, não consegue formar a “narrativa” do conteúdo de aprendizagem.
- Progressão - crescimento e desenvolvimento do jogador. Ao jogarem o jogo, os jogadores devem sentir que estão a progredir na direção da mestria de algo. Num contexto educativo, por exemplo, os estudantes devem sentir a sua progressão ao serem capazes de atingir níveis mais altos de complexidade de resolução de problemas, em relação aos temas da unidade curricular.
- Relações - interações sociais que geram sentimentos de companheirismo (criar duplas para responder a exercícios), estatuto (lista de ranking), altruísmo (ganhar pontos por ajudar um colega), etc; um dos maiores prazeres do jogo reside na interação com outras pessoas e as relações criadas através do jogo, incluindo também a sensação de uma competição saudável (LeBlanc, 2020).

As dinâmicas são, no fundo, os aspectos do plano maior do sistema ludificado, e as mecânicas são as ações do plano menor, das quais as dinâmicas dependem para funcionarem corretamente e os seus objetivos serem alcançados (Werbach & Hunter, 2012).

Por último, os componentes são formas mais específicas das mecânicas e das dinâmicas. Há, pelo menos, quinze componentes de jogos importantes, segundo Werbach e Hunter (2012):

- Conquistas – objetivos definidos;
- *Avatars* – representações visuais da personalidade de um jogador;
- Distintivos – representação visual das conquistas e, conseqüentemente, dos objetivos atingidos;
- *Boss fights* – que, num contexto de não-jogo, pode ser definido como os desafios especialmente difíceis na culminação de um nível;
- Coleções – conjunto de itens ou distintivos para acumular;
- Combate – uma batalha definida, tipicamente curta;
- Desbloqueio de conteúdo – conteúdo que só é acessível mediante conclusão/conquista de objetivos;
- Presentear/partilhar recursos – poder oferecer recursos ou trocar recursos com outro jogador;
- Tabelas de classificação/*ranking* – representação visual da progressão dos jogadores e das suas conquistas;
- Níveis – os passos de progressão do jogador;
- Pontos – representações numéricas da progressão do jogo;
- Missões – desafios previamente definidos com objetivos e recompensas;
- Gráficos sociais – representação das redes sociais dos jogadores dentro do jogo (clãs ou equipas, por exemplo)
- Equipas – grupos de jogadores que trabalham em conjunto para um objetivo comum;
- Bens virtuais – itens do jogo com valor simbólico ou monetário;

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

A tríade PBL - *Points, Badges e Leaderboards*, isto é, Pontos, Distintivos e Tabelas de Classificação, faz parte dos componentes de um jogo que pode ser usado na ludificação e por serem tão utilizados, atenta-se no seu comportamento e inter-relação, sob o olhar dos autores Werbach e Hunter (2012). Os pontos são acumulados através da resolução de desafios e podem ser redimidos/trocados por recompensas; são ordenados numa tabela de classificação para comparar o progresso de um jogador com o de outros jogadores. Os distintivos, por sua vez, são acumulados em resultado dos objetivos cumpridos (Werbach & Hunter, 2012).

Existem, tal como referido anteriormente, outros componentes que podem ser utilizados para além da tríade PBL. Quando a tríade PBL é utilizada corretamente, pode ser uma ferramenta poderosa, prática e relevante, mas também possuem algumas limitações, explicam os autores.

Os pontos são normalmente acumulados pelo facto de as pessoas serem motivadas a fazer algo para os ganhar. Existem, segundo Werbach e Hunter (2012), seis formas de como os pontos podem ser utilizados na ludificação e respetivas razões para o fazer:

- Os pontos mantêm registo da pontuação e do progresso do jogador no sistema ludificado, e informam o próprio jogador (*feedback*); também representam metas para concluir níveis (por exemplo, “*para concluir o nível 5 e desbloquear novo conteúdo, ganha 1000 pontos!*”);
- Os pontos determinam o estado de vitória – o que pode ser algo simples como dar uma recompensa após o jogador ganhar um determinado número de pontos;
- Os pontos criam uma ligação entre a progressão no jogo e as recompensas extrínsecas – isto é, quando existem recompensas fora do jogo, como mais um valor na avaliação da unidade curricular por realizar todos os níveis, por exemplo;
- Os pontos dão feedback ao jogador e, no caso educativo, aos professores também – não só os estudantes podem realizar uma auto-avaliação perante a pontuação que obtiveram, também o professor consegue fazer uma análise da consolidação do conhecimento a um nível geral da turma. Este factor pode ser extremamente útil no âmbito da avaliação sistemática que permite detetar conceitos que necessitem de revisão e de reforço para aumentar a taxa de sucesso na avaliação dos estudantes no final do semestre;
- Os pontos também permitem comparar o progresso – se as tabelas de classificação forem públicas, os jogadores podem comparar as suas pontuações e perceberem se estão dentro ou fora da média e adequar ou manter os seus métodos (de estudo, por exemplo);
- Os pontos são dados importantes. Se a quantidade de pontos depender do tempo de resposta e do número de respostas certas, se existirem bónus por sequência de respostas corretas, tal irá afetar os resultados dos jogadores/estudantes. Tal como referido

anteriormente, estes resultados podem identificar graus de complexidade de questões, dificuldades dos estudantes, conteúdo que está já aprendido com sucesso, entre outros.

Os distintivos são uma forma de pontos, a um nível básico (Werbach & Hunter, 2012). Um distintivo é uma representação visual da conclusão de um objetivo do jogo ou a obtenção de um dado número de pontos, explicam os autores. Segundo Werbach e Hunter (2012), um dos atributos mais importantes dos distintivos é a sua flexibilidade, pois existem diversos distintivos que seria possível ganhar mediante as mais diversas atividades e tarefas, mediante as preferências de cada um ou como uma demonstração individual de características ou capacidades.

As tabelas de classificação são o elemento mais sensível da tríade pelo seu carácter dual - tanto podem ser motivadoras, como desmotivantes; por um lado, podem estimular a que aqueles que têm menos pontos se esforcem mais, por outro lado, pode fazer com que o objetivo, por exemplo, de aprender, se perca, e se torne apenas na questão de quem tem mais pontos, chamam à atenção os autores. No entanto, existem diferentes tipos de tabelas de classificação que podem ser usadas, pois estas podem ordenar os jogadores mediante todo o tipo de atributos e capacidades, explicam Werbach e Hunter (2012).

Os autores Werbach e Hunter (2012) definem também uma pirâmide hierárquica dos elementos dos jogos: no topo da pirâmide encontram-se as dinâmicas, em segundo lugar, as mecânicas e, na base da pirâmide, os componentes.

2.2.3.2 Modelo de Ludificação

Tendo em conta os elementos e os princípios de design de jogos acima descritos, Werbach e Hunter (2012) definem seis passos de implementação para que a ludificação seja bem sucedida:

1. Definir os objectivos do produto – porque se está a ludificar, neste caso, o processo de aprendizagem? Se o sistema ludificado cumprir com a sua intenção, que resultado positivo se pretende obter? Os objectivos devem ser justificáveis e devem responder a uma necessidade específica, explicam os autores. No âmbito desta investigação, por exemplo, procura-se responder à dificuldade dos estudantes na aprendizagem de conceitos no âmbito da UC de Física;
2. Delinear os comportamentos-alvo – os comportamentos a atingir devem ser específicos e devem ser utilizadas métricas bem delineadas que permitam aferir o seu sucesso ou insucesso. Os comportamentos a atingir devem estar de acordo com os objectivos da instituição, ainda que de forma indirecta, ressalvam os autores. Neste caso, procura-se aumentar e melhorar o desempenho dos estudantes na UC de física. As métricas devem também providenciar feedback para os jogadores, deixando-os saber quando estão a ter os comportamentos desejados;

3. Descrever os jogadores – quem são as pessoas que vão participar na actividade ludificada? Como é que eles são? Quais são os seus gostos? É importante que o design da aplicação ludificada, quer do ponto de vista estético como funcional, seja realizado centrado no seu utilizador, ressalvam os autores, ou seja, deve responder às necessidades e preferências dos estudantes e dos professores. Para realizar o perfil dos jogadores, podem ser utilizados dados demográficos (como a idade e o género) ou psicográficos (valores e personalidades) (Werbach & Hunter, 2012); ou modelos como o da tipologia de jogadores de Bartle (2016), apesar de este ser mais adequado a MMOGs (Massive Multiplayer Online Games). A análise de jogadores deve permitir concluir qual o tipo de elementos de jogo a incluir para que a plataforma seja eficiente para o público-alvo (Werbach & Hunter, 2012). Por exemplo, se um sistema mais cooperativo ou mais competitivo se adequa melhor à comunidade de jogadores em questão, exemplificam os autores;
4. Distribuir os *loops* de actividade – deve ser explorado em grande detalhe como se vão manter os jogadores motivados utilizando os *loops* de progressão e de envolvimento, referem os autores. Primeiro, devem ser descritos os tipos de feedback que o sistema vai oferecer aos jogadores para encorajar utilização futura, e explicar como é que o feedback vai motivar os jogadores. Em segundo lugar, deve ter-se em conta como é que os jogadores vão progredir no jogo, como é que se vão manter envolvidos e como é que o jogo se vai manter interessante para jogadores mais experientes;
5. Diversão – apesar de ser, provavelmente, o mais abstrato dos elementos, assegurar que a ludificação do sistema é divertida é tão importante quanto os outros aspectos. Pode considerar-se, por exemplo, se fossem retiradas as recompensas de motivação extrínseca, se o jogo continuaria a ser divertido e se os jogadores se sentiriam motivados a jogar mesmo sem recompensas;
6. Utilizar as ferramentas corretas – tendo em conta a experiência a oferecer aos jogadores, é importante considerar-se, por exemplo, se o jogo será jogado em computador, dispositivos móveis ou outro tipo de plataformas. Descrever qual o tipo de *feedback*, recompensas e outros tipos de reforço que os jogadores podem receber. Finalmente, deve reflectir-se se as decisões tomadas estão de acordo com os restantes cinco passos do processo, especialmente com os objectivos.

Perante os requisitos para o sucesso de uma aplicação ludificada, Prensky (2017) sugere diferentes tipos de exercícios e actividades, mediante os conceitos a aprender, organizados na Tabela 1.

Tabela 1: Estilos de jogo para diferentes tipos de exercícios (Prensky, 2017)

<i>Conteúdo</i>	<i>Exemplo</i>	<i>Exercícios</i>	<i>Estilos de Jogo</i>
Factos	Leis, especificações de produto	Questões, memorização, associação	Competição, flashcards (cartões), menemónicas, ação, jogos de desporto
Capacidades	Entrevista, vender, operar uma máquina, gestão de projeto	Imitação, prática contínua, desafios progressivamente mais complexos	Representação, aventura, detetive
Julgamento	Decisões de gestão, organização, ética, contratação	Rever casos, questionar, fazer escolhas práticas, feedback, treino	Representação, detetive, interações multi-jogador, aventura e estratégia
Comportamentos	Supervisionar, exercitar auto-controlo, dar o exemplo	Imitação, feedback, treino, prática	Representação
Teorias	Teoria da Relatividade ou outro tipo de conteúdo teórico	Lógica, experimentação, questionar/refletir	Simulação aberta, construção, testes de realidade
Racionalização	Pensamento estratégico e tático, análise de qualidade	Problemas, exemplos	Puzzles
Processo	Auditoria, criação de estratégia	Análise e desconstrução de sistemas, prática	Estratégia, aventura e simulação
Procedimento	Montagem, procedimentos legais	Imitação, prática	Jogos temporizados e de reflexo
Criatividade	Invenção, design de produto	Jogar, memorização	Puzzles, jogos de invenção

<i>Conteúdo</i>	<i>Exemplo</i>	<i>Exercícios</i>	<i>Estilos de Jogo</i>
Linguagem	Acrónimos, línguas estrangeiras, vocabulário técnico	Imitação, prática contínua, imersão	Representação, reflexo, flashcards (cartões)
Sistemas	Saúde, mercado, refinaria	Compreender os princípios, tarefas progressivas, imersão em micro-mundos	Simulação
Observação	Humor, moral, inefácia, problemas	Observação, feedback	Concentração, aventura
Comunicação	Linguagem correta, envolvimento	Imitação, prática	Representação e de reflexo

2.3 Micro-aprendizagem e aprendizagem móvel

A micro-aprendizagem e a aprendizagem móvel são alvo de diversas definições e com a crescente disseminação do uso de smartphones e tecnologias móveis, não raro surgem cada vez mais relacionadas no que toca à literatura sobre o tema. Segundo Hug (2005), a micro-aprendizagem refere-se a uma estratégia assente na utilização de pequenos conteúdos de rápido consumo, chamados de Unidades de Micro-Aprendizagem (MLU - *Micro-Learning Units*), e atividades rápidas, criada para atender aos limites da atenção das novas gerações, bem como evitar a sobrecarga cognitiva (Kamilali & Sofianopoulou, 2015).

A aprendizagem móvel, por sua vez, pode ser definida como a “aprendizagem em múltiplos contextos, através da interação social e de conteúdo, utilizando dispositivos eletrónicos pessoais” (Crompton, 2014). Se a sua integração for bem-sucedida e a plataforma for suficientemente interativa, os alunos obtêm melhores resultados (Buchem & Hamelmann, 2010; Kovachev et al., 2011).

Assim, num contexto de micro-aprendizagem móvel, atenta-se em 4 eixos, segundo o modelo TPACK: *Technological Pedagogical Content Knowledge* ou, em Português, Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (Koehler & Mishra, 2009). Por exemplo, o conhecimento dos professores contém, como componentes, a tecnologia, a pedagogia e o conteúdo. Neste âmbito, criam-se interações entre os componentes dos eixos, como num diagrama de *venn*: conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK - *Pedagogical Content Knowledge*);

conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK - *Technological Content Knowledge*); conhecimento tecnológico e pedagógico (TPK - *Technological Pedagogical Knowledge*); e por fim, o ponto em que os eixos se encontram e se integram, o conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK), explicam Koehler e Mishra (2009).

A aprendizagem móvel proporciona oportunidades únicas de resposta às necessidades educativas das STEM, e mediante os dispositivos móveis se tornam mais prevalentes e acessíveis, mais inovações são introduzidas (Krishnamurthi & Richter, 2013). Os dispositivos móveis, mais do que os computadores fixos, facilitam a implementação da ludificação na educação, permitindo aumentar a motivação dos estudantes, reforçam os autores.

A aprendizagem móvel, num contexto de aula, pode permitir ao professor dar apoio adequado e no momento necessário; por outro lado, num âmbito de autonomia do estudante, de estudo pós-aula, pode permitir ao estudante auto-avaliar-se, bem como oferecer feedback automatizado e sugerir o que aprender em seguida, ou o que conceitos rever com mais atenção (de Witt & Gloerfeld, 2018). Neste sentido, as autoras explicam que os sistemas de aprendizagem devem ser adaptativos, utilizando os dados e a sua respetiva análise para oferecer feedback personalizado ao estudante. Ao desenvolver uma aplicação móvel para fins educativos, as necessidades didáticas são mais importantes do que as tecnologias disponíveis - por exemplo, só porque existe acesso a tecnologia de Realidade Aumentada, não quer dizer que o seu uso seja adequado a todos os contextos didáticos (de Witt & Gloerfeld, 2018). Estes contextos ou cenários didáticos têm em conta diversos factores, como o público-alvo, conteúdos de aprendizagem, materiais de aprendizagem, contexto de aprendizagem, organização do ensino e da aprendizagem, comunicação, cooperação e suporte de estudo, explicam as autoras. A utilização de dispositivos móveis adiciona outros factores como a disponibilidade da informação, aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer momento, facilidade de ensino personalizado, conjugação de ensino formal (presencial) e informal (à distância), possibilitando uma avaliação direta e dinâmica (de Witt & Gloerfeld, 2018).

Segundo de Witt e Gloerfeld (2018), podem ser descritos quatro cenários distintos para a aprendizagem, mediante a dependência ou independência de local e tempo, que devem ser tidos em conta no planeamento da implementação do uso de uma aplicação móvel na aprendizagem. O primeiro, quando a aprendizagem é independente do local e do tempo, como a aplicação Duolingo; o segundo cenário, quando a aprendizagem é dependente do local, mas não do tempo, como uma visita a um local ou uma excursão; o terceiro cenário, quando a aprendizagem depende do local e do tempo, como as aulas presenciais; por fim, o quarto cenário refere-se à aprendizagem independente do local, mas dependente do tempo, como as aulas por videoconferência. Em todos estes cenários, a aprendizagem móvel através de aplicações ludificadas representa uma solução viável e eficaz para aumentar a motivação dos estudantes, apesar do seu desenvolvimento ainda não ser considerado prioritário, explicam as autoras.

2.4 Nudging

A globalização e o rápido progresso tecnológico aumentaram o foco na obtenção de conhecimento. Num mundo cada vez mais imediato, pretende-se que os estudantes consigam obter o conhecimento de uma forma mais eficiente. No entanto, tal envolve uma mudança em relação aos hábitos de estudo, sabendo que o estudante de hoje é marcado pela era digital e da interatividade, como tal, a forma de cativar estes mesmos estudantes deverá ser distinta da utilizada há anos, quando esses estudantes cresceram com livros (Prensky, 2007). Políticas de *Nudging* focadas em “alterar os comportamentos das pessoas de forma previsível sem proibir quaisquer escolhas ou sem mudar significativamente os seus incentivos económicos” adquirem cada vez mais adeptos e renome no meio académico (Thaler & Susteim, 2008). *To nudge* é um verbo que em português significa *cotocar*, pelo que *nudging* é o acto de cotocar, ou seja, de estimular uma pessoa a uma determinada ação (“Nudge”, 2020).

Thaler e Susteim (2008) descrevem um *nudge* como um “qualquer aspecto da arquitetura de escolha” que permite, então, a alteração pretendida sem que exista a limitação da escolha ou incentivos económicos significativos. Deste modo, um *nudge* será algo que facilmente podemos evitar, mas que nos sentimos atraídos a adotar ou adquirir (Thaler & Susteim, 2008). Assim, “colocar a fruta ao nível da visão, conta como um *nudge*. Banir *fast food* não”, uma vez que, neste caso, estamos perante a limitação de uma escolha, exemplificam os autores. Por outro lado, a popularidade das técnicas de *nudging* deve-se também ao elevado benefício a baixo custo, conforme provam vários outros estudos anteriores (Thaler & Benartzi, 2004). Pode dizer-se, então, que um *nudge* ou *unidade de nudge* é o incentivo ou arquitetura de escolha que leva à mudança comportamental, e o *nudging* é a aplicação e o desenvolvimento baseado em evidência dos diferentes *nudges*, de forma a criar a mudança comportamental desejada (Hansen, 2016) - como estimular nos estudantes o estudo regular e metódico.

Alguns estudos recentes sugerem que, do ponto de vista do bem-estar social, nem sempre os *nudges* têm o efeito desejado, uma vez que podem ter efeitos bastante heterogéneos, sendo por isso mais desejável que se procure desenvolver *nudges* mais direcionados para o público pretendido do que *nudges* universais (Damgaard & Nielsen, 2018).

Damgaard e Nielsen (2018) descrevem as intervenções contempladas na sua revisão segundo dois eixos: quando a intervenção induz um processo de decisão ativo ou passivo; e quando a intervenção envolve alterações no ambiente de decisão.

Quando as intervenções envolvem um processo de decisão passivo, os efeitos nos resultados dos estudantes são mais vastos e a longo prazo (Damgaard & Nielsen, 2018). No entanto, é ineficaz quando a intervenção preconiza uma decisão ativa, como a manipulação de pares, ou se a intervenção não é significativa o suficiente para produzir o resultado desejado (Damgaard & Nielsen, 2018).

As intervenções que adicionam informação, ajuda ou habilidades ao processo de escolha têm resultados positivos, o que sugere que os estudantes e os pais estão motivados a fazerem melhores

escolhas educativas, mas não são capazes de, ou não estão munidos das ferramentas para o fazer (Damgaard & Nielsen, 2018). Por último, os autores concluem que *nudges* que dependem de ferramentas de auto-regulação como datas de entrega, objectivos e lembretes, têm normalmente resultados muito positivos, principalmente quando os estudantes são altamente motivados e se a intervenção envolve tarefas que os estudantes teriam maior probabilidade de atrasar a sua conclusão, ou não concluir as tarefas de todo. Para além disso, é importante que seja dado tempo suficiente para permitir que os estudantes mudem o seu comportamento, ou seja, o tempo de intervenção tem de ser considerável para que se possa obter resultados, bem como concluir acerca dos mesmos – um estudo compreendido num intervalo de tempo demasiado curto dificilmente permitirá concluir acerca da eficácia (Damgaard & Nielsen, 2018).

Os *nudges* comportamentais utilizam a psicologia social para influenciar comportamentos e formas de pensar para ajudar as pessoas a atingirem os seus objetivos (Soricone & Endel, 2019). A iniciativa da *Persistence Plus*, “*Nudging* para o sucesso das STEM” (NTSS - *Nudging to STEM Success*), utiliza *nudges* desenhados para envolver os estudantes da Universidade e apoiá-los na conclusão do curso, através de uma plataforma inteligente de mensagens de texto (Soricone & Endel, 2019). A iniciativa NTSS procura responder à necessidade das STEM de aumentar a taxa de conclusão de curso, explicam os autores. Assim, os *nudges* utilizados nesta iniciativa foram concebidos para ajudar os estudantes a concluir o curso, conectar os estudos das STEM a valores e objetivos pessoais, utilizar apoios universitários como tutoria, aconselhamento e ajuda económica; encontrar e atuar sobre barreiras desconhecidas e preconceitos que dificultam o seu sucesso (Soricone & Endel, 2019). Uma vez que os estudantes, hoje em dia, têm sempre os telemóveis na sua posse, as mensagens de texto permitiram um acesso mais direto e imediato aos estudantes, permitindo um maior encorajamento para procurarem informação e encontrarem recursos disponíveis, e motivá-los nos momentos mais desafiantes para batalharem em prol dos seus objetivos e sucesso, concluem os autores.

O *nudging* pode ajudar a colmatar a falta de redes de apoio dos estudantes e a sua relutância em procurar ajuda, uma vez que os *nudges* promovem e encorajam o sentimento de pertença, definição de objetivos, mentalidade de evolução (irem melhorando as suas capacidades e taxa de sucesso académico) e melhor gestão de tempo (Soricone & Endel, 2019). Para além disso, acrescentam os autores, permite que as universidades respondam às necessidades dos seus grupos minoritários, fomentando uma maior igualdade de oportunidades no meio académico. Todas as universidades que participaram na iniciativa NTSS viram no *nudging* uma forma de atuar sobre a persistência dos estudantes em concluir o curso, bem como uma forma de complementar outros esforços para diminuir a taxa de desistência (Soricone & Endel, 2019).

2.4.1 *Nudges* puros vs *Nudges* educacionais

Damgaard e Nielsen (2018) dividem os *nudges* em dois grupos: *nudges* puros (não educacionais) e *nudges* educacionais. Os *nudges* puros, ou não-educacionais, focam-se em

influências sistemáticas no comportamento através de alterações no sistema de escolhas que, potencialmente, trabalham a nível inconsciente, sem provocar uma escolha ativa, explicam os autores. As intervenções com *nudges* do tipo de prazos, definição de objetivos e lembretes, também podem ser aplicados num contexto educativo, induzindo os estudantes a utilizar estas ferramentas comportamentais de forma a controlarem autonomamente o seu comportamento (Damgaard & Nielsen, 2018). No âmbito educativo, referem os autores, os *nudges* tendem a atuar de forma a superar uma barreira ou dificuldade enfrentada pelos estudantes. Deste modo, o grupo de *nudges* educativos inclui *nudges* que promovem um melhor processo ativo de decisão através de adicionar nova informação ou assistência ao ambiente de decisão, podendo também influenciar o comportamento de forma inconsciente, ao tornar, por exemplo, determinada informação mais saliente (Damgaard & Nielsen, 2018).

Os *nudges* de tipo padrão, visam provocar uma alteração no padrão de comportamento e alterar as escolhas de forma a evitar o enviesamento que leva a que, de um modo geral, seja tomada a mesma decisão (Damgaard & Nielsen, 2018).

As intervenções por enquadramento permitem alterar a forma como, por exemplo, a informação é enquadrada e apresentada, levando a que sejam ultrapassadas barreiras cognitivas e de atenção, explicam os autores. Por exemplo, uma Universidade utilizar a expressão “ajuda monetária” ao invés de “empréstimo” (Damgaard & Nielsen, 2018). Trata-se, por isso, de uma manipulação externa no ambiente de escolha, concluem os autores.

As manipulações de grupo também constituem um tipo de nudge através deste tipo de mudanças externas, envolvendo a reestruturação do sistema de escolhas para facilitar a interação entre pares, permitindo, por exemplo, aumentar o sentimento de pertença social, criar uma norma social do esforço investido e aumentar a partilha de capacidades através de parcerias de grupo (Damgaard & Nielsen, 2018). No entanto, as intervenções em grupos não apresentam resultados muito positivos a menos que sejam fornecidas indicações concretas para a interação, como nos mostra o exemplo analisado por Damgaard e Nielsen (2018), em que ao se criar grupos com estudantes de melhor performance com estudantes de pior performance, ao invés dos últimos terem ajuda dos estudantes melhores, naturalmente criavam-se dois grupos distintos e não havia interação. Desta forma, o grupo para o qual a intervenção era dirigida, os estudantes de baixa performance, não revelou qualquer melhoria, bem como a performance dos melhores estudantes se manteve inalterada, referem os autores. Apenas os estudantes de desempenho médio obtiveram melhores resultados (Damgaard & Nielsen, 2018).

O *nudge* do tipo prazo (*deadline*), é mais eficaz para os estudantes que sofram de problemas de auto-controlo ou procrastinação, podendo falhar a conclusão e entrega de tarefas. Por outro lado, os prazos intermédios também obrigam a um estudo mais precoce e constante até ao exame (Damgaard & Nielsen, 2018). Conforme os autores apuraram nos estudos analisados, os estudantes que possuíam prazos intermédios distribuídos uniformemente ao longo do semestre, obtiveram melhores resultados em relação aos que não tinham prazos intermédios e apenas a avaliação final. Também apuraram que os prazos atribuídos externamente (pelo professor)

surtiam mais efeito do que os prazos atribuídos pessoalmente, sugerindo também que os estudantes não soubessem definir ou distribuir os prazos intermédios de forma eficiente (Damgaard & Nielsen, 2018). No contexto educativo, os testes e exames constituem, por si mesmos, prazos, no entanto, um maior número de pequenos testes permite que os resultados no exame final sejam melhores (Damgaard & Nielsen, 2018; De Paola & Scoppa, 2011).

A definição de objetivos é um tipo de *nudge* que constitui uma ferramenta de auto-regulação muito importante, uma vez que, quando definidos, os objetivos tornam-se pontos de referência que os estudantes se sentem motivados para e comprometidos com alcançar (Damgaard & Nielsen, 2018). Ou seja, tal como explicam os autores, se o professor definir objetivos para a conclusão de uma determinada tarefa e para o respetivo desempenho na tarefa, os estudantes terão uma maior ajuda em lidar com os problemas de auto-controlo ao, de forma inconsciente, os “cotocar” a ter o comportamento (por exemplo, estudar) que lhes permitirá atingir o objetivo (ter avaliação de valor positivo).

Os autores Damgaard e Nielsen (2018) ressaltam que com a atenção cada vez mais limitada, há uma maior probabilidade de serem esquecidas decisões e ações previamente pensadas e definidas. Deste modo, os lembretes são um tipo de *nudge* que tem como foco responder ao *sensory overload* (sobrecarga sensorial) da geração digital e devolver o foco para a ação necessária, sugerem os autores. Por exemplo, lembretes sobre os prazos, tarefas e respetivos benefícios de conclusão da tarefa dentro do prazo definido, permitem diminuir os problemas de auto-controlo e ajudar os estudantes a organizarem melhor o seu estudo e a realização de tarefas.

Os *nudges* informativos respondem às limitações da atenção e outras barreiras comportamentais, envolvendo a alteração da arquitetura de escolha ao tornar informação que poderia passar despercebida, mais evidente, uma vez que apesar de a informação necessária para a toma de decisão se encontrar pública, não é evidente o suficiente ou de fácil acesso, explicam Damgaard e Nielsen (2018). No entanto, o estudo de Damgaard e Nielsen (2018) evidencia que os *nudges* informativos e os lembretes não melhoram necessariamente os resultados dos estudantes nas avaliações finais. Estes resultados podem ser explicados com a limitação da atenção, em que apesar de ser fornecida a informação, alguns estudantes não prestam atenção à informação fornecida. Por outro lado, tal como atentam os autores, mesmo que prestem atenção e queiram concluir as tarefas, limitações cognitivas e outras barreiras comportamentais, como a falta de autocontrolo, podem levar a que os estudantes não sejam capazes de o fazer.

Uma assistência direta, um para um, é um *nudge* de assistência e pode ser necessário para ultrapassar as barreiras comportamentais (Damgaard & Nielsen, 2018). No entanto, a assistência direta também não implica que melhores resultados sejam obtidos pelos estudantes, face à utilização de *nudges* informativos ou lembretes, concluem os autores.

Uma alternativa à assistência direta, sugerem os autores, é o *nudge* de aumento de competências dos estudantes que lhes permita conseguir ultrapassar as barreiras comportamentais ao seu sucesso académico. Formação motivadora ou de desenvolvimento de perseverança na conclusão de uma tarefa está intimamente ligada com o problema de auto-controlo e as evidências

mostram que aqueles que sentem mais dificuldades são os que beneficiam mais destas intervenções (Damgaard & Nielsen, 2018).

Damgaard e Nielsen (2018) explicam que os *nudges* de comparação social são casos especiais dos nudges informativos, uma vez que indicam informação que facilita a comparação com outros e, através disso, apelar às preferências pessoais de forma a criar uma norma de preferência social e a provocar pressão para aderir à (nova) norma social. No âmbito educativo, os nudges de comparação social têm efeitos heterogêneos, em que alguns estudos reportam resultados maioritariamente positivos, face a outros, que indicam igual ou nenhum efeito negativo nos resultados dos estudantes (Damgaard & Nielsen, 2018). Intervenções em que se expõe informação de desempenho podem ter danos colaterais como os estudantes com resultados inferiores sentirem-se desmotivados com um objetivo tão alto como os dos estudantes com melhores desempenhos, advertem os autores. Ou seja, o *ranking* é um assunto sensível e que deve ser estudada a melhor forma de o utilizar, tentando motivar e não desmotivar os estudantes (Damgaard & Nielsen, 2018). Os autores concluíram, assim, que este tipo de *nudge* torna-se mais eficaz se for aplicado numa óptica de pertença social.

Os *nudges* de motivação extrínseca ligam explicitamente as recompensas ao comportamento desejado (por exemplo, quanto ao desempenho nos exames), conforme explicam Damgaard e Nielsen (2018). A motivação extrínseca que não envolve retribuição monetária pode ter os mesmos efeitos adversos dos nudge de comparação social, advertem os autores, uma vez que as recompensas da motivação extrínseca têm, normalmente, um caráter público. Os autores apuraram que a motivação extrínseca que não envolva uma recompensa monetária tem cada vez menos efeitos positivos quanto mais velhos são os estudantes.

Por último, em relação aos *nudges* de pertença social, ativação de identidade e mentalidade, estes procuram responder à falta de confiança dos estudantes nas suas capacidades, que pode comprometer a sua capacidade e qualidade de estudo (Damgaard & Nielsen, 2018). Os autores apuraram que intervenções que foquem a mentalidade e as crenças dos estudantes podem ajudar a melhorar a auto-confiança e auto-imagem, permitindo que, no final, o desempenho destes estudantes seja melhor.

2.4.2 Nudging no ensino das STEM

As universidades vêem o valor de *nudging* em múltiplas vertentes: para os estudantes, é valorizada a ajuda individualizada que o nudging torna possível e a forma como permite alterar mentalidades (Soricone & Endel, 2019). De acordo com o que os autores apuraram nos seus estudos, para as universidades, o *nudging* permitiu um novo olhar sobre os seus estudantes e os desafios com que estes lidam, bem como de que forma é que a universidade, enquanto sua instituição, poderia ajudar e encorajar ao seu sucesso.

No projeto NTSS, referido anteriormente, uma experiência aleatória com grupo de controlo de 2,700 estudantes durante o Verão de 2017, mostrou um aumento estatisticamente significativo

de 10% na persistência nos estudantes das áreas das STEM, quando comparados com o grupo de controlo, devido à utilização de nudges (Soricone & Endel, 2019). Após estes resultados positivos, as quatro universidades comunitárias (Lakeland Community College, em Kirtland, Ohio; a Lorain County Community College, em Elyria, Ohio; a Stark State College, em North Canton, Ohio; e a John Tyler Community College, em Chester, Virginia) continuaram a aplicação de nudges comportamentais desde o Outono de 2017 até ao Outono de 2018 (Soricone & Endel, 2019). De um modo geral, a iniciativa NTSS teve resultados positivos para os 9500 estudantes que participaram, em que 72% dos estudantes que participaram continuaram com a intervenção no semestre seguinte e não desistiram do curso, conforme apuraram os autores. A partir do *feedback* recolhido em questionários e entrevistas aos estudantes que participaram nas intervenções, as Universidades concluíram que os estudantes viram as intervenções como uma ajuda na motivação, especialmente nos momentos mais difíceis e exigentes, bem como em ajudá-los a lembrarem-se do que precisavam de fazer para cada aula, processos de candidatura e registo, entre outros (Soricone & Endel, 2019). Os autores apuraram que os estudantes também apreciaram as mensagens motivadoras, o que lhes permitiu concluir que os estudantes apreciam o sentimento de pertença e de que alguém na sua instituição de estudo se preocupa com o seu bem-estar e sucesso. Mais de 80% dos estudantes que participaram numa intervenção baseada em *nudges* disseram que recomendariam o serviço a outros estudantes (Soricone & Endel, 2019).

Segundo Soricone e Endel (2019), pode concluir-se, então, que o *nudging* é uma atividade que permite que melhor se entenda e responda aos principais desafios dos estudantes de forma a permitir-lhes obter melhores resultados e aumentar as suas chances de sucesso.

Nudging pode ser uma pequena mensagem motivacional enviada pelos professores aos seus estudantes, *nudging* pode ser, tal como preconiza a ludificação, uma recompensa, de um determinado comportamento ou tarefa concluída pelos estudantes, ao nível da avaliação da sua participação, por exemplo, tal como quando se premeia uma criança do ensino básico por bom comportamento. *Nudging* pode ser o lembrete automático que a aplicação ludificada emite para lembrar o estudante de resolver exercícios diários, contribuindo para a criação de uma rotina de estudo, tal como pode ser observado na aplicação de aprendizagem de línguas *Duolingo*.

2.5 Scaffolding Instrucional

O *scaffolding* instrucional, em conjugação com estratégias de instrução centradas no problema, tem-se tornado uma estratégia central no ensino das STEM. Tirando partido da Web 2.0, os professores têm ao seu dispor ferramentas que lhes permitem combater uma das maiores necessidades dos estudantes, nomeadamente dos que possuem mais dificuldades: o acompanhamento individualizado (Belland, 2017). Com o crescente número de estudantes por turma, que pode atingir as centenas no Ensino Superior, torna-se clara a dificuldade que um professor possa sentir em atender, individualmente, a 120 estudantes.

O *scaffolding* instrucional mediado por computador é uma aplicação da tecnologia integrada numa estratégia pedagógica que apresenta fortes resultados ao expandir a capacidade de pensamentos de ordem superior (*higher order thinking skills*), ou seja, de raciocínio e interpretação complexos, e no que toca à aprendizagem profunda de conteúdo (Belland, 2017). De facto, como Cicconi (2013) apurou na sua investigação, o impacto da tecnologia nas práticas pedagógicas é de tal forma significativo que a Comissão Europeia movimentou fundos para treinar educadores de infância no uso das tecnologias de informação e comunicação em vários países europeus, entre os quais, Portugal (Cicconi, 2013). Acima de tudo, as ferramentas digitais dão aos professores uma espécie de extensão de si mesmos, permitindo-lhes um apoio mais individualizado a cada aluno, que pode encontrar num *software* educativo, por exemplo, um meio mais persistente e disponível do que o instrutor poderia oferecer na sua condição humanamente limitada (Belland, 2017).

O termo *scaffolding* e a metáfora do *scaffolding* instrucional foram introduzidas pela primeira vez por Wood, Bruner & Ross (1976), ao estudarem como os pais e professores ajudavam dinamicamente os bebés a construir pirâmides com blocos de madeira. Assim, definiram o *scaffolding* como um suporte dado por um adulto que “controla os elementos da tarefa que são, essencialmente, para além da capacidade do aluno, permitindo-lhe focar e completar os elementos que estão dentro do alcance das suas competências” (Wood, Bruner & Ross, 1976).

Em contextos de abordagens centradas em problemas reais, o suporte dado aos estudantes para que eles sejam bem-sucedidos, deve incluir *scaffolding*, permitindo-lhes tirar partido do conhecimento que já possuem para que possam participar activamente e desenvolver competências que estariam fora do seu alcance sem a inclusão do *scaffolding* (Belland, 2017). Para além disso, Belland (2017) reforça que o suporte que não é fornecido dinamicamente, isto é, ao mesmo tempo que os estudantes lidam com um problema real, não pode ser considerado *scaffolding* – tem de existir um suporte constante, que tenha em conta as dificuldades (ou ausência delas) a cada passo da resolução do problema, permitindo também ao instrutor avaliar quais as verdadeiras dificuldades de cada aluno e determinar estratégias de *scaffolding* específicas. Até porque a construção de tarefas para que os estudantes encontrem dificuldades, pode levar a uma aprendizagem mais robusta (Reiser, 2004). Por outro lado, o *scaffolding* também preconiza que o suporte não continue indefinidamente, pois tal não permite a autonomia do aluno (Collins et al., 1989; Wood, Bruner & Ross, 1976).

2.5.1 Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal

Antes de atentar em cada um dos elementos do *scaffolding*, é importante referir mais um aspecto crucial e também basilar: o *scaffolding* deve acontecer dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (Azevedo & Hawdin, 2005), doravante referida como ZDP.

Este conceito foi introduzido por Vygotsky (1978) como “a distância entre o nível de desenvolvimento atual, determinado pela resolução de problemas de forma individual, e o nível

de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de problemas com a supervisão de um adulto ou de outros colegas mais capazes” (Vygotsky, 1978). Assim, a ZDP é, no fundo, o caminho, mais longo ou mais curto, que o aluno tem de percorrer desde o momento inicial, com as competências que detém naquele momento, ao momento final, em que terá as competências e ferramentas que o facilitador de *scaffolding* o ajudou a alcançar.

A ZDP admite também uma personalização de potenciais objectivos com base nesse mesmo nível de desenvolvimento atual – um aluno que detenha um nível mais profundo de conhecimentos, terá um potencial, *a priori*, de atingir níveis mais complexos; e como diversos factores podem influenciar tais suposições e consequentemente o nível atingido no final, o apoio dado pelo *scaffolding* é moldável, quer num sentido de menor como de maior dificuldade (Puntambekar & Hubscher, 2005).

2.5.2 Elementos do Scaffolding Instrucional

Segundo Belland (2017) podem definir-se quatro elementos basilares do scaffolding: o *More Knowledgeable Other* (MKO), a avaliação dinâmica, o suporte ajustável e *fading*; e, por último, a intersubjectividade.

2.5.2.1 *More Knowledgeable Other* (MKO)

O adulto mencionado na ZDP de Vygotsky (1978) é definido pela expressão em inglês *More Knowledgeable Other* (MKO), ou seja, alguém cujo conhecimento de um determinado assunto é maior do que a do aluno, capaz de o guiar dentro da sua zona de desenvolvimento proximal. Cicconi (2013) alerta-nos que com a Web 2.0 este papel de MKO torna-se cada vez menos fixo ou reservado ao professor. Os estudantes transformam-se, eles mesmos, em MKO's entre si, integrando ambientes colaborativos de aprendizagem com os seus colegas; bem como um *software* educativo pode ser, ele próprio, um MKO, na medida em que assiste, direciona e avalia o desempenho do aluno (Cicconi, 2013).

2.5.2.2 Avaliação dinâmica

A avaliação dinâmica difere do sistema de avaliação tradicional ao não procurar apenas reforçar o nível de desempenho atual, como também transcendê-lo; em adequar as estratégias instrucionais, ao invés de simplesmente classificar com uma nota o desempenho do aluno; e ao focar-se no nível atual e potencial de desenvolvimento dos estudantes (Belland, 2017), ou seja, tendo em conta a noção de Vygotsky (1978) da zona de desenvolvimento proximal. É uma avaliação dinâmica porque é feita em tempo real, de forma individualizada, permitindo ao MKO adequar a quantidade e a profundidade do *scaffolding*. Este dinamismo existente no trabalho entre

professor e aluno é de elevada importância para o domínio das competências e autonomia de desempenho das mesmas por parte dos estudantes (Belland, 2017).

2.5.2.3 Suporte ajustável e *Fading*

Através da avaliação dinâmica, é possível ajustar o suporte dado por *scaffolding* em tempo real (Wood et al., 1976), como pode acontecer na abordagem de *scaffolding* um-para-um, ou simplesmente reunir a combinação certa de elementos de *scaffolding* pré-definidos, como no caso do *scaffolding* mediado por computador (Belland, 2017).

Se através da avaliação dinâmica é apurado que o aluno precisa de mais suporte, o *scaffolding* pode ser aumentado e, por outro lado, diminuído. Collins (1989) definiu este processo de diminuição e consequente desaparecimento do suporte como *fading*. De facto, a progressiva anulação de suporte é essencial para que os estudantes adquiram autonomia no desempenho das competências adquiridas (Wood et al., 1976). Esta ideia é também suportada por Vygotsky (1978), que defende que os processos cognitivos que primeiro ocorrem a um nível interpsicológico, ou seja, a um nível colaborativo, são assimilados posteriormente a um nível intrapsicológico, individual, através do processo de internalização.

A transferência de responsabilidade do professor para o aluno é, por isso, crucial para que este adquira um desempenho independente e autónomo (Vygotsky, 1978) e capaz de aplicar o conhecimento adquirido em contextos similares (Wood et al., 1976). Podemos assim afirmar que, a independência final do aluno é, paradoxalmente, dependente da dependência inicial deste em relação ao MKO, cabendo ao MKO ir diminuindo a dependência do aluno ao aumentar a sua responsabilidade que, por sua vez, ocorre pela diminuição do suporte.

2.5.2.4 Intersubjetividade

Os estudantes precisam de conseguir reconhecer uma solução apropriada explorada anteriormente que seja semelhante à resolução do problema em mãos para que possam desempenhar a tarefa autonomamente (Wood et al., 1976). A intersubjetividade pode ser atingida sem um conhecimento prévio de como desempenhar a competência que o *scaffolding* procura desenvolver, pois não implica que o conhecimento partilhado entre estudantes e professor seja o mesmo, sendo que, é também a diferença entre perspetivas que enriquece o conhecimento obtido e, conseqüentemente, a qualidade da resolução (Puntambekar & Hubscher, 2005). No entanto, os autores também ressaltam que, o entendimento da tarefa ou da via de sucesso para resolução da tarefa deve ser semelhante, pois é crucial que os estudantes sejam capazes de auto-avaliar o seu conhecimento sobre a competência a desenvolver, de forma a serem capazes de a desempenhar independentemente no futuro.

Assim, o objectivo do *scaffolding* é que o aluno não só adquira as competências necessárias para desempenhar uma tarefa de forma independente, mas também assuma a responsabilidade e a iniciativa sobre a resolução da tarefa (Wood et al., 1976).

2.5.3 Tipos de *Scaffolding* Instrucional

O *scaffolding* instrucional distingue-se, assim, das outras formas de instrução e ferramentas de suporte, no que os estudantes aprendem com as estratégias de *scaffolding*, o *timing* do suporte e a forma do suporte (Belland, 2017).

Com base no agente mediador do *scaffolding*, podem definir-se, segundo Belland (2017), três tipos de *scaffolding* instrucional: um-para-um, *peer-to-peer* e mediado por computador.

2.5.3.1 *Scaffolding* um-para-um

O *scaffolding* um-para-um ocorre quando um professor trabalha directamente com um aluno para avaliar dinamicamente o nível actual do aluno, providenciando-lhe um suporte ajustável a tender para o fenómeno de *fading*, de forma que o aluno adquira autonomia na execução da tarefa (Belland, 2017). As motivações dos professores compreendem o recrutamento, definição de tarefas, manutenção da direcção da aprendizagem, redução dos níveis de liberdade e controlo da frustração (por exemplo, através do aumento de elementos de *scaffolding*); e os meios por si utilizados incluem o questionar, o explicar, dar pistas e feedback sobre o desempenho do aluno (Belland, 2017).

Apesar do *scaffolding* um-para-um ser considerado por muitos teóricos a forma ideal de *scaffolding*, é praticamente impossível de assegurar na maioria dos contextos educativos devido ao rácio entre professores e estudantes, pelo que o *scaffolding* mediado por computador é a alternativa mais viável e eficaz, pois permite assegurar um apoio mais constante e representa uma forma de auto-avaliação poderosa para os estudantes (Belland, 2017).

2.5.3.2 *Scaffolding* entre pares

O *scaffolding* entre pares admite a cooperação entre colegas, ainda que necessite de obedecer a directrizes claras, normalmente definidas pelo professor, ou seja, tendo origem numa abordagem inicial um-para-um (Belland, 2008), pois ao contrário dos estudantes, o professor detém ferramentas que permitem a avaliação dinâmica e a customização do processo de aprendizagem basilares do *scaffolding*. Esta entreaajuda entre um estudante mais capaz e um estudante com mais dificuldades, vai também de encontro ao conceito de MKO, que é habilitado a providenciar suporte na aprendizagem, de acordo com a zona de desenvolvimento proximal do aluno. Ou seja, um estudante, tal como um professor, se tiver atingido os objectivos propostos, pode, também ele, ser um agente de *scaffolding*.

O *scaffolding* entre pares pode, ainda, ser complementado com *scaffolding* mediado por computador, dotado da paciência e capaz de alimentar a persistência no caso de erro, de uma forma que outro estudante não conseguirá por diversas restrições, como o tempo de contacto (Belland, 2017).

2.5.3.3 *Scaffolding* mediado por computador

O *scaffolding* mediado por computador pode ser definido como o suporte que tem por base um *software* que ajuda os estudantes a participar e a ganhar habilidades que, sem suporte, estão fora da sua área de competências (Belland, 2017). Belland (2017) explica que este sistema é dotado de uma inteligência artificial capaz de apurar a veracidade, ou não, das respostas e ajustar o suporte de acordo com esses resultados, numa tentativa de se aproximar da avaliação dinâmica realizada no *scaffolding* um-para-um. Uma forma de ajuste do suporte num *software* inteligente pode passar, por exemplo, por um sistema de pistas em que os estudantes, mediante necessidade, podem adquirir pistas até à resolução final, caso nenhuma das pistas seja suficiente para realizarem a resolução autonomamente (Belland, 2017). Nos estudos analisados por Belland (2017), um sistema de pistas permite também controlar a frustração dos estudantes, mantendo-a dentro de níveis saudáveis à motivação, uma vez que o excesso de dificuldade em conseguir realizar uma tarefa pode tornar-se altamente contraproducente para o processo de aprendizagem.

O uso de *scaffolding* mediado por computador permite libertar o professor para que este possa oferecer um melhor apoio um-para-um à medida que os estudantes vão encontrando dificuldades nas actividades mediadas, neste caso, pelo computador (Puntambekar & Hubscher, 2005)

2.6 Revisão Tecnológica

Conforme revisado anteriormente na revisão de literatura, uma das razões pelas quais cada vez mais a ludificação está a ter lugar nas salas de aula, é porque a ludificação tem resultados empíricos na motivação (Werbach & Hunter, 2012; Prensky, 2017). A motivação, por sua vez, é um factor crucial para a alteração comportamental, pelo que a ludificação aplicada à alteração comportamental é uma solução viável (Werbach & Hunter, 2012).

Após a investigação de diversas aplicações ludificadas disponíveis para *Android*, com um foco em aplicações para a aprendizagem de engenharia, escolheram-se quatro que se analisam neste capítulo da dissertação. Em primeiro lugar, em maior detalhe por ter sido a escolhida para efectuar os testes com os estudantes, a aplicação *Kahoot!*, em segundo, a aplicação *Duolingo*; em terceiro, a aplicação *Physics is Beautiful* e, por último, a aplicação *Physics Quiz*.

Por um lado, a ludificação pode incorporar elementos de jogo que focam a motivação extrínseca, como as recompensas - atribuir distintivos, pontos, utilização de uma tabela de

classificação (de jogadores ou estudantes, de equipas ou grupos de estudantes/turmas); missões e níveis de dificuldade, para manter o estudante no estado de *flow* (Werbach & Hunter, 2012). Assim, as aplicações são analisadas mediante a existência, ou não, de elementos de motivação extrínseca na tabela 2.

Por outro lado, a ludificação pode ter como objetivo atuar sobre a motivação intrínseca dos estudantes e, neste caso, é interessante olhar as seguintes aplicações ludificadas sob a óptica da teoria de autodeterminação de Ryan e Deci (2000), avaliando o seu potencial para a autonomia do seu uso pelos estudantes e a sua dificuldade de domínio, bem como a possibilidade de interação social através das aplicações (Tabela 3).

O *nudging* procura atuar sobre a motivação das pessoas em fazer uma determinada acção e que, do ponto de vista educativo, procura atuar sobre a motivação dos estudantes de forma a que estes melhorem o desempenho académico (Damgaard & Nielsen, 2018). A utilização de *nudging* nas aplicações em análise, como lembretes, prazos e outros *nudges* educativos, é comparada na Tabela 4.

As tabelas 5, 6 e 7 fazem a comparação entre as aplicações ludificadas mediante os tipos de elementos de jogos definidos por Werbach e Hunter (2012): mecânicas (tabela 5), dinâmicas (tabela 6) e componentes (tabela 7).

Tabela 2: Elementos de motivação extrínseca usados pelas aplicações em análise

<i>Elementos de Motivação Extrínseca</i>	<i>Aplicações ludificadas</i>			
	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>
Distintivos	Sim	Sim	Sim	Não
Pontos	Sim	Sim	Sim	Sim
Tabelas de Classificação	Sim	Sim	Não	Não
Missões	Sim	Sim	Não	Sim
Níveis	Não	Sim	Não	Sim

Tabela 3: Elementos de motivação intrínseca usados pelas aplicações em análise

<i>Elementos de Motivação Intrínseca</i>	<i>Aplicações ludificadas</i>			
	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

Autonomia	Sim	Sim	Sim	Sim
Domínio	Sim	Sim	Sim	Sim
Interação Social	Sim	Sim	Sim	Não

Tabela 4: Tipos de nudges usados pelas aplicações em análise

<i>Aplicações ludificadas</i>				
<i>Tipos de Nudges</i>	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>
Lembretes	Sim	Sim	Sim	Sim
Prazos	Sim	Sim	Sim	Sim
Objetivos/desafios	Sim	Sim	Sim	Sim
Informativos	Sim	Sim	Sim	Não
Assistência direta	Não	Sim	Não	Não
Aumento de competências	Sim	Sim	Sim	Sim
Comparação Social	Sim	Sim	Não	Não
Pertença social/Mentalidade	Sim	Sim	Sim	Não

Tabela 5: Mecânicas de jogo usadas pelas aplicações em análise

<i>Aplicações ludificadas</i>				
<i>Mecânicas</i>	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>
Desafios	Sim	Sim	Sim	Sim
Sorte	Não	Não	Não	Não
Competição	Sim	Sim	Não	Não
Cooperação	Sim	Não	Não	Não
Feedback	Sim	Sim	Sim	Sim
Aquisição de Recursos	Sim	Sim	Sim	Sim
Recompensas	Sim	Sim	Sim	Sim
Transações	Não	Sim	Não	Não
Alternância	Não	Não	Não	Não

<i>Aplicações ludificadas</i>				
<i>Mecânicas</i>	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>
Estado de Vitória	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 6: Dinâmicas de jogo usadas pelas aplicações em análise

<i>Aplicações ludificadas</i>				
<i>Dinâmicas</i>	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>
Restrições	Sim	Sim	Sim	Sim
Emoções	Sim	Sim	Sim	Sim
Narrativa	Sim	Sim	Sim	Sim
Progressão	Sim	Sim	Sim	Sim
Interação Social/ Relações	Sim	Sim	Sim	Não

Tabela 7: Componentes de jogo usados nas aplicações em análise

<i>Aplicações ludificadas</i>				
<i>Componentes</i>	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>
Conquistas	Sim	Sim	Sim	Sim
Avatars	Sim	Sim	Sim	Não
Distintivos	Sim	Sim	Sim	Não
Boss fights	Não	Sim	Não	Sim
Coleções	Sim	Sim	Sim	Não
Combate	Sim	Não	Não	Não
Desbloqueio de Conteúdo	Sim	Sim	Sim	Sim
Presentear/Partilhar recursos	Não	Não	Não	Não
Tabelas de classificação	Sim	Sim	Não	Não
Níveis	Não	Sim	Não	Sim

<i>Aplicações ludificadas</i>				
<i>Componentes</i>	<i>Kahoot</i>	<i>Duolingo</i>	<i>Physics is Beautiful</i>	<i>Physics Quiz</i>
Pontos	Sim	Sim	Não	Sim
Missões	Sim	Sim	Não	Sim
Gráficos Sociais	Sim	Sim	Não	Não

2.6.1 *Kahoot!*

O *Kahoot!* é uma plataforma de ludificação gratuita que oferece diferentes soluções para três contextos de utilização do *Kahoot!*: educativo, empresarial e doméstico. A sua missão, conforme declarado na sua página, é tornar o ensino espetacular e divertido, com uma plataforma que torna fácil criar, partilhar e jogar jogos educativos ou pequenos quizzes em apenas alguns minutos ("About Kahoot! | Company History & Key Facts", 2020). Ao combinar a curiosidade e a brincadeira de forma divertida e social, o potencial de aprendizagem pode ser aumentado, pelo que o *Kahoot!* procura criar uma experiência envolvente e poderosa que torne a aprendizagem divertida ("About Kahoot! | Company History & Key Facts", 2020).

Desde o lançamento em 2013, o *Kahoot!* possui mais de quatro biliões de jogadores e está presente em mais de duzentos países. No âmbito educativo, metade dos professores e dos estudantes nos EUA criaram ou jogaram um *Kahoot!* no ano passado ("Kahoot! for schools | New solution for teachers and school admins", 2020).

Assim, atentando na sua oferta educativa, o *Kahoot!* permite aos professores criar aulas interativas, em que cada uma das aulas interativas são chamadas, tal como a aplicação, de *kahoots* e permitem, ao professor, utilizar slides, questões tipo quiz com quatro escolhas (no máximo), sondagens, discussões, jogos de associação, entre outros ("Kahoot! for schools | New solution for teachers and school admins", 2020). Esta diversidade de escolhas torna mais interativo e divertido introduzir novos tópicos ou rever conceitos, alcançar estudantes que não estão presentes na sala de aula mas que podem acompanhar via online (uma vez que o professor pode utilizar o *Kahoot!* em videoconferência); pode ser uma forma divertida de iniciar ou terminar uma aula; ou de realizar uma avaliação formativa da aprendizagem dos estudantes de um determinado conceito ("Kahoot! for schools | New solution for teachers and school admins", 2020).

Os estudantes não precisam de se registrar, e só precisam de instalar a aplicação no telemóvel se quiserem (fig.2), uma vez que a plataforma *Kahoot!* também é acessível através do navegador de internet (fig.1). Quando o professor cria um kahoot e o partilha, gera um código de acesso que os estudantes devem inserir quando abrem a página do Kahoot ou da aplicação. O processo é simples e rápido, sendo muito eficiente e fácil de implementar no que toca à dinâmica professor-estudantes.

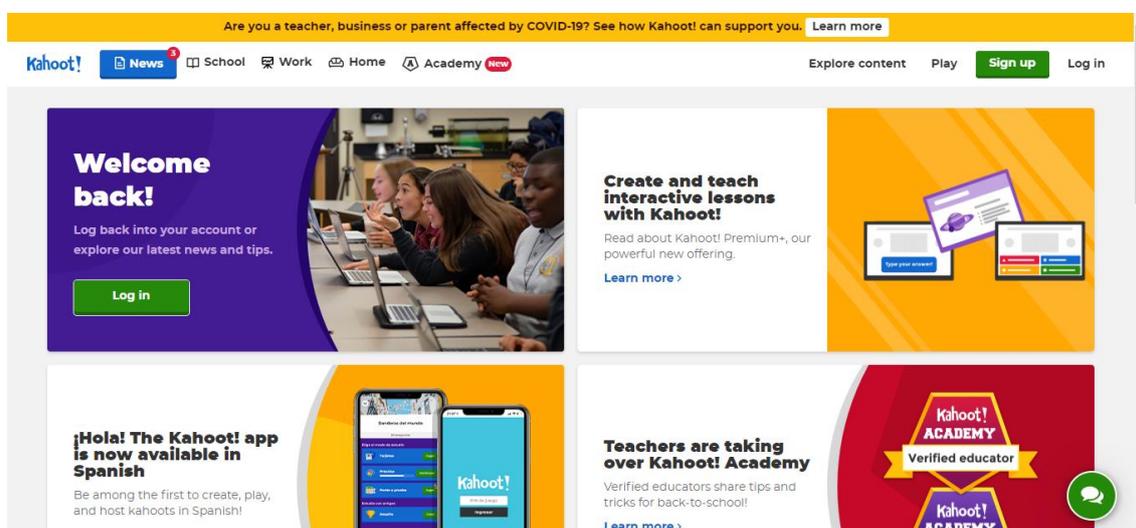


Figura 1: Versão de navegador em computador da aplicação *Kahoot!*

No final de cada jogo, o professor tem acesso a um relatório detalhado com inúmeros dados valiosos para analisar a aprendizagem dos seus estudantes (fig.3 e fig.4): estatísticas de respostas certas e erradas, curvas de aprendizagem de cada aluno, quais as questões em que os estudantes erraram mais e cujos conceitos devem ser revistos, bem como o *feedback* dos estudantes acerca da atividade e da plataforma. O *feedback* procura espelhar a percepção e emoções dos estudantes face à aprendizagem com o *Kahoot!*, com quatro questões:

- “Quanto te divertiste?” - o estudante deve avaliar a diversão da experiência com um valor (inteiro) entre 0 e 5.
- “Aprendeste?”
- “Recomendas [o *Kahoot!*]?” - nas questões 2 e 3, o estudante pode responder “Sim” ou “Não”.
- “Como te sentes?” - nesta questão os estudantes devem escolher um boneco cuja expressão representa a forma como se sentem face à experiência com o *Kahoot!*: feliz (positivo), sem expressão (neutro) ou triste (negativo).

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

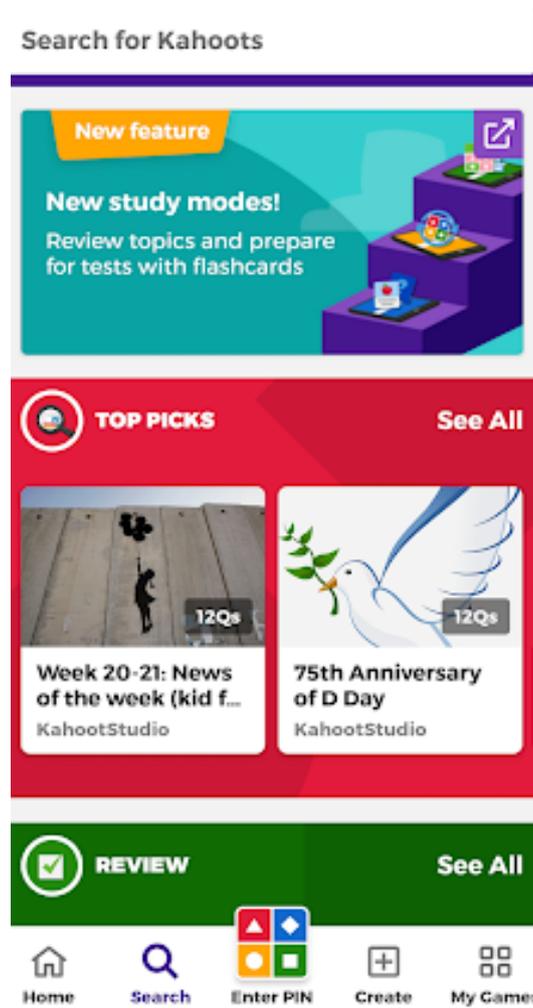


Figura 3: Versão para dispositivos móveis da plataforma Kahoot!

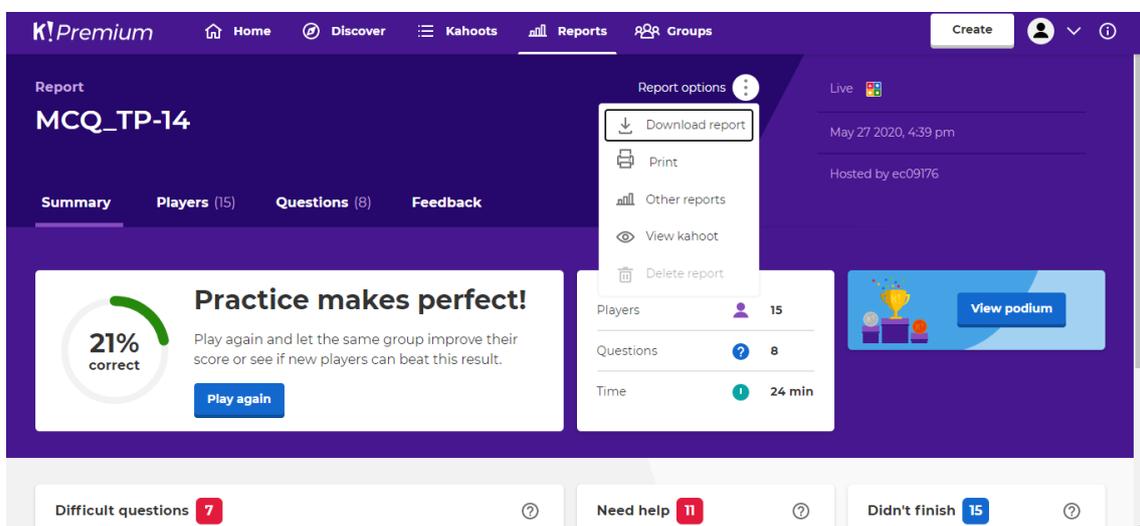


Figura 2: Exemplo de relatório gerado pelo Kahoot!

Name	Date	Game mode	No. of players
Kahoot 8	Jun 10 2020, 12:51 pm	Challenge	80
Kahoot 7	Jun 10 2020, 12:50 pm	Challenge	80
Kahoot 6	Jun 10 2020, 12:49 pm	Challenge	83
Kahoot 5	Jun 10 2020, 12:47 pm	Challenge	80
Kahoot 4	Jun 10 2020, 12:46 pm	Challenge	97
Kahoot 3	Jun 10 2020, 12:45 pm	Challenge	94
Kahoot 2	Jun 10 2020, 12:41 pm	Challenge	116
Kahoot 1	Jun 10 2020, 12:30 pm	Challenge	152

Figura 4: Zona de consulta de relatórios disponível para professores

O *feedback* afetivo dos estudantes e o *feedback* ao longo de uma sessão com *Kahoot!* face, por exemplo, a uma resposta estar errada, potencia uma discussão e avaliação dinâmica dos conceitos, em que os estudantes são convidados a refletir sobre as suas respostas e a justificá-las, aprendendo com esse processo, como também permite aos professores reforçar conceitos ou desenvolver um tópico da matéria partindo da discussão criada (Goshevski, Veljanoska & Hatziapostolou, 2017).

A tabela de classificação do *Kahoot!*, por exemplo, apresenta apenas os cinco classificados que lideram a tabela, de forma a que aqueles que estão em último não fiquem desmotivados - tentando combater os problemas evidenciados por Werbach e Hunter (2012) e Prensky (2017) acerca das tabelas de classificação no ensino. Para além disso, os pontos obtidos pelos estudantes são influenciados não só pela precisão da resposta (ou seja, estar correta) como também o tempo de resposta. O professor pode, noutra momento, por exemplo, escolher desligar o temporizador de resposta, focando-se na precisão e correção das respostas, ao invés da rapidez do raciocínio. Outra funcionalidade interessante do *Kahoot!* é possibilitar a formação de equipas para jogarem em grupo os *kahoots*, optando-se entre uma competição de grupos ou individual, bem como a possibilidade de criar desafios (funcionalidade “Desafio”) com prazo-limite de resolução e enviá-los para os estudantes. Assim, o professor pode criar conteúdos interativos para a aula e para o estudante realizar em casa. Também neste âmbito do estudo continuado em casa, com a funcionalidade de “Ensino Personalizado” o estudante tem acesso às questões que errou e que deve rever, bem como é desafiado a voltar a repetir o *kahoot*, por exemplo, passadas 24h e 48h da primeira vez que jogou. Esta funcionalidade não só permite atuar no reforço da aprendizagem, bem como contribui para a criação de um hábito de estudo sistemático. Assim, o *Kahoot!* funciona como uma ferramenta de avaliação formativa para os professores, e como uma ferramenta de auto-avaliação para os estudantes (Goshevski, Veljanoska & Hatziapostolou, 2017).

Quanto à motivação extrínseca (tabela 2) o *Kahoot!* possui todos os elementos, como os distintivos, quando, por exemplo, o estudante, no modo de ensino personalizado, completa os desafios/missões de repetir o *kahoot* nos horários estipulados, ganhando a mestria do tema; os pontos, que são ganhos com a conclusão de *kahoots* e desafios; tabelas de classificação, quando o *kahoot* é jogado durante a aula ou quando o professor cria um desafio; missões, conforme o exemplo dado da funcionalidade de ensino personalizado; exceptuando o elemento dos níveis, uma vez que não existem níveis de jogo no *Kahoot!*, a menos que o professor crie, por exemplo, voluntariamente, *kahoots* progressivamente mais complexos sobre um mesmo tema.

A Tabela 3 indica os elementos de motivação intrínseca que a plataforma *Kahoot!* utiliza. Ao nível da autonomia, o *Kahoot!* proporciona ao estudante a sensação de ter controlo sobre o seu conhecimento, através, por exemplo, da possibilidade de repetir os *kahoots* até acertar as questões. Só em modo de desafio é que o estudante apenas pode responder uma vez. Do ponto de vista do domínio, o facto dos estudantes serem ativamente envolvidos no processo de aprendizagem faz com que se sintam mais em controlo da sua aprendizagem (Goshevski, Veljanoska & Hatziapostolou, 2017).

Os diferentes tipos de *nudges* utilizados pela aplicação *Kahoot!* são ilustrados na Tabela 4. O *Kahoot!* utiliza lembretes para, por exemplo, no âmbito da funcionalidade “Ensino Personalizado”, lembrar o estudante de resolver novamente um *kahoot*. Para além disso, o estudante também tem um prazo definido para resolver novamente os *kahoots*, ou quando o professor lança um “Desafio” para a turma, pelo que também tira partido dos *nudges* de prazos e objetivos/desafios. O *Kahoot!* utiliza *nudges* do tipo informativo, quando informa o jogador da sua posição na tabela de classificação, por exemplo, mas poderia ser interessante que pequenas dicas fossem fornecidas aos estudantes quando estes erram uma questão, nomeadamente quando resolvem *kahoots* fora da sala de aula. Também por esta razão se considera que o *Kahoot!* não utiliza *nudges* de assistência direta. Por outro lado, o *Kahoot!* aplica *nudges* de aumento de competências e de pertença social/mentalidade quando, por exemplo, entre questões de um *kahoot*, surgem mensagens motivadoras para o estudante. Por fim, também é usado o *nudge* de comparação social quando, a cada questão, os estudantes visualizam os cinco estudantes que estão no topo da tabela ou quando sabem a sua posição e quem tem uma pontuação superior à sua.

A Tabela 5 evidencia as mecânicas de jogo utilizadas pelo *Kahoot!*. Das mecânicas de jogo indicadas por Werbach e Hunter (2012), o *Kahoot!* apenas não utiliza a mecânica de sorte, não existindo elementos de aleatoriedade; nem transações (não é possível adquirir itens a troco de dinheiro real ou virtual) ou alternância de jogadores: mesmo quando os estudantes jogam os *kahoots* nas aulas, respondem em simultâneo. Aliás, conforme referido anteriormente, o tempo de resposta é também um elemento de competição entre os estudantes, uma vez que um menor tempo de resposta gera mais pontos, mediante a resposta estar correta.

O *Kahoot!* utiliza todas as dinâmicas de jogo principais (tabela 6). Possui restrições ao nível do tempo para responder, proporciona diversão aos estudantes e envolve-os na narrativa/experiência. Por outro lado, o facto dos estudantes conseguirem concluir acerca do seu

desempenho, com o *feedback* fornecido pelo próprio *Kahoot!* a cada questão do *quiz* (como em que posição estão no *ranking* e quem está no lugar imediatamente acima do seu no *ranking*), permite que obtenham um sentimento de progressão e de evolução das suas capacidades. Por último, principalmente quando utilizado durante aulas, o *Kahoot!* proporciona interação social entre os estudantes e o professor.

Quanto aos componentes de jogos (tabela 7) o *Kahoot!* não utiliza Boss Fights nem níveis, pois, conforme referido anteriormente, a menos que o professor crie, ele mesmo, um kahoot mais complexo ou uma pergunta mais complexa num *kahoot*, a plataforma, por si mesma, não possui níveis. Também não é possível presentear ou partilhar recursos entre jogadores. Todos os restantes componentes de jogos principais são utilizados pelo *Kahoot!*: conquistas, distintivos, avatar de jogador, coleções, combate, desbloqueio de conteúdo, tabelas de classificação, pontos, missões e gráficos sociais (por exemplo, a instituição de ensino da qual faz parte o jogador).

O estudo de Wang e Lieberoth (2016) é um dos exemplos que espelham a eficácia da plataforma *Kahoot!* e a sua crescente utilização no ensino superior, focando-se no efeito da música e dos pontos na concentração, no envolvimento, na diversão, na aprendizagem percebida, na motivação e esforço, e na dinâmica de sala de aula. Os testes com o *Kahoot!* foram conduzidos na UC de Introdução à Tecnologia na Universidade de Ciência e Tecnologia da Noruega, pelo facto de ser uma UC comum a diferentes cursos e, por isso, com uma amostra de estudantes maior (Wang & Lieberoth, 2016). Depois dos testes com o *Kahoot!*, 533 estudantes responderam ao inquérito produzido pelos autores. Os resultados de Wang e Lieberoth (2016) revelaram que 80% dos estudantes expressaram que o *Kahoot!* os ajudou a estarem mais concentrados durante o quiz e durante a parte de exposição oral da aula. 68% dos estudantes revelaram estar mais envolvidos na aula quando o quiz utilizava os pontos e a música, nomeadamente os pontos - quando o quiz não utilizou música, 68% sentiu-se envolvido, ou seja, apenas 1% inferior em relação a quando utilizaram música e pontos (Wang & Lieberoth, 2016). Ainda assim, mesmo sem música ou pontos, 75% dos estudantes admitiram terem tido uma experiência divertida; 92% dos estudantes que experienciaram o *Kahoot!* com música e pontos disseram que a experiência foi divertida (Wang & Lieberoth, 2016). Por outro lado, no que toca à percepção dos estudantes sobre a sua própria aprendizagem, não existe diferença estatisticamente relevante: 98% dos estudantes que utilizaram o *Kahoot!* sem música e sem pontos consideraram ter aprendido com o *kahoot*, bem como 95% dos que usaram o *Kahoot!* com música e pontos (Wang & Lieberoth, 2016). Do ponto de vista da motivação e do esforço, os autores apuraram que 72% dos estudantes que utilizaram o *Kahoot!* com música e pontos consideraram importante terem um bom desempenho no quiz e 93% sentiram que o *quiz* tinha valor para eles. Quando o quiz não utilizava pontos ou música, 36% admitiram não se sentir motivados para ter um bom desempenho no quiz, pois, nomeadamente com os pontos, o quiz assemelha-se mais a um teste formal para os estudantes (Wang & Lieberoth, 2016). Por último, os autores observaram que a utilização completa do *Kahoot!* permitiu uma dinâmica de aula mais divertida, com espaço para gargalhadas, estudantes focados, discussões emocionantes e envolventes entre as perguntas do quiz. De um modo geral,

os estudantes foram altamente responsivos à experiência (Wang & Lieberoth, 2016). Ainda que os estudantes aparentemente respondam com mais intensidade ao estímulo dos pontos, a música ajuda a criar um ambiente mais interativo e imersivo, consideram os autores.

2.6.2 Duolingo

O *Duolingo* (fig.5) é uma aplicação ludificada para a aprendizagem de línguas, que assume como missão o ensino personalizado, para tornar o ensino mais eficaz ao adaptá-lo a cada aluno ("Quem somos", 2020). Para cumprir com esta primeira missão, o objetivo do *Duolingo* é, assim, oferecer o acesso a aulas particulares de forma gratuita através da tecnologia ("Quem somos", 2020). A sua segunda missão é tornar a aprendizagem divertida, reconhecendo que a motivação se torna um foco ainda maior quando os estudantes aprendem online ("Quem somos", 2020). Por último, a terceira missão do *Duolingo*, ao ser uma aplicação gratuita, é tornar o conhecimento universalmente acessível, “sem taxas ocultas, sem conteúdo premium, simplesmente gratuito”, pois “a verdadeira igualdade é alcançada quando gastar mais não compra uma educação melhor” ("Quem somos", 2020).



Figura 5: Versão para navegador da aplicação *Duolingo*

A cada mês, mais de sete bilhões de exercícios são concluídos e o número total de utilizadores já ultrapassou os 300 milhões ("Quem somos", 2020). O seu sucesso é o resultado da aplicação dos conceitos abordados na revisão de literatura ("Quem somos", 2020). As lições curtas e gratuitas são como um jogo, ou seja, são ludificadas, o que torna o ato de aprender mais fácil e divertido ("Quem somos", 2020). Para além de a aprendizagem ser mais fácil e divertida, a metodologia do *Duolingo* promove a retenção a longo prazo ("Quem somos", 2020). Esta

metodologia está assente em seis factores: comunicação para a vida real, conteúdo inesperado, equilíbrio, personalização, variedade e evolução ("Quem somos", 2020).

A comunicação para a vida real foca-se no facto dos idiomas serem ferramentas de comunicação - desta forma, o *Duolingo* adota uma abordagem funcional, isto é, direcciona as suas lições para aquilo que as pessoas realmente querem fazer com um idioma, focando em objetivos da vida real, ao invés de, por exemplo, simplesmente aprender vocabulário fora de contexto ("Quem somos", 2020). Assim, através de exercícios de leitura, escrita, escuta e fala, os estudantes aprendem a fazer pedidos num restaurante, a pedirem direções, ao aprenderem o vocabulário e gramática necessários para construir essas frases ("Quem somos", 2020).

O conteúdo inesperado está presente quando, para além de frases comuns, os jogadores encontram frases inesperadas e peculiares, como "o teu urso bebe cerveja" ("Quem somos", 2020). Para além de tornarem a aprendizagem mais divertida, o facto da frase não ser usual ajuda que os estudantes se recordem do vocabulário e consigam pensar cuidadosamente e criticamente no idioma que estão a aprender ("Quem somos", 2020).

O equilíbrio da metodologia está relacionado com a aprendizagem implícita e refere-se ao facto do *Duolingo* permitir que os estudantes descubram sozinhos os padrões do idioma que estão a aprender, sem se concentrarem em regras ("Quem somos", 2020). No entanto, caso o estudante queira instruções claras e perceber melhor certas regras do idioma, pode utilizar a funcionalidade "Dicas" antes de realizar uma lição, tendo acesso a explicações sobre gramática, pronúncia e frases úteis, de acordo com o nível em que o estudante se encontra ("Quem somos", 2020). No âmbito da personalização, o *Duolingo* utiliza algoritmos de aprendizagem automática que permitem que o material seja adaptado, dinamicamente, ao nível de dificuldade ideal para cada estudante ("Quem somos", 2020).

A variedade de exercícios tornam a aprendizagem mais divertida e rica, por isso, para além das lições, o *Duolingo* possui ainda as funcionalidades de eventos (um tópico de discussão é criado e os jogadores devem responder no idioma indicado), histórias interativas (que desafiam a compreensão oral e escrita) e podcasts (histórias em formato áudio de um idioma à escolha). Por último, olhando para um idioma como algo em constante evolução, também o *Duolingo* procura evoluir continuamente ("Quem somos", 2020). Desta forma, coloca questões incorporadas ao longo dos cursos para medir o progresso dos estudantes e apurar o que pode ser melhorado na aplicação, como atualizar os materiais de estudo conforme a evolução de um dado idioma ("Quem somos", 2020).

Existem diversos estudos que comprovam a eficácia do *Duolingo*, como é exemplo o estudo Cindy Blanco, Joseph Rollinson e Xiangying Jiang (2020). Para concluir acerca da eficácia da aprendizagem com o *Duolingo*, realizaram testes formais com estudantes de línguas que utilizavam o *Duolingo* para aprender e com estudantes de línguas em cursos universitários (Blanco, Rollinson & Jiang, 2020). Os estudantes que utilizam o *Duolingo* tiveram um desempenho tão bom quanto o desempenho dos estudantes de línguas que frequentaram quatro semestres de aulas na Universidade, igualando as suas capacidades de leitura e audição em menos

tempo, ou seja, os estudantes do *Duolingo* tiveram uma aprendizagem mais eficiente (Blanco, Rollinson & Jiang, 2020).

Perante os resultados espelhados em estudos como os de Blanco, Rollinson & Jiang (2020), o *Duolingo* decidiu dar um passo em frente e levar a aplicação para as salas de aula reais, como a ferramenta de aprendizagem mista (isto é, aprendizagem presencial e online) ideal ("*Duolingo for schools*", 2020). As lições da aplicação *Duolingo* dão feedback individualizado e exercícios personalizados, permitindo que o estudante desfrute e aproveite ao máximo da aula presencial com o professor ("*Duolingo for schools*", 2020). Os professores podem seguir o desempenho dos estudantes nas diferentes lições, bem como a sua frequência de participação, num painel de controlo dedicado aos professores ("*Duolingo for schools*", 2020).

Atentando nos elementos de jogo focados na motivação extrínseca dos jogadores (tabela 2), o *Duolingo* possuiu todos os elementos: distintivos, pontos, tabelas de classificação, missões e níveis. De facto, também de acordo com a Tabela 7, o *Duolingo* é das aplicações mais ricas, em que os únicos componentes que não utiliza são o combate, uma vez que as lições são individuais; e a possibilidade de presentear ou partilhar recursos.

O *Duolingo* também possui todos os elementos de motivação intrínseca, em que o aluno adquire autonomia e domínio quer sobre a aplicação, quer sobre os conteúdos. O jogador pode inclusivé, nas opções de acessibilidade das definições da sua conta, escolher o tipo de exercícios que o *Duolingo* lhe apresenta: exercícios para praticar a fala, ou a audição. O *Duolingo* também permite a interação social, em que os jogadores podem seguir os perfis uns dos outros, por exemplo.

A Tabela 4 permite identificar que o *Duolingo* também tira partido das técnicas de *nudging*, utilizando todo o tipo de *nudges* educativos. Por exemplo, o *nudge* de lembrete: a aplicação, de forma predefinida, envia um lembrete, sob a forma de notificação, quer para o telemóvel, quer para o email do jogador, a lembrá-lo da sua prática diária. O jogador também pode escolher a hora do lembrete. O *nudge* de objetivos/desafios, como criar uma *streak* isto é, ao longo da semana o jogador jogou dias consecutivos e criou uma série de participação consecutiva. Para além disso, o *Duolingo* também fornece um lembrete não só a relembrar o jogador de manter a série consecutiva de participação, como também o informa de que completar uma lição por dia o ajuda a desenvolver o hábito de estudo. Ainda no âmbito dos *nudges* informativos, o jogador pode escolher ser informado, por notificação ou email, de novos seguidores, atividade de amigos, o que também fomenta a comparação social; atualizações da aplicação e dicas de aprendizagem. No email, o jogador pode receber a análise do seu progresso semanal. O jogador também é informado de atualizações nas tabelas de classificação e das suas séries de resposta consecutiva - conforme referido, o jogador é sinalizado para não quebrar a sua série de respostas consecutivas de forma a criar, também, uma rotina de estudo. Por último, o *nudge* de pertença social/mentalidade e de aumento de competências, quando no final de uma série de exercícios surgem mensagens como "*o teu trabalho árduo está a dar resultado!*". Não obstante, a aplicação dá ainda oportunidade ao jogador de seleccionar a opção de receber mensagens motivadoras.

A Tabela 5 explicita as mecânicas de jogo utilizadas na aplicação *Duolingo*. O *Duolingo* possui diferentes desafios, desde jogos de correspondência a repetição oral. Não possui a mecânica de sorte, pois os exercícios são iguais para todos os jogadores e o único factor para conseguir responder às perguntas, é o conhecimento da língua por parte do jogador. A pontuação que os jogadores obtêm é ordenada semanalmente numa tabela de classificação em que os jogadores competem entre si, por isso, o *Duolingo* utiliza a mecânica de competição e não a mecânica de cooperação, pois os jogadores não podem formar equipas entre si. A aplicação fornece *feedback* constante ao jogador, e permite também que o jogador forneça o seu *feedback* ou remeta algum erro de um exercício ou de funcionalidade da aplicação. Através do *feedback*, o jogador sabe se acertou ou errou a questão - no caso de errar, a resposta certa é assinalada. No final de uma ronda de questões, o jogador é levado a repetir as questões que errou e que teve acesso à solução correta. O jogador pode adquirir, com moeda virtual (*lingot*, a moeda do jogo, é ganha pelo jogador como recompensa mediante os pontos obtidos numa lição), recursos como um item que lhe permite manter a série de prática consecutiva por um dia de inatividade. O jogador tem diversas recompensas, desde pontos de bônus por acertar consecutivamente em questões, a distintivos por conquistas desbloqueadas e desafios superados. Podem realizar-se transações no jogo, mas não entre jogadores. O exemplo dado anteriormente de trocar lingots ganhos por um vale que ignora um dia de actividade para que o jogador não perca a série de participação consecutiva, representa um tipo de transação possível no jogo.

A aplicação *Duolingo* utiliza também todas as dinâmicas de jogo: desde as restrições temporais para responder aos exercícios diários para que o jogador faça uma série de participação consecutiva, às emoções perante a diversão do jogador em aprender, à narrativa em que as lições têm um tema dominante, à progressão, em que o jogador vai evoluindo e atingindo níveis de dificuldade superior nas diferentes categorias, como gramática e vocabulário; até, por fim, à interação social e a possibilidade de estabelecer relações no jogo.

2.6.3 *Physics is Beautiful*

Physics is Beautiful é uma plataforma ludificada disponível em formato web para utilizar no navegador do computador (fig.6), ou em formato de aplicação móvel. Criada por Nicolas Scozzaro, Michael Darcy e Hiran Wijesinghe, tem como objetivo tornar a aprendizagem de física mais interativa e divertida, rápida e eficiente, bem como acessível para todos (Scozzaro, Darcy & Wijesinghe, 2020).

A estrutura do curso de física disponibilizado pela *Physics is Beautiful*, está assente numa série de aulas que consistem em questões que se vão construindo em função da questão anterior, numa espécie de cadeia indutiva (Scozzaro, Darcy & Wijesinghe, 2020). Após algumas aulas sobre um determinado tema, o estudante tem que resolver uma tarefa em formato de jogo que revê a matéria das aulas anteriores. As tarefas têm um tempo limite e a pontuação atribuída é influenciada pelo tempo de resposta, à semelhança do *Kahoot!*.

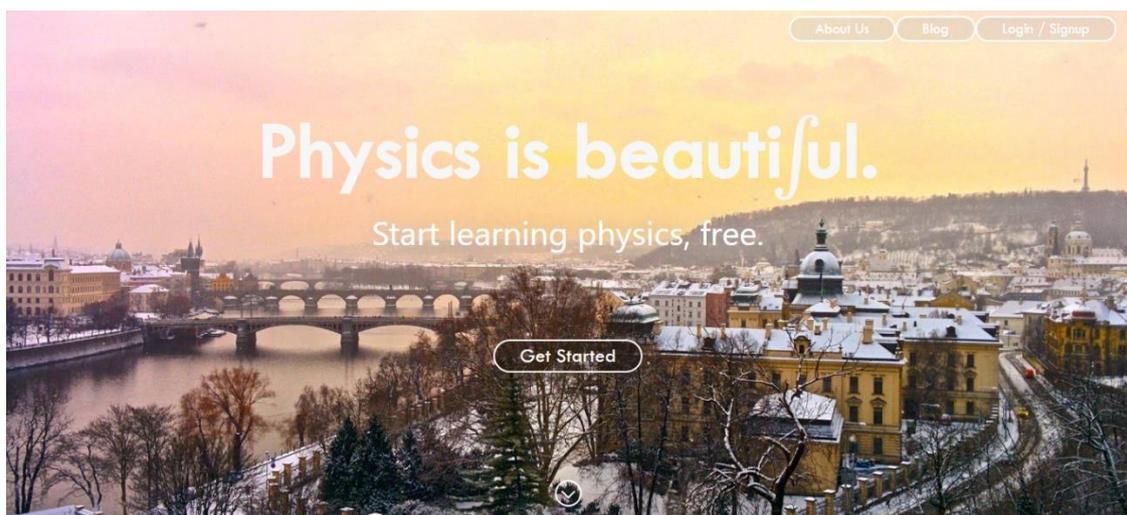


Figura 6: Versão para navegador da plataforma *Physics is Beautiful*

A plataforma possui a funcionalidade “*Classroom*”, ou seja, “Sala de Aula”, em que os professores podem criar uma sala de aulas virtual (fig.7) e partilhar o código com os estudantes (fig.8) ou utilizar a integração com o *Google Classroom* e importar toda a turma de estudantes para a sala virtual. Nesta sala virtual, os professores podem criar, editar e gerir o conteúdo teórico e as tarefas para os estudantes, que devem realizá-las no período definido. O professor consegue monitorizar o trabalho dos estudantes, ao ter acesso a quem completou as tarefas no prazo definido e quem entregou com atraso, bem como quem não realizou a tarefa.

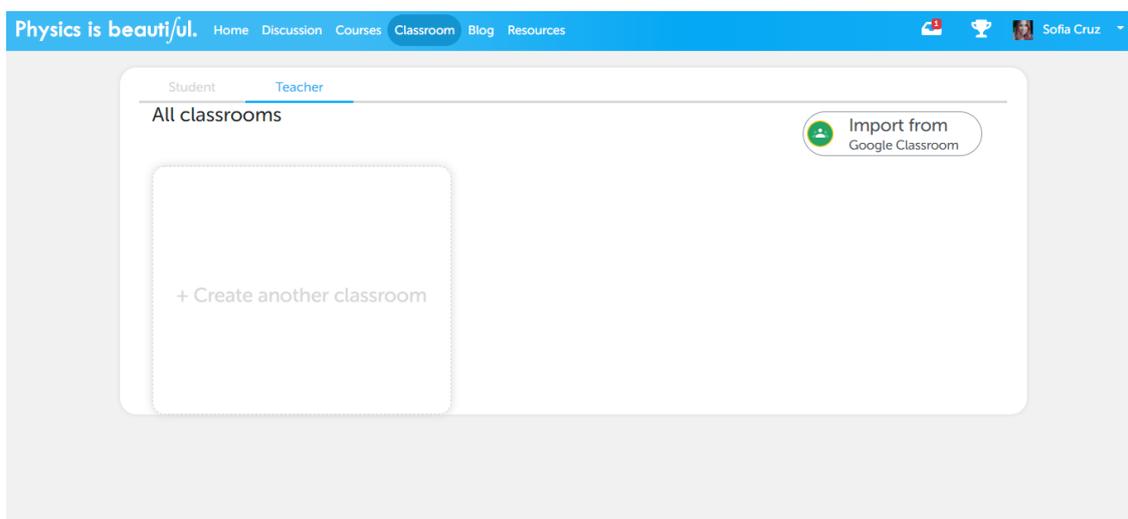


Figura 7: Sala de aula virtual (zona de acesso do professor)

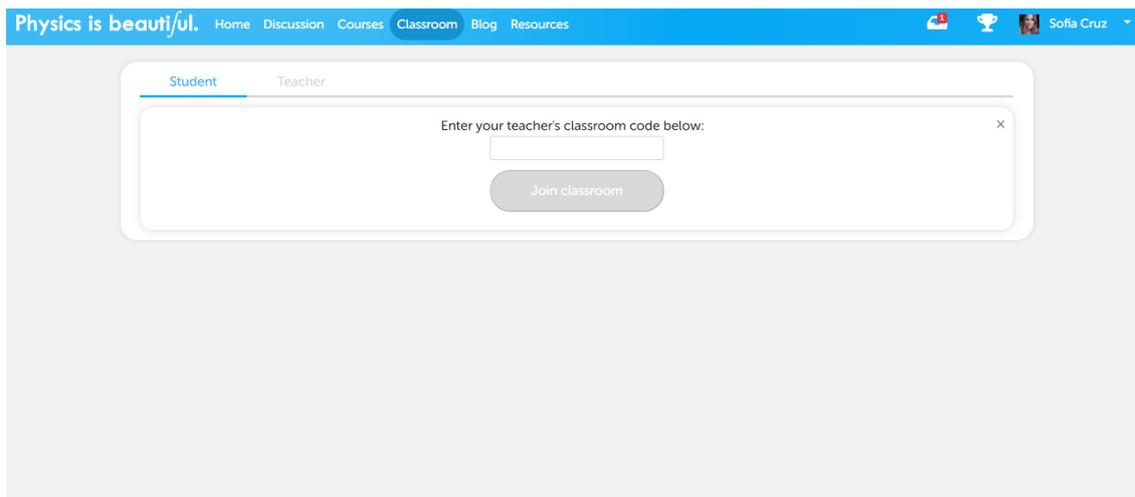


Figura 8: Zona de acesso dos estudantes

Assim, perante esta breve descrição da aplicação e atentando na Tabela 2, podemos concluir que a aplicação *Physics is Beautiful* utiliza apenas dois dos elementos de jogos que, tipicamente, atuam sobre a motivação externa dos estudantes: os distintivos e os pontos. A menos que o professor partilhe um documento com as avaliações de todos os estudantes, a aplicação não produz nenhuma tabela de classificação pública. Também não possui missões, como o desafio diário do *Duolingo* ou o ensino personalizado do *Kahoot!*, nem níveis de jogo. Do ponto de vista da motivação intrínseca, atentando agora na Tabela 3, por outro lado, a aplicação *Physics is Beautiful* possuiu todos os elementos da teoria da autodeterminação de Ryan e Deci (2000): autonomia, pois os estudantes adquirem rapidamente autonomia na utilização da plataforma e os exercícios ludificados permitem uma rápida apreensão dos conhecimentos, permitindo aumentar a autonomia do aluno também perante os conteúdos; consequentemente, o domínio sobre os conteúdos abordados ocorre e, por fim, a aplicação permite também a interação social com área de discussão, onde os estudantes podem interagir entre si e com os professores, ou qualquer outro utilizador da plataforma.

Quanto ao *nudging* (tabela 4), o tipo de *nudges* utilizados são os lembretes (das tarefas criadas pelo professor na sala de aula virtual, por exemplo), os prazos, uma vez que existe uma data-limite para conclusão/entrega das tarefas; os objetivos e desafios - criados pelo professor, ou os desafios criados pelos jogos da aplicação. A utilização da aplicação permite o aumento de competências dos estudantes, aumentando a sua confiança e motivação.

Quanto à ludificação da aplicação, atenta-se nas três categorias de elementos de jogos: mecânicas, dinâmicas e componentes. Do ponto de vista das mecânicas de jogos (tabela 5), a aplicação *Physics is Beautiful* possui desafios (os exercícios a resolver), *feedback* (informação sobre a correção da resposta), aquisição de recursos e recompensas (distintivos, pontos) e estado de vitória. A aplicação não usa o elemento de sorte, não tem competição nem cooperação porque a utilização é individual - mesmo que o jogador esteja a resolver os exercícios ao mesmo tempo

que outro jogador, nunca tem acesso a essa informação. Por último, a aplicação também não permite transações nem alternância de jogadores, pois, conforme referido, jogar ou resolver as tarefas ocorre de forma individual. A aplicação utiliza todas as dinâmicas de jogos (tabela 6): restrições (do tempo de resposta, por exemplo), emoções (os jogadores divertem-se a jogar e o limite de tempo proporciona adrenalina), a narrativa, isto é, todos os jogos têm um tema em comum, a Física; a aplicação proporciona uma sensação de progressão ao jogador, pelo facto de se tornar mais experiente; e também possui a dinâmica de interação social pois permite que os utilizadores interajam entre si através de salas virtuais ou do fórum de discussão. Por último, em relação aos componentes (tabela 7), a aplicação *Physics is Beautiful* possui conquistas, avatar do jogador, distintivos, colecções (de distintivos), combate (a resolução dos desafios/exercícios no tempo definido); desbloqueio de conteúdo, ao permitir desbloquear distintivos; e pontos. Não possui *Boss Fights*, pois não existem níveis nos jogos ou uma fase de desafios mais complexos; nem permite presentear ou partilhar recursos com outros jogadores. Também não utiliza tabelas de classificação, nem níveis, missões ou gráficos sociais, isto é, representações visuais de interação social ou possibilidade de criação de equipa com um determinado símbolo associado.

Uma forma de aumentar a interatividade social da aplicação e tornar mais dinâmica a sua utilização em grupo, como, por exemplo, durante uma aula, seria proporcionar as dinâmicas de cooperação e competição, em que os estudantes estariam a resolver os exercícios em simultâneo, quer de forma individual ou em grupos. Para manter os estudantes cativados e continuamente desafiados, seria interessante que os jogos dos diferentes conceitos ou temas tivessem níveis.

2.6.4 *Physics Quiz*

Physics Quiz é uma aplicação ludificada gratuita para dispositivos móveis (fig.9), criada pela empresa *Sana Edutech* sobre Física, que pretende ser uma ferramenta de auto-avaliação e de aprendizagem para estudantes de ensino superior (“*Physics Quiz*”, 2020).

Os *quizzes* tem diferentes níveis de dificuldade, e podem ser jogados de acordo com dois modos: modo temporizado, com limite de tempo, ou modo prática, sem limite de tempo para responder (“*Physics Quiz*”, 2020). O jogador pode escolher interromper o *quiz* e guardar o seu progresso, para poder completá-lo partindo do ponto em que interrompeu a resolução (“*Physics Quiz*”, 2020). Quando o jogador erra uma questão, recebe *feedback* instantâneo de qual é a resposta correta e porquê.

Para além disso, no final de cada *quiz* é gerado um relatório de avaliação que é armazenado e devidamente identificado, para que o estudante possa monitorizar o progresso da sua aprendizagem (“*Physics Quiz*”, 2020).



Figura 9: Aplicação móvel *Physics Quiz*

Atentando na Tabela 2, em relação aos elementos de motivação extrínseca, a aplicação *Physics Quiz* não possui distintivos nem tabelas de classificação, mas utiliza pontos como recompensa da resolução de *quizzes*, tem missões diárias e níveis de dificuldade. Por outro lado, em relação à motivação intrínseca (tabela 3), são utilizados como elementos a autonomia e o domínio, em que o estudante se sente em controlo da sua aprendizagem, mas não é possibilitada a interação social pois não existe a possibilidade de adicionar outros jogadores, conversar ou competir.

A aplicação *Physics Quiz* utiliza alguns tipos de *nudging*, conforme explicitado na Tabela 4, como os lembretes, para lembrar o estudante de resolver o desafio diário de vinte questões de escolha múltipla, por exemplo; os prazos, para resolução dos exercícios; objetivos e desafios; e aumento de competências. Por outro lado, não utiliza *nudges* informativos nem de assistência direta, de comparação social ou de pertença social/mentalidade.

Em relação às mecânicas de jogos utilizadas (tabela 5), não são utilizadas mecânicas de sorte ou acaso, não existe competição ou cooperação pois a resolução dos *quizzes* é individual. Por esta razão, e conforme referido anteriormente em relação à possibilidade de interação com outros

jogadores, a aplicação também não permite transações entre jogadores (apenas dentro do jogo, por exemplo, trocar 700 moedas por retirar os anúncios da aplicação), nem possui alternância entre jogadores. As mecânicas usadas são os desafios, com os diferentes *quizzes* e os desafios diários; o feedback, em que não só o jogador recebe feedback acerca do seu desempenho, como cada resolução de *quiz* possui um relatório associado em que o jogador pode avaliar quais conceitos precisam de revisão e reforço, por exemplo; a aquisição de recursos, como a aquisição de moedas por cada resposta correta, por fazer o desafio diário, por ler os livros eletrônicos disponibilizados na aplicação, entre outros; e, por fim, o estado de vitória.

A Tabela 6 explicita as dinâmicas de jogos utilizadas. Conforme é observável, a aplicação *Physics Quiz* apenas não possui a dinâmica de interação social pois, para além de poder enviar um link de instalação para um contacto do telemóvel, o jogador não pode interagir com outros jogadores dentro da aplicação.

Finalmente, em relação aos componentes de jogos (tabela 7), a aplicação *Physics Quiz* não possui avatar de jogador, distintivos, coleções, combate, possibilidade de partilhar recursos, tabelas de classificação e gráficos sociais. No entanto, possui conquistas, ao completar os desafios diários, por exemplo; *boss fights*, ou seja, os *quizzes* com questões de maior dificuldade; desbloqueio de conteúdo, como o exemplo dado anteriormente em que o jogador pode desbloquear a opção de eliminar os anúncios da aplicação por moedas; níveis de diferente dificuldade, pontos e missões.

O *design* da aplicação poderia ser melhorado, tornando-o mais apelativo do ponto de vista estético. Também como factor a melhorar, seria a inclusão da função de interação social e mecânicas de competição ou cooperação. No entanto, a aplicação *Physics Quiz* pode ser uma boa ferramenta de auto-avaliação de conceitos para os estudantes.

2.7 Conclusões

As dificuldades enfrentadas pela área das STEM vão desde a taxa de conclusão de curso no período estipulado, em relação aos outros países da OCDE; à diminuição do número de inscritos em cursos da área das STEM (Canelas et al., 2018), revelando a falta de motivação por parte dos estudantes não só quando estão a frequentar o curso, mas também no que toca a escolherem esta área no ensino superior por considerarem que são áreas cujos conteúdos são complexos e que, por isso, implicam muito estudo e esforço. Contudo, como nos diz Prensky (2017), talvez o problema não esteja apenas nos estudantes e na sua falta de motivação. Talvez a revolução da web 2.0 obrigue a que se coloque o processo de aprendizagem sobre o olhar dos estudantes da geração digital (Bower, Hedberg & Kuswara, 2010), cujas capacidades cognitivas foram influenciadas pela tecnologia (Prensky, 2017). Deste modo, torna-se necessário que se encontrem metodologias e ferramentas ideais que tornem o processo de aprendizagem de conteúdos complexos mais

eficiente e prazeroso, mais divertido e interativo, de forma a que os estudantes se tornem mais motivados e consigam atingir melhores resultados (Prensky, 2017).

A revisão de literatura permite concluir que os jogos digitais representam uma ferramenta poderosa para o ensino por diversas razões. Em primeiro lugar, os jogos ou a utilização de elementos do design de jogos, tornam uma experiência mais complexa e densa, numa experiência divertida, através da qual os estudantes ficam num estado mais receptivo à aprendizagem; em segundo lugar, em alinhamento com a lógica do *scaffolding* mediado por computador, os jogos digitais são mais rápidos e responsivos, permitindo um feedback e avaliação dinâmicos e adaptativos; em terceiro lugar, os jogos digitais oferecem diversas possibilidades como a criação de simulações de eventos de Física, puzzles, representações, *quiz*, para tornar a aprendizagem mais envolvente e divertida; em quarto lugar, a representação visual de elementos possibilitada pelos jogos digitais é mais variada e eficaz; em quinto lugar, os jogos digitais permitem a auto-avaliação e a competição ou cooperação entre estudantes, ao permitir que joguem entre si, ou uns contra os outros ou contra o próprio computador, tal como acontece no *Kahoot!*; em sexto lugar, os jogos são abertos ao mundo inteiro, possibilitando uma interação social diversificada e rica; em sétimo lugar, os jogos digitais permitem a construção de níveis de diferentes dificuldades e, para além disso, também a partir da avaliação dinâmica, permitem manter os estudantes no estado de flow ao permitirem a adaptação do nível de dificuldade às capacidades do estudante (Prensky, 2017). Assim, conclui o autor, os jogos são apelativos porque são uma forma de diversão e de prazer, que permite que os estudantes se mantenham envolvidos de forma intensa, num estado de concentração profundo, em que o jogo os mantém no estado de *flow*.

Por outro lado, os jogos têm estrutura e são um instrumento de motivação poderosa ao serem, também, voltados para o “fazer”, isto é para a realização de objetivos, o que, conseqüentemente leva à aprendizagem (Werbach & Hunter, 2012). Os jogos permitem ao jogador a experiência de emoções fortes, entre as quais a gratificação do ego ao atingir os seus objetivos, e estimulam a sua adrenalina e criatividade na resolução de problemas (Prensky, 2017). São, por isso, uma ferramenta extremamente poderosa para utilizar no ensino.

Neste sentido, a ludificação como aplicação dos elementos de jogos a contextos de não jogo (Bartle, 2008), como o educativo, representa uma abordagem metodológica viável e comprovada, capaz de gerar mudanças comportamentais. A mudança comportamental num contexto educativo visa, através da motivação, alterar ou melhorar os hábitos e métodos de estudo dos estudantes. Aplicações como o *Duolingo* utilizam, por exemplo, o *Nudging*, como forma de reforçar e relembrar a prática diária, visando criar um hábito no utilizador de realizar os exercícios da língua, motivando-o para continuar a aprender. Como forma de motivação extrínseca, podemos considerar que o objectivo é internalizar o hábito e a disciplina de estudar, sem ser necessário o estímulo de motivação externa. Isto é, idealmente, a motivação externa transforma-se ou ajuda a criar a motivação intrínseca, deixando de ser necessários estímulos de foro extrínseco. Assim, tal como no caso do *scaffolding*, o objectivo é que o estudante adquira independência no processo de

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

aprendizagem e de estudo, de forma a consolidar os conhecimentos e melhorar o seu desempenho acadêmico.

A micro-aprendizagem e a aprendizagem móvel estão intimamente ligadas ou são de fácil aplicação ao contexto de jogos e da ludificação. Por um lado, a ubiquidade da tecnologia no que toca aos dispositivos móveis permite que, tal como prevê o *Duolingo*, um estudante possa fazer ou jogar uma lição em qualquer local. Por outro lado, a micro-aprendizagem, ao visar que um conteúdo complexo seja segmentado em pequenos segmentos mais simples, que não perdem a coêrencia na sua individualidade e que, em conjunto, criam o total do conteúdo a aprender, torna-se uma metodologia basilar para a criação de níveis de jogo dentro de um determinado tema do currículo de aprendizagem. Ou seja, cada nível do jogo pode corresponder a uma unidade de micro-aprendizagem. No final do jogo, e depois de completar todos os níveis, o estudante tem o conhecimento total da matéria. Usando o exemplo do *Duolingo* também neste caso, se o conhecimento “macro” corresponde à proficiência do idioma, então a micro-aprendizagem corresponde à divisão em diferentes categorias/elementos da língua, como a gramática e o vocabulário, admitindo também diferentes níveis de dificuldade dentro de cada um dos temas.

3. Estudo de caso

Perante os desafios que os estudantes das áreas de Engenharia enfrentam, nomeadamente a falta de motivação, que resultam no baixo desempenho e baixa taxa de conclusão no período definido de curso; e perante as soluções metodológicas estudadas na revisão de literatura como a ludificação e a micro-aprendizagem, surge a motivação basilar da presente dissertação: criar a base de design e desenvolvimento de uma aplicação ludificada para micro-aprendizagem em Engenharia. O desenvolvimento e implementação de uma nova aplicação ludificada é um processo iterativo longo, pelo que, tendo em conta o tempo disponível para realização do presente estudo, não seria possível realizar os testes junto dos estudantes. Deste modo, decidiu-se utilizar uma das plataformas ludificadas existentes e analisadas na revisão tecnológica, de modo a avaliar as suas funcionalidades e apurar acerca das suas limitações, permitindo que se cumpra com a motivação de criar a base de design e desenvolvimento de uma nova aplicação ludificada e possibilitando-se, assim, a inovação tecnológica. Por último, escolheu-se a UC de Física por ser uma UC transversal aos cursos de Engenharia.

Como objetivo geral pretende-se avaliar a viabilidade de utilizar uma aplicação ludificada como estratégia complementar, e medir o impacto da ludificação e da micro-aprendizagem no desempenho, no interesse em aprender e na percepção de auto-eficácia dos estudantes, bem como o valor percebido para a aprendizagem.

Para tal, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- identificar e utilizar conceitos básicos incluídos no programa da UC de física para autoavaliação de aprendizagem;
- desenvolver uma fase experimental de testes com a plataforma *Kahoot!*;
- avaliar o interesse e o valor percebido em utilizar uma aplicação/plataforma ludificada na UC de física e em outras UCs de Engenharia;
- desenvolver um questionário com o objetivo de medir aspetos afetivos e cognitivos, como o interesse em aprender, valor percebido para a aprendizagem e auto-eficácia.

- apurar quais as funcionalidades desejadas numa aplicação ludificada para integração em aula e pós-aula, permitindo colmatar as falhas encontradas e inovar face às tecnologias existentes, como a plataforma utilizada para realizar os testes com os estudantes, o *Kahoot!*.

Para criar uma aplicação ludificada é de extrema importância o *feedback* do seu público-alvo, de forma a que o design da nova aplicação seja centrado no utilizador, quer a nível funcional, como afetivo e cognitivo. Deste modo, em primeiro lugar, é necessário identificar o público-alvo. Por um lado, o público-alvo é constituído pelos estudantes, e, por outro lado, pelos professores, que são também utilizadores da plataforma e os agentes pedagógicos que definem a estratégia pedagógica dos exercícios, na se incluem os respetivos enunciados e respostas. O feedback obtido por ambas as partes do público-alvo fará com que a criação de uma nova aplicação inove e satisfaça as lacunas encontradas na aplicação utilizada, o *Kahoot!*.

Em seguida é descrita, em detalhe, a metodologia adotada para a concretização do estudo de caso.

3.1 Metodologia

Na fase de pesquisa bibliográfica, foram utilizadas bases de dados científicas e académicas para a pesquisa de artigos científicos que permitissem explicar e exemplificar a aplicação dos conceitos abordados na revisão de literatura. As bases de dados utilizadas foram: *Academia.edu*; *SCOPUS*; *ResearchGate*; *ISI Web of Knowledge* e *Google Scholar*. A maioria das referências literárias referentes aos conceitos de jogos e ludificação provêm de livros de autores de renome nas áreas em questão, bem como reúnem diversos dos conceitos abordados, como *For The Win*, de Kevin Werbach e Dan Hunter; *Digital Game-Based Learning*, de Marc Prensky; *MMOs from the outside in*, de Richard Bartle e *The Art of Game Design: A Book of Lenses*, de Jesse Schell. Em relação ao scaffolding instrucional, a obra mais referenciada, por ser uma obra de referência sobre o tema, é o livro *Instructional Scaffolding in STEM Education - Strategies and Efficacy Evidence*, de Brian Belland. Na sustentação teórica dos restantes conceitos há um equilíbrio entre obras literárias (livros), artigos de revistas científicas e atas de conferências.

Uma vez que a motivação maior da presente dissertação é a criação de uma base teórica para o desenvolvimento e implementação futuro de uma aplicação ludificada móvel, foi dado um maior ênfase e extensão à revisão literária, pois considera-se que esta, para além dos resultados aos testes experimentais, constitui tanto a exposição e explicação dos conceitos-chave, como também define e contextualiza a sua utilização ideal. A base para o desenvolvimento e implementação futuros de uma aplicação ludificada móvel focada na micro-aprendizagem de conceitos de Física, resulta da reunião das informações encontradas na revisão de literatura e na análise dos resultados.

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

As aplicações analisadas foram pesquisadas, nomeadamente, com recurso à *Google Playstore*, atentando-se, sobretudo, nas aplicações com melhor avaliação dada pelos utilizadores e cujas características iam de encontro às necessidades do estudo.

Partindo da motivação da presente dissertação de desenvolver uma aplicação ludificada para micro-aprendizagem em Engenharia, e tendo em conta o limite temporal do estudo, impossibilitando o design e consequente implementação de uma nova aplicação, decidiu-se utilizar a plataforma ludificada *Kahoot!*, já existente e criada também para o contexto educativo, de forma a apurar quais as limitações que são necessárias superar e melhorar, para que a aplicação seja mais adequada ao contexto de aprendizagem em Engenharia. As limitações podem ser detetadas através da análise realizada na revisão tecnológica de acordo com os conceitos da revisão literária, pelos professores que concordaram em incluir, nas suas aulas *online*, as sessões com o *Kahoot!*; pelos professores que construíram as perguntas e pelos estudantes que realizaram os exercícios no *Kahoot!*.

Escolheu-se a unidade curricular de Física, por ser comum aos diversos cursos de Engenharia da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e por apresentar desafios muito interessantes para a concepção de uma aplicação multimédia, devido à sua componente visual (gráficos, diagramas, imagens).

O estudo é do tipo não-experimental, uma vez que não ocorre manipulação da variável independente, pois todos os participantes do estudo utilizaram o *Kahoot!*, não existindo grupo de controlo. A opção de não utilizar grupos de controlo deve-se, por um lado, a razões éticas e de gestão de riscos à validade interna do estudo e, por outro lado, pela amostra se caracterizar como uma amostra de conveniência: uma vez que a aplicação ludificada tem como público-alvo os estudantes de engenharia, então faz sentido que os testes se realizem com estudantes de engenharia. Para além disso, tendo em conta que a UC de Física foi a escolhida, faz também sentido que a amostra seja composta por estudantes de engenharia inscritos na UC de Física. A ética e a gestão de risco perante ameaças à validade interna, encontram-se intimamente ligadas. Por exemplo, através do contacto entre estudantes do grupo experimental e do grupo de controlo, pode haver enviesamento de resultados ou, até mesmo, desmoralização, o que pode levar à desistência dos participantes. Para além disso, ao incluir um grupo de controlo estaria-se, arbitrariamente, a impor uma desvantagem ou vantagem competitiva na aprendizagem entre os dois grupos, pois uns poderiam ser beneficiados relativamente a outros.

A metodologia adotada é do tipo misto, sendo utilizados métodos quantitativos e qualitativos de recolha e tratamento de dados.

O estudo decorreu em duas fases. A primeira fase teve como participantes os estudantes da UC de Física do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores (MIEEC). No entanto, face ao número de professores que aderiram à utilização do *Kahoot!* nas aulas, que restringiu a amostra de 248 estudantes inscritos a 186 estudantes, e face à pandemia de covid-19 que obrigou que as aulas presenciais fossem substituídas por aulas online, resultando numa menor frequência dos estudantes nas aulas, a amostra real será inferior a 186 estudantes. A segunda fase

do estudo surge como resposta à reduzida participação dos estudantes devido aos condicionalismos resultantes da pandemia de covid-19 e das aulas serem online.

Inicialmente existiria apenas uma fase de testes, em que as sessões com o *Kahoot!* seriam presenciais e eu estaria presente para auxiliar os professores a enquadrar os estudantes na atividade. O *feedback* relacionado com os conceitos abordados da UC seria fornecido pelos professores. No entanto, com a pandemia de covid-19 e resultante isolamento dos estudantes, a metodologia teve de ser alterada e adequada às aulas por videoconferência.

Ao nível dos instrumentos, são utilizados os relatórios gerados pela plataforma *Kahoot!* para cada sessão, onde são recolhidos dados coletivos e individuais referentes ao número de respostas corretas e erradas, tempo de resposta, e *feedback*, contemplando-se neste último ponto quatro questões, tal como referido na revisão tecnológica:

- Quanto te divertiste? (0-5)
- Aprendeste? (Sim/Não)
- Recomendas [o *Kahoot!*]? (Sim/Não)
- Como te sentes? (Positivo/Neutro/Negativo)

Os dados foram organizados em tabelas, de modo a poder-se relacionar, quando possível, os resultados dos diferentes *kahoots* com cada estudante que participou, permitindo identificar, por exemplo, quantos estudantes participaram em todas sessões.

Para a percentagem de respostas certas e tempo médio de resposta de cada *kahoot*, calculou-se a média e respetivo desvio padrão. Devido a alguns *kahoots* desta primeira fase não possuírem muitas respostas às questões de *feedback*, foi usada a média ponderada ao invés da média de forma a obter resultados referentes ao *feedback* mais relevantes do ponto de vista estatístico.

Na segunda fase de testes, inicialmente, pensara-se em realizar, na sala de aula, um questionário aos estudantes com várias questões de foro afetivo e cognitivo. No entanto, devido à pandemia, e face a todos os reajustes necessários, não foi possível realizar um questionário detalhado, pelo que foram incluídas, em cada um dos *kahoots* da segunda fase, questões de nível afetivo e cognitivo, com o objetivo de responder aos objetivos específicos e validar (ou não) as hipóteses definidas:

- Pergunta 1 (P1) – A realização desta atividade com o *Kahoot!* contribuiu para a aprendizagem.
- Pergunta 2 (P2) – Usar o *Kahoot!* despertou a minha atenção.
- Pergunta 3 (P3) – Considero uma boa ideia usar este tipo de aplicações nesta UC.

- Pergunta 4 (P4) – Considero uma boa ideia usar este tipo de aplicações noutras UC do curso.
- Pergunta 5 (P5) – Confiei nas minhas respostas às perguntas deste kahoot.

Os estudantes respondem a cada questão do inquérito de acordo com a escala de Likert de 1 a 4, em que 1 – discordo completamente e 4 – concordo plenamente.

Ao nível do tratamento de dados da segunda fase de testes, calcularam-se as médias, modas, medianas e respetivos desvios padrão em relação às respostas certas e ao tempo médio de resposta, bem como para os resultados das questões do inquérito de satisfação.

3.2 Implementação

Após serem contactados os professores que iriam leccionar a UC de Física durante o segundo semestre, quatro professores acederam a incluir na sua estratégia de ensino a resolução dos exercícios no *Kahoot!*. De acordo com os professores que aceitaram que as suas turmas fizessem parte do estudo, a amostra é constituída por estudantes do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica (MIEEC), inscritos na UC de Física.

Tal como referido anteriormente, o estudo decorreu em duas fases. A primeira fase teve como participantes os estudantes da UC de Física do MIEEC. No entanto, face ao número de professores que aderiram à utilização do Kahoot nas aulas, que restringiu a amostra de 248 estudantes inscritos a 186 estudantes, e face à pandemia de covid-19 que obrigou que as aulas presenciais fossem substituídas por aulas online, resultando numa menor frequência dos estudantes nas aulas, a amostra real será inferior a 186 estudantes.

Para a primeira fase de testes, foi criado um guia de utilização da plataforma *Kahoot!* para os professores (anexo 1). Para realizar os *kahoots* semanais, os professores enviaram todas as semanas um conjunto de exercícios que iria constituir o kahoot dessa semana (anexos 3-9).

A figura 10 contém as imagens criadas para apresentação/capa de cada *kahoot*, em que a cada kahoot foi dado o nome da aula teórico-prática a que se destinam e com a qual se relacionam os conteúdos para uma fácil identificação por parte dos professores.

A segunda fase do estudo surge como resposta à reduzida participação dos estudantes devido aos condicionalismos resultantes da pandemia e das aulas serem online. Desta forma, sugeriu-se divulgar os Kahoots a todos os estudantes inscritos na Unidade Curricular, fornecendo o link e respetivo código de acesso de cada *kahoot*. Os professores da Unidade Curricular quiseram recorrer aos exercícios do *Kahoot!* para motivar os estudantes a estudar para os exames e, por outro lado, permitir àqueles que não responderam nas aulas, quer porque não estiveram presentes, quer por fazerem parte de turmas não contempladas no estudo, de poderem usufruir também dos

exercícios. Por fim, a realização desta segunda fase permite aumentar o número de resultados e de feedback em relação aos exercícios e em relação ao Kahoot.

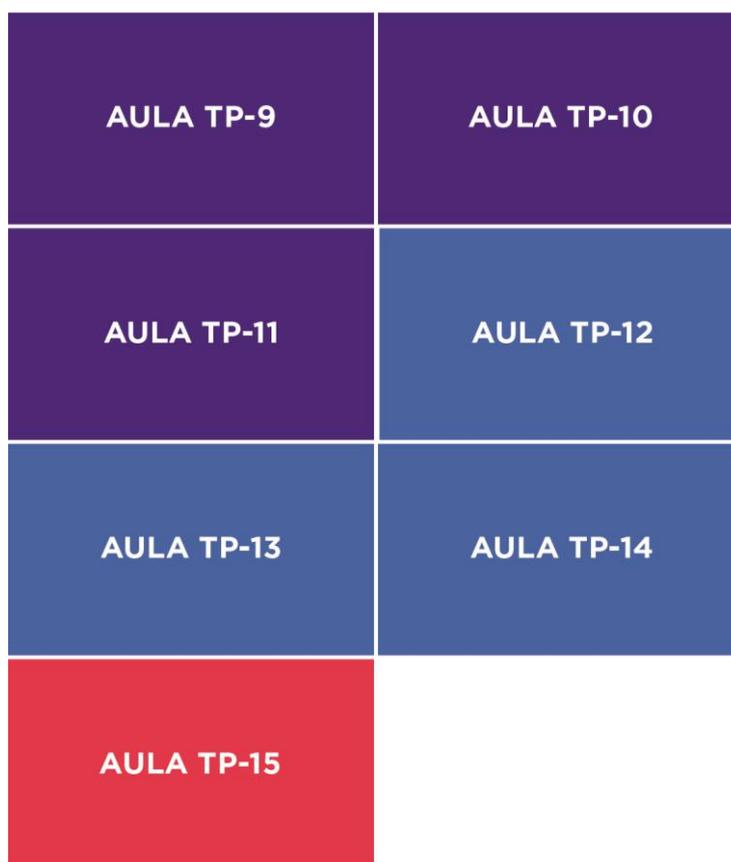


Figura 10: Imagens de capa criadas para cada *kahoot* com referência à aula com a qual os conteúdos se relacionam

O anexo 2 contém as imagens/representações esquemáticas/ilustrações criadas para suporte dos exercícios de ambas as fases de testes, quando assim era necessário e pedido pelos professores. Optou-se por se colocar este conjunto de imagens como anexo por serem muitas e, se demasiado diminuídas, perdem o detalhe. Os professores também forneciam a imagem de referência. Não se utilizaram as imagens enviadas pelo professores de forma a tornar o conteúdo mais apelativo com a utilização de cores, por exemplo, e um design minimalista, bem como criar uma linguagem visual mais coerente e relacionada com o *Kahoot!*. O anexo 3 exemplifica o tipo de alterações necessárias a realizar nos enunciados dos exercícios, de forma a que estes fossem adaptados às condicionantes do *Kahoot!*, como o número máximo de caracteres, sem que se perdesse o rigor científico.

Por fim, a figura 11 contém as imagens de capa dos *kahoots* da segunda fase de testes. Como estes *kahoots* foram realizados num âmbito fora de aula, foram numerados de 1 a 8 na sua identificação (ex: *Kahoot 1*, *Kahoot 2*, etc).



Figura 11: Imagens de capa para cada *kahoot* de preparação para os exames

Ao longo do processo de produção de exercícios, incluindo a criação de imagens de suporte, e com o decorrer das atividades com os estudantes, foi realizado um levantamento com a ajuda dos professores de características estéticas e funcionais positivas e quais as necessárias melhorar para uma futura aplicação móvel que promova a aprendizagem de Física ao nível do Ensino Superior. Este conjunto de características pode ser encontrado em detalhe no próximo capítulo da dissertação, sobre a análise de resultados.

4. Resultados

Nesta secção da dissertação analisam-se os resultados obtidos com o estudo desenvolvido. Conforme referido anteriormente, o estudo foi composto por duas fases distintas de testes. A primeira fase de testes foi altamente condicionada pela pandemia de covid-19, pelo que adquiriu um carácter mais exploratório e tornou necessária uma segunda fase de testes. Em primeiro lugar analisam-se os resultados da primeira fase, em seguida analisam-se os resultados da segunda fase e, por fim, faz-se uma análise comparativa entre os resultados das duas fases.

4.1 Primeira fase de testes com *Kahoot!*

A primeira fase decorreu no período de 15 de Abril a 27 de Maio, em que todas as semanas, com um total de 7 sessões, os professores da UC de física que se voluntariaram a participar no estudo com as suas turmas, utilizaram o *Kahoot!* nas suas aulas que, devido à pandemia de covid-19, tiveram que passar a ser via videoconferência. Tal teve um impacto considerável uma vez que, de uma amostra inicial de 186 estudantes (que compunham as turmas dos professores que participaram no estudo), a amostra real foi de 75 estudantes, conforme evidenciado na Tabela 8. A Tabela 8 reúne os dados quanto ao número de perguntas, o total de participantes, o total de respostas corretas, a média de respostas corretas (em percentagem) e o tempo médio de resposta, com os respectivos desvios padrões, para cada *kahoot*.

Quanto à participação no estudo na primeira fase, o primeiro *kahoot* realizado, sobre Dinâmica de Corpo Rígido (DCR), é o que tem mais participantes, com 75 estudantes, em relação ao sétimo e último *kahoot*, com apenas 9 estudantes a participar.

Tabela 8: Resultados da primeira fase de testes com o *Kahoot!*

<i>Kahoot</i>	<i>Nº de perguntas</i>	<i>Total de participantes</i>	<i>Total de respostas corretas</i>	<i>Média de Respostas Corretas (%)</i>	<i>D.Pad.</i>	<i>Tempo médio de resposta (s)</i>	<i>D.Pad</i>
1 (DCR)	6	75	149	44,22%	24,58%	40,78	10,58
2 (DCR)	7	62	133	30,65%	19,16%	66,2	18,18
3 (DCR)	6	20	48	40,00%	18,26%	58,42	11,85
4 (DCR)	6	36	72	33,80%	25,97%	103,87	21,33
5 (T)	10	51	295	53,59%	22,93%	24,56	7,99
6 (T)	8	53	171	34,59%	23,31%	46,98	14,51
7 (T)	9	9	39	62,96%	24,69%	24,49	8,86

Nota. DCR – Dinâmica de Corpo Rígido; T – Termodinâmica

Um dos resultados interessantes da primeira fase é que quando a média de respostas corretas é superior, os estudantes tendem, em média, a responder mais rápido, isto é, em terem um tempo médio de resposta menor, conforme se pode observar também no gráfico 1. O declive negativo da reta de tendência ilustra esta relação inversa entre as variáveis: quando uma aumenta, a outra diminui. Apesar de não existir uma relação linear ($R^2=1$), o coeficiente de correlação entre as duas variáveis é de, aproximadamente, $R^2=0,58$, o que é significativo e poderá indicar que se os estudantes acertam mais e respondem mais rápido, é porque quando sabem a resposta, demoram menos tempo a identificar a opção com a resposta correta. Por outro lado, a dificuldade da questão pode influenciar o tempo de resolução da mesma - neste caso, não se trata do estudante não ter conseguido aprender, mas não ter tido tempo suficiente para chegar à resposta correta. Este tipo de *feedback* é valioso para o professor não só para avaliar os seus estudantes, como também para avaliar se será necessário realizar alguma adaptação ao nível dos conteúdos ou elementos de avaliação. Realizar sessões com o *Kahoot!* ao longo de um período maior poderá permitir apurar com mais clareza a relação entre a variável do tempo de resposta e a precisão das respostas.

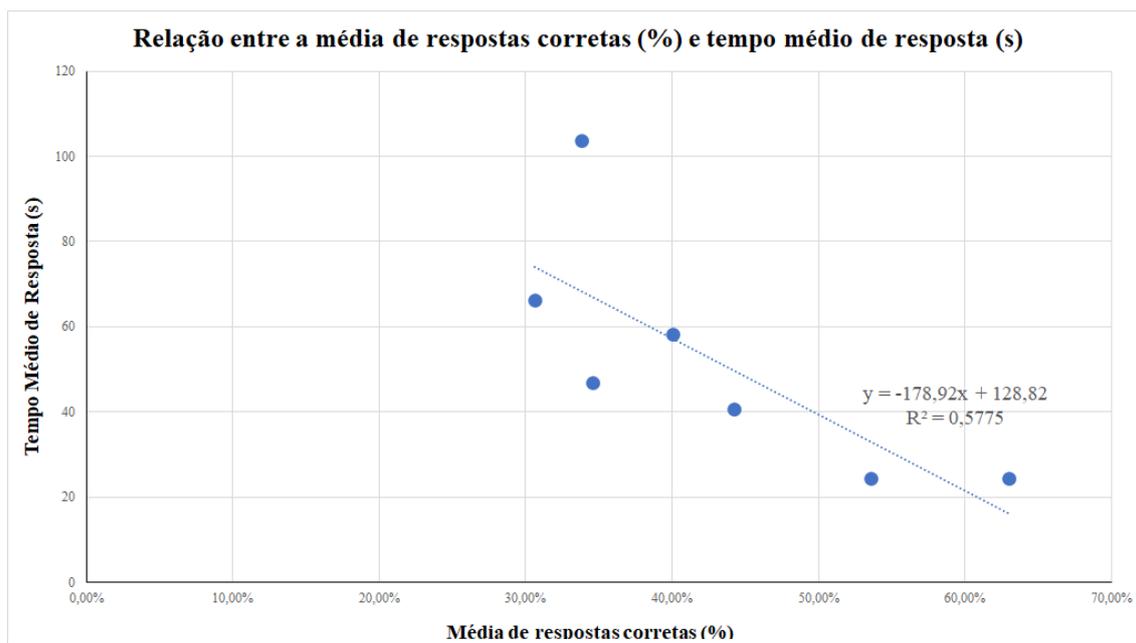


Figura 12: Gráfico de dispersão com representação da reta de tendência e respectiva equação, da relação entre a percentagem média de respostas corretas e o tempo médio de resposta, em segundos.

A menor participação de estudantes nas últimas sessões pode ser justificada pelo facto de os últimos *kahoots* terem sido realizados nas últimas semanas de aulas do semestre, antecedendo a fase final de exames. Por outro lado, a pandemia de covid-19 também afetou a frequência dos estudantes às aulas via videoconferência, pelo que naturalmente a participação no estudo também foi afectada.

A Tabela 9 relaciona o número de participantes com o número de respostas de *feedback* obtidas e a média ponderada das mesmas, por cada sessão de *Kahoot!*. O facto de existir, em alguns casos, uma grande discrepância entre o número de estudantes participantes e o número de estudantes que respondeu às questões de *feedback*, levou a que se optasse pelo cálculo da média ponderada das respostas. Por exemplo, no *kahoot* 6, sobre Termodinâmica, dos 53 estudantes que responderam ao *kahoot*, apenas 14 responderam às questões de *feedback*, pelo que a média não se pode considerar estatisticamente relevante, ao contrário da média ponderada.

A figura 13 ilustra a avaliação dos estudantes face à diversão da atividade, respondendo à questão “Quanto te divertiste?” com um valor inteiro compreendido num intervalo de 0 a 5 (0, 1, 2, 3, 4, 5), em que 5 representa o máximo de diversão. Na maioria das sessões com o *Kahoot!*, a média da avaliação dada pelos estudantes à diversão oscila entre 4,33 e 5, pelo que a maioria dos estudantes considerou a experiência muito divertida.

Tabela 9: Médias ponderadas das respostas às questões de *feedback* por *kahoot*

<i>Kahoot</i>	<i>Total de Participantes</i>	<i>Total de respostas de feedback</i>	<i>Média Ponderada</i>							
			<i>Quanto te divertiste?</i>	<i>Aprendeste?</i>		<i>Recomendas?</i>		<i>Como te sentes?</i>		
			<i>(0-5)</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Positivo</i>	<i>Neutro</i>	<i>Negativo</i>
1 (DCR)	75	34	4,59	100%	0%	100,00%	0%	79,41%	20,59%	0,00%
2 (DCR)	62	29	4,60	100%	0%	96,55%	3,45%	82,76%	13,79%	3,45%
3 (DCR)	20	12	4,33	100%	0%	89,58%	10,42%	83,33%	16,67%	0,00%
4 (DCR)	36	8	4,86	100%	0%	100%	0%	75%	25%	0%
5 (T)	51	26	4,54	100%	0%	95,80%	4,20%	73,08%	23,08%	3,85%
6 (T)	53	14	4,43	100%	0%	91,96%	8,04%	71,43%	21,43%	7,14%
7 (T)	9	4	5	100%	0%	100%	0%	100%	0%	0%

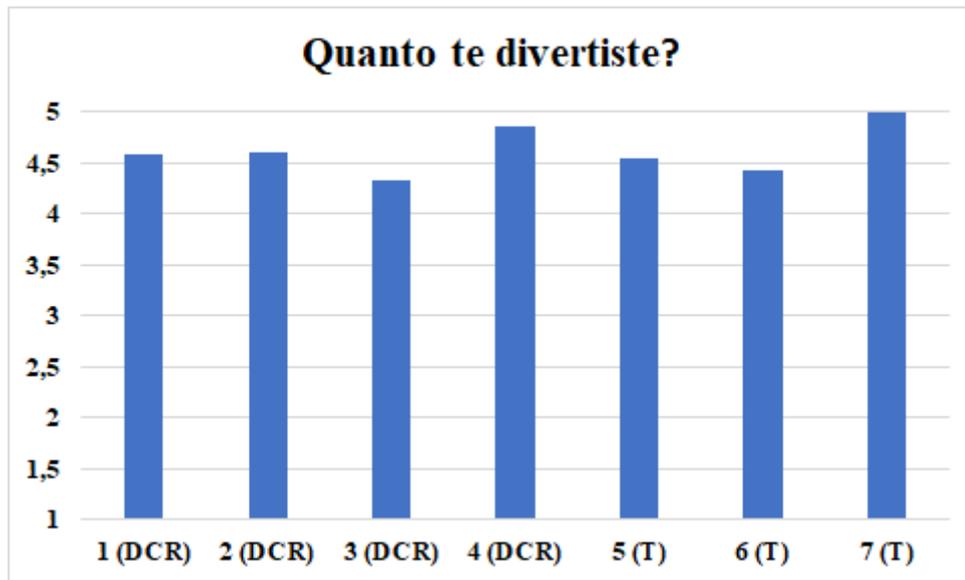


Figura 13: Gráfico de barras das respostas, por *kahoot*, à questão "Quanto te divertiste?"

Conforme podemos observar na Tabela 9 e na figura 13, 100% dos estudantes em todos os *kahoots* consideraram que aprenderam com a experiência, respondendo "sim" à questão "aprendeste?", mesmo quando a percentagem de respostas corretas foi inferior a 50% (ou seja, erraram mais do que acertaram, mas mesmo assim aprenderam).

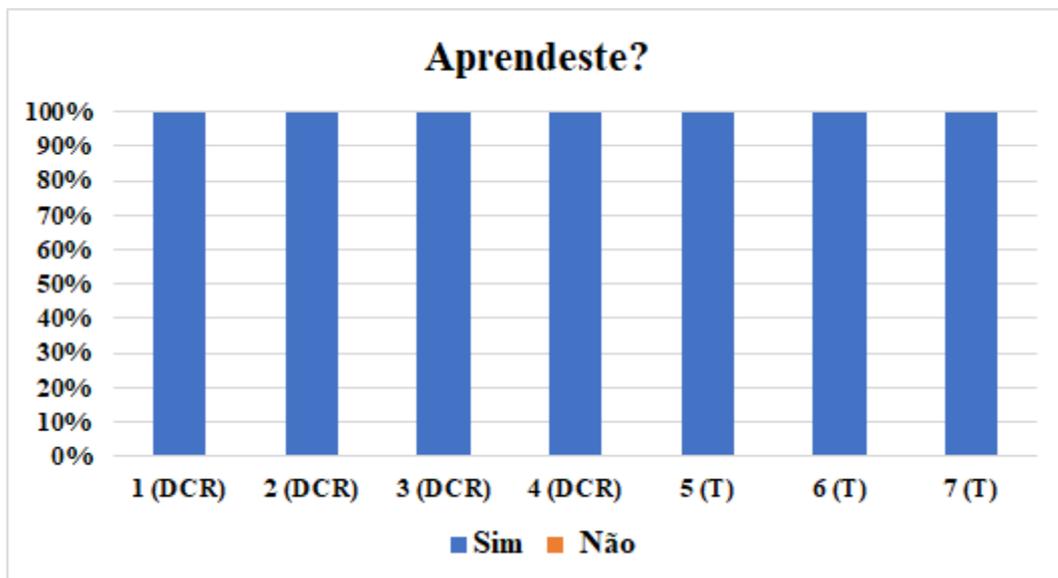


Figura 14: Gráfico de barras das respostas, por *kahoot*, à questão "Aprendeste?"

Apesar de todos os estudantes que responderam às questões de feedback reconhecerem que aprenderam, pelo que a utilização do *Kahoot!* atuou com sucesso sobre a percepção de aprendizagem dos estudantes, o gráfico da figura 15 ilustra os dados da tabela 9 referentes às respostas à questão “Recomendas [o *Kahoot!*]?”, em que nos *kahoots* 2, 3, 5 e 6, nem todos os estudantes responderam que recomendariam a aplicação. Ainda assim, a grande maioria dos estudantes que responderam às questões de feedback recomendam o *Kahoot!*.

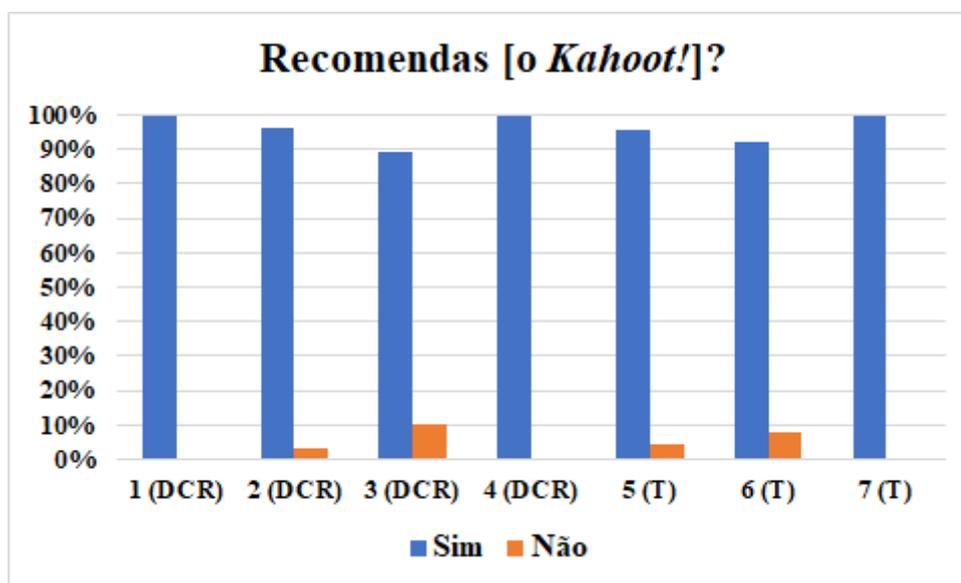


Figura 15: Gráfico de barras das respostas à questão "Recomendas [o *Kahoot!*]?"

Por fim, em relação à componente afetiva da experiência, a figura 16 contém o gráfico das médias ponderadas das respostas à questão “Como te sentes?” por sessão com o *Kahoot!*. Esta questão relaciona-se com a diversão da experiência e a motivação dos estudantes resultante da utilização do *Kahoot!*. A grande maioria dos estudantes que responderam às questões expressaram sentir-se positivamente com a experiência. Apenas nos *kahoots* 2, 5 e 6, uma pequena percentagem de estudantes expressou sentir-se negativamente. Futuramente seria interessante que, através de um questionário dirigido aos estudantes, por exemplo, se apurarem as razões afetivas que afectam as respostas - porque se sentiram positivos com a experiência? E porque se sentiram negativos? E qual o porquê da neutralidade? O facto das sessões com o *Kahoot!* terem decorrido via videoconferência ao invés de presencialmente, influencia a dinâmica de competição e até mesmo a diversão da experiência, pelo que, tal como referido anteriormente, seria relevante realizar um estudo futuro em contexto de sala de aula, ou seja, com aulas presenciais, para avaliar até que ponto a interação social presencial influencia a relação afetiva dos estudantes com a experiência. No entanto, com base no estudo realizado, pode concluir-se que, de um modo geral, os estudantes se divertiram e se sentiram positivamente com a utilização do *Kahoot!*, bem como

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

reconhecem o valor percebido para a aprendizagem, ao sentirem que aprenderam e, por estas razões, recomendam a aplicação.

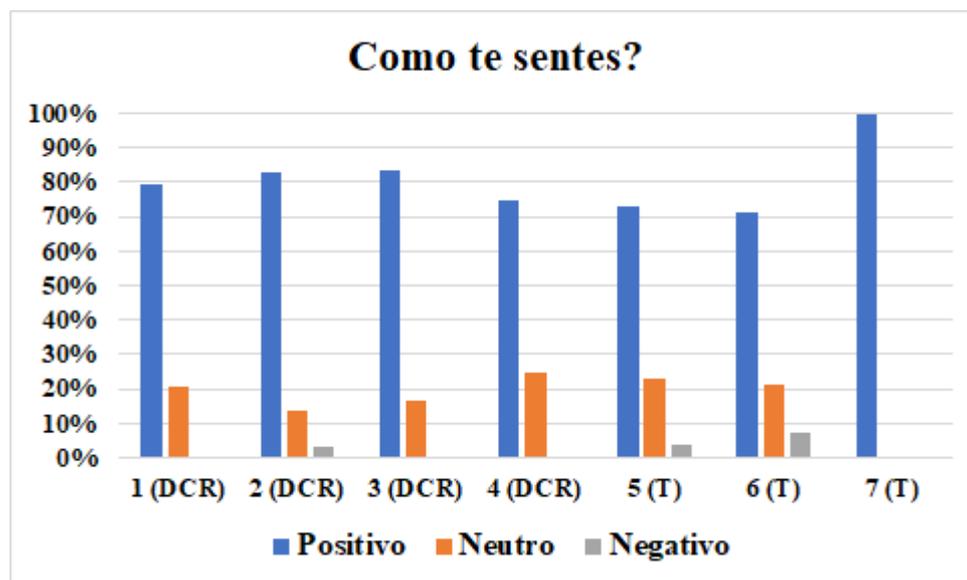


Figura 16: Gráfico de barras das respostas à questão "Como te sentes?"

Alguns estudantes expressaram que o design era um pouco infantil e que a música escolhida aleatoriamente pelo *Kahoot!* nem sempre era adequada ou agradável à experiência. Este *feedback* também é partilhado pelos professores que implementaram voluntariamente nas suas aulas o *Kahoot!*, pelo que se consideram características a melhorar no desenvolvimento de uma futura aplicação. Outra conclusão pertinente desta primeira fase de testes com o *Kahoot!* foram as limitações funcionais da aplicação para o contexto da Física. Os exercícios foram criados pelos professores da UC de Física e, em muitos casos, os mesmos exercícios tiveram de ser adaptados ou totalmente alterados de forma a que, por exemplo, o enunciado da pergunta cumprisse com os 120 caracteres máximos que o *Kahoot!* impõe. Tal limite é demasiado curto para certos enunciados de exercícios mais complexos, pelo que, numa aplicação desenvolvida com foco no ensino superior, que admite um nível de dificuldade mais elevado, o limite de caracteres deveria ser aumentado. Por outro lado, também houve dificuldade na utilização de símbolos matemáticos e equações, não suportado em larga escala pelo *Kahoot!* e relevante para a UC de Física. Numa nova aplicação, seria pertinente que se pudessem utilizar, sem limitação, símbolos matemáticos e equações. No entanto, estas limitações permitem responder a um dos objetivos da dissertação que era compreender em que extensão uma tecnologia existente é capaz de satisfazer as necessidades específicas do ensino da física, funcionando como motivos válidos para o desenvolvimento de uma aplicação ludificada focada nas necessidades de aprendizagem e ensino da Física ao nível do ensino superior.

4.2 Segunda fase de testes com o *Kahoot!*

A segunda fase de testes foi composta por 8 *kahoots*, baseados nos *kahoots* abordados nas aulas, em modo “Desafio” em que os estudantes puderam responder a cada *kahoot* apenas uma vez, entre os dias 10 e 15 de junho. A segunda fase foi aberta a todos os estudantes da UC de física como exercícios de auto-avaliação para preparação para o exame final da UC, não se restringindo apenas aos estudantes cujos professores acederam a utilizar o *Kahoot!* nas suas aulas, pelo que a amostra foi substancialmente maior, com o máximo de 151 estudantes a responderem ao primeiro *kahoot*. O *kahoot* 5 e o *kahoot* 6, com o menor número de respostas, tiveram, ainda assim, 80 participantes.

A Tabela 10 relaciona, para cada *kahoot*, o número de respostas registadas, ou seja, o número de participantes; o número de perguntas, a percentagem de respostas certas e respetivo desvio padrão, bem como o tempo médio de resposta, em segundos, e o respetivo desvio padrão.

Tabela 10: Resultados da segunda fase de testes com o *Kahoot!*

<i>Kahoot</i>	<i>Nº de perguntas</i>	<i>Total de participantes</i>	<i>Total de respostas corretas</i>	<i>Média de Respostas Corretas (%)</i>	<i>D.Pad.</i>	<i>Tempo médio de resposta (s)</i>	<i>D.Pad</i>
1	6	75	149	44,22%	24,58%	40,78	10,58
2	7	62	133	30,65%	19,16%	66,2	18,18
3	6	20	48	40,00%	18,26%	58,42	11,85
4	6	36	72	33,80%	25,97%	103,87	21,33
5	10	51	295	53,59%	22,93%	24,56	7,99
6	8	53	171	34,59%	23,31%	46,98	14,51
7	9	9	39	62,96%	24,69%	24,49	8,86

Para além das questões de aprendizagem, conforme referido na metodologia, foram adicionadas seis questões que constituem o inquérito de satisfação realizado aos estudantes. Escolheu-se um número reduzido de questões para assegurar que um maior número de estudantes responderia ao inquérito, procurando não provocar exaustão e/ou frustração nos estudantes pois,

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

como as questões foram incluídas nos kahoots com os exercícios de aprendizagem, estes ficariam com um número excessivo de perguntas. As questões de inquérito não são contabilizadas na tabela 10, que se refere apenas às questões sobre o conteúdo de aprendizagem.

Na tabela 11 são analisadas cinco das seis questões de inquérito, que focam nos aspectos afetivos e cognitivos da experiência, como o valor percebido para a aprendizagem e a auto-eficácia. A pergunta 6, “Realizaste este kahoot nas aulas?”, não é contemplada na análise das respostas ao inquérito de satisfação, pois não se consideram relevantes, do ponto de vista estatístico, os seus resultados.

126 estudantes responderam às questões do inquérito, da amostra total da segunda fase de 151 estudantes. Destes 126 estudantes, apenas 35 disseram ter resolvido os kahoots em ambas fases, pelo que o seu efeito não é passível de ser medido neste estudo. No futuro, pode-se apurar se, por exemplo, a percentagem de respostas corretas é superior quando os estudantes repetem, pelo menos uma vez, a resolução de um kahoot.

Tabela 11: Média, mediana e moda das respostas ao inquérito de satisfação

<i>Inquérito</i>	<i>P1</i>		<i>P2</i>		<i>P3</i>		<i>P4</i>		<i>P5</i>	
	<i>Média (N)</i>	<i>Mediana/ Moda</i>								
<i>1</i>	3,77 (119)	4/4	3,20 (117)	3/3	3,51 (116)	4/4	3,52 (116)	4/4	3,11 (116)	3/3
<i>2</i>	3,35 (72)	3/3	3,34 (70)	4/4	3,46 (70)	4/4	3,47 (70)	4/4	3,03 (70)	3/3
<i>3</i>	3,30 (46)	3/3	3,24 (46)	3/3	3,30 (46)	3/3	3,30 (46)	3/3	3,30 (46)	3/3
<i>4</i>	3,54 (48)	4/4	3,48 (45)	3/4	3,43 (48)	4/4	3,54 (48)	4/4	3,54 (48)	4/4
<i>5</i>	3,41 (44)	3/3	3,48 (42)	4/4	3,44 (41)	4/4	3,33 (41)	3/3	3,19 (41)	3/3
<i>6</i>	3,52 (31)	4/4	3,38 (29)	4/4	3,90 (30)	4/4	3,83 (30)	4/4	3,90 (30)	4/4
<i>7</i>	3,42 (26)	3/3	3,48 (26)	3/3	3,40 (25)	3/3	3,40 (25)	3/3	3,40 (25)	3/3
<i>8</i>	3,22 (32)	3/4	3,34 (32)	3/4	3,47 (32)	4/4	3,78 (32)	4/4	3,32 (32)	4/4

Nota. P1 - A realização desta atividade com o Kahoot! contribuiu para a aprendizagem; P2 - usar o Kahoot! despertou a minha atenção; P3 - Considero uma boa ideia usar este tipo de aplicações nesta UC; P4 - Considero uma boa ideia usar este tipo de aplicações noutras UC do curso; P5 - Confiei nas minhas respostas às perguntas deste Kahoot.

As questões do inquérito analisadas na Tabela 11 foram respondidas de acordo com a escala de Likert de 1 a 4, em que 1 - Discordo Totalmente; 2 - Discordo; 3 - Concordo; 4 - Concordo totalmente. Na primeira questão, referente ao valor percebido para a aprendizagem, a maioria dos estudantes concorda que a aplicação contribuiu para a sua aprendizagem. No último kahoot, por exemplo, a moda foi de 4, o que significa que a maioria dos estudantes respondeu que concordava completamente. Em relação à atenção e motivação, factores abordados na segunda questão, houve mais estudantes a responder que concordavam completamente (4) face aos que concordam (3), pelo que a maioria dos estudantes considerou que o Kahoot! conseguiu despertar a sua atenção. Do mesmo modo, a maioria dos estudantes concorda completamente (4) com as afirmações P3 e P4, pelo que não só seria positivo utilizar o Kahoot! ou aplicação semelhante na UC de física, como também em outras UC do curso. Tal revela que os estudantes não só gostaram da experiência como a consideram útil para a sua aprendizagem. Por último, também referente à auto-eficácia, apesar de, ao nível das modas, ser possível perceber que os estudantes não responderam que concordavam completamente (4), exceptuando nos kahoots 4, 6 e 8, a maioria, ainda assim, respondeu que concordava (3), pelo que os kahoots cumpriram com o objetivo de serem uma boa ferramenta de auto-avaliação.

Comparando os resultados das duas fases através das figuras 17 e 18, que correspondem, respetivamente, à percentagem de respostas corretas na primeira e segunda fases de testes, pode concluir-se que a percentagem de respostas corretas foi superior na segunda fase. Tal pode dever-se ao facto de, como a segunda fase atuou como preparação para o exame, ao passo que a primeira fase avaliou os conceitos nas aulas imediatamente após serem abordados, os estudantes estudaram entre uma fase e outra, obtendo melhores resultados.

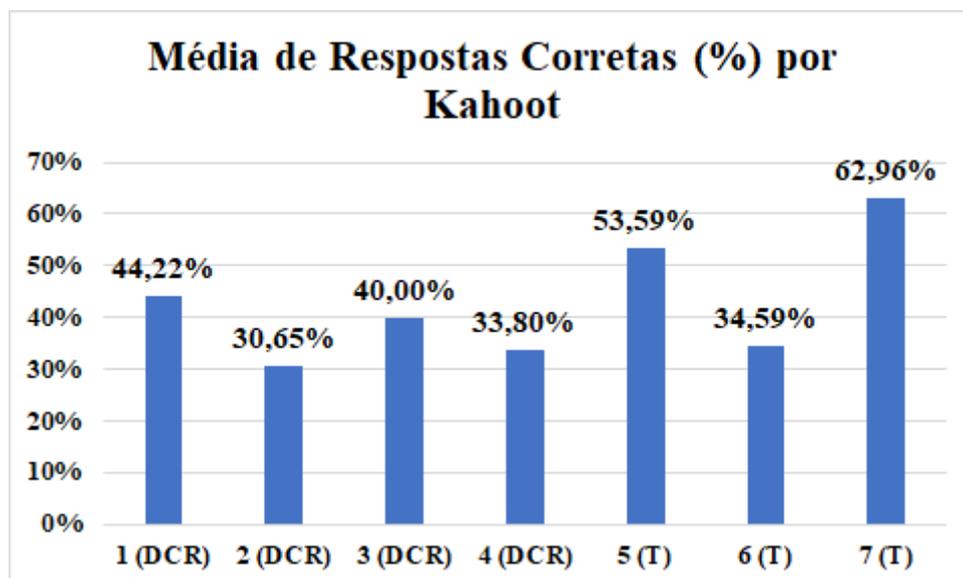


Figura 17: Média da percentagem de respostas corretas por Kahoot da primeira fase



Figura 18: Média da percentagem de respostas certas por kahoot da segunda fase

A relação entre o tempo médio de resposta nas duas fases também segue a mesma tendência, com um tempo médio menor na segunda fase (fig. 19 e 20).

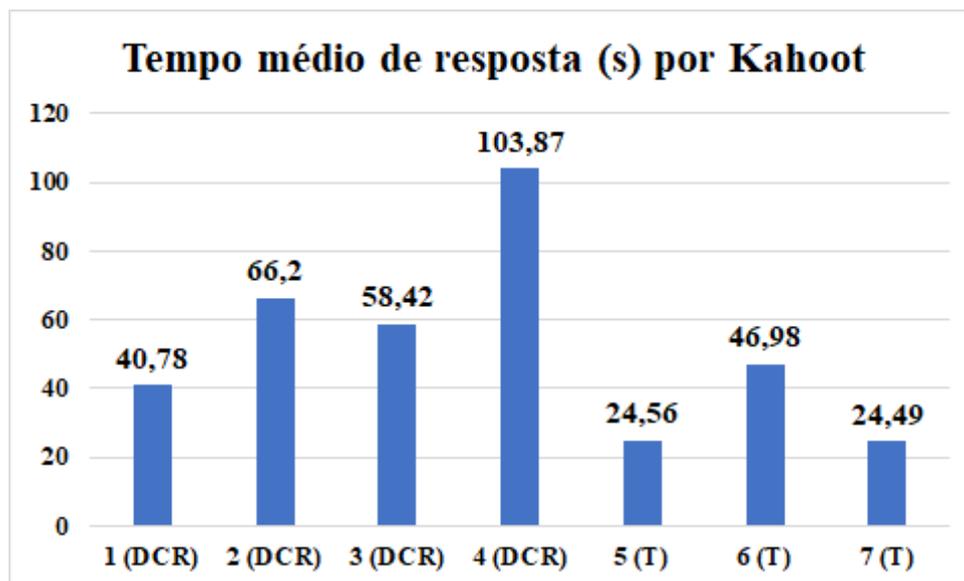


Figura 19: Tempo médio de resposta, em segundos, por kahoot na primeira fase



Figura 20: Tempo médio de resposta, em segundos, por kahoot da segunda fase

5. Conclusões e Trabalho Futuro

Os resultados permitiram obter conclusões valiosas acerca do papel da ludificação na micro-aprendizagem de conceitos de Física, ainda que não tenha sido possível cumprir-se com todos os objetivos propostos, devido à pandemia de Covid-19. Em primeiro lugar, a pandemia obrigou a que todo o desenho do estudo fosse revisto e adaptado, e a dinâmica de implementação presencial passou para uma dinâmica de ensino a distância. Tal, por si só, implicou que não fosse possível auxiliar os professores presencialmente no enquadramento dos estudantes na atividade, como, por exemplo, a importância de responderem às questões de feedback para o estudo da presente dissertação; ou em assegurar que os estudantes utilizavam sempre o seu número mecanográfico, permitindo um maior paralelismo entre os dados e conseqüente relação entre os mesmos. Por outro lado, com a pandemia, como as aulas passaram a ser por videoconferência, levou a que a frequência dos estudantes nas aulas fosse menor, o que, inevitavelmente, diminuiu a amostra disponível na primeira fase de testes e impossibilitou aplicar corretamente conceitos como o scaffolding, na perspectiva do professor ir diminuindo o suporte dado aos estudantes ou de fazer uma avaliação mais dinâmica da aprendizagem. Uma amostra menor e dados que não são passíveis de serem relacionados, por exemplo, não conseguiram identificar se dois resultados de dois kahoots diferentes, correspondem ao mesmo aluno ou a estudantes distintos, ou a qual aluno correspondem, impossibilita que se possam relacionar os resultados dos kahoots com o desempenho nos exames; bem como um diminuído número de respostas de feedback na primeira fase, levaram a que fosse necessária uma segunda fase de testes.

Assim, quanto à utilização da ludificação na aprendizagem, a primeira fase de testes com o Kahoot! permitiu concluir que:

- Existe uma tendência ($R^2 \approx 0,58$) para que o tempo médio que os estudantes demoram a responder a uma questão diminua quando a percentagem média de respostas certas aumenta.
- Mesmo quando os estudantes possuem uma percentagem média de respostas certas negativa, isto é, abaixo dos 50%, 100% dos estudantes que responderam ao inquérito do

Kahoot! consideraram que aprenderam, o que cumpre com o objetivo do valor percebido para a aprendizagem e percepção de auto-eficácia.

- Mesmo quando a percentagem média de respostas corretas é negativa, os estudantes recomendam a aplicação Kahoot!.
- A maioria dos estudantes consideraram a experiência com o Kahoot! divertida.
- A maioria dos estudantes consideraram sentir-se motivados e positivamente face à experiência.

No futuro, sugere-se a repetição do estudo ao longo de um período maior, de forma a se poder apurar com mais profundidade acerca da relação do tempo médio de resposta com a precisão da resposta, isto é, a resposta estar correta. Para além disso, é relevante apurar qual o impacto que a interação social presencial tem sobre o espírito de competição e sobre a motivação dos estudantes, e confrontar esses resultados com os obtidos no presente estudo, que foram influenciados pela pandemia de Covid-19 e resultante isolamento dos estudantes.

A segunda fase do estudo foi composta por 8 kahoots de preparação para o exame, mais um kahoot do que o número de kahoots da primeira fase. Os kahoots de preparação para o exame foram baseados nos kahoots da primeira fase e foram abertos a todos os estudantes inscritos à UC, em modo de “Desafio”, ou seja, os estudantes podiam apenas responder uma vez a cada kahoot no prazo definido. Em cada kahoot foi incluído um pequeno inquérito de satisfação que visava apurar questões afetivas e cognitivas da experiência dos estudantes com o Kahoot!, como o valor percebido para a aprendizagem e a auto-eficácia. Os resultados da segunda fase do estudo revelaram que:

- Tal como na primeira fase do estudo, quanto maior a percentagem de respostas corretas, menor tende a ser o tempo médio de resposta.
- A percentagem de respostas corretas aumentou na segunda fase, mas não foi possível concluir se tal se deveu ao facto de alguns estudantes terem realizado os kahoots na primeira fase de testes, uma vez que estes estudantes são apenas 35 do total de 151 que participaram na segunda fase. O aumento da precisão das respostas pode dever-se ao facto dos kahoots terem sido realizados antes do exame, pelo que os estudantes poderiam ter estudado mais a matéria em relação à primeira fase, em que resolveram os kahoots nas aulas em que os temas eram abordados.
- A maioria dos estudantes considerou que a aplicação contribuiu para a sua aprendizagem, pelo que, mais uma vez, se cumpriu com este objetivo inicial do estudo.

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

- O Kahoot! conseguiu despertar a atenção da maioria dos estudantes, pelo que se concluiu que, de facto, uma aplicação ludifica contribuiu para um maior envolvimento e atenção por parte dos estudantes.
- A maioria dos estudantes considerou uma boa ideia usar uma aplicação ludificada como o Kahoot! na UC de Física e em outras UCs do curso, o que comprova que a introdução da ludificação no processo de aprendizagem é uma medida viável e que agrada aos estudantes.
- Em relação à auto-eficácia, todos os estudantes concordaram ou concordaram completamente que confiaram nas suas respostas aos Kahoots, o que permite concluir que a utilização de uma aplicação ludificada na aprendizagem funciona como uma ferramenta poderosa de auto-avaliação e capaz de atuar não só na motivação, mas também na confiança dos estudantes nas suas capacidades.

Como trabalho futuro, tal como nas recomendações consequentes dos resultados da primeira fase, torna-se necessário que se repita a experiência em duas fases, tanto para apurar acerca da relação entre as respostas corretas e o tempo médio de resposta, bem como realizar uma comparação entre as relações encontradas em ambas as fases, de modo a determinar se a repetição influencia quer o tempo de resposta, quer a precisão da resposta, quer a relação entre as duas. Por outro lado, pode-se também procurar concluir acerca da relação entre o feedback e a dificuldade sentida nas questões, bem como a consequente percentagem de respostas corretas, isto é, procurar compreender de que forma um desempenho mais ou menos positivo, influencia a percepção do aluno sobre a experiência, apesar de, conforme referido em cima, ser extremamente relevante o facto de, independentemente de errarem ou acertarem muito, os estudantes considerarem que aprenderam. Afinal, essa é a principal diferença entre a ludificação e a utilização de um jogo propriamente dito: o objetivo não é ganhar ou simplesmente acertar, mas sim aprender.

Em relação ao Kahoot!, apesar de ser uma plataforma ludificada poderosa e possuir inúmeras vantagens que levaram a que fosse escolhida para levar a cabo os testes do estudo da presente dissertação, também possui algumas limitações conforme foi possível apurar ao longo do tempo com a sua utilização e com o feedback recolhido junto dos professores da UC e dos estudantes. Estas limitações, no âmbito da UC de Física, devem ser melhoradas e modificadas numa nova aplicação focada na micro-aprendizagem de conceitos de Física:

- Caracteres máximos insuficientes, quer na produção de questões, quer na produção de respostas; de forma a não se perder o rigor científico nem o sentido das frases, foi necessário, em alguns casos, mudar completamente o tipo de exercícios pois não existiam caracteres suficientes para escrever o enunciado.
- Maior número de símbolos matemáticos e equações disponíveis;

- O tamanho das imagens de apoio ou de ilustração dos problemas deveria ser mais flexível para uma melhor visualização, quando necessário;
- Maior flexibilidade no tempo de resposta, ou intervalos menores, ou possibilidade de introduzir manualmente um tempo de resposta, uma vez que os intervalos fornecidos pelo Kahoot! Podem ser demasiado longos ou demasiado curtos;
- Aplicar o scaffolding mediado por computador e possuir sistema de pistas, como eliminar duas questões erradas ou dar alguma ajuda ao estudante caso este não esteja a conseguir resolver o exercício, permitindo não só a aprendizagem mas também a gestão de frustração; no entanto, tendo em conta a diminuição de suporte para levar à independência e autonomia do estudante, as pistas/ajudas devem ter um número máximo (por exemplo, três pistas/ajudas por cada jogo de 10 perguntas).
- Possuir diferentes níveis de dificuldade para cada tema - o nível de jogo mais baixo, por exemplo, pode estar relacionado com os conceitos básicos de dado tema e, à medida que o estudante vai aprofundando a matéria, os exercícios também se tornam mais complexos. Tal irá contribuir para o flow da experiência do estudante com a aplicação ludificada, bem como irá envolvê-lo e motivá-lo mais.
- Para além de níveis de dificuldade, ter desafios diários.
- Ter dinâmicas quer de competição como de cooperação (jogador vs jogador, equipa vs equipa).
- Utilizar *nudges* educativos como: lembretes, lembrando ao estudante de resolver os exercícios e com mensagens motivadoras, de forma a aumentar a sua motivação e contribuir para a criação do hábito de estudo sistemático; informativos, indo de encontro também à óptica do *scaffolding* mediado por computador e do *fading*, ou seja, a retirada progressiva de suporte, explicar sempre ao estudante o porquê de uma resposta estar errada.
- Possuir uma zona dedicada e disponível apenas para o professor monitorizar os seus estudantes quanto à frequência de resolução dos jogos, quais as questões e respetivos tópicos que os estudantes apresentam mais dificuldades. Os estudantes devem ter acesso às suas estatísticas e terem um feedback individualizado acerca dos tópicos que precisam de rever;
- O design da plataforma *Kahoot!*, segundo o feedback presencial providenciado pelos estudantes aos professores, também foi considerado um pouco infantil, sendo sugerido

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

um design lúdico, mas mais sofisticado. Por outro lado, também se considerou que a escolha de músicas deveria ser melhorada, tendo em conta o público-alvo.

- Criar um banco de perguntas e de imagens por tema, permitindo a reutilização das unidades de micro-aprendizagem, bem como dar uma maior autonomia aos professores e uma maior eficiência no processo de criação de exercícios.
- Possuir interação social entre os estudantes, como poderem adicionar os perfis uns dos outros, comunicar através de um fórum ou banco de dúvidas, onde também os professores podem responder. Desta forma possibilita-se a interação social não só em ambiente de aula, ou seja, durante as aulas presenciais, mas também fora das aulas.

Estas recomendações resultam dos conceitos abordados na revisão de literatura e da análise das diversas aplicações contempladas na revisão tecnológica, bem como da experiência com a aplicação ludificada escolhida, o *Kahoot!*, e respetivo feedback por parte dos professores e estudantes. Tentam reunir, no fundo, o melhor de cada aplicação ludificada analisada, e resolver as limitações de cada uma, com especial foco na aplicação *Kahoot!*, possibilitando-se, assim, a inovação tecnológica com a criação de uma nova aplicação ludificada concebida para as STEM.

6. Referências

- About Kahoot! | Company History & Key Facts. (2020). Retrieved 18 September 2020, from <https://kahoot.com/company/>
- Bartle, R., 2016. *Mmos From The Outside In*. New York: Apress
- Belland, B. (2017). *Instructional Scaffolding in STEM Education - Strategies and Efficacy Evidence*. Logan, UT: Springer Open.
- Blanco, C., Rollinson, J., & Jiang, X. (2020). *How well does Duolingo work?*. Retrieved 18 September 2020, from <https://blog.duolingo.com/how-well-does-duolingo-work/>
- Bower, M., Hedberg, J., & Kuswara, A. (2010). A framework for Web 2.0 learning design. *Educational Media International*, 47(3), 177-198. doi: 10.1080/09523987.2010.518811
- Buchem, I., & Hamelmann, H. (2010). Microlearning: A strategy for ongoing professional development. *eLearning Papers*, 21(7)
- Canelas, A., Rodrigues, A., Dias, A., Gregório, C., Faria, E., & Berninetti, F. et al. (2018). *Estado da Educação 2018*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Crompton, H., 2014. *A Diachronic Overview of Technology Contributing to Mobile Learning: A Shift Towards Student – Centered Pedagogies*. Available at: http://dspace.col.org/bitstream/123456789/514/1/pub_Mobile%20Learning_web.pdf
- Csikszentmihalyi, M. (2011). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: HarperCollins Publishers Inc.
- Damgaard, M., & Nielsen, H. (2018). Nudging in education. *Economics Of Education Review*, 64, 313-342. doi: 10.1016/j.econedurev.2018.03.008

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

- De Paola, M., & Scoppa, V. (2011). Frequency of examinations and student achievement in a randomized experiment. *Economics Of Education Review*, 30(6), 1416-1429. doi: 10.1016/j.econedurev.2011.07.009
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification"*. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (p./pp. 9--15), New York, NY, USA: ACM. ISBN: 978-1-4503-0816-8
- de Witt, C., & Gloerfeld, C. (2018). Mobile Learning and Higher Education. In D. Kergel, B. Heidkamp, P. Tellés, T. Rachwal & S. Nowak, *The Digital Turn in Higher Education - International Perspectives on Learning and Teaching in a Changing World* (pp. 61-79). Wiesbaden: Springer.
- Duolingo for schools. (2020). Retrieved 18 September 2020, from <https://schools.duolingo.com/>
- Greenfield, P., 2014. *Mind And Media: The Effects Of Television, Videogames And Computer*. Hove, United Kingdom: Taylor & Francis LTD
- Goshevski, D., Veljanoska, J., & Hatzia Apostolou, T. (2017). *A Review of Gamification Platforms for Higher Education*. Proceedings Of The 8Th Balkan Conference In Informatics On - BCI '17. doi: 10.1145/3136273.3136299
- Hansen, P. (2016). *what is nudging?*. Retrieved from <https://behavioralpolicy.org/what-is-nudging/>
- Hug, T. (2005). *Micro-learning and narration: exploring possibilities of utilization of narrations and storytelling for the design of "micro units" and didactical micro-learning arrangements*. In: Proceedings of Media in Transition, MIT, Cambridge, MA.
- Kamilali, D., & Sofianopoulou, C. (2015). *Microlearning as innovative pedagogy for Mobile Learning in MOOCS*. In 11th International Conference Mobile Learning. Madeira, Portugal: IADIS Press. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED562096.pdf>
- Kahoot! for schools | New solution for teachers and school admins. (2020). Retrieved 18 September 2020, from <https://kahoot.com/schools/>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Kovachev, D., Cao, Y., Klamma, R., & Jarke, M. (2011). *Learn-as-you-go: New Ways of Cloud-Based Micro-learning for the Mobile Web*. Advances In Web-Based Learning - ICWL 2011, 51-61. doi: 10.1007/978-3-642-25813-8_6

- Krishnamurthi, M., & Richter, S. (2013). Promoting STEM education through mobile teaching and learning. In *International Conference Mobile Learning*. Illinois: IADIS.
- LeBlanc, M. (2020). The collected game design rants of Marc LeBlanc. Retrieved 15 February 2020, from <http://algorithmancy.8kindsoffun.com/>
- Lusa, A. (2020). Escolas preparam alunos para um "mundo que já não existe." Retrieved 20 September 2020, from <https://observador.pt/2019/06/04/escolas-preparam-alunos-para-um-mundo-que-ja-nao-existe/>
- Morais, C., Paiva, J., & Moreira, L. (2015). *O multimédia no Ensino das Ciências: Cinco anos de investigação e ensino em Portugal* (pp. 19-44). Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Nudge. (vb) In Cambridge Dictionary (2020). nudge | translate English to Portuguese: Cambridge Dictionary. Retrieved 30 August 2020, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-portuguese/nudge>
- Physics Quiz. (2020). Retrieved 17 September 2020, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sanaedutech.physics>
- Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. Minnesota: Paragon House.
- Quem somos. (2020). Retrieved 18 September 2020, from <https://www.duolingo.com/info>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78.
- Scozzaro, N., Darcy, M., & Wijesinghe, H. (2020). Physics is Beautiful. Retrieved 16 November 2019, from <https://www.physicsisbeautiful.com/about/>
- Soricone, L., & Endel, B. (2019). *Nudging to STEM Success*. JFF. Retrieved from https://jfforg-prod-prime.s3.amazonaws.com/media/documents/Nudging_to_STEM_Success.pdf
- Thaler, R. H., & Benartzi, S. (2004). Save more tomorrow: Using behavioral economics to increase employee saving. *Journal of Political Economy*, 112(1), 164–187.
- Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge improving decisions about health, wealth and happiness*. Yale University Press.
- Wang, A. and Lieberoth, A., 2016. *The effect of points and audio on concentration, engagement, enjoyment, learning, motivation and classroom dynamics using Kahoot!*. In: 10th European Conference on Game Based Learning (ECGBL 2016). [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/309292067_The_effect_of_points_and_audio_on_concentration_engagement_enjoyment_learning_motivation_and_classroom_dynamics_using_Kahoot

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia

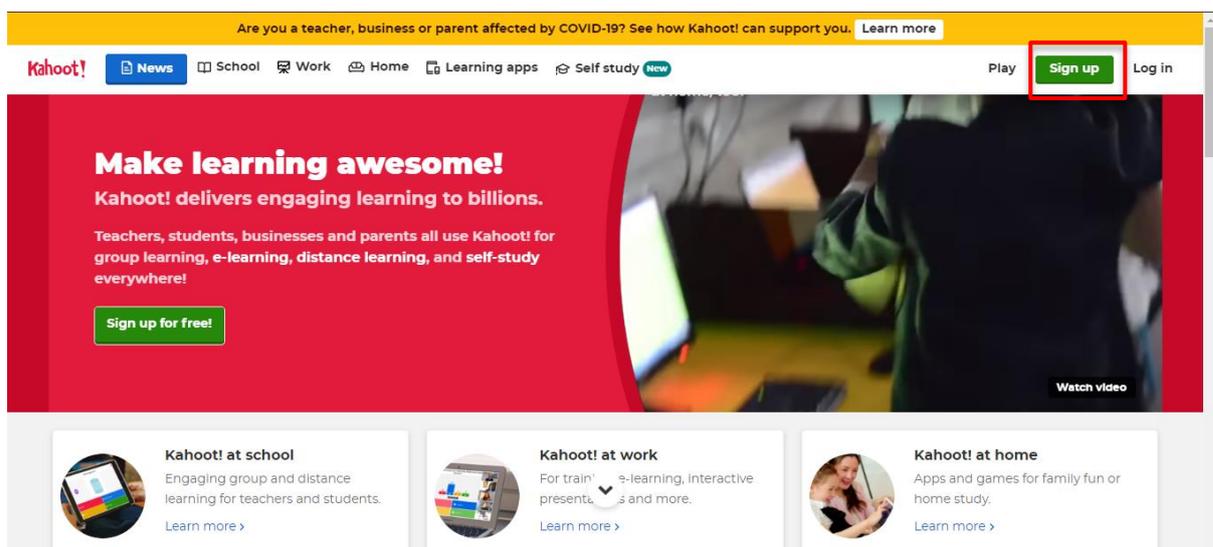
Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win*. Philadelphia, PA: Wharton Digital Press.

Anexo 1

GUIA DE UTILIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO EM ENSINO À DISTÂNCIA | PLATAFORMA *KAHOOT!*

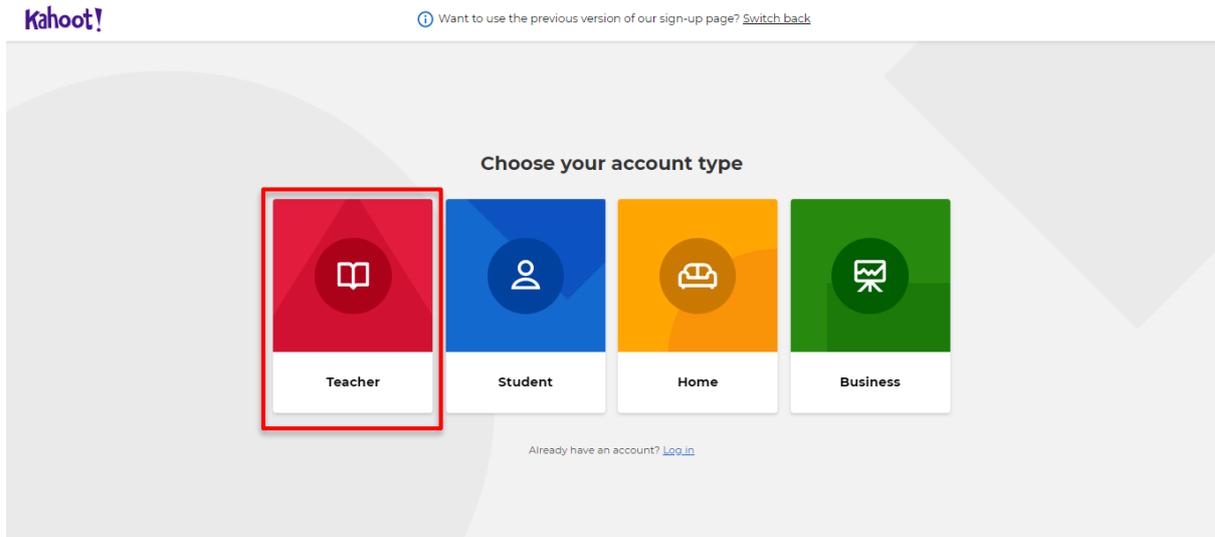
Autor: Ana Sofia da Silva Cruz, up201406140

1. Criar uma conta

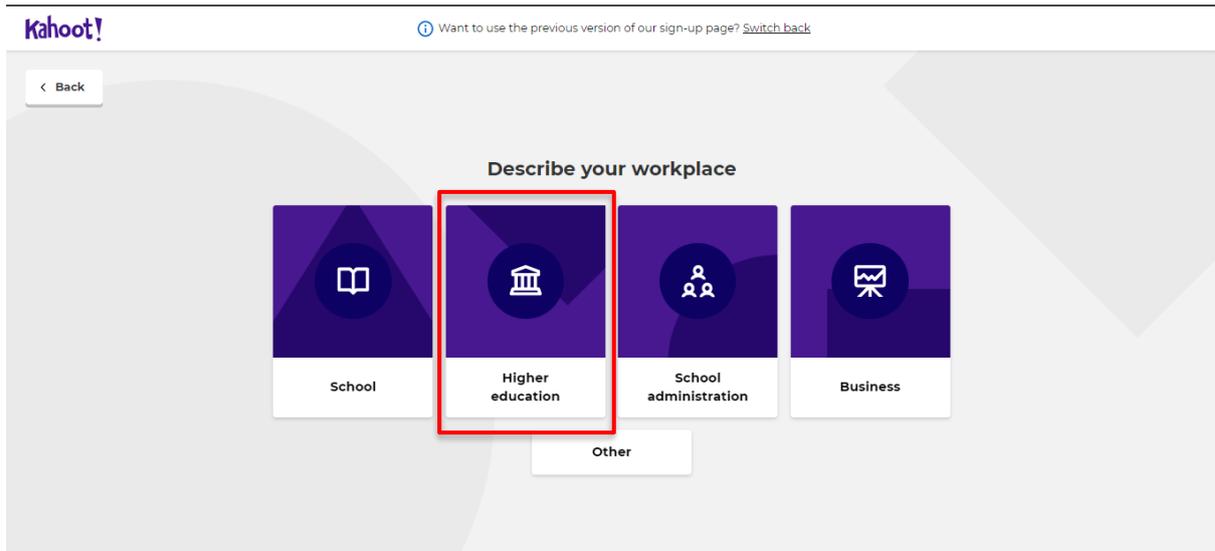


Clicar em “sign up” (registar)

Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia



Escolher a opção “teacher”, no caso dos professores.



Escolher o ambiente de trabalho - clicar em **Higher Education**.

Kahoot! Want to use the previous version of our sign-up page? [Switch back](#)

[Back](#)

Create an account

Sign up with your email

Email

Password

Sign up

I wish to receive information, offers, recommendations, and updates from Kahoot!

or

Sign up with Google

Sign up with Microsoft

Already have an account? [Log in](#)

By signing up, you accept our [Terms and Conditions](#). Please read our [Privacy Policy](#) and [Children's Privacy Policy](#).

Inserir o e-mail institucional e a palavra-passe a usarem para fazerem login no Kahoot. Carregar em **Sign Up**.

Kahoot!

Choose your plan

Create, play, and share learning games for free! Host games for students at home with our free distance learning tools or in-class. Continue for free or upgrade to Pro and Premium to:

- Collect instant feedback with polls and word clouds
- Focus students with puzzles and image reveal
- Test comprehension with open-ended questions
- Host games for up to 2,000 players
- Assess progress with advanced reports

Plus

Host games for up to 100 players collaborate with colleagues, and unlock advanced reports.

\$5

per teacher / month (billed annually)

[Buy now](#) [Start free trial](#)

Pro

Host games for up to 200 players and access more question types and distance learning features.

\$10

per teacher / month (billed annually)

[Buy now](#) [Start free trial](#)

Premium

Host games for up to 2000 players and access our full suite of question types and distance learning features.

Best value

\$15

per teacher / month (billed annually)

[Buy now](#) [Start free trial](#)

Basic features for creating and playing. [Get Basic for free](#)

School closed due to COVID-19?
Get Kahoot! Premium for free until your school reopens. [Learn more](#)

Looking for a school site license?
Equip every teacher with Kahoot! superpowers by [filling out this form](#).

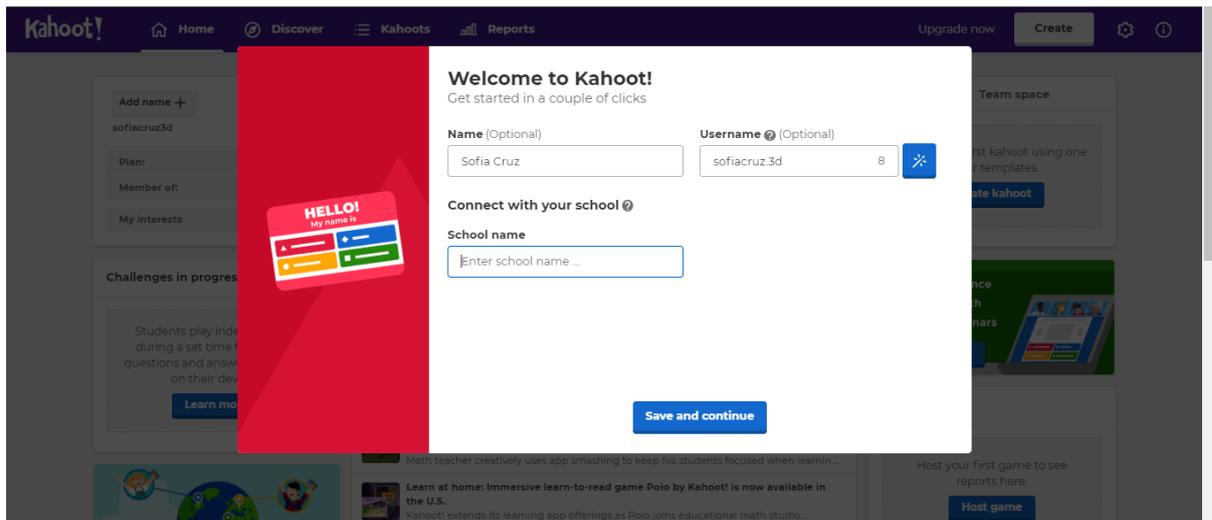
Features	Basic	Plus	Pro	★ Premium
Student-paced games (Challenges)				
Players up to:	50	100	200	2000
New! Personalized learning				

School closed due to COVID-19? Get Kahoot! Premium for free until your school reopens. [Learn more](#)

<https://create.kahoot.it>

Clicar em “Get Basic For Free” - quando o professor João Pedro vos convidar para fazerem parte da equipa, automaticamente terão acesso à conta Premium.

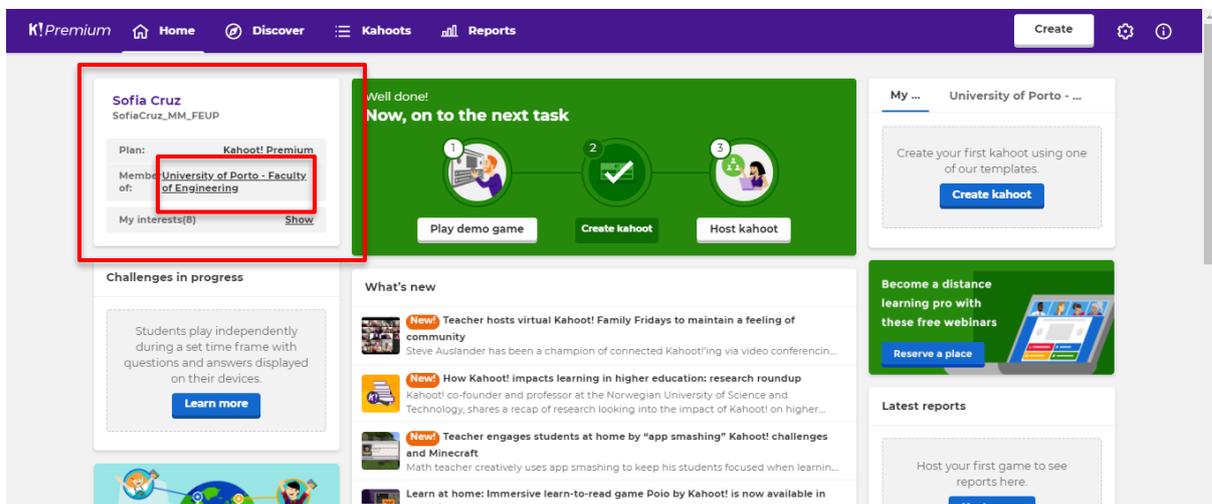
Aplicação Ludificada para Micro-Aprendizagem em Engenharia



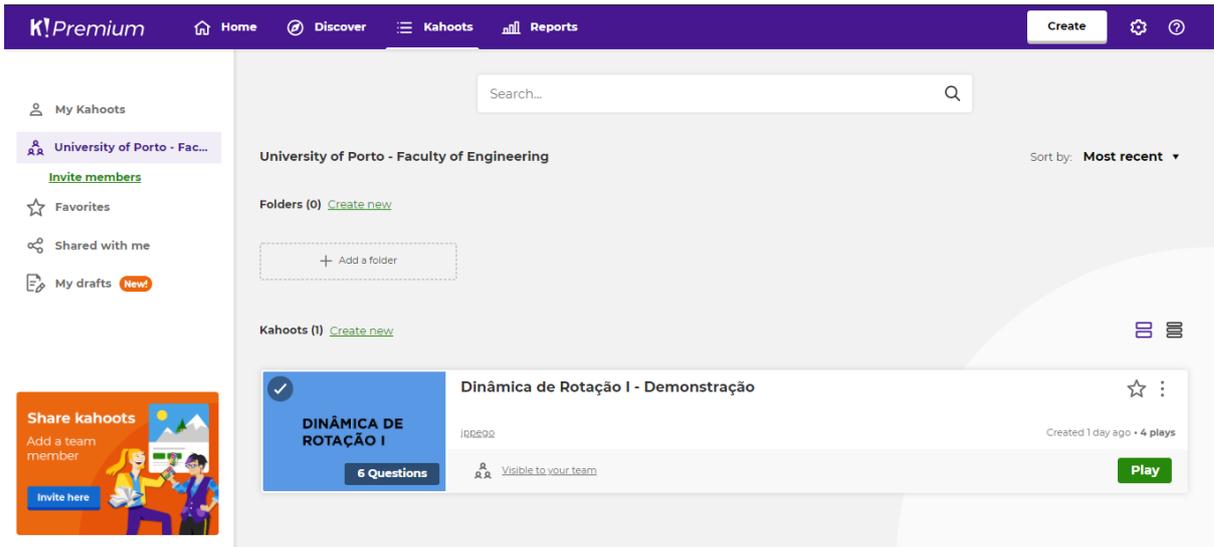
Em seguida colocam o vosso nome e o nome de utilizador.

Podem escrever ou não o nome da universidade, pois, quando o professor João Pedro vos convidar para a equipa, vão ficar automaticamente com essa informação preenchida. O nome da universidade corresponde, no fundo, à equipa.

2. Aceder aos Kahoots



Vão receber um e-mail do Kahoot com um link de convite do professor João Pedro para aderirem à equipa. Depois de fazerem parte da equipa, na **página inicial** do Kahoot, na parte superior esquerda da página, onde encontram a informação da vossa conta (marcada a vermelho na imagem), **clique em: University of Porto - Faculty of Engineering.**



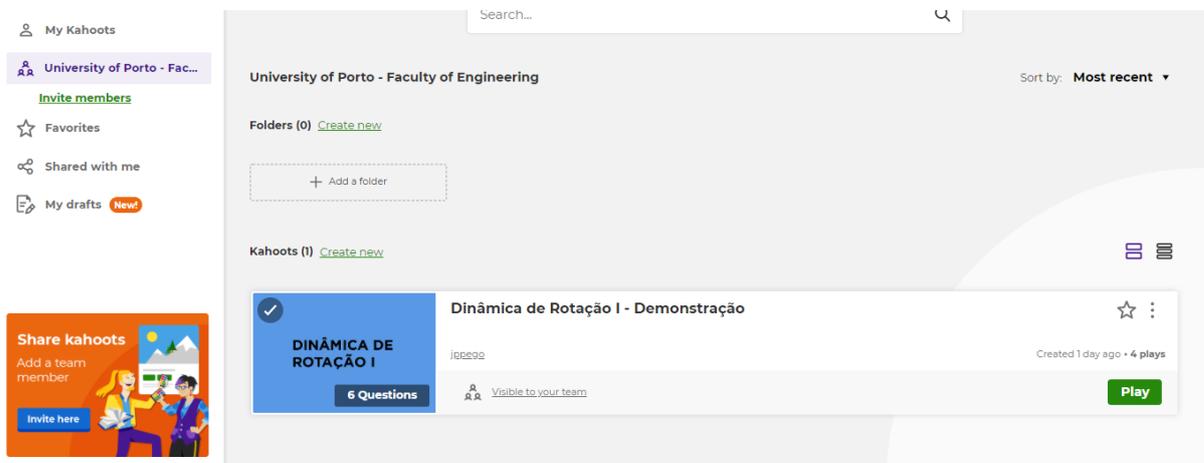
Serão encaminhados para a página da equipa onde se encontram todos os Kahoots, devidamente identificados com o tema e a aula

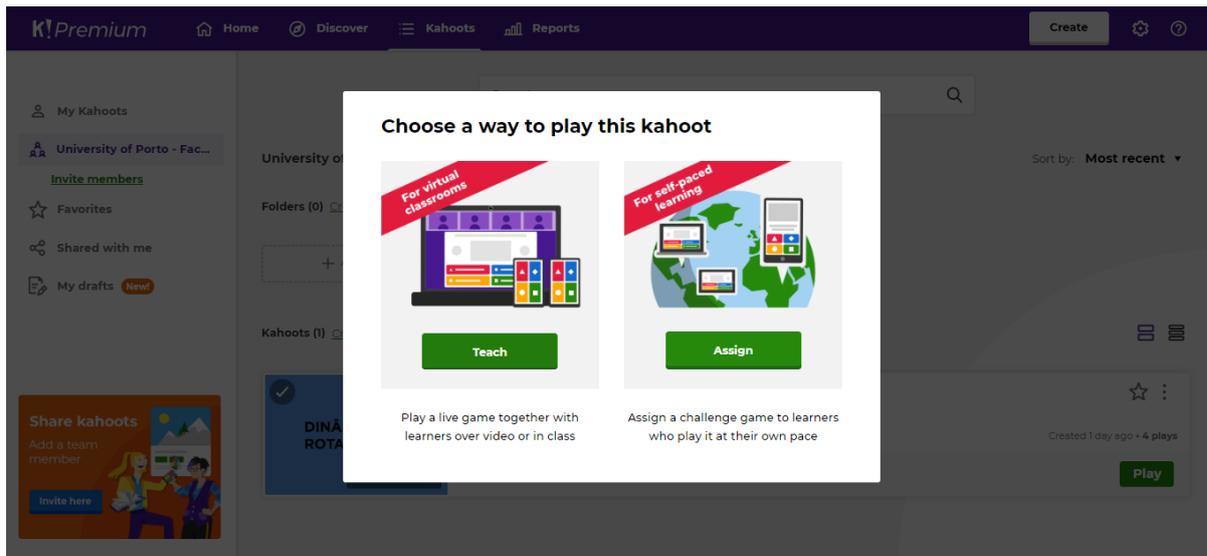
(no caso da imagem acima, se existissem mais sessões sobre dinâmica de rotação, a 1ª seria Dinâmica de Rotação I, a 2ª seria Dinâmica de Rotação II, etc, para que os professores saibam sempre qual o Kahoot que vão utilizar na aula específica).

3. Utilização do Kahoot durante aula online

Abrir o Kahoot no browser, antes de iniciar a aula em video-conferência (zoom, webex, MS teams, etc).

Na página de equipa, **clicar em “play”** no Kahoot desejado.





Em seguida, clicar na opção “Teach”.

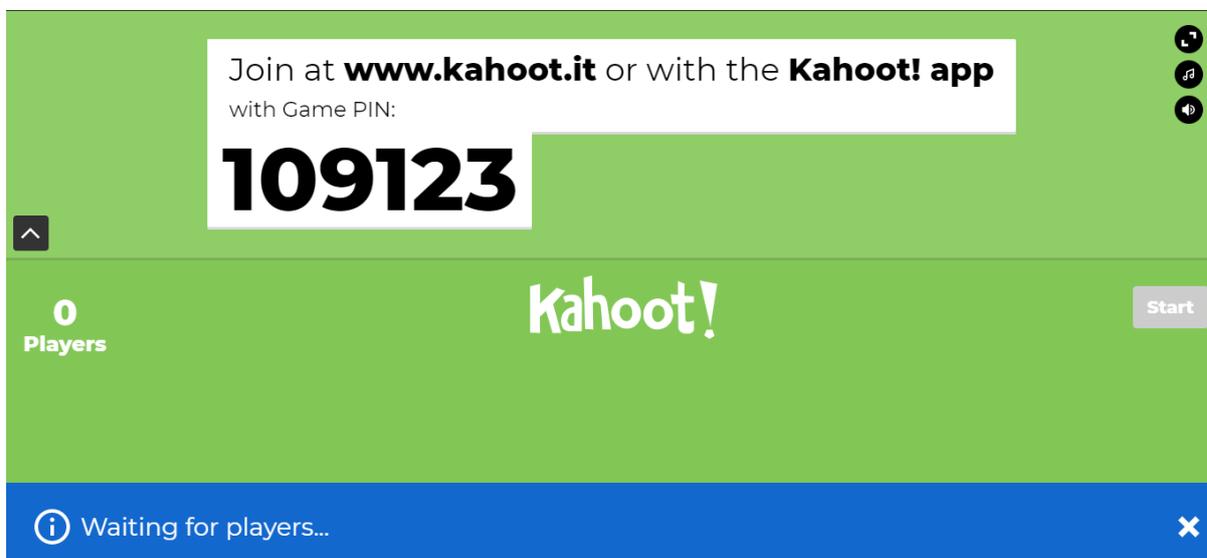
(A título de curiosidade, se seleccionarem a opção “assign”, criam um desafio com tempo limite (semelhante a um teste ou tarefa no moodle com data limite para resolução/entrega) para os alunos resolverem o Kahoot em casa. É, por isso, adequado, a um contexto de aula assíncrona. Se acharem necessário, pode ser realizado um guia de utilização do Kahoot para momentos assíncronos.)



Escolher **modo clássico**.

(A opção personalized learning (ensino personalizado) pode ser ativada (ON) para que os estudantes possam responder novamente às questões que erraram depois da aula, uma vez que o Kahoot resolvido na aula fica disponível na conta de cada aluno. 24h e 48h depois, terão o desafio de responder novamente a todas as questões. Sempre que um aluno responde, um relatório é gerado, ao qual o professor pode aceder)

Fazer partilha de ecrã para mostrar aos alunos o **PIN de acesso** do Kahoot!



Após clicarem em “modo clássico” surge então o link de acesso e o PIN do Kahoot!. Está tudo pronto para iniciarem a partilha de ecrã com os estudantes no momento de resolução do Kahoot.

(os alunos podem inserir o código quer através do link no browser ou através da app - sugere-se que os alunos utilizem a app no telefone ou o browser no telefone para que possam estar a ver o ecrã do professor no computador enquanto respondem no telemóvel)

Não esquecer:

1. Aguardar que os estudantes se inscrevam, sugerindo que introduzam o seu nome ou número de aluno. Quando todos os alunos estiverem presentes, **clicar em “start”**
2. Depois de cada pergunta, analisar as respostas e comentar os resultados. Para passar para a próxima pergunta, **clicar em “next”**

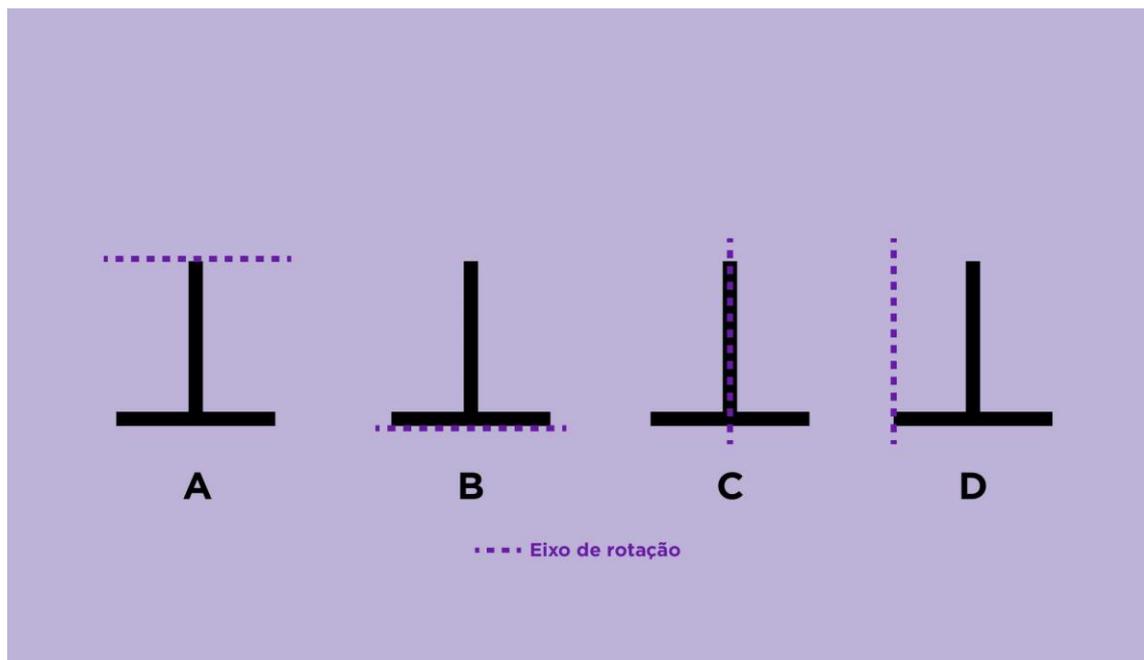
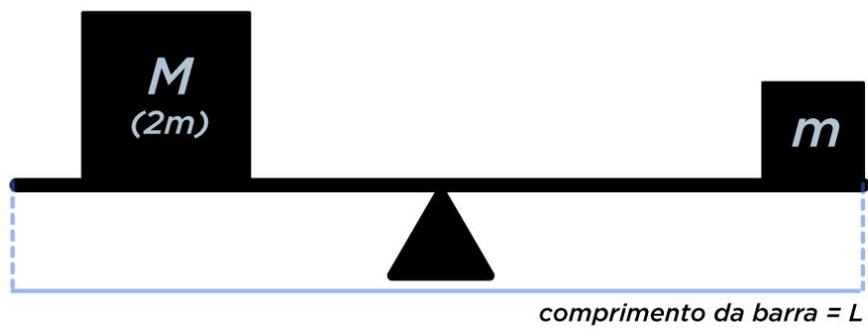
ORIENTAÇÕES PARA OS PROFESSORES DAREM AOS ESTUDANTES

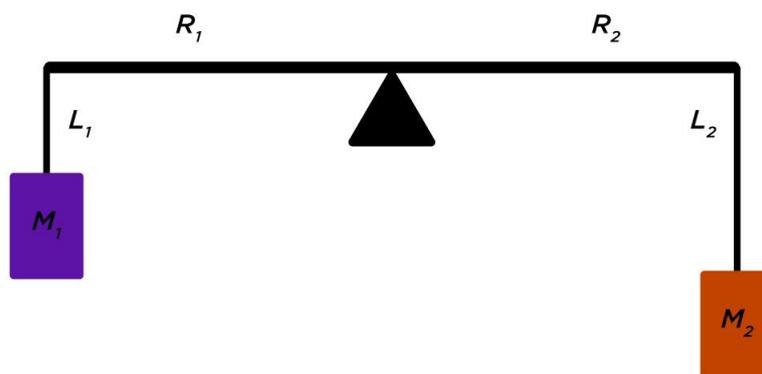
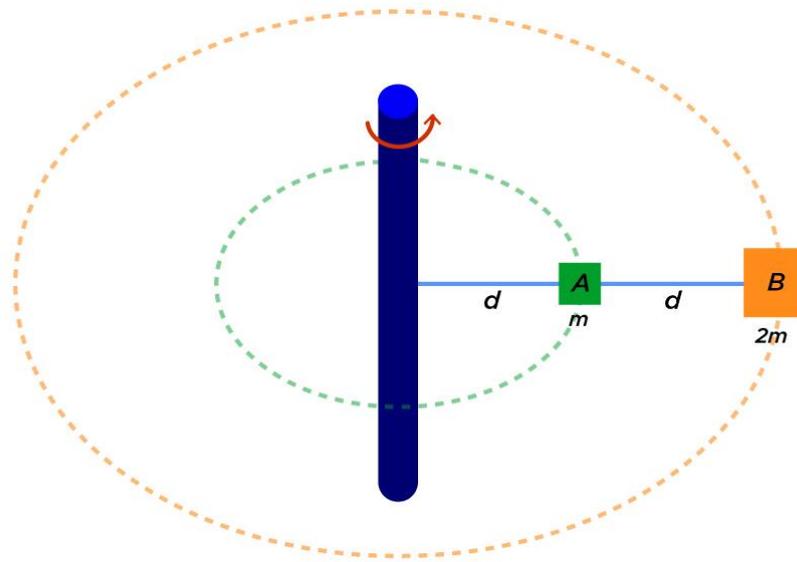
1. Sugerir aos estudantes a utilização do telemóvel para que o computador fique reservado para verem a transmissão de ecrã do professor com as perguntas.
2. Pedir aos estudantes que utilizem o seu número mecanográfico para se registarem – relevante para que se possa estudar a evolução do seu desempenho.

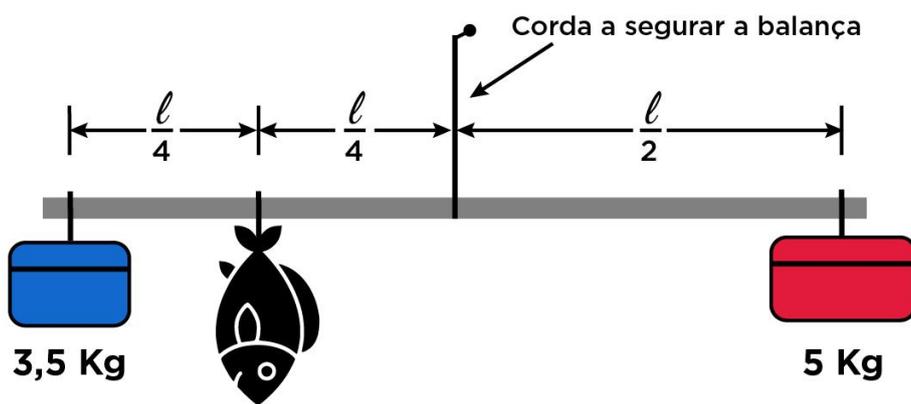
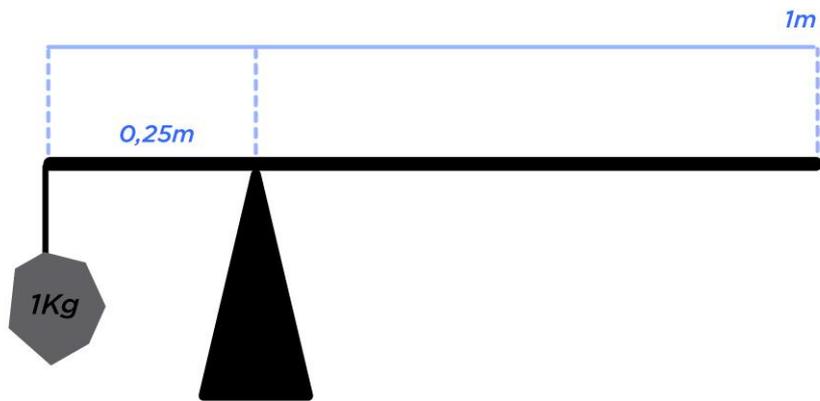
3. Pedir aos alunos que dêem o seu feedback no Kahoot depois de concluída a actividade (no fim do Kahoot surgem 3 perguntas, como se sentem com a actividade, se foi útil e se gostaram) pois esses resultados estatísticos são importantes para o estudo em causa.

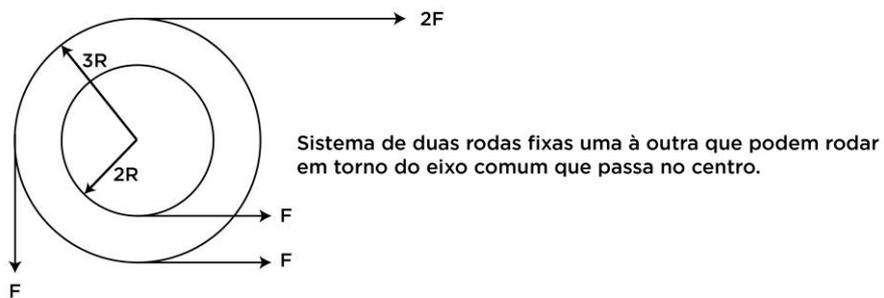
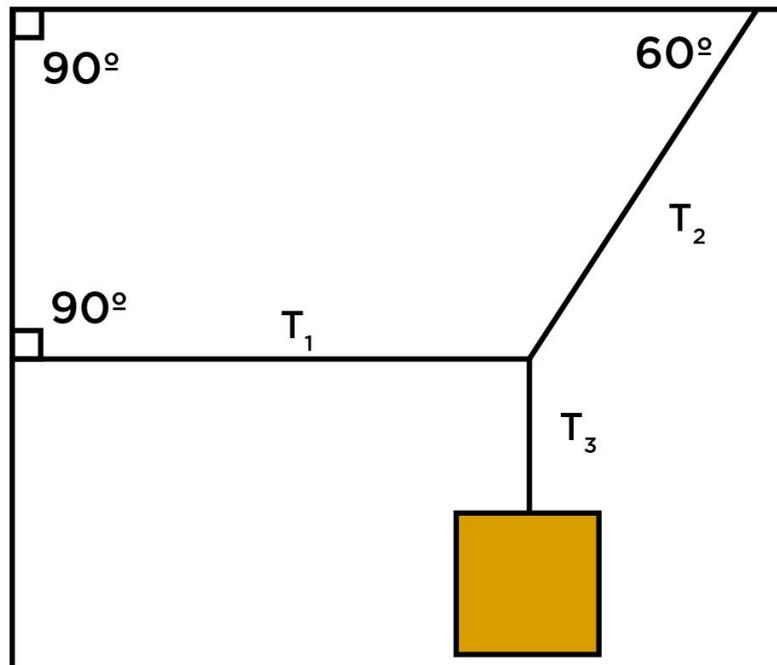
Anexo 2

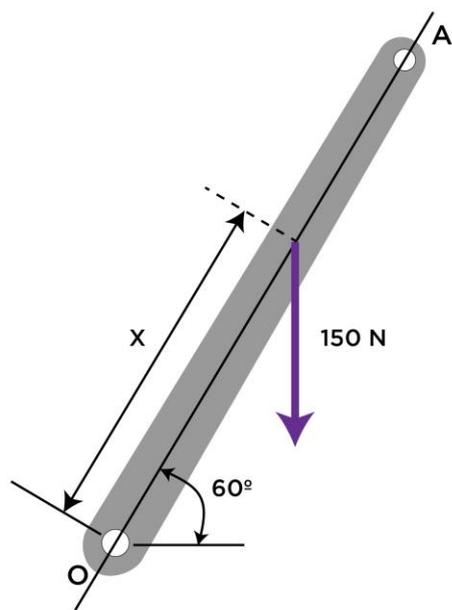
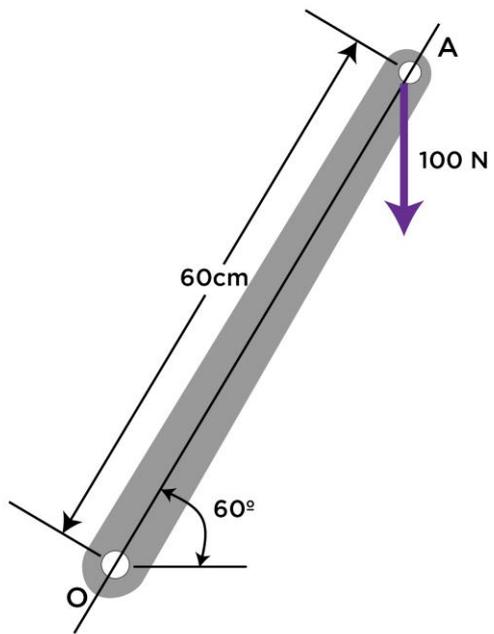
Imagens de apoio ou de representação esquemática dos exercícios dos kahoots, de ambas as fases de testes com os estudantes





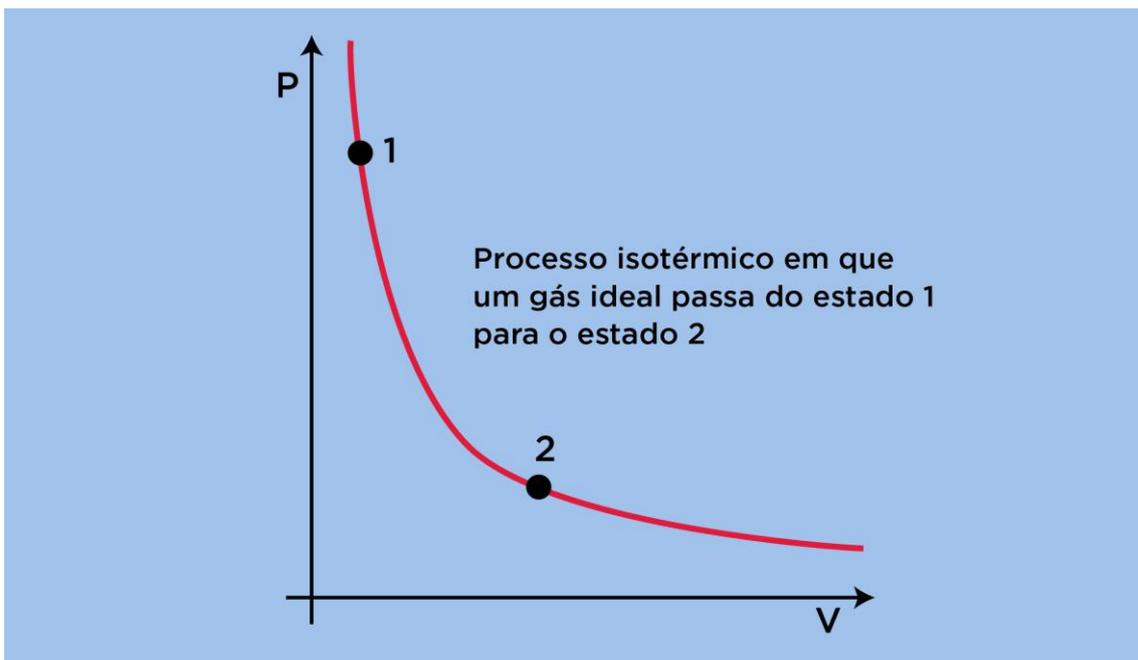
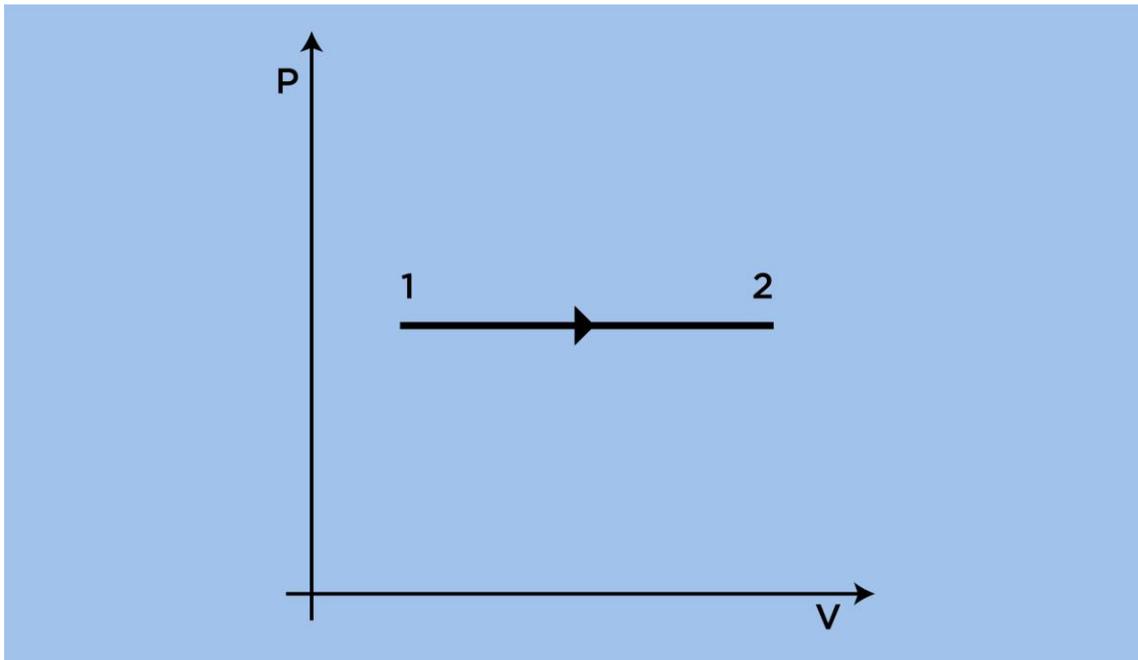
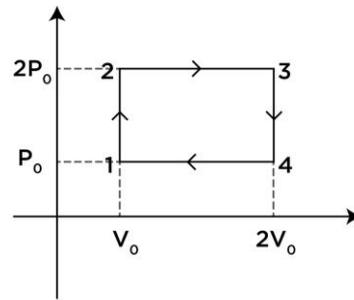


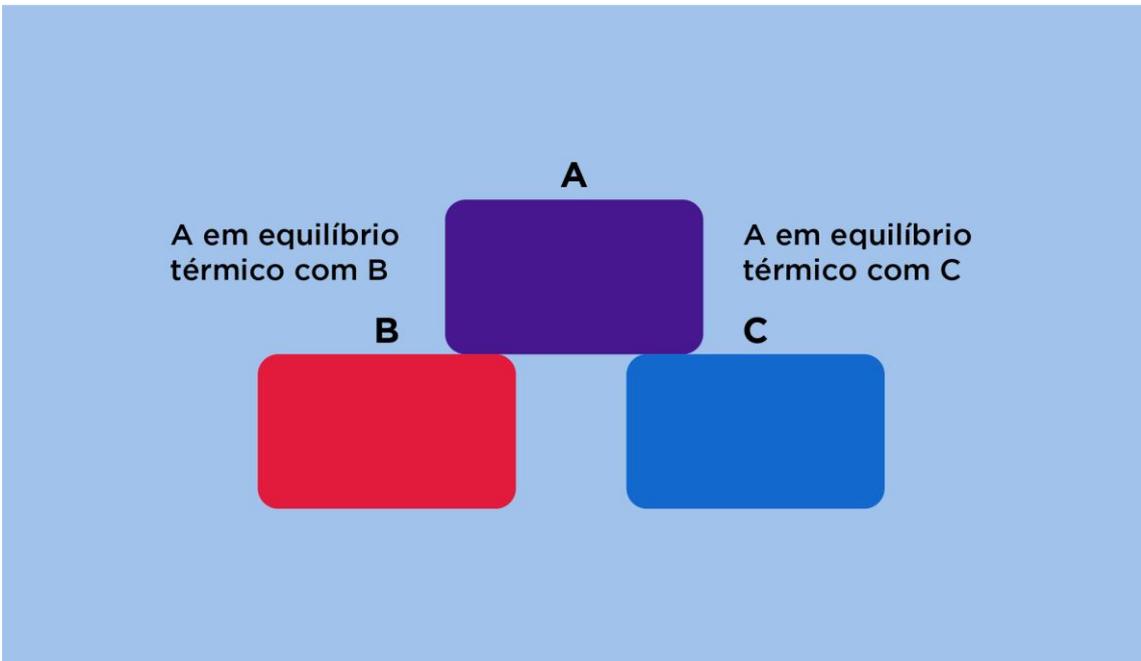
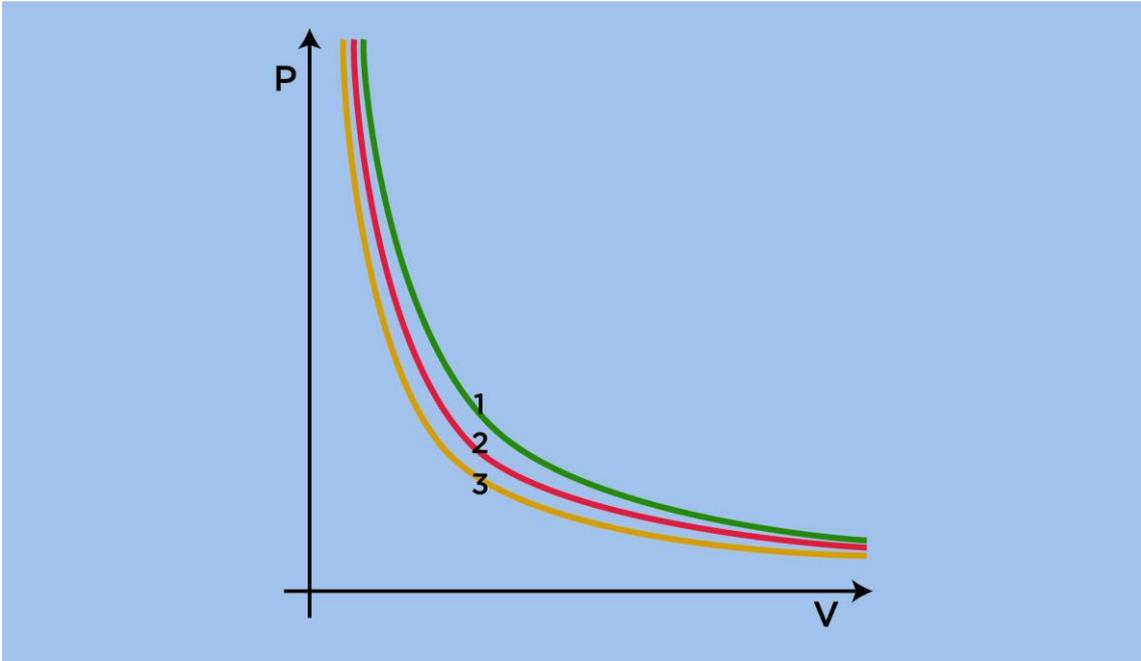


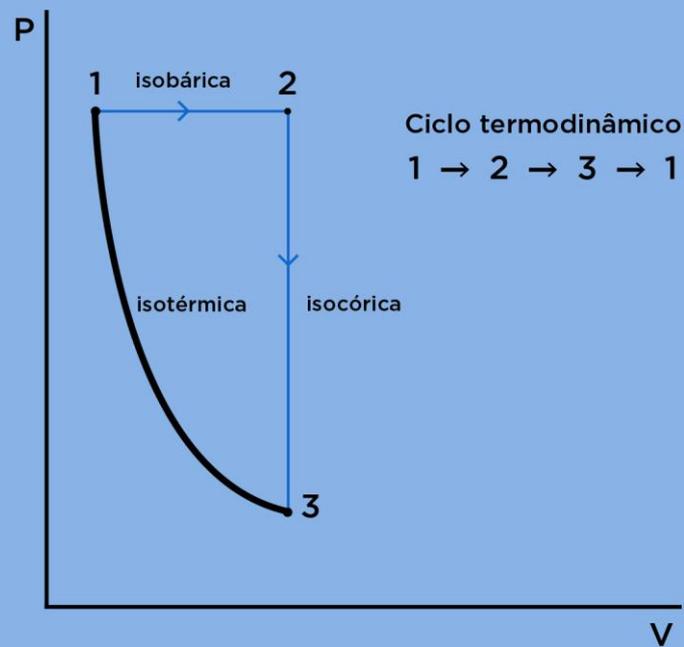
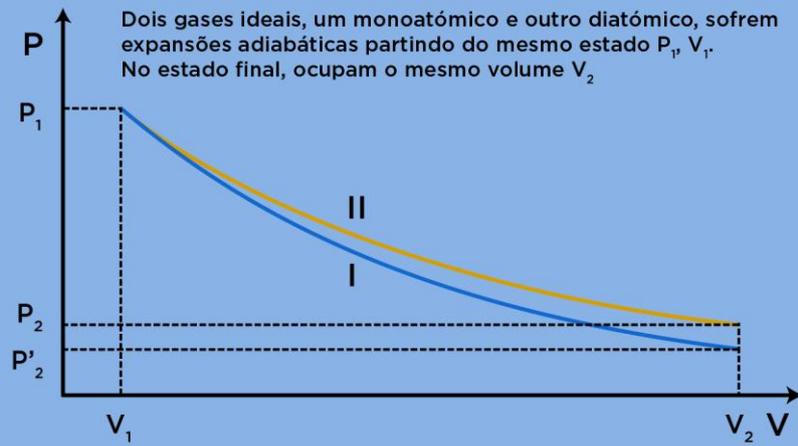


Todos os processos do ciclo termodinâmico da figura, realizado por um gás ideal monoatômico, são quase-estáticos e irreversíveis.

$$C_p = \frac{3}{2} nR \quad C_p = \frac{5}{2} nR$$

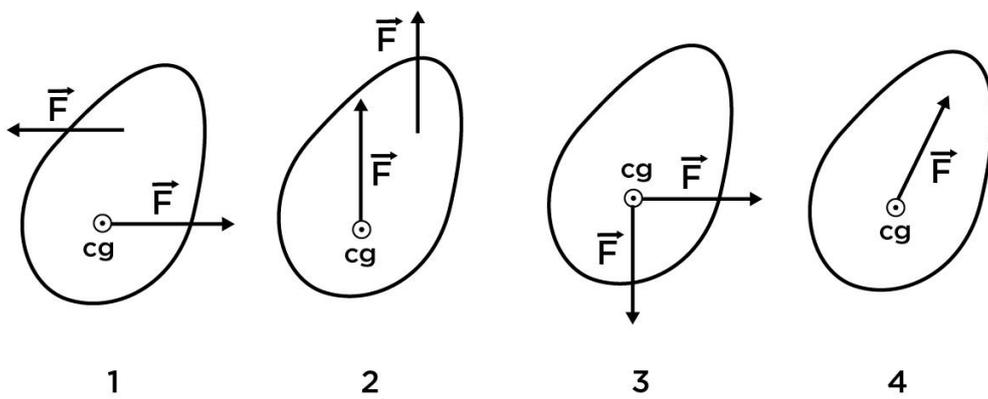






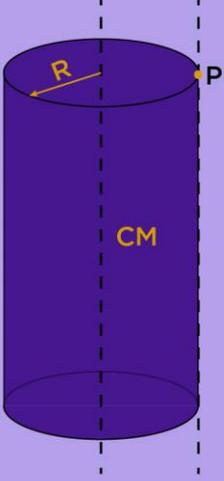


cg - centro de gravidade



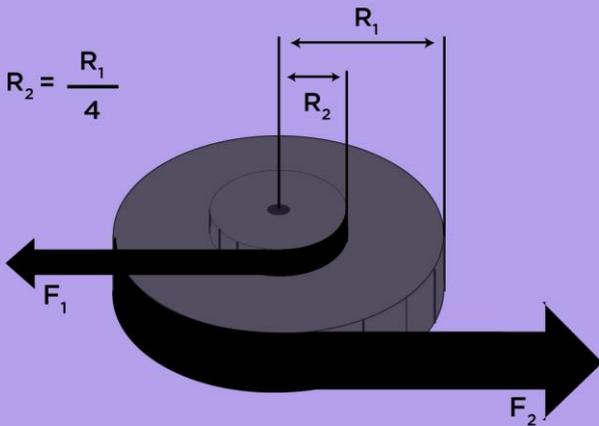
As forças \vec{F} têm todas o mesmo valor

MI = Momento de Inércia
CM = Centro de Massa
MI (CM) = $\frac{1}{2} (MR^2)$
MI (P) = ?

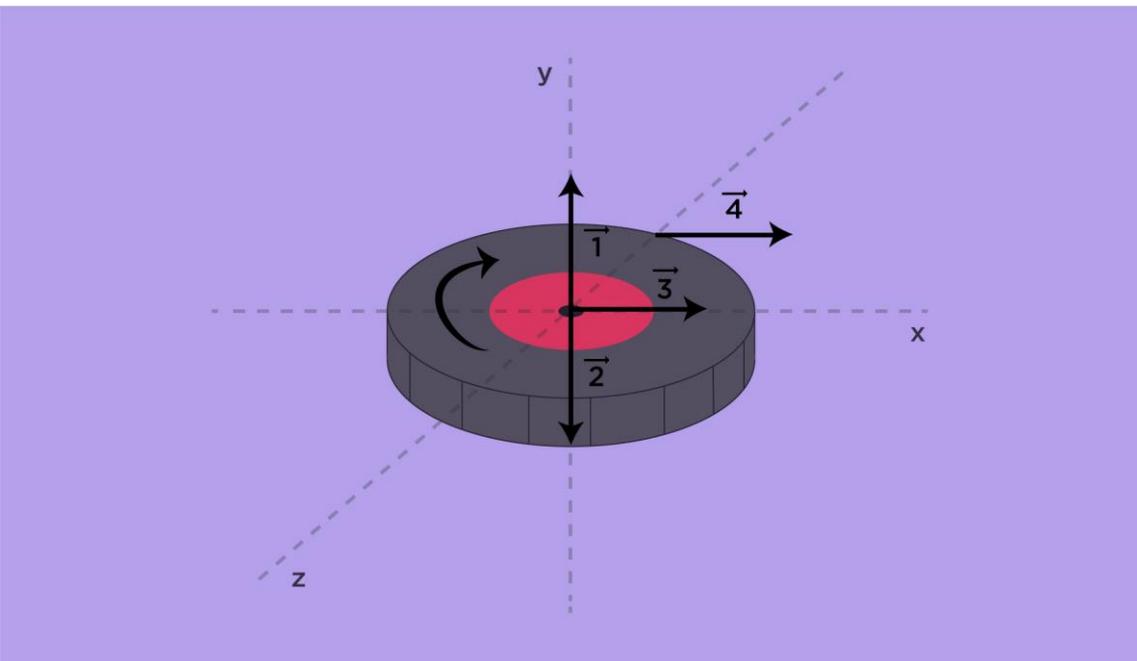
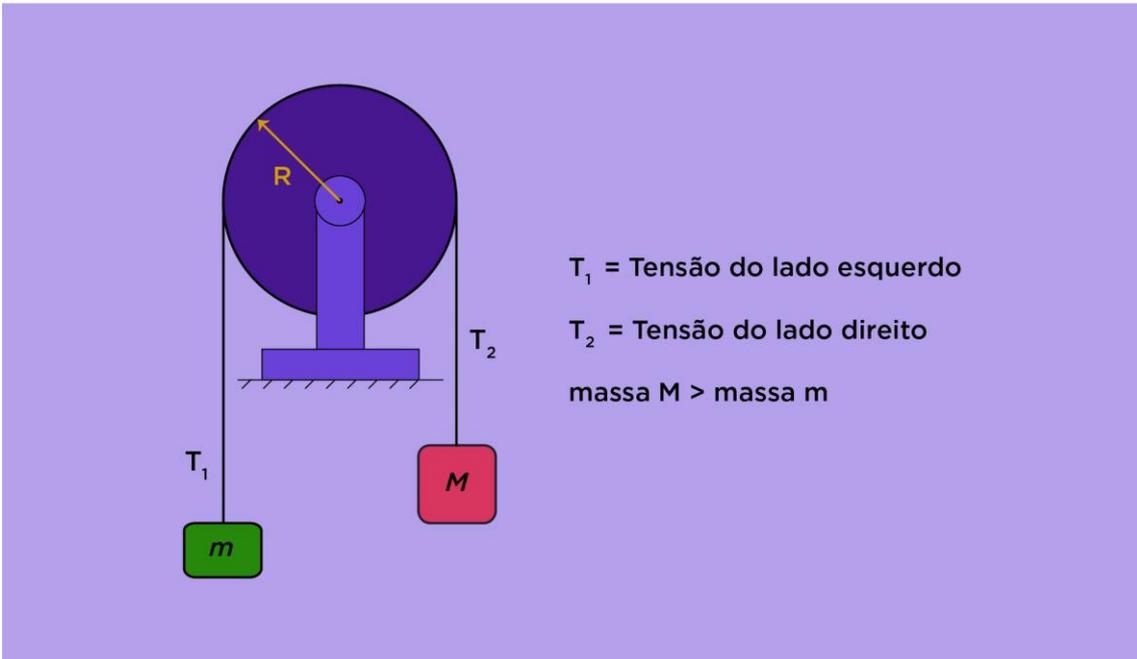


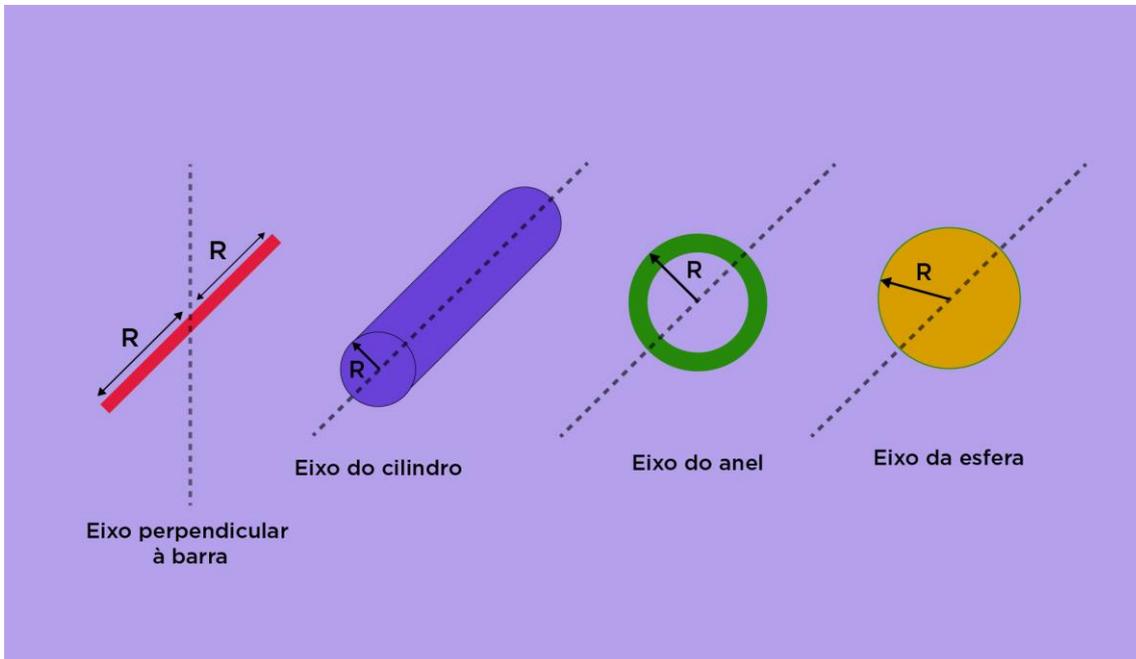
The diagram shows a purple cylinder with a radius R indicated by a yellow arrow from the central vertical axis to the top edge. The center of mass is labeled CM and is located on the central axis. A point P is marked on the top edge of the cylinder. Two vertical dashed lines represent the central axis and the axis passing through point P .

$R_2 = \frac{R_1}{4}$



The diagram shows a grey cylinder with two forces, F_1 and F_2 , applied horizontally. F_1 is applied at a radius R_1 from the central axis, pointing to the left. F_2 is applied at a radius R_2 from the central axis, pointing to the right. The relationship $R_2 = \frac{R_1}{4}$ is shown to the left of the cylinder.





$$I_{cilindro} = \frac{1}{2} mR^2$$

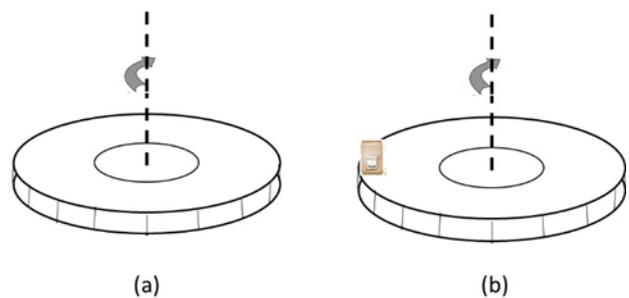
Cilindro rola com velocidade v

Anexo 3

Exemplo de adaptações necessárias dos enunciados dos exercícios aos kahoots – em primeiro lugar, o enunciado original e, em seguida, o enunciado adaptado aos limites de caracteres do Kahoot!

Um mesa rotativa gira com velocidade angular constante (Fig. (a)), quando um pacote de arroz cai na vertical sobre um ponto da orla da mesa (Fig. (b)), ficando a girar com a mesa. De (a) para (b), o momento angular do sistema mesa-pacote de arroz

- A) Aumenta
- B) Diminui
- C) Não varia



De A para B, o momento angular do sistema mesa-pacote de arroz:

Time limit: 90 sec

Points: 1000

Answer options: Single select

A A mesa rotativa gira com velocidade angular constante

B Um pacote de arroz cai na vertical na orla da mesa, ficando a girar com a mesa.

Image reveal: Original, 5x5, 5x8

Remove

▲ Aumenta

◆ Diminui

● Não varia

■ Add answer 4 (optional)