



Desenvolvimento de competências através de uma *escape room* matemática

Development of skills through a math escape room

Desarrollo de habilidades a través de una *escape room* matemática

Ana Sofia Miranda

Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
ana_sofia_lem@sapo.pt
<https://orcid.org/0009-0009-0072-1768>

Rute Lemos

Centro de investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações (CIDMA)
Departamento de Matemática, Universidade de Aveiro
rute@ua.pt
<https://orcid.org/0000-0002-9817-9701>

M. Conceição Costa

Centro de investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações (CIDMA)
Departamento de Matemática, Universidade de Aveiro
lopescosta@ua.pt
<https://orcid.org/0000-0002-4776-6375>

Resumo

Os alunos de hoje, além de adquirirem conhecimentos, devem ser capazes de desenvolver outras competências, como pensamento crítico e criativo, capacidade de resolução de problemas, cooperação, comunicação em diferentes contextos, autonomia, autorregulação e empatia. Neste contexto, projetou-se uma *escape room* física de design original, com o objetivo, não só de desenvolver as competências acima mencionadas, como ainda de consolidar, avaliar e até introduzir novos conteúdos de Matemática, em função do ano de escolaridade dos participantes. Descrevem-se sucintamente os cinco desafios desta *escape room* e a sua implementação em duas fases, em contexto de sala de estudo e no âmbito da Academia de Verão da Universidade de Aveiro. Nesta abordagem educacional, os participantes encontram-se imersos numa narrativa cativante que gera um estado de *flow*, enquanto resolvem os enigmas matemáticos e decifram os códigos para passar ao próximo desafio. Após a experiência, os participantes responderam a um questionário, usando a ferramenta *SurveyMonkey*. Apresentam-se e discutem-se os resultados. Destacam-se ainda a importância do bom planeamento deste tipo de atividades para garantir o sucesso da experiência e a sua eficácia enquanto ferramenta pedagógica.

Palavras-chave: competências; *escape room* educacional; jogo; Matemática; resolução de problemas.



Abstract

Today's students, in addition to acquiring knowledge, must be able to develop other skills, such as critical and creative thinking, problem-solving ability, cooperation, communication in different contexts, autonomy, self-regulation and empathy. In this context, a physical escape room with an original design was created with the objective, not only of developing the aforementioned skills, but also of consolidating, assessing and even introducing new mathematical content, depending on the participants' grade level. The five challenges of this escape room and its implementation in two phases, in a study room setting and within the scope of the Summer Academy of the University of Aveiro, are briefly described. In this educational approach, participants are immersed in an engaging narrative that creates a state of flow, while solving the math puzzles and deciphering the codes that allow to move on to the next challenge. After the experience, participants answered a questionnaire, using the *SurveyMonkey* tool. The results are presented and discussed. The importance of careful planning for this type of activity is also highlighted to ensure the success of the experience and its effectiveness as a pedagogical tool.

Keywords: competencies; educational escape room; game; Mathematics; problem solving.

Resumen

Los estudiantes de hoy, además de adquirir conocimientos, deben ser capaces de desarrollar otras competencias, como el pensamiento crítico y creativo, la capacidad de resolución de problemas, la cooperación, la comunicación en diferentes contextos, la autonomía, la autorregulación y la empatía. En este contexto, se diseñó una *escape room* física de diseño original con el objetivo no solo de desarrollar las competencias mencionadas, sino también de consolidar, evaluar e incluso introducir nuevos contenidos de Matemáticas, en función del curso escolar de los participantes. Se describen brevemente los cinco desafíos de esta *escape room* y su implementación en dos fases: en el contexto de una sala de estudio y en el marco de la Academia de Verano de la Universidad de Aveiro. En este enfoque educativo, los participantes se encuentran inmersos en una narrativa cautivadora que genera un estado de *flow*, mientras resuelven enigmas matemáticos y descifran los códigos para pasar al siguiente reto. Tras la experiencia, los participantes respondieron a un cuestionario, utilizando la herramienta *SurveyMonkey*. Se presentan y discuten los resultados. Se destacan además la importancia de una buena planificación de este tipo de actividades para garantizar el éxito de la experiencia y su eficacia como herramienta pedagógica.

Palabras clave: competencias; *escape room* educativa; juego; Matemáticas; resolución de problemas.

Introdução

O ensino de hoje, com todos os desafios inerentes, exige cada vez mais uma reflexão acerca do processo de ensino-aprendizagem. Em particular, o ensino da Matemática enfrenta desafios constantes no que diz respeito à motivação e ao envolvimento dos alunos. A evolução da sociedade, o acesso a diversos estímulos externos ao indivíduo e até o progresso tecnológico levam a uma grande dificuldade em motivar os alunos e em mantê-los interessados na sala de aula. É crucial



adotar metodologias diversificadas e inovadoras que promovam aprendizagens ativas. As metodologias que colocam o aluno no centro da aprendizagem, estimulando-o a encontrar e comunicar informação, têm sido cada vez mais usadas. A aprendizagem ativa é uma abordagem pedagógica centrada no aluno, em que o docente surge como um facilitador, isto é, o aluno é o responsável pela sua aprendizagem, o que implica a aplicação do conhecimento a situações novas, promove discussão e reflexão, *feedback* e estimula o pensamento crítico (Christersson *et al.*, 2019).

O recurso a *escape rooms* para ensinar, consolidar ou avaliar conteúdos letivos começa a ser frequente por todo o mundo, abrangendo inúmeras áreas científicas, desde a Literatura, a Matemática, a Física, a Química, a Biologia, as Ciências da Computação, entre outras, e tem sido um instrumento muito utilizado em domínios específicos ligados à saúde como, por exemplo, em Enfermagem, Medicina, Farmácia, em contexto de simulação clínica ou para melhorar procedimentos técnicos (Adams *et al.*, 2018).

As *escape rooms* são jogos de ação em equipa, nos quais os jogadores descobrem pistas, resolvem enigmas e realizam tarefas em um ou mais ambientes, num tempo limitado, com o objetivo de atingir uma meta específica (Nicholson, 2016, p. 1), geralmente escapar de uma sala, descobrir um mistério ou abrir um cofre. Inspiradas pelas *escape rooms* recreativas, as *escape rooms* educativas surgem da interseção entre a gamificação, a aprendizagem baseada em jogos, a aprendizagem baseada em problemas e a aprendizagem cooperativa. Caracterizam-se por criarem um ambiente imersivo, em que os alunos participam ativamente de forma colaborativa até completarem uma missão, depois de responderem a diversos enigmas (Moura, 2022), envolvendo conteúdos com certos fins educativos específicos. Podem ser físicas, digitais ou híbridas (Fotaris e Mastoras, 2019).

O principal objetivo deste artigo é divulgar uma *escape room* educativa criada com desafios matemáticos dirigida a estudantes do Ensino Secundário, apresentar e discutir os seus resultados, após duas fases de implementação, tendo sido usado o *feedback* dado pelos primeiros grupos de participantes para fazer ajustes na segunda fase de implementação. Paralelamente, referem-se alguns cuidados a ter na planificação deste tipo de atividades e exploram-se as competências que se pretendem desenvolver para além da aplicação do conhecimento específico da disciplina.

Contextualização teórica

O projeto Educação 2030 da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) cocriado, transversalmente em diferentes países, conclui que “encaramos mudanças sem precedentes – sociais, económicas e ambientais – impulsionadas pela aceleração da globalização e pelo ritmo mais rápido de desenvolvimento tecnológico” (OCDE, 2018, p. 2). Portanto, é necessário ter consciência que alguns dos alunos de hoje terão “empregos que ainda não foram criados” e usarão “tecnologias que ainda não foram inventadas, para resolver problemas que ainda não foram antecipados” (OCDE, 2018, p. 2). Os profissionais do futuro, em formação nas nossas escolas, terão de aplicar os seus conhecimentos em contextos variados, em circunstâncias desconhecidas, complexas e em evolução. Por todos estes motivos, estes alunos precisarão de:



uma ampla gama de competências, incluindo competências cognitivas e metacognitivas (por exemplo, pensamento crítico, pensamento criativo, aprender a aprender e autorregulação); competências sociais e emocionais (por exemplo, empatia, autoeficácia e colaboração); habilidades práticas e físicas (por exemplo, uso de novos dispositivos tecnológicos de informação e comunicação). (OCDE, 2018, p.5)

Neste sentido, é imperioso formar indivíduos completos e resilientes, capazes de tomar decisões informadas e que saibam comunicar globalmente. No entanto, para adquirir competências não é suficiente apenas a aquisição de conhecimento, sendo igualmente fulcral a organização de habilidades, atitudes e valores para resolver problemas complexos. “Os estudantes preparados para o futuro, precisarão de conhecimentos especializados (...) como matéria-prima a partir da qual o novo conhecimento é desenvolvido, juntamente com a capacidade de pensar para além das fronteiras das disciplinas” (OCDE, 2018, p. 5).

Por outro lado, no atual mercado de trabalho, a valorização das competências transversais ou *soft skills* é cada vez mais evidente, refletindo a importância das habilidades que vão além do conhecimento técnico. Destacamos as capacidades de lidar e comunicar com o outro de forma assertiva e objetiva; de trabalhar em equipa; de manter um bom relacionamento interpessoal; de ter uma atitude flexível e positiva; de estar disponível para a aprendizagem contínua; de ser proativo na identificação de problemas e na procura de soluções; de ter aptidão para a adaptabilidade e espírito de liderança; de pensamento crítico e pensamento analítico (Santos, s.d; World Economic Forum, 2023).

Todas estas competências vêm ao encontro do pretendido no “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (Martins, 2017), documento que vem estruturado em Princípios, Visão, Valores e Áreas de Competências. Relativamente às competências, o documento em causa considera que estas são “combinações complexas de conhecimentos, capacidades e atitudes, que são centrais no perfil dos alunos” (Martins, 2017, p. 19) e conclui que são necessárias “alterações das práticas pedagógicas e didáticas de forma a adequar a globalidade da ação educativa às finalidades do perfil de competências dos alunos” (Martins, 2017, p. 31).

O uso de jogos de grupo na sala de aula e de *escape rooms*, em particular, tem um importante potencial didático: melhora a comunicação; a gestão do tempo; a interação; o raciocínio, o pensamento crítico e lógico (Fotaris e Mastoras, 2019; Grande-de-Prado *et al.*, 2021; Moura, 2022); dá oportunidade aos alunos para analisarem erros e partilharem estratégias de resolução de problema.

Neste sentido, desenvolveu-se uma *escape room* física, com uma sequência de cinco desafios baseados em conteúdos do currículo de Matemática do Ensino Básico e Ensino Secundário em Portugal, que pode ser implementada, adaptando os desafios consoante o nível de escolaridade dos alunos (Miranda, 2024). Simultaneamente, alguns desafios envolvem conhecimentos ainda não adquiridos, no sentido de apelar à criatividade e à capacidade de adquirir novos conhecimentos de forma independente, ativa e cooperativa. Acredita-se que, desta forma, os alunos têm a oportunidade de experimentar e fortalecer várias das habilidades/competências, acima mencionadas, em formato de jogo de grupo, o que contribui para uma aprendizagem mais dinâmica, significativa e relevante para o mundo real.



Atividades de *escape rooms educacionais*, envoltas numa dinâmica de aventura, são geradoras de um estado de bem-estar emocional, chamado *flow*, que estimula a aprendizagem. Este estado de *flow* é marcado por uma profunda concentração e absorção na atividade, em que o jogador perde a noção do tempo e se sente em harmonia com a ação a desenvolver, como descrito pela teoria de Csikszentmihalyi (1990). A prática de desportos, jogos ou *hobbies* são atividades que consistentemente produzem este estado de *flow*.

Para o sucesso da atividade, a *escape room* deve ter em conta os princípios seguintes: tarefas equilibradas e alcançáveis; objetivos claros; *feedback* imediato, promovendo o foco no momento presente, a sensação de tempo alterado, o sentido de controlo sobre as ações e a transcendência do ego (Kiili *et al.*, 2012; Campos, 2021), ou seja, alcançar o objetivo comum torna-se mais importante do que receber reconhecimento pela prossecução das tarefas.

Quando os alunos estão imersos numa narrativa cativante que lhes causa uma sensação de satisfação, ao resolver um enigma e ao decifrar um código de acesso ao próximo desafio, são levados ao já referido estado ideal de aprendizagem de *flow* (Moura, 2022). Uma vez que numa *escape room*, o participante passa a ser o protagonista de uma história carregada de enigmas que testam os seus conhecimentos e habilidades de raciocínio, quando completa a missão, vivencia a satisfação de ter superado desafios extrínsecos e intrínsecos, alcançando uma sensação de conquista que o deixa emocionalmente feliz e realizado.

A criação de quebra-cabeças dirigidos aos objetivos de aprendizagem e que forcem os alunos a envolverem-se com os conteúdos, em vez de apenas procurarem pistas, requer tempo e reflexão. O jogo precisa equilibrar dificuldades e recompensas, evitando tanto o tédio, se for muito fácil, quanto a frustração, se for muito difícil. Por isso, quaisquer implementações de *escape rooms* educativas devem incluir testes-piloto a fim de estimar o tempo necessário para completar o jogo e identificar erros que possam impedir uma conclusão bem-sucedida (Fotaris & Mastoras, 2019). Por exemplo, Veldkamp *et al.* (2020) apresentam uma análise sistemática do uso de *escape rooms* educacionais, com o objetivo de identificar práticas atuais, desafios e recomendações para a sua implementação eficaz, destacando a necessidade de alinhar o desenho e as mecânicas do jogo com os objetivos pedagógicos.

Metodologia

A metodologia adotada visou responder a dois objetivos principais do estudo: validar a *escape room* educativa desenvolvida e avaliar o modo como a atividade foi recebida e experienciada pelos alunos, com base na sua implementação em duas etapas.

Em termos de abordagem metodológica, foi realizado um estudo exploratório, tendo por base uma investigação qualitativa e quantitativa, em que as técnicas e instrumentos de recolha de dados foram a observação direta, a entrevista informal e a realização de questionários. O principal instrumento de recolha de dados usado foi o *SurveyMonkey* que se revelou apropriado para o carácter exploratório do estudo. A ferramenta *SurveyMonkey* é uma plataforma gratuita para criação de pesquisas, testes ou inquéritos e que oferece um recurso de análise automática de resultados. Deste modo, realizou-se um questionário *online* de resposta rápida.



A amostra, não aleatória, foi composta por 27 alunos participantes na atividade, estudantes do Ensino Secundário. Quanto aos ambientes onde a intervenção ocorreu, 9 estudantes encontravam-se em contexto de sala de estudo e 18 no âmbito da Academia de Verão da Universidade de Aveiro. Optou-se pela realização de uma implementação em duas fases para permitir um processo iterativo de melhoria.

A análise da reação dos participantes no decorrer da atividade na primeira fase, assim como a análise qualitativa das sugestões dos alunos nas entrevistas informais e nas respostas ao questionário, após a primeira fase, serviu para aferir da eventual necessidade de adaptação da *escape room*, antes da concretização da segunda fase da implementação.

Os elementos da amostra que participaram na segunda fase da implementação deram ainda resposta ao questionário de balanço geral sobre as atividades da Academia de Verão.

Implementação

A *escape room* Matemática criada foi desenvolvida com base num modelo sequencial, em que os alunos só avançam para o desafio seguinte depois de resolverem o anterior. Foi projetada para oferecer desafios progressivos e manter os participantes envolvidos. Como já antes referido, foi aplicada em dois contextos diferentes.

A primeira experiência de implementação decorreu no Centro de Estudos Eureka, no concelho de Viana do Castelo, em junho de 2024. Nesta fase de implementação, os participantes, com idades compreendidas entre os 16 e os 18 anos, foram divididos em três equipas, constituídas por alunos do 11.º e 12.º anos de escolaridade. Foi muito importante esta primeira aplicação num ambiente mais restrito e familiar. Tal permitiu conhecer as reais dificuldades encontradas e assim sinalizar alguns pontos que havia necessidade de melhorar numa segunda fase de implementação. As equipas que experienciaram a *escape room* na primeira fase fizeram inclusivamente algumas sugestões que foram tidas em consideração.

Depois de realizadas essas alterações, a atividade integrou o programa “Matematicar@ua” da responsabilidade do Departamento de Matemática, na 18.ª edição da Academia de Verão da Universidade de Aveiro, que decorreu entre 7 e 12 de julho de 2024. Neste caso, foram 18 os participantes, com 16 ou 17 anos de idade, do 10.º ou 11.º anos de escolaridade, provenientes de diferentes regiões de Portugal, e que se dividiram em quatro equipas. Esta atividade realizou-se ao longo de um dia desta semana, paralelamente à atividade “Matemático por dia e meio”, tendo as equipas sido previamente constituídas para estes dois efeitos. A única dificuldade inicial, rapidamente ultrapassada, foi a estrutura deste segundo local de implementação, uma vez que a conceção da *escape room* foi pensada para a planta arquitetónica do Centro de Estudos Eureka. Foi, portanto, necessário um pouco de improviso que resultou num percurso bastante satisfatório. Os participantes foram divididos em grupos de quatro ou cinco alunos, tendo cada grupo uma hora para completar todos os desafios.

A cada grupo, para além de ser descrita a narrativa do “Clube Secreto dos Jovens Matemáticos Eureka”, envolvente à *escape room*, foi comunicado que toda a informação estava



acessível apenas na observação do espaço, não havendo itens escondidos. A narrativa lida foi a seguinte:

O Clube Secreto dos Jovens Matemáticos Eureka precisa de selecionar os candidatos a novos membros. Com esse objetivo, preparou uma série de desafios que terão de resolver com a intenção de selecionar os mais aptos para integrar o clube. Têm 1 hora para solucionar os problemas, determinar os códigos que vos permitem abrir os cadeados, cofres e caixas que dão origem à pista seguinte e, por fim, descobrir o código final que vos permitirá encontrar a chave para sair da sala. Caso consigam fazê-lo dentro do tempo limite, terão o prazer de fazer parte do clube.

Cada equipa recebeu ainda lápis, folhas de papel e uma calculadora gráfica. Os participantes tiveram pela frente cinco desafios principais, descritos sucintamente de seguida, cada um abordando conceitos matemáticos distintos.

Desafio 1: Volume de uma esfera

Após analisarem a sala onde aparecem, entre outras informações, um copo graduado com água, uma esfera de aço (Figura 1) e um quadro (Figura 2), com referências à palavra Eureka e à conhecida história de Arquimedes, os participantes perceberam que deviam determinar o volume da esfera, após a submergir em água.



Figura 1. Copo graduado e esfera de aço



Figura 2. Cartaz Eureka

Posteriormente, calcularam o seu peso, através de uma tabela de conversão (Figura 3) também exposta na sala, o que permitiu determinar o código do primeiro cadeado e libertar a primeira chave, que possibilita a passagem à próxima sala. Esse desafio apela ao uso de conceitos de geometria e cálculos de massa volúmica.



TABELA DE DENSIDADES

Vidros e Cerâmicos		Metais	
	Densidade (g/cm ³)		Densidade (g/cm ³)
☐ Vidro de Chumbo - Cristal	2,8 - 2,9	☐ Aço	7,8
☐ Cordierite	2,0 - 2,2	☐ Aço inoxidável	7,9 - 8,1
☐ Vidro de Borossilicato	2,1 - 2,3	☐ Aço com Tungstênio	7,9
☐ Vidro de soda - tipo janela	2,4 - 2,6	☐ Alumínios	2,6 - 2,9
		☐ Titânios	4,4 - 4,9

Madeiras e cortiça		Polímeros	
	Densidade (g/cm ³)		Densidade (g/cm ³)
☐ Cortiça	0,13 - 0,28	☐ Acrílico - PMMA	1,1 - 1,2
☐ Balsa	0,14 - 0,22	☐ PVC	1,3 - 1,5
☐ Faia	0,30 - 0,45	☐ Nylon - Poliamida	1,1 - 1,2
☐ Pinho (madeira)	0,53 - 0,74	☐ PE - Polietileno	0,90 - 1,0
☐ Pau-Santo	1,2 - 1,4		

Figura 3. Tabela de densidades

Desafio 2: Progressões Aritméticas e Geométricas

O segundo desafio incide no cálculo da soma de termos de uma progressão aritmética e de uma progressão geométrica. Ao entrarem na sala, os participantes encontraram uma página de classificados de jornal (Figura 4) com várias propostas de emprego, duas delas destacadas. A proposta relativa ao salário do Investigador remete para uma progressão aritmética e a do Especialista científico para uma progressão geométrica.

Business & Marketing Website Exclusive

Classificados - Emprego

Análise as propostas destacadas, determinando a diferença entre os totais obtidos.

Motorista de pesados

MEF

Experiência profissional mínima de 2 anos. Certificado de registro criminal atualizado. Contacto: 6780935039

Investigador

Empresa MathInvestigadora MEF

Procura-se investigador dedicado para uma semana de trabalho (5 dias 8h/dia). Salário: 1ª hora do 1º dia: 150 u.m. 2ª hora do 1º dia: 150 u.m. + 50 u.m. = 200 u.m. 3ª hora do 1º dia: 200 u.m. + 50 u.m. = 250 u.m. ... E assim sucessivamente, ou seja, em cada hora seguinte, ganha mais 50 u. m. que na hora anterior.

Rececionista

Rececionista Domingo entre as 11h-18h e as 18h-20h. Salário: 12 u. m./hora. Contacto: 48529384542

Jardineiro

Procura-se jardineiro com experiência em manutenção e tratamento de grandes áreas verdes, incluindo experiência em plantação e poda de árvores e plantas. Disponibilidade imediata. Contacto: 569688554

Especialista científico

Math Center MEF

Procura-se cientista matemático eficiente para uma semana de trabalho (5 dias 8h/dia). Condições: Não ganha nada nos primeiros 3 dias. 1ª hora do 4º dia: 1 u.m. 2ª hora do 4º dia: 1 x 2 = 2 u.m. 3ª hora do 4º dia: 2 x 2 = 4 u.m. ... E assim sucessivamente, ou seja, em cada hora seguinte, ganha o dobro que na hora anterior.

Explicações de Português

Procura-se explicador de português para preparação do exame nacional da disciplina. Disponibilidade ao fim de semana. Salário: 20 u. m./hora. Contacto: 94509640989

Eletricista

LUZENERGY

Precisa-se de eletricista com experiência no ramo de instalações de fonevolutas e instalações elétricas. Salário acima da média.

EUREKA

Figura 4. Página de classificados de jornal



No cabeçalho lê-se que devem determinar a diferença entre os totais obtidos ao fim de uma semana de trabalho. Com esse valor, encontram o código que abre a caixa-cofre que liberta as pistas para o próximo enigma.

Desafio 3: Isometrias

O terceiro desafio é sobre isometrias, depois da montagem de quatro puzzles que se encontram dentro da caixa-cofre aberta anteriormente (Figura 5).

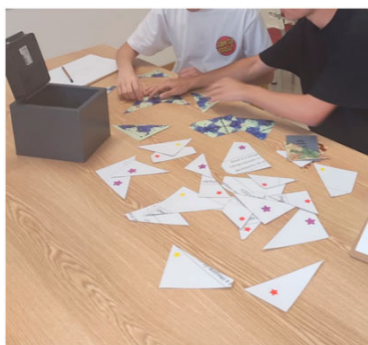
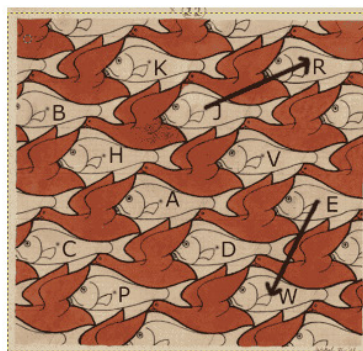


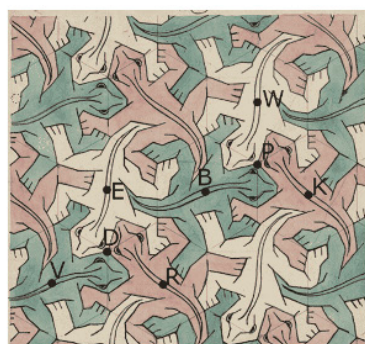
Figura 5. Peças dos puzzles e caixa-cofre

Cada puzzle, identificado com uma cor diferente, forma uma imagem de M. C. Escher e tem associada uma questão (Figura 6). Estas envolvem uma translação, uma rotação, uma reflexão deslizante e, no contexto de números complexos, outra rotação.



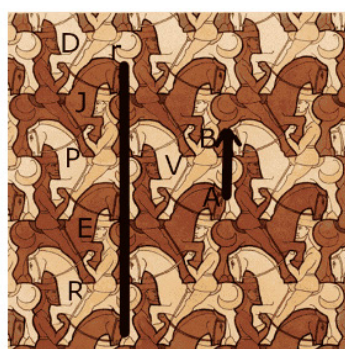
Qual é a imagem da seguinte translação:

$$T_{\overrightarrow{EW} + \overrightarrow{JR}}(A)?$$



Qual é a imagem da seguinte rotação:

$$R(D, -240^\circ)(E)?$$



Qual a imagem da figura V , desprezando a cor, pela reflexão deslizante de eixo r e vetor $\overrightarrow{AB}$?



Seja V o afixo do número complexo z . Qual é o afixo de $z \times (-i)$?

Figura 6. Imagens dos puzzles e respetivas questões

Os participantes aperceberam-se que o cadeado seguinte implica uma sequência de letras. Para descobrir a ordem pela qual colocam as soluções obtidas, encontraram na sala o quadro com a palavra “Isometrias” (Figura 7); a ordem da cor das sílabas indica a ordem das cores dos puzzles e respetivas soluções que formam o código procurado. Libertaram assim, a chave da próxima sala.



Figura 7. Quadro Isometrias

Desafio 4: Sistemas de Equações e Cálculo de Primitivas

No Desafio 4, as equipas entraram na última sala, depararam-se com quatro sacos com material escolar (cadernos, lapiseiras e borrachas) e os respetivos talões de compra (Figura 8).



Figura 8. Sacos de compras e talões de compras

No entanto, os recibos estão rasurados; nos três primeiros sacos, aparece apenas o valor total; no último saco, encontra-se rasurado o preço dos itens e o preço total (Figura 9). Os participantes resolveram um sistema linear de três equações e três incógnitas, para determinar o preço de três dos itens de material escolar contidos nos sacos de compras.

Como um dos cadernos aparece marcado com o seu preço, caso encontrassem esta informação, podiam reduzir o problema a um sistema com duas incógnitas¹. Além disso, no

¹ Esta possibilidade só esteve disponível na segunda fase de implementação da *escape room*.



quarto saco aparece um novo item, uma caixa de minas, cujo preço ainda não tinha sido determinado. Um cartaz promocional (Figura 10) revela que o preço da caixa de minas pode ser descoberto a partir do cálculo de uma primitiva de uma função polinomial, quando o grupo é de estudantes do 12.º ano (ou do máximo de uma função quadrática, quando as equipas são de 10.º ou 11.º ano).

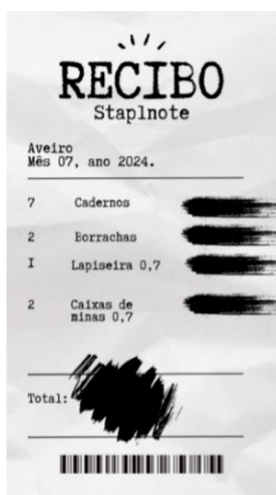


Figura 9. Talão de compras rasurado

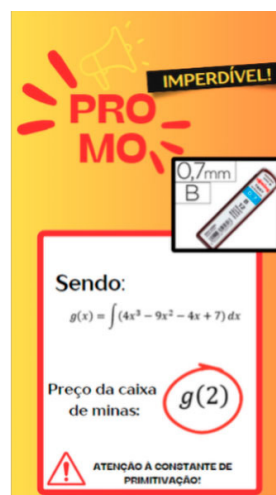


Figura 10. Cartaz promocional da caixa de minas

Observando o quadro branco da sala, encontraram um paralelismo entre primitivas e derivadas, bem como alguns exemplos resolvidos que os podiam auxiliar, promovendo a autoaprendizagem deste novo conceito. Os alunos tiveram de usar ainda um cartão (Figura 11) que até ao momento tinha sido ignorado, encontrado na caixa-cofre anterior, onde estavam os puzzles, que permitiu determinar a constante de primitivação envolvida no problema.



Figura 11. Cartão auxiliar para o problema da primitiva

Depois de determinado o valor total dos itens do quarto saco, perceberam que o cadeado que abre a caixa seguinte (Figura 12) é direcional. Concluíram, por este motivo, que era necessário procurar uma tabela (Figura 13) que se encontrava na primeira sala, à qual deviam voltar, e que continha a cifra do referido cadeado.



Figura 12. Caixa com cadeado direcional

Número	Direção
0	→↑
1	↑↓
2	↑←
3	←→
4	←←
5	→→
6	↓←
7	→↓
8	←↓
9	↓→

Figura 13. Tabela de cifras

Ao longo do trajeto da *escape room*, os participantes aperceberam-se de informações não usadas no desafio em questão. Registraram mentalmente essas informações e estas surgiram, quase automaticamente, no momento certo – o momento Eureka! Houve sempre pelo menos um elemento do grupo que se lembrou de ter visto anteriormente a pista necessária para prosseguir com sucesso.

Desafio 5: Problemas de Contagem

No que respeita ao último desafio, depois de abrirem a caixa com o cadeado direcional, encontraram quatro folhetos numerados de 1 a 4 (Figura 14) com problemas de cálculo combinatório e de probabilidades. Estes problemas foram alterados para versões mais simplificadas, na segunda fase da implementação da *escape room*, para se puderem aplicar aos estudantes do 10.º e 11.º anos que os resolveram, recorrendo a técnicas de contagem mais esquemática e enumerativa dos casos.

Nesta última etapa, para determinar a ordem do código final, faltava procurar na sala anterior, a frase que afirma que “o código se obtém ordenando os números dos problemas por ordem decrescente das soluções” e que, na segunda fase de implementação, apareceu fragmentada pelos quatro quadros de M. C. Escher expostos na sala.



1



No clube dos jovens matemáticos Eureka, vai ser realizada uma palestra importante. Das cinco apresentações, há duas que não podem ser consecutivas devido a constrangimentos de planificação.

De quantas maneiras diferentes podem ser apresentadas as intervenções?

2



Numa reunião do clube dos jovens matemáticos Eureka, todos os participantes trocaram apertos de mão.

Sabendo que foram 36 os apertos de mão trocados, quantas pessoas estavam na reunião?

3

Das 60 pessoas que pertencem ao clube dos jovens matemáticos Eureka, dois terços são mulheres. 70% das mulheres usa óculos e 20% dos homens não usa óculos.

Quantas pessoas do clube usam óculos?



4

O código do cofre do clube dos jovens matemáticos Eureka é formado por quatro algarismos ímpares diferentes.

Quantos códigos existem nestas condições?



Figura 14. Folhetos com os problemas de contagem

Ao longo de toda a atividade, as equipas foram supervisionadas de perto, recebendo orientação e auxílio, nunca de forma explícita, apenas na forma de dicas para os colocar no caminho correto, sempre que se percebia que se estavam a dispersar na procura das soluções. Esta abordagem contribuiu para que todos os grupos conseguissem completar os cinco desafios dentro do tempo previsto.

No momento inicial da atividade, foi ligado um cronómetro em contagem decrescente de 60 minutos, que foi desligado quando foi determinado o código final e encontrada a chave que permite escapar da última sala. Os tempos restantes variaram entre 23 minutos e 51 segundos (o grupo mais rápido) e 2 minutos e 39 segundos.



Resultados e sua discussão

Depois de realizada a atividade, pediram-se as apreciações imediatas a todos os participantes, por meio de entrevistas informais. Confirmando a observação direta no decorrer da mesma, que foi extremamente positiva, as reações foram igualmente muito boas. Todos transmitiram que gostaram da experiência e alguns comentaram o desenrolar da atividade, apontando, por exemplo, o desafio preferido.

Com o objetivo de obter estes registros, foi realizado um questionário *online* de resposta rápida. Este questionário foi redigido previamente, usando a ferramenta *SurveyMonkey*. Dos 27 alunos que participaram nesta *escape room*, 21 responderam ao inquérito realizado após a experiência. As questões colocadas foram as seguintes:

- P1. Como classificas a experiência geral na *escape room*?
(As resposta permitidas são: Excelente, Boa, Média, Má ou Muito má.)
- P2. Quais foram os enigmas que consideraste mais simples?
- P3. Quais foram os enigmas que consideraste mais complicados?
- P4. Quais foram os enigmas que resolveste mais rapidamente?
- P5. Quais foram os enigmas que demoraram mais tempo a ser resolvidos?
- P6. Qual foi o mais estimulante?
- P7. Qual foi o menos estimulante?
- P8. Tens alguma sugestão de melhoria para a *escape room*?
- P9. Qual a probabilidade de recomendaras a *escape room* a um amigo ou colega?
(As respostas variam de 0 - extremamente improvável a 10 - extremamente provável).

Nas questões P2 a P5, os alunos podiam selecionar mais do que uma resposta.

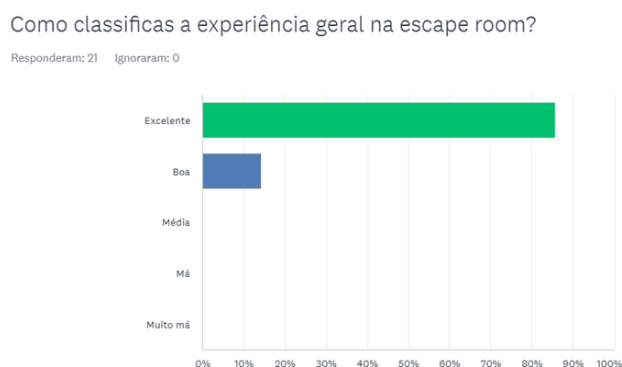


Figura 15. Resultados da questão P1

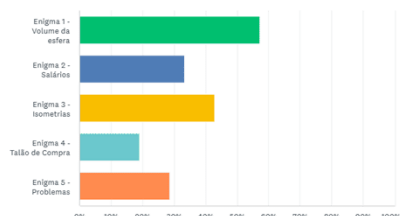
Relativamente aos resultados da questão P1 (Figura 15), 18 alunos (85,71%) classificaram a experiência como excelente e os restantes três (14,29%) classificaram-na como boa. Estas



respostas corroboram o *feedback* positivo dado no decorrer da atividade e imediatamente após a sua conclusão.

Quais foram os enigmas que consideraste mais simples? (Selecione todas as que se aplicam)

Responderam: 21 Ignoraram: 0



Quais foram os enigmas que consideraste mais complicados? (Selecione todas as que se aplicam)

Responderam: 21 Ignoraram: 0

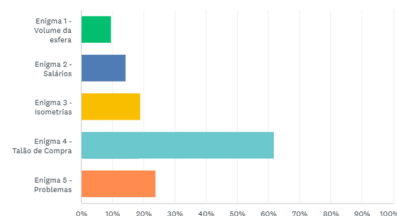


Figura 16. Resultados das questões P2 e P3

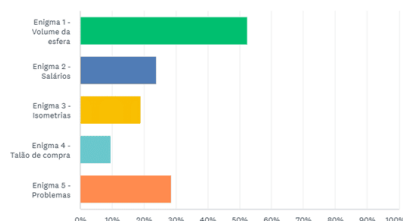
Quanto à questão P2, constata-se que a maioria (57,14%) considerou o enigma do volume da esfera entre os mais simples. Este foi propositadamente pensado para ser simples e apelativo, com intuito de motivar os participantes e condicionar positivamente a sua progressão no jogo.

Quanto à questão P3, o Desafio 4 foi o enigma considerado mais complicado pela maioria, com 13 respostas (61,9%), seguido do Desafio 5, com cinco respostas (23,81%).

Efetivamente, no Desafio 4, para além da resolução de um sistema de equações, era necessário calcular uma primitiva, ou o máximo de uma função quadrática, consoante o nível de escolaridade. Ora, os grupos com estudantes do 12.º ano, após prestarem bastante atenção ao que estava escrito no quadro branco, e apesar das primitivas serem um tema ainda não lecionado no Ensino Secundário, conseguiram efetuar o seu cálculo sem grandes dificuldades, através do paralelismo com as derivadas. A maior queixa apontada foi em relação ao sistema de equações lineares, como descrito abaixo, o que motivou uma alteração na segunda fase de implementação desta *escape room*.

Quais foram os enigmas que resolveste mais rapidamente? (Selecione todas as que se aplicam)

Responderam: 21 Ignoraram: 0



Quais foram os enigmas que demoraram mais tempo a ser resolvidos? (Selecione todas as que se aplicam)

Responderam: 21 Ignoraram: 0

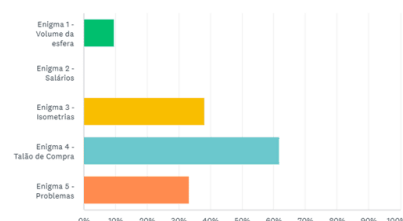


Figura 17. Resultados das questões P4 e P5

Na questão P4, sobre os enigmas resolvidos mais rapidamente, o Desafio 1 foi o mais escolhido, com 11 respostas (52,38%). Na questão P5, sobre os enigmas que demoraram mais tempo a resolver, o Desafio 4 foi o que recebeu mais votos, com 13 respostas (61,9%).



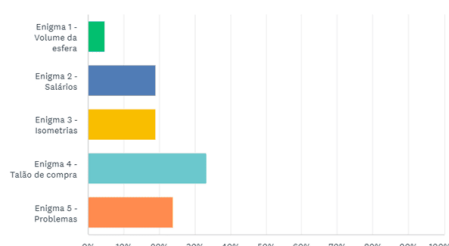
Na verdade, o tempo despendido na resolução do sistema de três equações com três incógnitas do Desafio 4 foi percebido como um obstáculo ao bom ritmo que se pretendia manter. Por este motivo, optou-se por colocar o preço num dos cadernos, como pista adicional. No caso de ser encontrada, permite simplificar a resolução e torna a *escape room* mais dinâmica. Portanto, na segunda fase da implementação, as equipas desvendaram este enigma, resolvendo um sistema com apenas duas incógnitas, dado que todas encontraram essa pista extra.

Observa-se ainda que o Desafio 5 foi escolhido por seis alunos (28,57%) como um dos resolvidos mais rapidamente e por sete alunos (33,33%) como um dos que demorou mais tempo.

Esta diferença pode prender-se não só com a aptidão pessoal para este tipo de problemas combinatórios, mas também com o ano de escolaridade frequentado; para os alunos do 12.º ano, este tópico foi amplamente discutido em sala de aula; para os restantes, as questões foram simplificadas e os alunos resolveram-nas recorrendo a esquemas enumerativos.

Qual foi o enigma mais estimulante?

Responderam: 21 Ignoraram: 0



Qual foi o enigma menos estimulante?

Responderam: 21 Ignoraram: 0

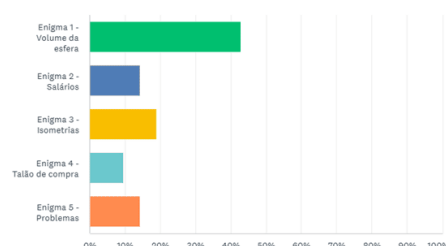


Figura 18. Resultados das questões P6 e P7

Quanto às questões P6 e P7, é interessante verificar que o enigma classificado como o mais estimulante, com sete respostas (33,33%), foi o Desafio 4 que tinha sido também considerado dos mais complicados e demorados; e o menos estimulante, com nove respostas (42,86%), foi o Desafio 1, antes considerado dos mais simples e rápidos. Estes resultados são concordantes com as características desta amostra que integra maioritariamente alunos com muito bons resultados académicos e uma forte apetência para a Matemática.

Na pergunta de resposta aberta P8 sobre se tinham sugestões de melhoria, apenas oito responderam, quatro escrevendo simplesmente “Não” e as restantes quatro respostas foram:

- “Não, estava tudo bem explicado”;
- “Talvez uma indicação inicial no problema do volume da esfera”;
- “Dar as fórmulas ou ajudar um bocado nos desafios, não dando a resposta, só como os fazer”;
- “Acho que já está boa assim, mas se tivesse uma pista escondida nos quadros ficava ainda melhor!”

Com efeito, um dos participantes da fase inicial da *escape room* apresentou a sugestão de se esconder uma pista nos quadros de M. C. Escher expostos, que inicialmente tinham apenas



o objetivo de decorar o espaço envolvente. A sugestão foi acolhida e aplicada. Por esta razão, a frase² que permite encontrar o código do Desafio 5 foi dividida e colocada nos quatro quadros com as imagens do autor.

Finalmente, na questão P9 sobre qual a probabilidade de recomendarem a experiência a um amigo ou colega, numa escala de 0 (extremamente improvável) a 10 (extremamente provável), 33% das respostas atribuíram 7 ou 8 de classificação, e 67% atribuíram 9 ou 10.

No último dia das atividades científicas da Academia de Verão 2024 da Universidade de Aveiro, os participantes do programa “Matematicar@ua” responderam ainda a um outro questionário, proposto pelas responsáveis pela organização das atividades no Departamento de Matemática, destinado à realização de um balanço geral sobre todas as atividades em que participaram durante a semana. Entre outras, uma das perguntas colocadas foi: “Qual a atividade de que mais gostaste na Academia de Verão?” e, das 17 respostas obtidas, 12 (70,58%) apontaram a *escape room* como a atividade predileta.

Conclusão

Acredita-se, cada vez mais, que aprender num contexto de jogo aumenta a motivação (Rooney & Whitton, 2016), visto que os participantes se encontram completamente focados na experiência, obtendo recompensas emocionais que tornam a aprendizagem mais atraente e menos intimidadora. A *escape room* “Clube dos Jovens Matemáticos Eureka” é um exemplo de jogo imersivo, que ao incorporar elementos que potenciam o estado de *flow*, promove a tomada de decisões, o raciocínio lógico, a criatividade e ainda oferece uma experiência gratificante, geradora de felicidade. Para tal contribuíram o que chamámos de momentos Eureka, que ocorrem quando um indivíduo encontra uma solução criativa para um problema após um período de reflexão ou de tentativa e erro, onde teve necessidade de pensar “fora da caixa”. Numa *escape room*, esses momentos acontecem quando os jogadores compreendem um padrão ou encontram uma conexão que antes tinha passado despercebida, como uma informação que tinha aparecido e que ainda não tinha sido usada, ou uma pista que estava estrategicamente escondida e foi necessário procurar. Ao longo da *escape room* antes relatada foram sentidos vários momentos Eureka, nos quais os participantes experimentam uma adrenalina extra que os motivou e deu confiança para continuar.

Apesar de todos os membros do grupo terem procurado acompanhar a evolução dos desafios, houve alguns alunos que, pela pressão do tempo, não compreenderam alguma solução encontrada pelos colegas de grupo. Por este motivo, houve lugar a esclarecimentos após a *escape room* e alguns alunos até quiseram aprofundar os conceitos. Aqui é muito relevante o papel do professor e as sessões de *debriefing* pós-*escape room*, como sugerem as recomendações recentes (Veldkamp *et al.*, 2020), para permitir uma reflexão sobre as estratégias de resolução usadas e assegurar aprendizagens mais duradouras.

² “A sequência que abrirá a porta obtém-se ordenando o número dos problemas por ordem decrescente das soluções.”



Esta *escape room* enquadra-se ainda numa perspetiva STEAM, presente por exemplo, no desafio de cálculo do volume de uma esfera por submersão em água, ligado às propriedades físicas e químicas dos materiais da disciplina de Física e Química; na escolha de ilustrações de M. C. Escher para os quadros e puzzles do enigma de exploração das isometrias, construindo uma ponte entre a Matemática, as Artes Visuais e a Cultura; ou no uso da Tecnologia, por recurso a uma calculadora gráfica para cálculo do máximo de uma função quadrática.

No entanto, convém ressaltar que, caso não sejam bem projetadas, as *escape rooms* podem gerar frustração e ansiedade nos participantes, especialmente se os desafios propostos não estiverem alinhados com o nível de capacidades dos jogadores. Outro fator que pode impedir o sucesso da atividade é a constituição não adequada dos grupos, uma vez que a competitividade excessiva (Grande-de-Prado *et al.*, 2021) ou, por outro lado, uma exacerbada introversão, pode prejudicar o ambiente colaborativo. Os professores devem garantir o equilíbrio dos desafios e assegurar que todos os participantes se sintam incluídos e capazes de contribuir para a resolução dos problemas. Além do mais, os orientadores que acompanham os grupos durante a atividade devem apenas intervir para evitar que os participantes fiquem excessivamente frustrados, dando dicas oportunas que os levem a avançar autonomamente.

Assim, destacamos alguns elementos essenciais no bom planeamento de uma *escape room* e que promovem o estado de *flow* e os momentos Eureka, como a existência de:

- Desafios progressivos (jogos bem projetados aumentam gradativamente o nível de dificuldade, mantendo os jogadores motivados e envolvidos);
- *Feedback* imediato (a resolução correta de um desafio proporciona uma recompensa imediata, reforçando o envolvimento na experiência);
- Tempo limitado (a pressão do tempo cria uma sensação de urgência, estimula o pensamento rápido, a organização eficiente e a priorização das tarefas);
- Colaboração (trabalhar em equipa permite discutir ideias para a resolução dos desafios mais complexos e dividir tarefas para atingir o mesmo objetivo comum).

Deste modo, os participantes aprendem a lidar com novos desafios; a avaliar informações; a ajustar abordagens; a tomar decisões rápidas; bem como a abordar problemas complexos de forma estruturada e estratégica.

Em resumo, esta atividade de *escape room* não só proporciona diversão e aprendizagem da Matemática, como também desenvolve o raciocínio lógico; a resolução de problemas; o pensamento crítico; a gestão do tempo; o trabalho em equipa; a comunicação; a liderança; a criatividade e a inovação; a capacidade de adaptação e a flexibilidade. Além das competências colaborativas já mencionadas, estas atividades fortalecem aptidões de escuta ativa e de resolução de conflitos, uma vez que há envolvimento entre pares com o objetivo de completar o jogo com sucesso.

Não obstante todos os benefícios já referidos, o trabalho intensivo de planeamento, criação e implementação de uma *escape room* implica um grande esforço e tempo consumido, requer a resolução de questões logísticas; de pessoal; de financiamento; bem como a elaboração e aquisição de materiais de suporte (Rech *et al.*, 2021).



O tamanho reduzido da amostra não aleatória é uma limitação deste estudo. A aplicação da *escape room* a um público mais vasto implica múltiplos *slots* de tempo, ou replicação da atividade em diversos espaços a decorrerem em paralelo, com todas as dificuldades logísticas que tal acarreta ao nível da disponibilidade de espaços, horários, professores e de material necessário para a levar a cabo. Por estes motivos, torna-se difícil a sua aplicação a um elevado número de estudantes, a menos que aquelas condições estejam reunidas à partida pela organização do evento.

Após o sucesso desta experiência que se revelou extremamente enriquecedora a vários níveis, planeia-se repeti-la num futuro próximo, junto de outros grupos de estudantes, em circunstâncias análogas. Além disso, a estrutura desta *escape room* é facilmente adaptável a outros conteúdos ou níveis de ensino, mediante ajustes nos desafios propostos, alguns dos quais estão já previstos (Miranda, 2024).

Seria igualmente interessante analisar, num trabalho futuro, como os estudantes percebem que a participação numa *escape room* deste tipo contribui para o desenvolvimento de competências transferíveis para outros contextos académicos, sociais e profissionais.

Os resultados desta iniciativa pedagógica de cariz lúdico, que desafia os alunos a aplicar conhecimentos de Matemática, enquanto desenvolvem outras competências, corroboram as evidências (Fuentes-Cabrera *et al.*, 2020; Grande-de-Prado *et al.*, 2021; Moura, 2022; Pais *et al.*, 2023; Reche *et al.*, 2021; Vankúš, 2021) de que o recurso ao jogo, neste caso, uma *escape room*, gera motivação e aumenta o interesse dos alunos pela disciplina. Além disso, espera-se que o nível de envolvimento dos participantes conduza naturalmente a aprendizagens mais profundas.

Contribuições dos autores

Conceptualização: ASM, RL e MCC; Metodologia: ASM, RL e MCC; Software: N/A; Validação: ASM; Análise formal: ASM, RL e MCC; Investigação: ASM, RL e MCC; Recursos: ASM; Curadoria de dados: ASM; Escrita - Esboço original: ASM; Escrita - Revisão & Edição: ASM e RL; Visualização: ASM; Supervisão: RL e MCC; Gestão do projeto: N/A; Captação de financiamento: N/A.

Financiamento

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto/apoio UID/04106.

Referências

Adams, V., Burger, S., Crawford, K., & Setter, R. (2018). Can you escape? Creating an escape room to facilitate active learning. *Journal for Nurses in Professional Development*, 34(2), E1-E5. <https://doi.org/10.1097/NND.0000000000000433>



- Campos, A. M. (2021). Teoria do flow: construção de jogos para a aprendizagem da Matemática. *Anais do III Encontro de Ludicidade e Educação Matemática*, 3(1), e202102. <https://revistas.uneb.br/index.php/elem/article/view/11950>
- Christersson, C., Staaf, P., Dakovic, G., Peterbauer, H., & Zhang, T. (2019). *Promoting active learning in universities - thematic peer group report*. European University Association.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Perennial.
- Fotaris, P., & Mastoras, T. (2019). Escape rooms for learning: a systematic review. In L. Elbaek, A. V. Majgaard & S. Khalid (eds.) *Proceedings of the European Conference on Games-Based Learning*, (pp. 235–243). Dechema.
- Fuentes-Cabrera, A., Gonzalez, M. P., López-Belmonte, J., & Robles, A. S. (2020). Learning with emerging methodologies – the escape room as a case study. *Mathematics*, 8(9), 1586. <https://doi.org/10.3390/math8091586>
- Grande-de-Prado, M.; García-Martín, S.; Baelo, R. & Abella-García, V. (2021) Edu-escape rooms. *Encyclopedia*, 1: 12–19. <https://dx.doi.org/10.3390/encyclopedia1010004>
- Kiili, K., Freitas, S., Arnab, S. & Lainema, T. (2012). The design principles for flow experience in educational games, *Procedia Computer Science*, 15: 78-91. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.060>
- Martins, G. O. (Coord.) (2017). Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória, Ministério da Educação/ Direção Geral da Educação
- Miranda, A. S. (2024). Desenvolvimento de competências por meio da Matemática de cariz lúdico – o uso de uma *escape room*. [Dissertação de Mestrado], Universidade de Aveiro.
- Moura, A. (2022). O escape room como recurso educativo. In A. A. Carvalho (Org.) *Metodologias Ativas e Tecnologias Educacionais Digitais* (pp. 43–50). FAPEMA
- Nicholson, S. (2015). Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities [White paper]. <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- OCDE. (2018). The future of education and skills: Education 2030. The future we want. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/position-paper/PositionPaper.pdf>
- Pais, S., Sousa, A. & Pires, A. (2023). Using na escape room activity to enhance the motivation of undergraduate life science students in mathematics classes: a case study. In T. Spil, G. Bruinsma and L. Collou (Eds.) *Proceedings of the European Conference on Games-Based Learning* (pp. 490–496). <https://doi.org/10.34190/ecgbl.17.1.1431>
- Rech, J., Jakopovic, P., Seidl, H., Lawson, G., & Pugh, R. (2021). Math escape rooms: a novel approach for engaging learners in math circles. *Journal of Math Circles*, 2 (1), 84-110. <https://digitalcommons.cwu.edu/mathcirclesjournal/vol2/iss1/4>
- Rooney, P. & Whitton, N. (Eds.). (2016). *Game-based Learning and the Power of Play: Exploring Evidence Challenges and Future Directions*. Cambridge Scholars Publishing.
- Santos, B. (s.d.). As 7 competências mais valorizadas pelas empresas. <https://www.alento.pt/noticias/As-7-Competencias-mais-Valorizadas-pelas-Empresas>
- Vankúš, P. (2021). Influence of game-based learning in Mathematics education on students' affective domain: a systematic review. *Mathematics*, 9(9), 986. <https://doi.org/10.3390/math9090986>
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M.-C. & van de Joolingen, W. (2020) Escape Education: a systematic review on escape rooms in Education, *Educational Research Review* 31. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>.
- World Economic Forum (2023). *The Future of Jobs Reports 2023: insight report*, Cologny/Geneva, Switzerland. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/>