

Você escapou! O que você aprendeu durante o jogo?

Alice Veldkamp¹  | Johanna Rebecca Niese² |
Martijn Heuvelmans³ | Marie-Christine P. J. Knippels¹  |
Wouter R. van Joolingen¹ 

¹ Instituto Freudenthal, Universidade de Utrecht, Utrecht, Holanda

² RIVM, Bilthoven, Países Baixos

³ Liemers College, Didam, Holanda

Correspondência

Alice Veldkamp, Instituto Freudenthal, Universidade de Utrecht, Princetonplein 5, 3584 CC, Utrecht, Holanda.

E-mail: maila.veldkamp@uu.nl

Informações sobre financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos

Resumo

Este estudo investiga a influência dos elementos de design de jogos educacionais - *imersão*, *colaboração* e *debriefing* - na promoção do aprendizado com salas de fuga educacionais. Baseamos o design da sala de fuga em uma estrutura de design de jogos educacionais que alinha o objetivo de aprendizagem e o objetivo do jogo, ou seja, escapar da sala. Cento e vinte e seis alunos, com idades entre 16 e 20 anos, jogaram a sala de fuga. As medidas de aprendizado foram os pré e pós-testes. A experiência do jogo foi medida por meio de questionários, observações em sala de aula e entrevistas com alunos e professores. Os resultados mostraram um ganho de conhecimento entre o pré e o pós-teste. A análise correlacional mostrou que todos os três elementos de design contribuíram para que os alunos apreciassem a sala de fuga, enquanto apenas a imersão contribuiu diretamente para o ganho de conhecimento. Com base nos dados qualitativos, parece que as caixas de escape usadas contribuíram mais para a imersão percebida. A imersão ajuda os alunos a se concentrarem uns nos outros e nas tarefas. Além disso, uma narrativa com funções distintas para cada aluno ajudou a evocar a imersão. Inesperadamente, esses

Este é um artigo de acesso aberto sob os termos da Licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/), que permite o uso e a distribuição em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado, o uso não seja comercial e não sejam feitas modificações ou adaptações.

© 2022 The Authors. *British Journal of Educational Technology* publicado por John Wiley & Sons Ltd em nome da British Educational Research Association

As funções também facilitaram a colaboração, exceto para os alunos da escola que se envolveram em uma pedagogia de aprendizagem colaborativa. O estudo confirma a usabilidade da estrutura para projetos de jogos, com base em teorias para o projeto de jogos educacionais físicos e híbridos.

KEYWORDS

aprendizagem colaborativa, escape rooms, aprendizagem baseada em jogos, espaços de aprendizagem híbridos, aprendizagem baseada em problemas, ensino médio, envolvimento do aluno

INTRODUÇÃO

A aprendizagem baseada em jogos, na qual os jogos são usados para motivar os alunos e promover seus conhecimentos e habilidades de conteúdo, está sujeita a um número crescente de pesquisas e estudos de revisão (Backlund & Hendrix, 2013; Baptista & Oliveira, 2019; De Freitas, 2018). Nesse contexto, a adaptação do popular jogo recreativo "escape room" pelos professores é um fenômeno mundial e espontâneo na educação (Veldkamp, Knippels, et al., 2021). Os quebra-cabeças com restrições de tempo e baseados em problemas exigem participantes ativos e colaborativos, o que torna a sala de fuga um ambiente interessante para os professores (Nicholson, 2018). O ensino de conhecimentos e habilidades de conteúdo em contextos autênticos é especialmente atraente para professores Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Tanto os alunos quanto os professores percebem que, ao participarem de escape rooms, os alunos estão mais engajados, ativos e aprendem mais em comparação com as aulas regulares (Cain, 2019; Clauson et al., 2019).

Embora professores e alunos estejam, em geral, entusiasmados com a implementação de escape rooms na educação, os resultados sobre o conhecimento do conteúdo adquirido são decepcionantes (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020). Como as atuais salas de escape educacionais são, em sua maioria, imitações de salas de escape recreativas e não se baseiam em teorias educacionais ou de jogos, há espaço para melhorias. Neste estudo, foi avaliada uma sala de fuga desenvolvida com uma abordagem baseada em design e uma estrutura fundamentada em teorias sobre aprendizagem baseada em jogos e design de jogos persuasivos. Este estudo tem como objetivo explorar a importância dos elementos de design de jogos educacionais: imersão, colaboração, debriefing e promoção da aprendizagem em uma sala de fuga híbrida para STEM.

Escape rooms na educação

As salas de escape estão ganhando popularidade como ambientes de aprendizagem em todos os níveis de ensino e para vários fins educacionais (Fotaris & Mastoras, 2019; Sanchez & Plumettaz-Sieber, 2019). Incorporadas ao currículo do curso, as salas de escape são projetadas para explorar um ambiente de aprendizagem ativo, que supostamente aumenta a motivação e/ou o engajamento dos alunos e as habilidades e conhecimentos específicos do domínio, ao mesmo tempo em que promove o trabalho em equipe e as habilidades de comunicação (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020).

Semelhante às escape rooms recreativas, as escape rooms educacionais combinam atividades práticas e mentais incorporadas em uma missão a ser resolvida com uma equipe em um tempo limitado (Nicholson, 2015). Na educação, cada uma das características das salas de fuga não é única por si. Entretanto, a combinação parece única e atraente para os professores, pois eles querem

Observações do profissional

O que já se sabe sobre esse tópico

- A sala de fuga como um ambiente de aprendizagem atrai professores de diferentes disciplinas, idades, gêneros e experiências de ensino.
- Os professores implementam salas de escape para criar espaços de aprendizagem ativos (híbridos), nos quais os alunos precisam de uma combinação de conhecimentos e habilidades para resolver as atividades baseadas nas disciplinas.
- Alunos e professores percebem que, ao participarem de salas de escape, os alunos ficam mais envolvidos, ativos e aprendem mais do que nas aulas regulares. A suposição é que as salas de escape apoiam a colaboração e automaticamente o aprendizado colaborativo.
- Estudos de revisão sobre escape rooms educacionais mostram que uma avaliação sistemática geralmente não existe, é contestável ou não indica ganho de conhecimento.
- Os professores projetam suas salas de fuga educacionais com base em jogos de fuga digitais e/ou em sua experiência como jogadores de salas de fuga.
- Para jogos educacionais *digitais*, são pesquisados aspectos importantes de design de jogos.
- Os três principais desafios na criação de jogos educacionais são (1) a transição dos participantes do mundo real para o mundo do jogo, (2) o alinhamento dos aspectos do design do jogo com os aspectos educacionais e (3) a transferência das experiências e dos conhecimentos adquiridos de volta para o mundo real.

O que este documento acrescenta

- Este documento avalia uma estrutura de design de jogos educacionais para salas de fuga, concentrando-se nos principais desafios mencionados acima no design de jogos educacionais.
- Ele investiga a influência dos elementos de design de jogos educacionais - *imersão*, *colaboração* e *debriefing* - na promoção do aprendizado com uma sala de aula de capa educacional híbrida.
- Ele informa que todos os três elementos de design contribuíram para que os alunos apreciassem a sala de fuga, enquanto apenas a imersão contribuiu diretamente para o ganho de conhecimento.
- As caixas de escape híbridas usadas contribuíram mais para a imersão, fazendo com que os alunos se concentrassem uns nos outros e nas tarefas.
- A colaboração dos alunos foi promovida com sucesso. No entanto, isso quase não levou à aprendizagem colaborativa *durante* o jogo, devido à falta de discussão e reflexão necessárias para uma compreensão mais profunda.

Implicações para a prática e/ou política

- A estrutura do jogo de fuga educacional ajudaria os educadores a criar jogos imersivos, que não apenas confrontam os alunos com contextos significativos, mas também proporcionam ganhos de aprendizado.
- A estrutura do jogo de fuga educacional ajudaria os pesquisadores a se concentrarem em aspectos importantes e difíceis de projetar e implementar salas de fuga educacionais para desenvolver e pesquisar salas de fuga mais eficazes.
- Nas diretrizes sobre a criação de *imersão* em jogos de fuga educacionais, falta a noção de objetos físicos. Nessa sala de fuga híbrida, os objetos físicos, como as caixas de fuga, foram os mais poderosos na criação de imersão. Além disso, o uso de design de som em jogos de fuga em salas de aula parece superestimado.
- Percebe-se que é necessário fazer um debate após o jogo para discutir mal-entendidos comuns, fazer conexões entre os tópicos em vários quebra-cabeças e adicionar mais conteúdo para interessar os alunos com alto desempenho.

para criar ambientes autênticos com atividades significativas e espaço para o fracasso de seus alunos (López-Pernas et al., 2019).

Os alunos de ciências do ensino médio apreciam a diversidade dos quebra-cabeças, sua natureza de resolução de problemas e descoberta, e a necessidade de atributos físicos e colaboração (Peleg et al., 2019; Vörös & Sárközi, 2017). Essas são características das brincadeiras exploratórias e baseadas em problemas. Para atrair tanto meninas quanto meninos para o conteúdo e as habilidades científicas subjacentes, são necessários os dois tipos de brincadeiras (Kinzie & Joseph, 2008). Quando testado quanto ao viés de gênero, não foi detectado nenhum viés de gênero em nenhuma das perguntas que abordavam a atividade da sala de fuga (López-Pernas et al., 2019).

Nas salas de escape educacionais, os alunos são engajados cognitivamente, comportamentalmente e afetivamente (Hermanns et al., 2017; Veldkamp, Knippels, et al., 2021). Um meta-estudo sobre engajamento na educação mostrou que o engajamento influencia positivamente o desempenho acadêmico. O engajamento cognitivo está relacionado a um nível profundo de compreensão do conteúdo. O engajamento comportamental está associado ao desenvolvimento de habilidades básicas e evita a evasão escolar. O envolvimento afetivo abrange emoções positivas e negativas e influencia a disposição para o trabalho (Fredricks et al., 2004). Nenhum dos estudos revisados incluiu uma intervenção que evocasse todos esses aspectos do envolvimento, ao contrário das escape rooms.

A sala de fuga como um ambiente de aprendizagem atrai professores de diferentes idades, gêneros e experiências de ensino (Veldkamp, Knippels, et al., 2021). A atração para os professores de STEM parece ser o ensino de conhecimentos e habilidades de conteúdo em contextos autênticos, como cenas de crimes (Ferreiro-González et al., 2019; Healy, 2019), laboratórios seguros (Peleg et al., 2019; Vergne et al., 2019; Watermeier & Salzameda, 2019), redes de computadores (Borrego et al., 2017; Ho, 2018) ou alunos seguindo os passos históricos de um cientista durante sua descoberta e suas consequências no tempo (Dietrich, 2018). Nas salas de escape médicas, as habilidades necessárias de colaboração e comunicação fazem parte das habilidades profissionais dos alunos. O estudo de Seto (2018) mostrou que era viável avaliar as habilidades de colaboração e refletir sobre elas posteriormente com os alunos. Com relação ao conhecimento do conteúdo, estudos de revisão sobre escape rooms educacionais mostram que a avaliação geralmente está ausente, é discutível ou não indica nenhum ganho (Fotaris & Mastoras, 2019; Veldkamp, van de Grint, et al., 2020). A discrepância entre a aprendizagem percebida e a aprendizagem real do conhecimento do conteúdo está alinhada com outras descobertas em estudos pioneiros sobre jogos educativos (Garris et al., 2002), trabalho prático (Abrahams & Millar, 2008) e instrução científica baseada em investigação (Minner et al., 2010). Esses e outros estudos semelhantes mostraram que as intervenções pareciam não ser eficazes sem a vinculação ativa do conhecimento durante a intervenção ou a reflexão posterior. Uma reflexão plenária ou debriefing, após o jogo, é implementada em 40% de todas as salas de escape educacionais (Fotaris & Mastoras, 2019) e na metade das salas físicas (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020).

Uma tendência atual nas salas de escape educacionais é ampliar o jogo com o uso de tecnologia para jogar com toda uma turma ou curso ao mesmo tempo (Blankenship et al., 2021; Shvalb & Harshoshanim, 2020; Strippel et al., 2021). A tecnologia é implementada principalmente para estruturar o jogo, validar respostas (Ross, 2019), fornecer dicas predefinidas (Veldkamp, Daemen, et al., 2020) e/ou imergir os alunos em contextos do mundo exterior, que estão fora de alcance ou são potencialmente perigosos (Cheng & Annetta, 2012; Janonis et al., 2020).

Fundamentação teórica das salas de escape educacionais

Os professores desenvolvem escape rooms com base em suas experiências com escape rooms recreativas e/ou videogames de escape e/ou referem-se, em suas decisões de design de jogos, a princípios pedagógicos ou de jogos, como autonomia e imersão (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020). Devido às propriedades de jogo das salas de escape, podemos recorrer a teorias de jogos educativos. O potencial da aprendizagem baseada em jogos no ensino de ciências é trazer ambientes autênticos relacionados à ciência para a sala de aula, promover problemas colaborativos e criar um ambiente de aprendizado mais seguro.

resolver problemas e proporcionar um ambiente de aprendizado eficaz, de acordo com a análise de Li e Tsai (2013). Por , Cheng e Annetta desenvolveram um jogo para permitir que os alunos "experimentassem" os efeitos das drogas em um ambiente virtual autêntico. O conhecimento dos alunos melhorou e sua atitude em relação às drogas mudou (2012). No design do jogo, parece importante integrar o aprender e o jogar, sem perder o que é agradável nos jogos (Ke, 2016; Vandercruysse & Elen, 2017): simulações, dramatização, humor, surpresa, quebra-cabeças, narração de histórias e mistério (Whitton, 2018). Aconselha-se a consistência no contexto do jogo (hora e local), o caráter dos jogadores, as atividades, as ferramentas e os adereços. Isso evita a dissonância cognitiva, promove a imersão e, portanto, o envolvimento dos jogadores (Nicholson, 2016).

Os aspectos essenciais dos jogos educacionais para o engajamento e a aprendizagem são a identidade e o papel dos jogadores durante a jogabilidade, a imersão, a experiência orientada para a descoberta, a interatividade (incluindo colaboração, autonomia e propriedade), a progressão e o aumento da complexidade, a aprendizagem de andaimes (incluindo repetição, feedback, recompensas e debriefing) e o alinhamento com o currículo (Annetta, 2010; Ávila-Pesántez et al., 2017; Ke, 2016; Lameris et al., 2017). Uma revisão mostrou que, embora a maioria das pesquisas sobre GBL esteja relacionada a jogos digitais, as salas de escape educacionais físicas ou híbridas podem abordar os aspectos mencionados acima (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020).

As revisões de GBL enfatizam a compreensão das relações entre os aspectos educacionais e de design de jogos para o engajamento (Connolly et al., 2012; Jabbar & Felicia, 2015) e a aprendizagem (Ke, 2016; Van der Linden et al., 2019). Um estudo de revisão sobre práticas comuns em escape rooms educacionais com relação a aspectos específicos de design educacional e de jogos chega às mesmas conclusões (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020). Uma estrutura de design educacional foi usada para entender os dados sobre as práticas sintetizadas nas salas de escape educacionais; veja a Figura 1.

A estrutura aborda os diferentes alinhamentos necessários em um jogo educacional bem-sucedido. Van der Linden et al. (2019) enfatizaram que o objetivo de aprendizagem deve ser o principal no design de um jogo educacional, e é preciso garantir que o objetivo do jogo só possa ser alcançado quando o objetivo de aprendizagem desejado for alcançado. Além disso, uma meta de aprendizado só pode ser alcançada quando apoiada por uma abordagem pedagógica adequada e a meta do jogo por uma mecânica de jogo adequada. Além disso, durante as iterações do processo de design, o foco deve estar no alinhamento da abordagem pedagógica com a mecânica do jogo, pois essa parece ser a etapa mais essencial e difícil.

Aplicando isso, por exemplo, a salas de fuga médicas, o alinhamento é forte, pois o objetivo do jogo e o objetivo de aprendizagem incluem resgatar pacientes definindo os diagnósticos corretos e administrando as intervenções corretas (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020). Menos alinhados estão os objetivos de habilidades matemáticas e de desbloqueio de algemas, já que é possível tentar a força bruta ao correr

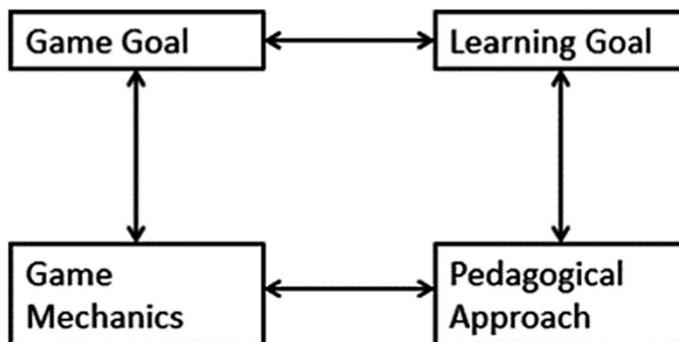


FIGURE 1 Estrutura de design ork on alignment between game goal, learning goal, pedagogical approach and game mechanics (Van der Linden et al., 2019)

fora do tempo. Além disso, concluiu-se que a pedagogia, como a aprendizagem colaborativa, não se alinha com a mecânica do jogo, como a organização sequencial de quebra-cabeças em combinação com um tamanho de equipe de seis ou mais pessoas. Os alunos foram mais ativos e colaborativos quando a organização do quebra-cabeça usada criou uma interdependência social positiva.

Para o design de escape rooms educacionais, os modelos disponíveis incluem procedimentos passo a passo (Botturi & Babazadeh, 2020; Clarke et al., 2017; Eukel & Morrell, 2021; Guigon et al., 2018). No entanto, os desafios de design para jogos educacionais não são considerados. Veldkamp, Merx, et al. (2021) descreveram em uma estrutura os três desafios que informam o design de uma sala de escape educacional. Além de alinhar os aspectos educacionais e do jogo, os desafios são a transição dos participantes do mundo real para o mundo do jogo e a transferência de experiências e conhecimentos obtidos no mundo do jogo de volta para o mundo real. Esses dois desafios são abordados por Visch e colegas (2013) em seu modelo de jogo persuasivo. A teoria dos jogos persuasivos presume que as crenças, atitudes e comportamentos dos participantes no mundo real podem ser transformados por um jogo. O mundo agradável e imersivo do jogo pode persuadir e ajudar os jogadores a se comportarem de maneiras que eles consideram difíceis ou inseguras no mundo real. As crenças, atitudes e/ou comportamentos adquiridos podem então ser aplicados no mundo real; o objetivo final dos jogos persuasivos (Jacobs et al., 2017). No entanto, uma transferência explícita para o mundo real é necessária e frequentemente negligenciada no design de jogos (Visch et al., 2013). Diferentemente da estrutura de Van der Linden, esse modelo não se concentra na jogabilidade como tal, mas descreve a transição dos participantes do mundo real para o mundo do jogo e vice-versa. Portanto, as estruturas combinadas abrangem todos os três desafios de design em uma estrutura para escape rooms educacionais; veja a Figura 2.

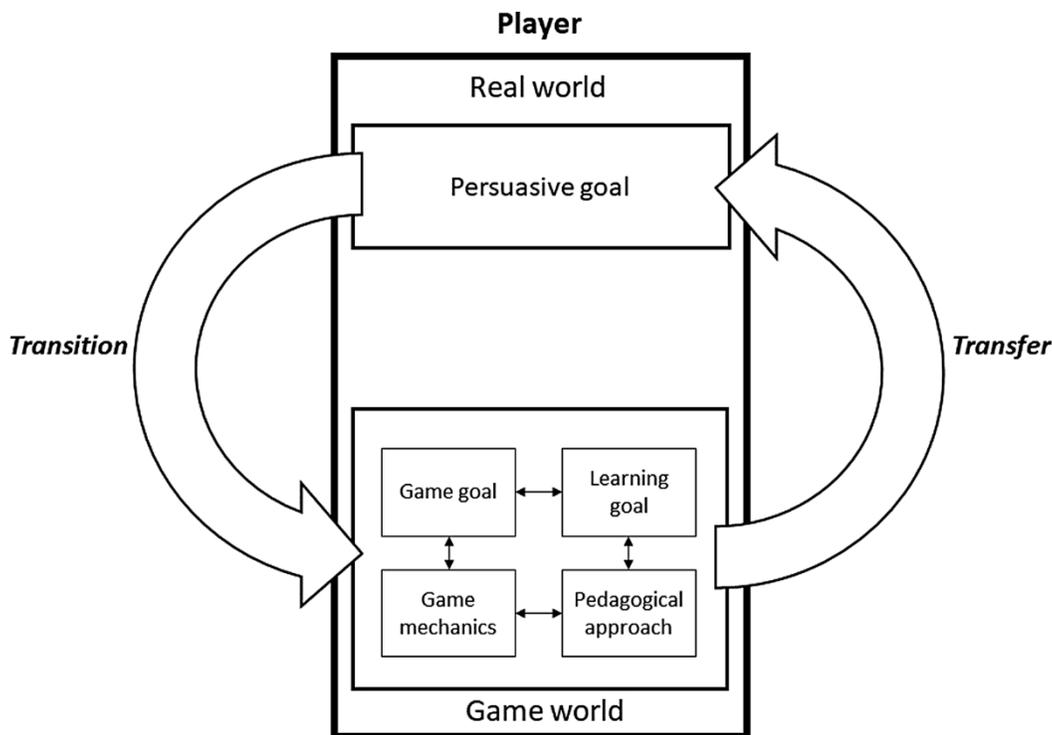


FIGURA 2 Uma estrutura educacional de design de jogos para salas de escape, com foco nos três principais desafios (1) a transição dos participantes do mundo real para o mundo do jogo, (2) o alinhamento dos aspectos de design do jogo e dos aspectos educacionais e (3) a transferência das experiências e dos conhecimentos adquiridos de volta para o mundo real (Veldkamp, Merx, et al., 2021)

No ensino médio, o trânsito dos alunos da aula de ciências para o mundo do jogo não é tão voluntário quanto em um jogo recreativo. Para persuadir os alunos, a imersão é importante. A imersão é o processo em que alguém é atraído para uma história ou problema (Douglas & Hargadon, 2001), se resolve desafios e termina o jogo (Hamari et al., 2016). A imersão está correlacionada com melhores resultados de aprendizagem na ciência GBL. No entanto, uma maior imersão no jogo leva apenas a pontuações mais altas no jogo, mas não a resultados de aprendizagem mais altos (Cheng et al., 2015). Ermí e Mayra (2005) distinguem a imersão sensorial, a imersão baseada em desafios e a imersão imaginativa. A imersão sensorial implica as propriedades audiovisuais de um jogo, a extensão em que os recursos de superfície de um jogo têm um impacto perceptual sobre o jogador. A imersão baseada em desafios implica a imersão nos aspectos cognitivos e motores do jogo que são necessários para enfrentar os desafios apresentados. Por fim, a imersão imaginativa refere-se à imersão no mundo imaginário criado pelo jogo e depende da riqueza da estrutura narrativa do jogo. Entretanto, em uma sala de aula, as possibilidades de cenários e adereços, que são importantes para a imersão, são limitadas. Então, quais elementos de design imersivo são essenciais para atrair os alunos para as tarefas de jogos STEM?

As salas de escape STEM têm como objetivo a aprendizagem colaborativa. Em ambientes de aprendizagem colaborativa, os alunos estão engajados, trabalhando juntos para formular perguntas, discutir ideias, explorar soluções, concluir tarefas e refletir sobre elas (Kozlov & Große, 2016; Srinivas, 2011). Os alunos interagem para atingir uma meta compartilhada (Dillenbourg, 1999). O ambiente precisa oferecer aos alunos a oportunidade de discutir e assumir a responsabilidade por sua aprendizagem e participação (Laal & Laal, 2012; Yücel & Usluel, 2016). Nas salas de escape STEM, a aprendizagem colaborativa é promovida com mecânicas de jogos de apoio que promovem a colaboração, como organizações adequadas de quebra-cabeças e tamanhos de equipes (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020). No entanto, não se sabe até que ponto a aprendizagem colaborativa é promovida durante o jogo de escape room.

Para melhorar a transferência do conhecimento e das habilidades adquiridas do mundo do jogo para o mundo real, é necessário um debriefing (Sanchez & Plumettaz-Sieber, 2019; Watson et al., 2011). Watson et al. (2011) veem os professores como agentes que fazem a ponte entre o mundo do jogo e o mundo real. O debriefing após um jogo educacional é um processo complexo, pois a experiência e o conhecimento precisam ser descontextualizados e institucionalizados para contextos futuros. Portanto, os professores discutem a experiência do jogo e os quebra-cabeças, vinculando os quebra-cabeças aos objetivos e conteúdos de aprendizagem e discutindo a aprendizagem para uma aplicação mais ampla (Sanchez & Plumettaz-Sieber, 2019).

Uma revisão sistemática sobre salas de escape na educação STEM recomenda pesquisar quais elementos do jogo influenciam exatamente o aprendizado de ciências dos alunos de forma positiva (Lathwesen & Belova, 2021). Em nosso estudo, pesquisamos até que ponto os elementos do jogo, imersão, colaboração e debriefing, promovem o aprendizado em salas de escape educacionais. Esses elementos do jogo abordam os principais desafios no projeto de salas de fuga eficazes; veja a Figura 3. Assim, para uma atividade de escape room no ensino de ciências do ensino médio, foi explorada a seguinte questão de pesquisa: como a imersão, a colaboração e o debriefing contribuem para a apreciação e o aprendizado com uma escape room?

MÉTODO

Projeto do estudo e coleta de dados

Foi realizado um estudo de método misto. A atividade foi realizada nas duas primeiras escolas secundárias holandesas, reagindo a um anúncio em um boletim informativo. As seis turmas tinham um total de 126 alunos de nível pré-A da 10^a à 12^a série, com idades entre 16 e 20 anos. Para determinar se o aprendizado realmente ocorreu, foi implantado um pré-teste/pós-teste. O teste de pré-conhecimento foi administrado imediatamente antes de os alunos jogarem o jogo de fuga, e o teste de pós-conhecimento foi administrado após o debriefing.

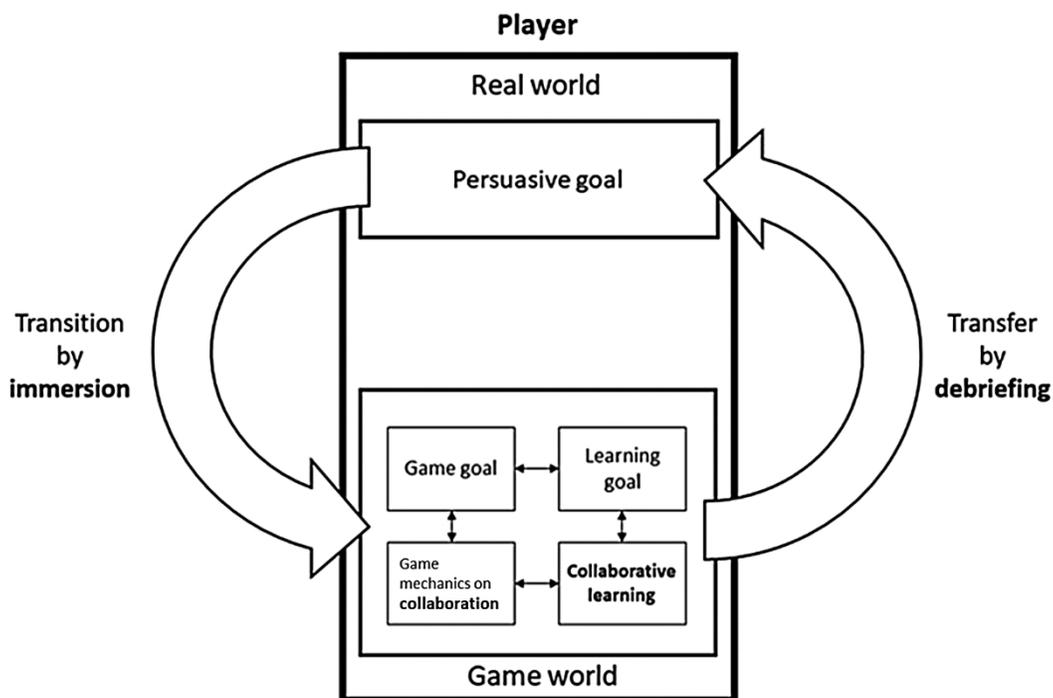


FIGURE 3 A educação al game design framework for escape rooms aspectos educacionais, destacando em negrito os focos de pesquisa (adaptado de Veldkamp, Merx, et al., 2021)

TABLE 1 As várias fontes de dados e números

Fonte de dados	Número de mulheres, homens, outros
Alunos - pré-teste/pós-teste	126 68, 57, 1
Questionário sobre a experiência dos alunos	126 68, 57, 1
Entrevistas com estudantes	14
Professores - entrevistas	5
Observações em sala de aula	6

Para estudar como os elementos de design do jogo, imersão, colaboração e debriefing, influenciam o aprendizado em uma sala de fuga física, foram usadas várias fontes de dados: questionários de experiência, entrevistas com alunos e professores e observações em sala de aula (consulte a Tabela 1).

As declarações para o questionário de experiência foram adotadas ou adaptadas de outros estudos ou desenvolvidas pelos autores (consulte o Apêndice B, Tabela B1). Foi usada uma escala Likert de 5 pontos, variando de "discordo totalmente" a "concordo totalmente". Os pré-testes/pós-testes, o questionário de experiência e as perguntas da entrevista (consulte os Apêndices A a C) foram pré-testados em dois alunos usando um protocolo de think-aloud (Jääskeläinen, 2010). Consequentemente, algumas perguntas do questionário de experiência foram reformuladas.

Antes do início da aula, o pesquisador escolheu aleatoriamente uma das cinco caixas de fuga para observar. Durante o jogo, todos os alunos que estavam ao redor da caixa foram observados uma vez por minuto, usando um esquema de codificação predefinido (consulte a Tabela 4). Outro pesquisador desempenhou a função de mestre do jogo (GM), monitorando e orientando as equipes que ficaram presas devido a dificuldades técnicas ou cognitivas. O professor não tinha uma função descrita e observava todas as equipes

informalmente. Para as entrevistas semiestruturadas, foi usada uma estratégia de amostragem não aleatória, uma vez que os professores e os alunos participaram voluntariamente. Em cada classe, os alunos foram entrevistados em pequenos grupos, com um total de quatorze alunos.

Análise de dados

As respostas dadas pelos alunos nos testes de pré-conhecimento e pós-conhecimento foram classificadas: um ponto para cada pergunta respondida corretamente e zero ponto para cada resposta incorreta ou "não sei". Para determinar a confiabilidade do teste de pré-conhecimento e pós-conhecimento, o alfa de Cronbach calculado foi, respectivamente, 0,78 e 0,72. Sem a pergunta T13 (consulte o Apêndice A), que não mostrou correlação com outras perguntas, o alfa de Cronbach do teste de pós-conhecimento aumentou para 0,74. Um teste de classificação assinada de Wilcoxon foi usado para determinar se o conhecimento de conteúdo dos alunos havia aumentado na média do teste.

No questionário de experiência, 18 dos 21 itens abordaram os elementos de design, com um alfa de Cronbach de 0,81. Os dados foram analisados por meio de estatísticas descritivas e do teste de correlação de postos de Spearman. Nas observações de sala de aula, foram usadas estatísticas descritivas.

Todas as entrevistas foram gravadas, transcritas literalmente e analisadas independentemente por dois pesquisadores, seguindo Boeije (2010), usando imersão, colaboração, aprendizagem colaborativa, debriefing e resultados da aprendizagem como conceitos de sensibilização no NVivo 12. Para as entrevistas dos alunos, o teste de confiabilidade entre avaliadores mostrou 96,6% de concordância para as entrevistas dos alunos, com um kappa de Cohen para os elementos imersão de 0,92, colaboração de 0,90 e debriefing de 0,94. Para as entrevistas dos professores, o teste de confiabilidade entre avaliadores mostrou 98,6% de concordância, com kappa de Cohen para imersão de 0,80, colaboração de 0,67, aprendizagem colaborativa de 0,89 e debriefing de 0,91.

Descrição do projeto e da narrativa da caixa de fuga

As metas de aprendizado abordaram a imunologia para a 11ª série, envolvendo conceitos e mecanismos de imunização, células B e T, antibióticos e as diferenças entre bactérias e vírus. Os objetivos extracurriculares abrangeram o conhecimento da abordagem One Health, que reconhece que a saúde das pessoas e dos animais está interconectada e que é necessária uma abordagem multidisciplinar para combater as zoonoses, como a febre Q.

A atividade da sala de fuga foi desenvolvida do zero em três ciclos de design usando a pesquisa baseada em design (Bakker, 2018). As caixas de fuga resultantes foram criadas em conjunto com os alunos, que estavam próximos do mundo real e do mundo do jogo do grupo-alvo (Veldkamp, Daemen, et al., 2020).

A caixa de fuga tem frentes que podem ser trocadas; veja a Figura 4. Um educador pode escolher seis das oito frentes disponíveis para compilar uma nova configuração de jogo. As frentes oferecem várias ferramentas, como uma tela de laptop, uma placa magnética, botões ligados a um sistema de microcontrolador incorporado (microchip) e escotilhas com fechaduras. Os quebra-cabeças colocados em cada lado das frentes colocam os jogadores frente a frente e os estimulam a colaborar. A opção de storyboard no Microsoft PowerPoint foi usada para estruturar o jogo, apoiar a narrativa e fornecer clipes de filmes autênticos. Além disso, ela revelou dicas predefinidas para as equipes que estavam atrasadas e as equipes puderam continuar o jogo enquanto as outras terminavam.

O enredo cobre a ascensão e a queda de uma epidemia de febre Q em cabras causada pela bactéria *Coxiella burnetii*. O personagem principal é uma bactéria animada. Os noticiários encenados com material autêntico de uma epidemia de febre Q na Holanda (2007-2011) informam a equipe sobre a epidemia e seu curso como resultado das ações da equipe. Na equipe "multidisciplinar", os alunos usam roupas de acordo com sua função exclusiva na narrativa, como um gado

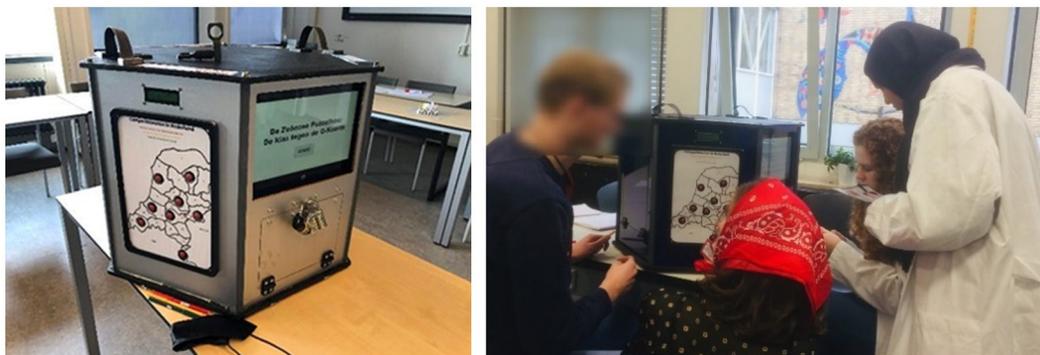


FIGURA 4 (a) A caixa de escape apresenta, na parte frontal esquerda, botões vinculados a um microchip incorporado e uma tela LCD para a pergunta e o feedback. A parte frontal direita mostra a tela do laptop com um PowerPoint interativo. (b) Alunos vestidos de acordo com seu papel, jogando o jogo

fazendeiro, veterinário, clínico geral, governo ou civil; veja a [Figura 4b](#). O jogo começou em plenário, apresentando as regras do jogo e um noticiário introduzindo a epidemia com os alunos como uma equipe de resgate multidisciplinar. O jogo terminou quando os alunos atingiram o objetivo do jogo ou após 45 minutos.

Enfrentando os três desafios de design

1. Alinhamento de objetivos, mecânica de jogo e pedagogia: O objetivo do jogo é a derrota da epidemia pela equipe multidisciplinar. Para atingir esse objetivo do jogo, o conhecimento sobre imunologia precisa ser aplicado a quebra-cabeças que apoiem o objetivo do jogo e cubram os objetivos de aprendizagem (para obter mais detalhes, consulte o [Apêndice D](#)). Laal e Laal (2012) pesquisaram os elementos fundamentais da aprendizagem colaborativa: interdependência positiva, interação face a face, responsabilidade individual, habilidades sociais e processamento em grupo. A dependência social necessária é reforçada pela mecânica do jogo, como a restrição de tempo, a dependência de recursos, pois algumas informações estão relacionadas a uma função específica, e a organização dos quebra-cabeças, pois em algumas fases vários quebra-cabeças precisam ser resolvidos ao mesmo tempo (consulte o [Apêndice E](#)).
2. Para a transição para o mundo do jogo, foram implementados os seguintes elementos imersivos: uma narrativa com um apelo à ação para os alunos em papéis distintos, roupas apropriadas, material de vídeo autêntico e um design de som. A caixa de fuga foi projetada para estimular os alunos a se reunirem e, conseqüentemente, se distraírem menos com o ambiente ao seu redor.
3. Para melhorar a transferência de aprendizado do mundo do jogo para o mundo real, foi assinado um debriefing com base na pesquisa de Sanchez e Plumettaz-Sieber sobre debriefing em salas de fuga educacionais (2019). Os professores orientaram os debriefs, pois podiam vincular os tópicos a lições anteriores e futuras e conheciam melhor seus alunos.

RESULTADOS

Apreciação da atividade

A primeira etapa de uma pesquisa sobre a contribuição dos elementos de design de jogos implementados no aprendizado com uma sala de fuga foi determinar se o aprendizado realmente .

As médias das pontuações do pré-teste/pós-teste são $M_{\text{pré}} = 7,8$, $SD = 3,5$; $M_{\text{pós}} = 15,0$ (14,95), $SD = 2,8$ mostraram um aumento significativo nas pontuações (Wilcoxon's $Z = -9,8$, $p < 0,0001$). No questionário de experiência, os alunos responderam positivamente à pergunta sobre a apreciação do jogo (Q1), em média 4,5 de uma escala Likert de 5 pontos. A pergunta sobre futuras salas de escape (Q2) teve média de 4,3. Análises adicionais (teste U de Mann-Whitney) não mostraram preferências gerais.

Resultados sobre a contribuição dos elementos de design educacional para apreciação e o aprendizado com uma sala de fuga

Para estudar a influência da imersão percebida, da colaboração e do debriefing no aprendizado dos alunos com uma atividade de escape room, foram realizados um questionário de experiência, observações em sala de aula, entrevistas com alunos e entrevistas com professores (consulte a Tabela 1).

A Tabela 2 mostra os resultados do questionário de experiência. As médias altas (3,9 5) para os itens sobre imersão e colaboração indicam que os alunos se sentiram muito imersos e perceberam que trabalharam muito bem juntos. A média para os itens de debriefing é um pouco menor (3,7 de 5).

Como os dados não foram distribuídos normalmente usando o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, foram usados testes não paramétricos. Os coeficientes de correlação da classificação de Spearman mostraram que os alunos que experimentaram forte imersão também experimentaram forte colaboração e

TA B L E 2 Estatísticas descritivas para os itens de imersão, colaboração e debriefing percebidos nos questionários de experiência

Categoria	Média	SD	Modo
<i>Imersão</i>	3.9	0.5	
T3	3.42	1.00	4
T4	3.66	0.99	4
T5	4.17	0.92	5
T6	4.28	1.12	5
T7	4.40	0.84	5
T8	3.48	1.03	4
T9	4.14	1.02	5
<i>Colaboração</i>	3.9	0.6	
T10	4.50	0.71	5
T11	4.35	0.92	5
T12	4.50	0.78	5
T13	3.87	1.00	4
T14	2.98	1.43	3
T15	3.33	1.05	4
<i>Debriefing</i>	3.7	0.7	
T16	3.70	0.98	4
T18	3.29	1.17	3
T19	3.92	1.01	4
T20	3.76	1.03	4
T21	3.66	0.96	4

Abreviações: Q, pergunta; DP, desvio padrão.

TABLE 3 Os coeficientes de correlação de Spearman sobre as relações entre a apreciação da atividade pelos alunos (Q1), sua disposição para esse tipo de atividade no futuro (Q2), suas experiências de imersão, colaboração, debriefing e seu ganho de conhecimento

Futuro	0.650**				
Imersão	0.457**	0.459**			
Colaboração	0.424**	0.506**	0.348**		
Debriefing	0.480**	0.402**	0.487**	0.337**	
Ganho de conhecimento	0.203*	0.108	0.180*	0.088	0.108
	Apreciação	Futuro	Imersão	Colaboração	Debriefing

*A correlação é significativa no nível de 0,05 (bicaudal); **a correlação é significativa no nível de 0,01 (bicaudal).

TABLE 4 Correlações parciais entre o ganho de conhecimento dos alunos, sua apreciação da atividade (Q1), sua disposição para esse tipo de atividade no futuro (Q2) e o controle de suas experiências de imersão, colaboração e debriefing

Futuro	0.049	0.452**
Ganho de conhecimento		0.138
	Ganho de conhecimento	Apreciação

**A correlação é significativa no nível de 0,01 (bicaudal).

tiveram pontuação alta na apreciação do debriefing ($p < 0,01$), consulte a Tabela 3. A apreciação da atividade foi ainda mais fortemente relacionada às experiências de imersão, colaboração e apreciação do debriefing. Análises adicionais (teste U de Mann-Whitney) não mostraram preferências de gênero para nenhuma das variáveis estudadas.

Imersão

As perguntas Q5-7 e 9 do questionário de experiência apresentaram as maiores médias (4,2-4,4) e modos (todos os cinco), o que significa que os alunos não se sentiram distraídos pelos colegas de equipe ou pelo ambiente e se concentraram no jogo por meio da caixa; veja a Tabela 2. A pontuação dos elementos de imersão sensorial (Q8 "vídeos, roupas e adereços") foi menor (3,5). Os elementos relacionados à imersão imaginativa (Q3) e à imersão baseada em desafios (Q4) foram menores (3,4-3,7) do que as pontuações sobre a função da caixa (4,2-4,4), mas ainda indicando uma influência positiva na imersão. O teste de correlação de classificação de Spearman indica que a experiência de imersão dos alunos mostra uma pequena correlação positiva com o ganho de conhecimento durante a atividade ($p < 0,05$); veja a Tabela 3. Isso significa que a experiência de imersão dos alunos influencia o aprendizado, embora a influência seja pequena.

Colaboração

As questões Q10-12 apresentaram as maiores médias (4,5, 4,4, 4,5) e modos (todas as cinco), demonstrando um alto grau de comunicação e colaboração nas equipes. As médias das perguntas (Q14, 15) que indicam a percepção da aprendizagem colaborativa foram as mais baixas de todos os itens, respectivamente 3,0 e 3,3, ambas com um desvio padrão de 1,0. Isso indica que poucos alunos perceberam que aprenderam obtendo explicações e ainda menos alunos perceberam que aprenderam dando explicações. Isso *não se deve* a uma falta de colaboração percebida, pois as pontuações nesses itens foram altas.

Debriefing

As médias dos itens do debriefing estão entre (3,7 e 3,9), e a moda é 4 para todos os itens, exceto para a Q18, que tem uma moda de 3. Os alunos apreciaram o debriefing (Q16) por ajudar a entender os conceitos de imunologia (Q19) e a aplicar esses conceitos em situações do mundo real (Q21). As pontuações na Q18 parecem indicar que as perguntas dos alunos não foram suficientemente respondidas durante o debriefing. No entanto, nenhum dos alunos que não ficaram satisfeitos fez uma pergunta durante o debriefing, conforme solicitado na Q17. As observações da sala de aula durante o debriefing mostraram que havia espaço para fazer perguntas, e alguns alunos aproveitaram essa oportunidade. Além disso, os testes de correlação de Spearman mostraram que os alunos com maior conhecimento percebido no início acharam que lucraram menos com o debriefing.

Resultados de aprendizado e apreciação da atividade

As correlações de classificação de Spearman mostram correlações positivas entre o ganho de conhecimento e a apreciação da atividade e da imersão pelo aluno; veja [a Tabela 3](#). Entretanto, a correlação parcial entre o ganho de conhecimento e a apreciação, controlando a imersão, a colaboração e o debriefing, não é significativa ($\rho = 0,138$, consulte [a Tabela 4](#)); portanto, a correlação entre o ganho de conhecimento e a apreciação pode ser totalmente explicada pela correlação entre a imersão e a apreciação (consulte [a Tabela 3](#)).

Além disso, o conhecimento pré-teste dos alunos e o ganho de conhecimento durante a atividade mostram uma correlação negativa ($R = -0,642$, $p < 0,01$). Isso sugere que os alunos que sabiam menos, aprenderam mais durante a atividade.

Observações em sala de aula

Um dos critérios de imersão é que a pessoa não se distraia facilmente (Ermi e Mayra, 2005); portanto, o comportamento fora e dentro da tarefa foi avaliado. Nenhum dos alunos observados estava fora da tarefa durante a atividade ([Tabela 5](#)). Isso, por si só, não é suficiente para afirmar que os alunos estavam imersos. No entanto, ele corrobora a autoavaliação dos alunos. Os alunos estavam se comunicando verbalmente em 28,8% do tempo observado, ao lado de olhar e possivelmente pensar em como resolver a caixa de fuga (32,7%) e tentar fisicamente resolver os quebra-cabeças (15,2%). Embora a maior parte do tempo seja gasta na tarefa com o conhecimento do conteúdo (76,8%), o tempo gasto para explicar ou discutir o conhecimento do conteúdo é de apenas 3,1%. Anotações adicionais sobre os esquemas de observação da sala de aula mostraram que os alunos riram dos vídeos com a bactéria animada e o repórter de notícias. Alguns alunos começaram a cantarolar a música tema do noticiário no início ou no final de cada ; outros tentaram pulá-la. Anotações adicionais mostraram que, na escola número dois, em todas as equipes observadas, os alunos se dirigiam uns aos outros ou a si mesmos de acordo com seu papel, por exemplo: "*Doc, você sabe?*" ou "*Heee! Eu não sou um fazendeiro estúpido*".

Entrevistas com estudantes

Todos os alunos indicaram que gostariam de ter atividades de jogos de fuga com mais frequência, embora não em todas as aulas.

TA B L E 5 Observação do comportamento dos alunos em seis grupos (total de 28 alunos) durante as observações em sala de aula

Frequência de códigos	Porcentagem do total	Código	Comportamento do aluno	Descrição do comportamento
<i>Dentro da tarefa</i>				
136	15.2%	CP	Conteúdo - brincadeiras	Envolvimento físico no conteúdo dos jogos
229	25.7%	CC	físicas Conteúdo - comunicação	Comunicação com o(s) membro(s) da equipe
28	3.1%	CE	Explicação do conteúdo	Membro da equipe explicando ou discutindo o conteúdo
292	32.7%	CO	Observação de conteúdo	Observação de quebra-cabeças de conteúdo
0	0	CQ	Pergunta sobre o conteúdo	Fazer perguntas ao GM ¹ ou ao professor sobre o conteúdo
5	0.6%	GQ	Pergunta sobre o jogo	Fazer perguntas ao GM ¹ ou ao professor que não estejam relacionadas ao conteúdo
202	22.6%	IR	Outro jogo	Ocupado com o jogo, além do conteúdo
<i>Fora da tarefa</i>				
0	0	OI	Fora da tarefa individualmente	Comportamento fora da tarefa por conta própria
0	0	OT	Equipe fora da tarefa	Comportamento fora da tarefa em relação ao(s) membro(s) da equipe
0	0	SO	Ambiente fora da tarefa	Comportamento fora da tarefa por alguém de fora da equipe
892	100%			Total

Abreviação: GM, mestre do jogo.

Imersão

Os quebra-cabeças baseados em conteúdo abordaram a imersão baseada em desafios. Os alunos mencionaram que só notaram o ambiente ao seu redor depois de terminar o jogo ou quando foram visitados por jogadores que já haviam terminado o jogo. Em suas explicações, os alunos mencionam a competição, a restrição de tempo, o fator novidade e o foco na caixa. Como explicou um aluno (S8): "*a caixa estranha, brilhante, com botões e quebra-cabeças, você quer tocar e experimentar*". Além disso, os alunos mencionaram que o formato da caixa os ajudou a se concentrar em sua parte no jogo, em "seu" quebra-cabeça. Alguns acrescentaram que, mais tarde, enquanto andavam em volta da caixa, ainda estavam voltados para o centro e não para os arredores (S9, S13, S14).

A maioria dos alunos considerou os quebra-cabeças desafiadores, mas factíveis, e informativos com um toque divertido ou de quebra-cabeça, pois nem sempre ficava claro como resolver um quebra-cabeça. Esse último aspecto foi apreciado, mas também confuso para aqueles que não estavam familiarizados com as salas de fuga. Dois alunos mencionaram que, embora os quebra-cabeças baseados em conteúdo Word Search e o anagrama não fossem congruentes com o contexto da zoonose, eles acrescentaram um elemento divertido.

De acordo com os alunos, os vídeos autênticos deram credibilidade à narrativa e contribuíram para a imersão, pois tornaram visíveis as terríveis consequências para os animais vivos e os agricultores.

S14: Mostrou as consequências para as pessoas, por exemplo, o fazendeiro que perdeu todas as suas cabras, o que é bastante intenso. Com essas imagens, é mais fácil sentir empatia por eles".

Embora o leitor de notícias e a bactéria animada tenham sido citados como "falsos" e acrescentassem humor, alguns alunos do último ano do ensino médio consideraram a bactéria animada muito infantil e o anúncio dos noticiários muito longo, pois o tempo dos jogadores era restrito. O design de som durante o jogo só foi notado por dois dos quatorze entrevistados e foi apreciado por apoiar a narrativa. Os aplausos após o término do jogo foram mencionados por mais alunos e apreciados. Todos os alunos mencionaram que as funções os imergiram no jogo, embora não tenham aderido às suas funções durante toda a atividade.

S8: Eu me engajei imediatamente. Você está em volta da caixa e a primeira coisa que pensa é: "Quero aquela bandana, aquela jaqueta ou aquele adereço". Consequentemente, você se inscreve e é mais divertido fazer os quebra-cabeças porque você está naquele papel".

Quatro alunos questionaram se as funções eram cruciais para a imersão. Oito dos quatorze alunos acrescentaram que isso lhes mostrou a abordagem multidisciplinar no combate às zoonoses. Metade dos grupos entrevistados da escola 2 mencionou que as funções também estruturaram a divisão inicial de tarefas.

S12: Acho que se você estiver em um grupo sem funções, todos vão se agrupar em cada tópico. Se você tiver uma função atribuída, ficará mais ansioso para descobrir o que está fazendo".

Colaboração e aprendizado colaborativo

Os alunos formaram suas próprias equipes. Todos os alunos entrevistados afirmaram que suas equipes funcionaram bem, acrescentando que as equipes não deveriam ser maiores do que cinco para um jogo com esse número de quebra-cabeças. Todos os grupos mencionaram que o formato (hexagonal) da caixa alocava cada aluno em um lado, fazia com que se sentissem donos do(s) quebra-cabeça(s) daquele lado, mas também permitia que vissem o lado de seus vizinhos e, opcionalmente, os ajudassem. S8: "[...] *há uma espécie de separação com cada função em cada lado, mas você pode chegar aos outros lados, [...] você pode observar que a pessoa com a função geralmente assume a liderança; a primeira que gira a fechadura, pressiona os botões ou digita o código*".

Como resultados de aprendizagem, cinco dos sete grupos de entrevistados mencionaram a atualização de conceitos e conhecimentos conhecidos. Além disso, os alunos da escola 2 mencionaram aspectos sobre colaboração, como a necessidade de vários talentos ou percepções para resolver um problema, a conscientização do papel da comunicação na colaboração e o equilíbrio entre a alocação de tarefas e a ousadia de terceirizar seu problema. Isso contrastou com os alunos da escola

1. Eles apenas mencionaram que são necessárias várias disciplinas para combater uma zoonose e que esse é um procedimento gradual.

Quanto à pergunta sobre como aprenderam durante o jogo, os alunos mencionaram a troca de informações em grupo ou a verificação das respostas uns dos outros. Isso foi limitado até certo ponto, pois "*you only hear the answer, but you don't know what the question is*" (S6). "*You don't learn the meaning of the concepts. Then, you learn superficially, and not in detail*" (S5).

Alguns alunos da escola 2 mencionaram que a atividade não equivale à quantidade normal de conhecimento de conteúdo abordado em uma aula. Entretanto, a eficiência em termos de memorização é percebida como maior pelos alunos. Os alunos apontaram que se distraíram menos no jogo de fuga, devido ao nível de participação necessário, à diversidade das atividades, ao contexto autêntico que atualiza e amplia o conhecimento, à urgência de ser bem-sucedido a tempo e ao fato de o jogo ter sido considerado mais divertido.

O papel do debriefing

De acordo com a maioria dos alunos, o debriefing é essencial no processo de aprendizado, pois reúne as informações mais importantes dos quebra-cabeças e relaciona os principais conceitos. Os alunos mencionaram que resolveram apenas uma parte dos quebra-cabeças, devido à divisão de tarefas. O debriefing tirou dúvidas sobre as respostas dadas e alguns professores abordaram as ideias dos alunos sobre os conceitos. Além disso, alguns professores fizeram conexões com aulas anteriores, abordaram outras zoonoses e suas consequências para a sociedade e o debate social sobre a vacinação. Os alunos entrevistados de professores que não fizeram esses acréscimos aconselharam a incorporação desses acréscimos no debriefing para torná-lo mais interessante do que "apenas um encerramento".

Observações informais dos professores

Três dos cinco professores, todos da escola 2, tiveram experiências com o desenvolvimento e a implementação de escape rooms educacionais. O objetivo da atividade da caixa de fuga era atualizar o conhecimento dos alunos sobre imunologia; uma avaliação formativa em um contexto autêntico.

Todos os professores concluíram que os alunos estavam entusiasmados e mais envolvidos do que em suas aulas regulares. No entanto, em duas das seis turmas, um ou dois alunos não estavam ativos, sem motivo aparente.

Três professores observaram que alguns meninos queriam arrombar as fechaduras sem fazer os quebra-cabeças baseados no conteúdo. Um professor acrescentou que o elemento de competição torna o jogo vulnerável a peças que não funcionam, pois os alunos se sentem injustiçados se tiverem de esperar que as peças que não funcionam sejam consertadas.

Entrevistas com professores

Imersão

As caixas de fuga

Em relação à imersão e ao envolvimento, os professores observaram que os alunos que entravam na sala de aula andavam curiosamente ao redor da caixa "que parecia chique e tinha dispositivos incorporados" (T4). Todos os professores mencionaram que ficar ao redor da caixa fazia com que os alunos se concentrassem na caixa e uns nos outros. Isso facilita a apropriação do lado da caixa que está à frente deles, e eles também podem ver os lados dos vizinhos. Os professores não notaram nenhum envolvimento com outros grupos ou telefones celulares. Os professores que já haviam participado de escape rooms educacionais indicaram que, nessas escape rooms com quebra-cabeças e materiais soltos, os alunos se movimentavam mais e trabalhavam mais separados uns dos outros. De acordo com os professores, as caixas de fuga centralizam a atenção dos alunos e promovem a imersão e o envolvimento.

A narrativa

Em relação à imersão e ao envolvimento, os professores observaram que, desde o início, os alunos gostaram da narrativa; ela era intrigante e divertida. O contexto era novo, autêntico e realista devido ao uso de imagens genuínas. Alguns professores pensaram, a princípio, que o uso de uma bactéria animada como protagonista seria infantil demais para alunos de nível A. Entretanto, eles observaram que os alunos riram e . Um professor sugeriu que isso poderia suavizar a dramaticidade da filmagem realista. Os professores observaram que os alunos perceberam o envolvimento de novas partes da narrativa pelos cliques de filme como uma recompensa.

Funções dos alunos na narrativa

Os professores observaram que, assim que os alunos entravam na sala de aula, as roupas provocavam discussões e divisão de papéis. Posteriormente, os alunos vestiram as roupas antes do início da aula, aparentemente atraídos pela atividade. Todos os professores da escola 2 mencionaram que os alunos se referiram aos papéis uns dos outros durante o jogo. Os professores da escola 1 não ouviram os alunos se referirem aos papéis e não observaram nenhum valor agregado dos papéis, roupas ou adereços para os alunos. No entanto, "as várias profissões envolvidas aprofundaram o problema das zoonoses" (T1).

Colaboração e aprendizado colaborativo

Todos os professores mencionaram que o formato da caixa convida à colaboração, pois os alunos veem e ouvem uns aos outros enquanto trabalham. Os professores da escola 2 observaram que o início do jogo com cada jogador em um lado tornou o jogador responsável por esse lado com as tarefas relacionadas. Era mais difícil se retirar e mais fácil se dirigir aos membros da equipe em suas funções em vez de pessoalmente. Esse efeito de alocação de tarefas diminuiu durante o jogo. Além disso, os alunos exibiram seus quebra-cabeças nas caixas e puderam ser vistos e discutidos por todos. Em apenas alguns grupos, todos os alunos de uma equipe exploraram cada quebra-cabeça juntos. Em relação à narrativa no monitor, os professores observaram que os alunos esperavam até que todos estivessem reunidos em torno do monitor e assistiam aos cliques de filme juntos. Eles interpretaram que isso unia os alunos e os concentrava em uma nova fase da narrativa e das tarefas relacionadas, pois as táticas e as divisões de tarefas eram discutidas depois de assistirem aos cliques de filme juntos. Foi mencionado que as funções ajudaram a vivenciar e entender a mensagem principal do jogo e que a colaboração das disciplinas é necessária para derrotar as zoonoses.

A aprendizagem colaborativa só foi reconhecida por três professores quando ouviram discussões e troca de conceitos. Dois outros não viram nenhum sinal de aprendizagem colaborativa. Eles presumiram que, devido à competição, não há tempo nem necessidade de explicar as respostas. T4: "Eles não vão perguntar: *Como você chegou a essa resposta? Um jogo de fuga nos leva para a frente, não para trás*". Um professor se perguntou se as funções e a subsequente alocação de tarefas individuais poderiam ter efeitos negativos sobre a aprendizagem colaborativa.

Debriefing

Os professores declararam que o debriefing é essencial. Eles observaram que, devido à divisão de tarefas e à pressão do tempo, os alunos não respondem a todos os quebra-cabeças ou fazem uma leitura ruim. O debriefing é considerado necessário para discutir mal-entendidos comuns, fazer conexões entre os tópicos de vários quebra-cabeças e acrescentar mais conteúdo, dependendo do nível das turmas.

DISCUSSÃO

Os alunos gostaram da atividade da caixa de fuga e não foram encontradas preferências de gênero, de acordo com estudos anteriores (López-Pernas et al., 2019; Veldkamp, Knippels, et al., 2021). Os resultados do pré-teste/pós-teste mostraram um aumento do ganho de conhecimento em contraste com os resultados dos estudos em uma revisão sistemática que não mostraram nenhum ganho de conhecimento ou mostraram um ganho de conhecimento discutível (Veldkamp, van de Grint, et al., 2020). No entanto, assim como os estudos da revisão, nenhuma retenção de longo prazo foi testada, e os itens do teste abordaram objetivos de conhecimento de ordem inferior (Anderson & Krathwohl, 2001). Pesquisas futuras precisam abordar essas limitações. O teste de correlação de classificação de Spearman indicou uma pequena correlação positiva entre o ganho de conhecimento durante o

A atividade e a apreciação da atividade pelo aluno (consulte a [Tabela 3](#)). Entretanto, isso significa que quanto mais o aluno gostou da atividade, maior foi seu ganho de conhecimento, ou o contrário?

Pesquisas anteriores mostraram que os alunos que sabiam mais aprendiam mais durante as atividades (Ausubel, 1968; Kole & Healy, 2007; Vosniadou, 1994). Nossos dados sugerem que os alunos que sabiam menos aprenderam mais durante a atividade. Isso pode ser causado por um efeito de teto do teste, pois os itens abordavam apenas objetivos de conhecimento de ordem inferior. Além disso, os testes de correlação indicam que a apreciação da atividade se correlaciona positivamente com a apreciação de cada um dos elementos de design do jogo. Isso indica que a apreciação não depende de um dos elementos de design, mas que todos contribuem. Nas seções a seguir, os resultados de todas as fontes de dados sobre cada um dos elementos serão sintetizados e discutidos. Durante a análise dos dados, ficou evidente que havia diferenças em várias fontes de dados entre duas escolas em relação às funções dos alunos na narrativa. Nas seções a seguir, relacionaremos essas diferenças à pedagogia praticada pelas escolas: a primeira escola promove a aprendizagem colaborativa e a segunda escola é uma escola regular.

Imersão

Neste estudo, os alunos se sentiram imersos. A imersão percebida mostra uma correlação positiva com o ganho de conhecimento dos alunos. Os elementos relacionados à imersão imaginativa (narrativa e papéis), à imersão sensorial (como roupas, adereços) e à imersão baseada em desafios (quebra-cabeças) tiveram pontuação mais baixa do que a própria caixa de fuga ([Tabela 2](#)). Os alunos não se sentiram distraídos pelo ambiente ou pelos colegas de equipe e se concentraram na caixa. Isso é confirmado por todas as outras fontes, que mencionam os aspectos sensoriais da caixa e seu formato, centralizando a atenção de todos os alunos uns nos outros e no jogo. Antes do início, as roupas disponíveis provocaram discussões sobre as funções. Não é possível decidir, com base nos dados disponíveis, se isso se deve à imersão sensorial, à imersão imaginativa ou a ambas.

O design de som conectado a fases ou eventos na narrativa é uma parte importante da imersão sensorial em jogos (educacionais) (Cuadrado et al., 2020; Grimshaw, 2012). Neste estudo, os jogadores diferiram em sua consciência e apreciação do design de som. Em comparação com outros elementos imersivos, ele tem menos pontos em comum. Outro estudo mostrou que as mudanças de andamento e tom no design de som não têm impacto sobre os resultados de aprendizagem em jogos educacionais (Richards et al., 2008). Com base nesses resultados e nos nossos, duvidamos que o design de som seja importante em jogos educativos físicos, especialmente quando jogados por várias equipes na mesma sala de aula.

Alguns alunos tentaram arrombar as fechaduras físicas sem resolver os quebra-cabeças. Portanto, as fechaduras físicas parecem fazer parte da imersão sensorial ou baseada em desafios das salas de escape físicas. Sugerimos incluí-las em questionários sobre imersão e pesquisar seu tipo de imersão. Em relação à imersão imaginativa, um contexto autêntico com uma combinação de pés autênticos e uma bactéria animada parece ser um bom equilíbrio entre a abordagem de problemas sérios e a diversão de um jogo educacional (Ke, 2016).

Na escola com pedagogia de aprendizado colaborativo, as funções distintas promoveram a imersão individual e visualizaram a abordagem multidisciplinar no combate às zoonoses. Na escola regular, isso também teve um papel positivo na colaboração.

Colaboração

Em estudos sobre salas de escape educacionais, a colaboração e a aprendizagem colaborativa são mencionadas ao mesmo tempo. O pressuposto é que os jogos baseados em equipes apoiam a colaboração e automaticamente a aprendizagem colaborativa (Arnal et al., 2019; Brady & Andersen, 2021);

Gordon, 2017; Peleg et al., 2019; Vergne et al., 2019; Wu et al., 2018). Várias fontes de dados (questionários de experiência, entrevistas com alunos e professores) indicam um alto grau de colaboração. Na escola regular, as funções também promoveram a alocação de tarefas, embora isso tenha diminuído durante o jogo. No entanto, a aprendizagem colaborativa quase não ocorre, pois apenas 3,1% do tempo é gasto na explicação e discussão do conhecimento do conteúdo, as pontuações da aprendizagem colaborativa percebida são neutras e apenas três professores observaram sinais de aprendizagem colaborativa. Os professores observaram que a restrição de tempo e a competição entram em conflito com a explicação e a discussão das descobertas. A discussão e a reflexão sobre as tarefas são importantes para a aprendizagem de acordo com as teorias sobre aprendizagem colaborativa (Gerlach, 1994; Golub et al., 1988). Assim, embora o jogo tenha conseguido estimular a colaboração, ele dificilmente levou à aprendizagem colaborativa.

Debriefing

O questionário de experiência e as entrevistas mostraram que os alunos apreciaram o debriefing. É essencial, de acordo com eles e com os professores, cobrir as informações importantes de todos os quebra-cabeças, inter-relacionando os principais conceitos e tirando dúvidas e ideias incorretas. Os resultados mostraram que os alunos com mais conhecimento prévio adquiriram menos conhecimento durante o jogo. Para dar aos alunos mais do que um resumo, podem ser acrescentadas relações com questões sociais, conforme Sanchez e Plumettaz-Sieber (2019). Além disso, alguns alunos aconselharam que novas informações fossem fornecidas como parte do debriefing, para manter o interesse de alguns alunos. Isso complementa os componentes de um debrief de Sanchez e Plumettaz-Sieber (2019).

CONCLUSÃO

Neste estudo sobre um jogo de fuga para imunologia, usamos uma estrutura de design de jogos educacionais para salas de fuga, concentrando-nos nos três principais desafios: a transição dos participantes para o mundo do jogo, o alinhamento dos aspectos do design do jogo e dos aspectos educacionais no mundo do jogo e a transferência das experiências e do conhecimento obtidos no mundo do jogo de volta para o mundo real. Essa estrutura levou à pesquisa de elementos importantes de design relacionados a cada um desses desafios: imersão, colaboração e debriefing. A apreciação da atividade se correlaciona positivamente com as pontuações de cada um dos elementos de design e com o ganho real de conhecimento após o jogo. Embora a colaboração dos alunos tenha sido promovida com sucesso, com 76% do tempo gasto com o conhecimento do conteúdo, ela quase não levou à aprendizagem colaborativa durante o jogo, devido à falta de discussão e reflexão necessárias para uma compreensão mais profunda, a chamada reflexão na ação (Lavoué et al., 2015).

Com base nos resultados, o maior responsável pelo ganho de conhecimento durante o jogo é a imersão, apoiada pelas funções e caixas, o que resulta em um foco constante nas tarefas. Com base nos dados atuais, pode ser possível que a imersão seja um elemento limítrofe do processo de aprendizado, promovendo principalmente o aprendizado individual durante o jogo, mas não ilimitado. Uma maior imersão no jogo leva apenas a pontuações mais altas no jogo, mas não a resultados mais altos de aprendizado científico (Cheng et al., 2015). Além disso, descobrimos que as funções promoveram a alocação de tarefas e a colaboração na escola regular, mas não na escola baseada na aprendizagem colaborativa. Como havia apenas duas escolas envolvidas, vale a pena pesquisar esse aspecto sistematicamente no futuro.

Nas estruturas de jogos educacionais sobre imersão, como elas se baseiam na pesquisa de jogos digitais, falta a noção de caixas de fuga para estimular a colaboração ou objetos físicos que promovam a imersão. Além disso, o uso de som em jogos de fuga em uma sala de aula parece

superestimado. Aconselhamos a adaptação dos questionários de experiência de jogo nos aspectos mencionados acima para jogos educacionais físicos ou híbridos. Por fim, a estrutura do jogo de fuga educacional ajudaria educadores e pesquisadores a desenvolver e avaliar jogos de fuga no ensino de ciências, criando jogos imersivos que não apenas confrontam os alunos com contextos do mundo real relacionados à ciência ou questões sociocientíficas, mas também proporcionam ganhos de aprendizado.

MENTOS DE CONHECIMENTO

Os autores agradecem aos professores e alunos do Christelijk Gymnasium Utrecht e do De Werkplaats Bilthoven por sua participação na pesquisa, e a Stijn Teekens por sua ajuda durante a pesquisa.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflitos de interesses a serem divulgados.

TATAMENTO DE TÉCNICAS

Para este estudo, não são registrados dados pessoais. Os dados são registrados e arquivados de acordo com a legislação da Universidade de Utrecht.

AVALIAÇÃO DE DADOS E STATAMENTO

Os dados são registrados e armazenados de acordo com a legislação da Universidade de Utrecht. Nenhum dado pessoal é registrado.

ORCID

Alice Veldkamp  <https://orcid.org/0000-0002-0738-8955>

Marie-Christine P. J. Knippels  <https://orcid.org/0000-0003-4989-1863>

Wouter R. van Joolingen  <https://orcid.org/0000-0002-4271-2861>

REFERÊNCIAS

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). O trabalho prático realmente funciona? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science (Um estudo da eficácia do trabalho prático como método de ensino e aprendizagem em ciências escolares). *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman. ISBN 978-0-8013-1903-7.
- Annetta, L. A. (2010). Os "I's" têm isso: A framework for serious educational game design. *Review of General Psychology*, 14(2), 105-113. <https://doi.org/10.1037/a0018985>
- Arnal, M., Antonio Macías García, J., Duarte Tosso, I., Mónica, A., Juan Antonio, M., & Isabel Duarte, T. (2019). Escape rooms como uma forma de ensinar magnitudes e medidas em graus na educação. In *Conferência Internacional novas perspectivas na educação científica*. (8ª ed.) <https://www.researchgate.net/publication/n/331976643>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart & Winston.
- Ávila-Pesántez, D., Rivera, L. A., & Alban, M. S. (2017). Approaches for serious game design: A systematic literature review. *The ASEE Computers in Education (CoED) Journal*, 8(3). <https://coed.asee.org/2017/07/09/approaches-for-serious-game-design-a-systematic-literature-review/>
- Backlund, P., & Hendrix, M. (2013). Jogos educacionais - eles valem o esforço? Uma pesquisa bibliográfica sobre a eficácia dos serious games. Em 2013, na 5ª conferência internacional sobre jogos e mundos virtuais para aplicativos sérios (VS-GAMES) (pp. 1-8). IEEE.
- Bakker, A. (2018). *Pesquisa de design na educação: A practical guide for early career researchers (Um guia prático para pesquisadores em início de carreira)*. Routledge.
- Baptista, G., & Oliveira, T. (2019). Gamificação e serious games: A literature meta-analysis and integrative model. *Computers in Human Behavior*, 92, 306-315. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.030>
- Blankenship, A., Tyner, R., Ferroni, R., & Schubert, C. (2021). Usando uma caixa de escape na educação continuada em enfermagem para preparação para emergências multidisciplinares. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 52(2), 85-89. <https://doi.org/10.3928/00220124-20210114-08>
- Boeije, H. (2010). *Analysis in qualitative research (Análise em pesquisa qualitativa)*. Los Angeles, Londres, Nova Délhi, Cingapura, Washington DC: Sage Publishing.
- Botturi, L., & Babazadeh, M. (2020). Projetando escape rooms educacionais: Validating the Star Model. *International Journal of Serious Games*, 7(3), 41-57. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v7i3.367>

- Borrego, C., Fernández, C., Blanes, I., & Robles S. (2017). Room escape at class: Atividades de jogos de fuga para facilitar a motivação e o aprendizado em ciência da computação. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 162-171. <https://doi.org/10.3926/jotse.247>
- Brady, S. C., & Andersen, E. C. (2021). Um jogo inspirado em uma sala de fuga para revisão genética. *Journal of Biological Education*, 55, 406-417.
- Cain, J. (2019). Implementação exploratória de uma sala de fuga em formato combinado em uma classe de gerenciamento de farmácia com grande número de matrículas. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 11(1), 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.09.010>
- Cheng, M. T., & Annetta, L. (2012). Resultados de aprendizagem e experiências de aprendizagem dos alunos ao jogar um jogo educacional sério. *Journal of Biological Education*, 46(4), 203-213. <https://doi.org/10.1080/00219266.2012.688848>
- Cheng, M. T., She, H. C., & Annetta, L. A. (2015). Experiência de imersão em jogos: Its hierarchical structure and impact on game-based science learning (Sua estrutura hierárquica e impacto na aprendizagem científica baseada em jogos). *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 232-253. doi.org/10.1111/jcal.12066
- Clarke, S., Peel, D. J., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H., & Wood, O. (2017). EscapED: A framework for creating educational escape rooms and interactive games for higher/further education. *International Journal of Serious Games*, 4(3), 73-86.
- Clauson, A., Hahn, L., Frame, T., Hagan, A., Bynum, L. A., Thompson, M. E., & Kiningham, K. (2019). An innovative escape room activity to assess student readiness for advanced pharmacy practice experiences (APPEs). *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 11, 723-728. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2019.03.011>
- Connolly, M. T., Boyle, A. Z., MacAuthor, E., Hainey, T., & Boyle, M. J. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games (Uma revisão sistemática da literatura de evidências empíricas sobre jogos de computador e jogos sérios). *Computers & Education*, 59, 661-686. doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004
- Cuadrado, F., Lopez-Cobo, I., Mateos-Blanco, T., & Tajadura-Jiménez, A. (2020). Despertando o som: Um estudo de campo sobre o impacto emocional em crianças do design de som estimulante e da espacialização de áudio 3D em uma história de áudio. *Frontiers in Psychology*, 11, 737. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00737>
- De Freitas, S. (2018). Os jogos são ferramentas de aprendizagem eficazes? Uma análise dos jogos educacionais. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(2), 74-84.
- Dietrich, N. (2018). Sala de aula de fuga: O processo leblanc - um "jogo de fuga" educacional. *Journal of Chemical Education*, 95(6), 996-999. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00690>
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? Em *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1-19). Elsevier.
- Douglas, J. Y., & Hargadon, A. (2001). The pleasures of immersion and engagement (Os prazeres da imersão e do envolvimento): Schemas, scripts and the fifth business. *Digital Creativity*, 12(3), 153-166. <https://doi.org/10.1076/digc.12.3.153.3231>
- Ermí, L., & Mayra, F. (2005). Componentes fundamentais da experiência de jogo: Analysing immersion (Analisando a imersão). Em S. DeCastell & J. Jenson (Eds.), *Proceedings of DiGRA 2005 conference: Changing Views-Worlds in Play* (pp. 15-27). Universidade Simon Fraser.
- Eukel, H., & Morrell, B. (2021). Garantindo o sucesso da sala de fuga educacional: The process of designing, piloting, evaluating, redesigning, and re-evaluating educational escape rooms. *Simulation & Gaming*, 52(1), 18-23.
- Ferreiro-González, M., Amores-Arrocha, A., Espada-Bellido, E., Aliaño-Gonzalez, M. J., Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A. V., Sancho-Galán, P., Álvarez-Saura, J. Á., Barbero, G. F., & Cejudo-Bastante, C. (2019). Sala de aula de fuga: Você consegue solucionar um crime usando o processo analítico? *Journal of Chemical Education*, 96(2), 267-273. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00601>
- Fotaris, P., & Mastoras, T. (2019). Escape rooms para aprendizagem: Uma revisão sistemática. Em *ECGBL 2019 13th European Conference on Game-Based Learning* (pp. 235-243). Academic Conferences and Publishing Limited.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467. <https://doi.org/10.1177/1046878102238607>
- Gerlach, J. M. (1994). Is this collaboration? Em K. Bosworth & S. J. Hamilton (Eds.), *Collaborative learning: Underlying processes and effective techniques, new directions for teaching and learning*, No. 59 (pp. 5-14). Jossey-Bass Publishing.
- Golub, J., Busching, B. A., Cardenas de Dwyer, C., Hornburger, J. M., Lalley, J. N., & Phelan, P. (1988). *Focus on collaborative learning: Classroom practices in teaching English (Práticas de sala de aula no ensino de inglês)*. Conselho Nacional de Professores de Inglês (NCTE).
- Gordon, D. (2017). A sala de fuga: Ensinando medicina de emergência por meio de um jogo de aventura física. *Academic Emergency Medicine*, 25(S1), S282.
- Grimshaw, M. (2012). Sound and player immersion in digital games (Som e imersão do jogador em jogos digitais). Em T. Pinch & K. Bijsterveld (Eds.), *The Oxford handbook of sound studies* (pp. 345-366). OUP EUA.
- Guigon, G., Humeau, J., & Vermeulen, M. (2018). Um modelo para projetar jogos de fuga de aprendizagem: SEGAM. Na *10ª Conferência Internacional sobre Educação Apoiada por Computador* (pp. 191-197). SCITEPRESS - Publicações de Ciência e Tecnologia.

- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Collier, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Jogos desafiadores ajudam os alunos a aprender: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning (Um estudo empírico sobre engajamento, fluxo e imersão na aprendizagem baseada em jogos). *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Healy, K. (2019). Usando um currículo com tema de sala de fuga para envolver e educar os alunos da geração Z sobre entomologia. *American Entomologist*, 65(1), 24-28. <https://doi.org/10.1093/ae/tmz009>
- Hermanns, M., Deal, B., Campbell, A. M., Hillhouse, S., Opella, J. B., Faigle, C., & Campbell, R. H., IV. (2017). Usando uma abordagem de caixa de ferramentas "escape room" para aprimorar o ensino de farmacologia. *Journal of Nursing Education and Practice*, 8(4), 89. <https://doi.org/10.5430/jnep.v8n4p89>
- Ho, A. M. (2018). Desbloqueando ideias: Usando quebra-cabeças de escape room em uma sala de aula de criptografia. *PRIMUS*, 28(9), 835-847. <https://doi.org/10.1080/10511970.2018.1453568>
- Jääskeläinen, R. (2010). Think-aloud protocol. Em Y. Gambier & L. van Doorslaer (Eds.), *Handbook of translation studies* (pp. 371-374). John Benjamins Publishing.
- Jabbar, A. I., & Felicia, P. (2015). Envolvimento no jogo e aprendizagem na aprendizagem baseada em jogos: A systematic re- view. *Review of Educational Research*, 85(4), 740-779. <https://doi.org/10.3102/0034654315577210>
- Jacobs, R. S., Jansz, J., & de la Hera Conde-Pumpido, T. (2017). As principais características dos jogos persuasivos: Um modelo e uma análise de caso. Em R. Kowert & T. Quandt (Eds.), *New perspectives on the social aspects of digital gaming: Multiplayer* (Vol. 2, pp. 153-171). Routledge.
- Janonis, A., Kiudys, E., Girdžiūna, M., Blažauskas, T., Paulauskas, L., & Andrejevas, A. (2020). Fuja laboratório: Experimentos químicos em realidade virtual. Na *Conferência Internacional sobre Informação e Software Technologies* (pp. 273-282). Springer.
- Ke, F. (2016). Projetando e integrando a aprendizagem intencional em jogos: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 64(2), 219-244. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9418-1>
- Kinzie, M. B., & Joseph, D. R. (2008). Diferenças de gênero nas preferências de atividades de jogos de crianças do ensino médio: Implications for educational game design. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6), 643-663. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9076-z>
- Kole, J. A., & Healy, A. F. (2007). Using prior knowledge to minimize interference when learning large amounts of information (Usando o conhecimento prévio para minimizar a interferência ao aprender grandes quantidades de informações). *Memory & Cognition*, 35(1), 124-137. <https://doi.org/10.3758/BF03195949>
- Kozlov, M. D., & Große, C. S. (2016). Aprendizagem colaborativa on-line em diádes: Effects of knowledge distribution and awareness. *Computers in Human Behavior*, 59, 389-401. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.043>
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Aprendizagem colaborativa: What is it? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 491-495.
- Lameras, P., Arnab, S., Dunwell, I., Stewart, C., Clarke, S., & Petridis, P. (2017). Características essenciais do design de jogos de seriados no ensino superior: Linking learning attributes to game mechanics. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 972-994. <https://doi.org/10.1111/bjet.12467>
- Lathwesen, C., & Belova, N. (2021). Escape rooms in STEM teaching and learning-Prospective field or de- clining trend? Uma revisão da literatura. *Education Sciences*, 11(6), 308. <https://doi.org/10.3390/educsci11060308>
- Lavoué, É., Molinari, G., Prié, Y., & Khezami, S. (2015). Reflection-in-action markers for reflection-on-action in computer-supported collaborative learning settings (Marcadores de reflexão na ação para reflexão na ação em ambientes de aprendizagem colaborativa apoiada por computador). *Computers & Education*, 88, 129-142. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.05.001>
- Li, M. C., & Tsai, C. C. (2013). Aprendizagem baseada em jogos no ensino de ciências: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877-898. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9436-x>
- López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E., & Quemada, J. (2019). Examinando o uso de uma sala de fuga educacional para o ensino de programação em um ambiente de ensino superior. *IEEE Access*, 7, 31723-31737. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2902976>
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-What is it and does it matter? Resultados de uma síntese de pesquisa dos anos de 1984 a 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Nicholson, S. (2016, outubro). *Pergunte por quê: Criando uma experiência melhor para o jogador por meio da narrativa ambiental e da consistência no design da sala de fuga*. Trabalho apresentado no Meaningful Play 2016, Lansing, MI. <http://scottnicholson.com/pubs/askwhy.pdf>
- Nicholson, S. (2018). Criando salas de fuga envolventes para a sala de aula. *Childhood Education*, 94(1), 44-49. <https://doi.org/10.1080/00094056.2018.1420363>
- Peleg, R., Yayon, M., Katchevich, D., Moria-Shipony, M., & Blonder, R. (2019). Uma sala de fuga química baseada em laboratório: Educativo, móvel e divertido! *Journal of Chemical Education*, 96(5), 955-960. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00406>
- Richards, D., Fassbender, E., Bilgin, A., & Thompson, W. F. (2008). An investigation of the role of background music in IVW's for learning. *Research in Learning Technology*, 16, 231-244.
- Ross, R. (2019). Projeto de um decodificador de código aberto para salas de escape educacionais. *IEEE Access*, 7, 145777- 145783. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2945289>

- Sanchez, E., & Plumettaz-Sieber, M. (2019). Ensino e aprendizagem com jogos de fuga, do debriefing à institucionalização do conhecimento. Em M. Gentile, M. Allegra, & H. Söbke (Eds.), *Games and learning alliance. GALA 2018. Notas de aula em ciência da computação* (Vol. 11385, pp. 242-253). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7_23
- Seto, A. V. (2018). P134 Escape game como uma simulação baseada em teatro para treinamento de habilidades de trabalho em equipe na educação médica de graduação. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 20(1), 104-105. <https://doi.org/10.1017/cem.2018.332>
- Shvalb, A., & Harshoshanim, T. (2020). Using 'escape boxes' to promote constructive learning and positive thinking. *ETH Learning and Teaching Journal*, 2(2), 224-227.
- Srinivas, H. (2011). What is collaborative learning? The Global Development Research Center. <http://www.gdrc.org/kmgmt/c-learn/index.html>
- Strippel, C. G., Philipp Schröder, T., & Sommer, K. (2021). Experimentelle ESCAPE Box: Ein Lehr-Lern-Mittel für elektrochemische Experimente im Eigenbau. *Chemie in Unserer Zeit*, 56(1), 50-56.
- Van der Linden, A., Van Joolingen, W. R., & Meulenbroeks, R. F. G. (2019). Projetando um jogo educacional intrinsecamente integrado sobre mecânica newtoniana. Em M. Gentile, M. Allegra, & H. Söbke (Eds.), *Games and learning alliance, Lecture notes in computer science* (Vol. 11385, pp. 123-133). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7>
- Vandercruyse, S., & Elen, J. (2017). Rumo a um modelo de design instrucional de aprendizagem baseada em jogos com foco na integração. Em P. Wouters & H. van Oostendorp (Eds.), *Instructional techniques to facilitate learning and motivation of serious games. Advances in game-based learning (Avanços na aprendizagem baseada em jogos)*. (pp. 17-35). Springer.
- Veenman, S., Kenter, B., & Post, K. (2000). Cooperative learning in Dutch primary classrooms (Aprendizagem cooperativa em salas de aula holandesas do ensino fundamental). *Educational Studies*, 26(3), 281-302. <https://doi.org/10.1080/03055690050137114>
- Veldkamp, A., Daemen, J., Teekens, S., Koelewijn, S., Knippels, M. C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2020). Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom (Trazendo a experiência da sala de fuga para a sala de aula). *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1220-1239. <https://doi.org/10.1111/bjet.12935>
- Veldkamp, A., Knippels, M. C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2021). Além dos primeiros usuários: Escape rooms in science education. *Frontiers in Education*, 6(3), 1-11. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.622860>
- Veldkamp, A., Merx, S., & van Winden, J. (2021). Educational escape rooms, challenges in aligning game and education. *Well Played*, 10(1), 109-136.
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M. C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2020). Educação de fuga: A systematic review on escape rooms in education (Uma revisão sistemática sobre salas de escape na educação). *Educational Research Review*, 31(11), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>
- Vergne, M. J., Simmons, J. D., & Bowen, R. S. (2019). Escape the lab: An interactive escape-room game as a laboratory experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 985-991. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b01023>
- Visch, V. T., Vegt, N. J. H., Anderiesen, H., van der Kooij, K. (2013, abril). *Design de jogos persuasivos: Um modelo e suas definições*. Trabalho apresentado na CHI 2013: Workshop Designing Gamification: Creating Gameful and Playful Experiences, Paris, França. <https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oi:tudeffl.nl:uuid%3A23ad5ef4-fbf3-4e9c-8815-1edf9da0456>
- Vörös, A. I. V., & Sárközi, Z. (2017, dezembro). Physics escape room as an educational tool. *Conferência AIP Proceedings 1916*. <https://doi.org/10.1063/1.5017455>
- Vosniadou, S. (1994). Capturando e modelando o processo de mudança conceitual. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Watermeier, D., & Salzameda, B. (2019). Escapando do tédio no primeiro semestre de química geral. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 961-964. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00831>
- Watson, W. R., Mong, C. J., & Harris, C. A. (2011). Um estudo de caso sobre o uso em sala de aula de um videogame para o ensino de história do ensino médio. *Computers & Education*, 56, 466-474.
- Whitton, N. (2018). Aprendizagem lúdica: Tools, techniques, and tactics (Ferramentas, técnicas e táticas). *Research in Learning Technology*, 26, 1-12. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2035>
- Wu, C., Wagenschutz, H., & Hein, J. (2018). Promovendo a liderança e o desenvolvimento do trabalho em equipe por meio de escape rooms. *Medical Education*, 52(5), 561-562. <https://doi.org/10.1111/medu.13557>
- Yücel, A., & Usluel, Y. K. (2016). Knowledge building and the quantity, content and quality of the interaction and participation of students in an online collaborative learning environment (Construção do conhecimento e quantidade, conteúdo e qualidade da interação e participação dos alunos em um ambiente de aprendizagem colaborativa online). *Computers & Education*, 97, 31-48. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.015>

Como citar este artigo: Veldkamp, A., Rebecca Niese, J., Heuvelmans, M., Knippels, M.-C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2022). Você escapou! Como você aprendeu durante o jogo? *British Journal of Educational Technology*, 53, 1430-1458. <https://doi.org/10.1111/bjet.13194>

APPE NDIX A

OS TESTES DE CONHECIMENTO E O QUESTIONÁRIO DE EXPERIÊNCIA P R

E TESTOS/POSTOS DE CONTEÚDO

As 19 afirmações dos testes de conhecimento pré e pós eram iguais. Os alunos foram solicitados a assinalar a resposta certa: "correta", "incorreta" ou "não ", e não a adivinhar aleatoriamente. O pré-teste começou com perguntas sobre idade, gênero, tipo de educação, série e o quanto o aluno entendia do assunto de imunologia (escala Likert 5).

Declarações (T)

- T1 Uma zoonose é uma doença transmitida de uma planta para um animal. T2 Animais de estimação podem contrair zoonoses.
 T3 Uma zoonose geralmente é letal.
 T4 A zoonose da febre Q é causada por um vírus.
 T5 A zoonose da febre Q causa abortos espontâneos em animais.
 T6 No combate à febre Q, uma das ações é matar os animais infectados. T7 Os antibióticos combatem os vírus.
 T8 Com a imunização passiva, você mesmo não produz anticorpos. T9 Com a imunização ativa, você mesmo não produz anticorpos. T10 Com a imunização artificial, você é vacinado.
 T11 Com a imunização natural, você mesmo encontra o patógeno.
 T12 A imunidade de rebanho é a proteção decorrente de uma alta proporção de indivíduos imunes ao seu redor.
 T13 Imunidade de rebanho significa que todos os animais de um rebanho são vacinados.
 T14 A imunidade de rebanho é alcançada quando 50% das pessoas ao seu redor estão imunes. T15 As células plasmáticas (células B) produzem anticorpos.
 T16 As células T citotóxicas se ligam às células infectadas e induzem a morte celular. T17 A defesa pelas células T faz parte das funções imunes celulares.
 T18 A defesa pelas células B faz parte das funções imunológicas humorais.
 T19 A sequência do método científico é: definição do problema, hipótese, pergunta de pesquisa, experimento, resultados, discussão e conclusão.

APPE NDIX B

QUESTIONÁRIO DE EXPERIÊNCIA

As declarações A e as fontes B foram usadas para as declarações do questionário de experiência e se foram adotadas, adaptadas ou desenvolvidas pelos autores.

Declarações

Minha função durante o jogo foi:

-

fazendeiro veterinário civil clínico geral governo Derrotamos a febre Q a tempo.

-

Sim Não

Para as 22 afirmações a seguir, foi perguntado aos alunos até que ponto eles concordavam com as afirmações, colorindo o círculo correspondente à sua opinião.

-

discordo totalmente discordo neutro concordo totalmente concordo

TABLE B 1 Fontes usadas para as afirmações do questionário de experiência e se elas foram adotadas, adaptadas ou desenvolvidas pelos autores

Número da pergunta	Adotado, adaptado ou desenvolvido	Fonte
Q1	Desenvolvido	
Q2	Desenvolvido	
Q3	Desenvolvido	
Q4	Adaptado	Giang et al. (2018)
Q5	Adaptado	Giang et al. (2018)
Q6	Adaptado	Jennett et al. (2008)
Q7	Adotada	Jennett et al. (2008)
Q8	Adaptado	Jennett et al. (2008)
Q9	Adotada	Veenman et al., (2000)
Q10	Adaptado	Cain (2021)
Q11	Adotada	León-del-Barco et al. (2018)
Q12	Adaptado	Lin (2004)
Q13	Desenvolvido	
Q14	Desenvolvido	
Q15	Desenvolvido	
Q16	Desenvolvido	Baseado em Sanchez e Plumettaz-Sieber (2019)
Q17	Desenvolvido	Baseado em Sanchez e Plumettaz-Sieber (2019)
Q18	Desenvolvido	Baseado em Sanchez e Plumettaz-Sieber (2019)
Q19	Adaptado	Giang et al. (2018)
Q20	Adaptado	Hwang et al. (2012)
Q21	Desenvolvido	Baseado em Sanchez e Plumettaz-Sieber (2019)

Q1 Gostei da aula.

Q2 Eu gostaria de realizar atividades semelhantes com mais frequência. Q3 Senti que fazia parte da história.

Q4 A dificuldade da caixa e minhas habilidades estavam em um nível semelhante. Q5 A caixa de fuga manteve minha atenção.

Q6 Durante o jogo, eu também estava ocupado com as equipes ao meu redor.

Q7 Fiquei tentado a parar de jogar para ver o que estava acontecendo ao meu redor. Q8 Os vídeos, as roupas e os adereços contribuíram para a narrativa.

Q9 Na minha equipe, frequentemente conversávamos sobre coisas não relacionadas à atividade da caixa de fuga. Q10 Todos os meus colegas de equipe trabalharam bem juntos para resolver os quebra-cabeças da caixa de fuga. Q11 Meus colegas de equipe compartilharam informações importantes com o restante da equipe.

Q12 Eu me senti parte da equipe.

Q13 A atividade da caixa de fuga mostra que a cooperação é importante para combater uma doença infecciosa.

Q14 Aprendi durante esta atividade explicando algo para outras pessoas.

Q15 Aprendi algo durante esta atividade porque meu colega de equipe me explicou. Q16 O debriefing não foi necessário.

Q17 Fiz perguntas durante o debriefing.

Q18 Durante o debriefing, minhas dúvidas foram resolvidas.

Q19 O debriefing me ajudou a entender os conceitos de imunologia.

Q20 Jogar a caixa e o debriefing me ajudam a me preparar para um teste sobre imunidade.

Q21 Ao jogar a caixa e fazer o debriefing, posso aplicar os conceitos do livro em situações reais.

Deseja acrescentar algo mais? Por favor, escreva abaixo: **Fontes usadas para as declarações do questionário de experiência A PPE N D I X C.**

PERGUNTAS DA ENTREVISTA A. ALUNOS E B. PROFESSORES

A Esquema de entrevista dos alunos - perguntas gerais

semiestruturadas

1. Você gostaria de realizar atividades semelhantes com mais frequência? Por que/por que não?

Perguntas sobre imersão

1. O que você achou da narrativa sobre a febre Q? Credível ou inacreditável?
2. Até que ponto os vídeos ajudaram a mergulhar na narrativa?
3. Cada membro da equipe adotou uma função diferente. Como você se sente em relação a isso?

Por que os designers adicionaram as funções ao jogo?

4. Até que ponto você se manteve fiel à sua função?
5. Todos os membros da sua equipe cumpriram suas funções?
6. Quais foram as consequências do abandono das funções? Ruim para a jogabilidade ou não?
7. Até que ponto os sons adicionais ajudaram a manter a imersão na narrativa?
8. Até que ponto você se distraiu com seu ambiente? Como isso ?
9. Como você percebeu os quebra-cabeças que jogou?
10. Até que ponto o formato da caixa de escape garante que você esteja concentrado no jogo?

Perguntas sobre colaboração

1. Como foi a colaboração no trabalho em equipe?
2. O que vocês aprenderam uns com os outros enquanto jogavam a caixa de fuga?
3. Como vocês aprenderam uns com os outros enquanto jogavam a caixa de fuga?
4. O que você aprendeu sobre colaboração?
5. Até que ponto o formato da caixa de escape garante que vocês mantenham o foco no jogo *juntos*?

Perguntas sobre o debriefing

1. O debriefing foi útil? Por que sim ou por que não?
2. O que você aprendeu com o debriefing?
3. O que poderia ser melhorado em relação ao debriefing?

B. Esquema de entrevista com professores - semiestruturado

1. Como você vivenciou a atividade para seus alunos?

Você viu algum aluno não envolvido?

2. Qual era ou quais eram os objetivos que você pretendia alcançar com essa atividade de escape room?

Essa atividade de escape room tem três adaptações principais em comparação com um escape room educacional comum: (1) uma **caixa de escape** por equipe, (2) uma **narrativa** e (3) cada aluno tem uma **função exclusiva** na narrativa.

3. De acordo com você, até que ponto **a caixa de fuga** teve efeito sobre
- a imersão e o envolvimento dos alunos,
 - a colaboração dentro de sua equipe,
 - aprendizagem colaborativa?
4. Na sua opinião, até que ponto a **narrativa** teve um efeito sobre
- a imersão e o envolvimento dos alunos,
 - a colaboração dentro de sua equipe,
 - aprendizagem colaborativa?
5. Na sua opinião, até que ponto **o papel único do aluno** na narrativa teve efeito sobre
- a imersão e o envolvimento dos alunos,
 - a colaboração dentro de sua equipe,
 - aprendizagem colaborativa?
6. Qual é a função do debriefing na atividade?

APPE NDIX D.

OS QUEBRA-CABEÇAS BASEADOS EM CONTEÚDO E SUA ORGANIZAÇÃO

Os resumos são o nome do quebra-cabeça, que também é uma fase da epidemia, uma breve descrição da principal ação necessária no quebra-cabeça, a função de quem encontra a (parte principal do) quebra-cabeça e a meta de aprendizado. A maneira como a solução leva a um código não é descrita. São destacados os elementos que promovem a colaboração e o aprendizado colaborativo ("elementos C").

1. *Anamnese* - colocar as perguntas do veterinário e as respostas correspondentes do *fazendeiro* na ordem correta.

Objetivo de aprendizado: Aprender o conceito e o procedimento de anamnese e sintomas da febre Q. Elementos C: Alocação de tarefas e divisão de informações entre os jogadores.



2. *Coleta de uma amostra* - para julgar declarações sobre zoonose e febre Q; o veterinário.

Objetivo de aprendizado: Praticar o conhecimento recém-adquirido sobre zoonose e febre Q.



3. Medidas *de abate* - indicar a região infectada correta para as medidas de abate; governo
Objetivo do aprendizado: Aprender e praticar o conhecimento sobre o procedimento de abate e vacinação de cabras e resultados de testes falso-negativos/positivos.

Elementos C: Alocação de tarefas e combinação de informações de dois quebra-cabeças subjacentes necessários e divisão de fontes.



4. *Transferência para humanos* - para combinar informações do anagrama para o quebra-cabeça sueco; clínico geral.

Objetivo de aprendizado: Promover o conhecimento sobre imunologia e praticar novos conhecimentos sobre zoonose e abordagem de saúde única.

Elementos C: Alocação de tarefas e divisão de informações entre os jogadores



5. *Pesquisa sobre vacina humana* - colocar em ordem as fases do ciclo de pesquisa científica e relacioná-las às descrições de pesquisa sobre esse tópico. Descubra novas informações sobre a *Coxiella Burnetii*.

Objetivo de aprendizado: Praticar o conhecimento sobre o ciclo de pesquisa científica e aprender sobre o uso de

Coxiella burnetii como arma biológica.

C-elementos: Mais quebra-cabeças disponíveis ao mesmo tempo: divisão de tarefas, divisão de fontes.



6. *Produção de vacina humana* - relacionar conceitos com suas definições.

Objetivo de aprendizado: Praticar conceitos sobre imunização e sistema imunológico.

C-elementos: Mais quebra-cabeças disponíveis ao mesmo tempo: divisão de tarefas, divisão de fontes.



7. *A vacina fora da caixa* - para abrir uma caixa de quebra-cabeça em forma de caixa de transporte.

Objetivo de aprendizagem: nenhum sobre o conhecimento do conteúdo, nem todos os grupos resolvem um jogo a tempo, para garantir que os jogadores atinjam todos os objetivos de aprendizagem, o último quebra-cabeça não tem objetivos de aprendizagem sobre o conteúdo. No entanto, a mensagem é que o pensamento "fora da caixa" é necessário no jogo e na ciência.



APPE NDIXE .

A ORGANIZAÇÃO DOS QUEBRA-CABEÇAS

A organização dos quebra-cabeças ou o chamado caminho do quebra-cabeça está representada. Os números referem-se à descrição dos quebra-cabeças no [Apêndice D](#).