

XXI Simpósio
Internacional
de Informática
Educativa

**SIIE
2019**

XXI International
Symposium
on Computers
in Education

TOMAR, PORTUGAL
November 21-23

BOOK OF PROCEEDINGS

Célio Gonçalo Marques, Isabel Pereira
and Diana Pérez (Eds.)
Tomar, Portugal, 2019



Célio Gonçalo Marques, Isabel Pereira and Diana
Pérez (Edited by)
Proceedings of the 21st International Symposium on
Computers in Education (SIIE 2019)

ISBN 978-989-8840-39-4
© 2019 Instituto Politécnico de Tomar

All rights reserved.

The views expressed in the papers are of the individual authors. The editors are not liable to anyone for any loss or damage caused by any error or omission in the papers, whether such error or omission is the result of negligence or any other cause. All and such liability are disclaimed.

Instituto Politécnico de Tomar
Quinta do Contador
Estrada da Serra
2300-313 – Tomar
Portugal

Enquiries:
Tel: +351 249 328 100
Fax: +351 249 328 186
e-mail: geral@ipt.pt
web: www.ipt.pt

Aplicação da simulação de realidade virtual na formação de bombeiros para o desenvolvimento de competências de tomada de decisão

Vítor Reis

LE@D – Laboratório de Educação a Distância e eLearning
Lisboa, Portugal
vmreis@lead.uab.pt

Cláudia Neves

LE@D – Laboratório de Educação a Distância e eLearning
Lisboa, Portugal
claudia.neves@uab.pt

Resumo—O estudo incide sobre a formação de bombeiros com utilização de cenários simulados em realidade virtual para desenvolver competências de tomada de decisão no âmbito da gestão de operações de socorro. Através do método de investigação-ação foi concebido e melhorado um programa de formação para desenvolver as competências consideradas críticas no domínio da tomada de decisão, no contexto das intervenções dos bombeiros, recorrendo a exercícios de simulação com cenários criados em realidade virtual. No decurso de dois ciclos de investigação-ação foi realizado um curso de formação piloto, dirigido a um grupo de oito formadores internos e externos da Escola Nacional de Bombeiros, e um segundo curso destinado a oito elementos do quadro de comando oriundos de diferentes corpos de bombeiros. Os dados recolhidos e a análise comparativa sobre o desempenho dos dois grupos de formandos, bem como a perceção dos formadores e formandos em termos de avaliação da ação de formação, permitiram identificar correções e introduzir alterações, numa lógica de melhoria contínua do produto formativo. Os resultados alcançados no trabalho de investigação demonstraram a adequação do programa de formação e da utilização da simulação de realidade virtual, distinguindo um conjunto de orientações que poderão ser consideradas em contextos formativos semelhantes.

Palavras-chave—bombeiros, formação, competências, tomada de decisão, simulação de realidade virtual

I. INTRODUÇÃO

Os corpos de bombeiros, no âmbito das atividades que compõem a sua missão, são solicitados a responder diariamente a diferentes ocorrências. A tomada de decisão exigida em situações de emergência, em que a ocorrência se desenvolve num curto espaço de tempo, de forma dinâmica, a informação disponível é limitada e as decisões são tomadas sob elevada pressão, coloca grandes desafios a quem tem a responsabilidade de decidir [1]. A competência de tomar decisões, corretamente e em tempo útil, define a eficácia e a eficiência das intervenções dos corpos de bombeiros, ao limitar as consequências dos eventos em termos de perdas humanas, patrimoniais e ambientais, e prevenir a ocorrência de acidentes com os próprios bombeiros.

A componente prática da formação em gestão de operações é habitualmente baseada na realização de exercícios de simulação que abordam diferentes contextos operacionais. Até muito recentemente os formandos eram colocados perante cenários projetados em sala, utilizando o *Powerpoint* e sequências de imagens de uma determinada ocorrência, que ao longo do exercício exibiam alterações correspondentes à evolução da situação embora limitadas a um número muito reduzido de opções pré-definidas. A introdução de um simulador de realidade virtual na formação possibilitou a conceção de cenários de elevada fidelidade

face às condições reais de atuação dos bombeiros, recriando situações de grande complexidade ou risco. Esses ambientes virtuais permitem treinar a tomada de decisão, possibilitando que se cometam erros e que os formandos possam aprender com os erros cometidos, de modo seguro e sem consequências para os próprios ou para terceiros.

Segundo o referido em [2] as vantagens desta ferramenta são evidenciadas em muitos trabalhos de investigação que têm abordado as simulações, quer ao nível dos seus efeitos e conteúdo, quer ao nível do seu desenvolvimento e das práticas pedagógicas, ou mesmo fazendo uma interseção das diferentes abordagens. Contudo, também é possível encontrar muitos estudos que focam a simulação virtual numa perspetiva puramente tecnológica, assinalando apenas requisitos e potencialidades, levando a que os resultados da introdução dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizagem nem sempre sejam conclusivos, já que os investigadores ignoraram outros aspetos fundamentais como o contexto e os métodos pedagógicos que definem as circunstâncias em que tal tecnologia foi utilizada.

Este estudo, realizado no âmbito de uma investigação de doutoramento, tem por finalidade explorar a aplicação da simulação de realidade virtual (SRV) em contexto formativo, através da conceção de uma ação de formação que pretende desenvolver as competências ligadas à tomada de decisão que são solicitadas aos bombeiros na gestão de operações de socorro.

II. SIMULAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL

As simulações podem assumir muitas formas e podem ser consideradas como um conjunto de técnicas e tecnologias, desde o role-play verbal aos mundos virtuais [3].

A realidade virtual engloba uma vasta gama de tecnologia, desde as simulações visualizadas em computador até aos óculos de realidade virtual que podem ser equipados com sofisticados sistemas de deteção de movimento [4]. Embora a tecnologia possa ser variada, a característica comum é fornecer uma interface homem-computador que simula um ambiente tridimensional alternativo e apresenta uma estimulação multissensorial para o utilizador (visual, auditiva, háptica, olfativa ou outras), permitindo a esse utilizador interagir com o ambiente sintético em tempo real [5].

A utilização de simuladores que empregam sistemas de realidade virtual para a formação de profissionais em diferentes setores de atividade é referenciada há várias décadas, nomeadamente no setor da aeronáutica [6], da medicina [7, 8], da enfermagem [9, 10], na área militar [11], nos serviços de emergência [12, 13] e nos bombeiros [14, 15, 16, 17].

A simulação com recurso à realidade virtual é uma ferramenta flexível que pode ser utilizada de forma isolada ou em conjunto com os métodos de formação mais tradicionais, sendo igualmente eficaz. Contudo, alguns resultados de aprendizagem são mais fáceis de alcançar num ambiente simulado. Os cenários podem ser especificamente projetados de acordo com o nível de complexidade pretendido, podendo ser facilmente reproduzidos. As simulações podem ser interrompidas, controladas e repetidas e permitem preparar os bombeiros para situações que nem sempre são possíveis de simular em condições reais [18]. Ao dispensar a deslocação de meios e equipamentos reais e ao proporcionar o acesso à formação de um maior número de formandos torna-se igualmente uma solução com custos mais reduzidos.

A simulação em realidade virtual possui um conjunto de requisitos que a caracterizam e dos quais destacamos:

a) *Fidelidade física e psicológica*: A fidelidade física refere-se ao modo como a simulação é bem-sucedida em reproduzir os aspetos físicos do ambiente, nomeadamente em termos da aparência visual e do som. Por sua vez, a fidelidade psicológica refere-se ao grau em que a simulação capta os aspetos funcionais e cognitivos do domínio do desempenho [19, 20].

b) *Interação*: A interação do utilizador com o ambiente virtual é realizada através de uma interface que atua como uma extensão do ambiente físico para o virtual. A possibilidade do utilizador interagir com o ambiente virtual, através da manipulação e movimentação de objetos, e visualizar a resposta do simulador às suas ações, reforçam a sensação de presença do utilizador nesse ambiente [21].

c) *Imersão*: A imersão é a impressão subjetiva de estar a participar numa experiência abrangente e realista independentemente da interface usada para a alcançar [22]. Um ambiente virtual que promova uma experiência mais intensa de imersão sensorial vai gerar um maior sentimento de presença no utilizador [23].

d) *Realismo*: O valor percebido da formação depende da medida em que reproduz com precisão as situações da vida real e para as quais exige que os participantes empreguem os comportamentos que serão necessários nessas situações [18]. O realismo da situação simulada influencia a perceção do aluno sobre a utilidade da experiência de aprendizagem e a posterior transferência da aprendizagem para o contexto real de trabalho [24].

III. MODELO PEDAGÓGICO

Diversos estudos abordam a exploração da SRV no contexto da formação de bombeiros [14, 15, 16, 17, 25]. Contudo, não foi possível reconhecer nesses trabalhos de investigação a adoção de um modelo pedagógico específico para processos de ensino-aprendizagem que envolvam essa tecnologia.

Perante a ausência de um modelo que permitisse enquadrar as atividades pedagógicas, segundo a atuação dos intervenientes no processo de formação, formadores e formandos, decidimos adotar o modelo pedagógico desenvolvido em [3] para ambientes de aprendizagem baseados em simulação, com e sem utilização de realidade virtual, dirigidos a profissionais de saúde. Consideramos que o modelo pedagógico é suficientemente flexível para poder

ser adaptado e aplicado a outros contextos profissionais, nomeadamente aos bombeiros, em que os processos formativos integrem a utilização da simulação enquanto ferramenta para o desenvolvimento de competências dos seus destinatários.

A representação do modelo pedagógico (Fig. 1) integra as características da aprendizagem significativa, que preenchem a sua parte central. O modelo pedagógico surge envolvido pelo contexto sociocultural, para destacar a complexidade da aprendizagem e do desenvolvimento de competências, com a indicação, em cada uma das seis fases, das atividades realizadas pelos alunos e pelos facilitadores.



Fig. 1. O modelo pedagógico para a educação em saúde baseada em simulação (Adaptado de [3])

No caso de um curso que inclua mais do que um cenário de simulação algumas das fases ocorrem apenas uma vez (pré-atividades, introdução, briefing do simulador e dos cenários e pós-atividades), enquanto outras fases (cenários e debriefing) ocorrem tantas vezes quanto o número de cenários realizados [3].

IV. AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS DE TOMADA DE DECISÃO

A competência corresponde à capacidade de mobilizar, num determinado contexto, um conjunto de conhecimentos, aptidões e atitudes para a realização de tarefas ou resolução de problemas [26, 27, 28]. A capacidade de mobilizar diferentes recursos orientada para a resolução de problemas, que expressa a noção de competência, só pode ser avaliada, validada e desenvolvida quando colocada em ação numa situação concreta [28].

A formação focada no desenvolvimento de competências exige práticas de ensino que envolvam a simulação de situações-problema próprias da atividade profissional, preparando os formandos para agir no contexto real de trabalho. A construção da aprendizagem resulta da relação que se estabelece entre a ação e a reflexão sobre as ações observadas e/ou realizadas [29].

O modelo *Effective Command* referido em [30] é uma ferramenta de avaliação concebida especificamente para avaliar as competências de comando em contexto de formação. A metodologia é baseada na observação das competências, designadas por comportamentos de tomada de decisão, que são demonstradas pelos participantes em

exercícios desenvolvidos em simulação de realidade virtual ou em exercícios com fogo real. Os comportamentos de tomada de decisão centram-se nas competências específicas que são requeridas para o desempenho da função de Comandante das Operações [31].

Em [31] é referido que o modelo *Effective Command* está alinhado com o modelo de tomada de decisão naturalístico e o Modelo de Tomada de Decisão da *London Fire Brigade*. Os comportamentos de tomada de decisão que os participantes devem demonstrar em contexto de formação ou avaliação, traduzem as competências que são necessárias para a realização das seguintes atividades: Comportamentos de recolha de informação; Informação situacional; Eficácia do conhecimento da situação; Tomada de decisão; Plano; Comunicação; Comando e Controlo; Revisão.

V. METODOLOGIA

O estudo foi efetuado com recurso ao método de investigação-ação, que deve ser a escolha quando a investigação aborda processos de mudança e pretende resolver problemas reais [32]. A esse propósito é referido em [33] que a investigação-ação tem como objetivo primordial a mudança e a melhoria da ação educativa.

O modelo de investigação-ação proposto em [33] é desenvolvido em ciclos que se repetem ao longo do tempo até à obtenção das melhorias que se pretendem alcançar. O modelo distingue quatro etapas em cada ciclo: 1) Identificação e reconhecimento do problema; 2) Construção do plano de ação ou planificação; 3) Implementação do plano; 4) Reflexão/avaliação.

O primeiro ciclo de investigação-ação iniciou com a caracterização da situação atual, em termos de formação na área da gestão de operações, assim como dos pressupostos definidos para a conceção da ação de formação de atualização destinada aos elementos do quadro de comando, a partir dos dados recolhidos através de análise documental, entrevistas e questionários. Os resultados do diagnóstico permitiram identificar e definir as atividades a desenvolver na segunda etapa, nomeadamente a conceção do programa de formação recorrendo ao modelo ADORA referido em [34], a seleção do modelo pedagógico para a componente da formação baseada em simulação, a criação de cenários em realidade virtual e a opção pelo modelo de avaliação de competências. Na terceira etapa foi realizada uma ação de formação piloto que teve como destinatários oito formadores internos e externos da Escola Nacional de Bombeiros (ENB), que são, simultaneamente, elementos do quadro de comando de corpos de bombeiros. Foram recolhidos dados relativos ao desempenho dos formandos e sobre a avaliação de reação através de um questionário dirigido aos formandos. Foram observados e registados os aspetos mais relevantes sobre o desenrolar da ação de formação através de notas de campo do investigador. Na última etapa foram analisados os resultados de aprendizagem e a avaliação dos formandos sobre a ação de formação, com os elementos da equipa da ENB que colaboraram no estudo enquanto formadores, o que permitiu identificar os pontos a melhorar no próximo ciclo.

No segundo ciclo de investigação-ação foram percorridas outras quatro etapas, tendo como ponto de partida as correções e as melhorias que resultaram da avaliação do ciclo anterior e que foram implementadas numa ação de formação destinada a oito elementos do quadro de comando de diferentes corpos de bombeiros. Os resultados do

desempenho dos formandos e da sua avaliação em relação à ação de formação foram comparados com os resultados do primeiro grupo de formação, o que permitiu avaliar as consequências das ações implementadas neste ciclo e sinalizar novas melhorias para um futuro ciclo.

A investigação foi concretizada através de um trabalho colaborativo entre os formadores da ENB e o investigador que, na qualidade de observador participante, conduziu e apoiou os formadores ao longo das diferentes atividades.

VI. RECOLHA E TRATAMENTO DE DADOS

A recolha de dados foi assegurada através de diferentes técnicas e instrumentos, designadamente análise documental, entrevista, inquérito por questionário, observação participante e grelha de observação.

A análise e interpretação dos dados das entrevistas foram realizadas através da análise de conteúdo a partir da sua transcrição. Os dados de natureza quantitativa, recolhidos através dos questionários, foram estudados com recurso à análise estatística descritiva. No caso da análise comparativa entre os resultados do questionário de avaliação da formação, no que diz respeito aos dois grupos de formandos, foi utilizado um teste não paramétrico para amostras independentes. O investigador procedeu a uma observação participante ativa recolhendo dados sobre as ações de formação e as atividades realizadas ao longo do estudo pela equipa de formadores da ENB, inclusivamente os momentos de análise e reflexão dessa equipa. Os resultados relativos à avaliação prática de cada formando foram analisados com recurso ao *software* SPSS, versão 22. Através da utilização do SPSS foram efetuadas diversas análises de estatística descritiva, testes à normalidade das distribuições e homogeneidade de variâncias, testes paramétricos para amostras emparelhadas e para amostras independentes.

VII. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A. 1º Ciclo de investigação-ação

O trabalho desenvolvido nas etapas iniciais do primeiro ciclo de investigação-ação culminou na realização da ação de formação piloto, que decorreu de 16 a 19 de janeiro de 2017, nas instalações do Centro de Simulação e Realidade Virtual (CSRV) da ENB.

Os exercícios de simulação foram estruturados e aplicados de acordo com o modelo pedagógico em [3] e consistiram na aplicação dos procedimentos inerentes a cada atividade do processo de decisão operacional. Os exercícios englobaram oito cenários diferentes, referentes às ocorrências de incêndio urbano/industrial, incêndio florestal, acidente com elevado número de vítimas e acidente envolvendo matérias perigosas. Os cenários criados com recurso ao *software* XVR (Fig. 2) foram baseados em situações reais e na experiência operacional da equipa de formadores, tendo em consideração os objetivos de aprendizagem a alcançar e de modo a desafiar os formandos a tomarem decisões críticas em situações complexas.

Cada formando realizou um exercício em contexto formativo e outro em contexto de avaliação sumativa. Os oito exercícios foram distribuídos aleatoriamente por cada formando, garantindo que nenhum deles desempenhava a função de Comandante das Operações de Socorro (COS) nos dois exercícios, formativo e avaliativo, perante o mesmo cenário.



Fig. 2. Cenário de um acidente envolvendo matérias perigosas concebido em realidade virtual

1) Resultados de aprendizagem

Foram recolhidos dados relativos ao desempenho prático dos formandos nos exercícios de simulação através da aplicação da grelha de observação da ferramenta de avaliação *Effective Command*. Comparando os resultados das médias das classificações obtidas pelos formandos na avaliação formativa com as classificações conseguidas na avaliação sumativa verificámos que, em todas as atividades do processo de decisão, as médias obtidas no segundo momento foram mais elevadas, levantando-se assim a hipótese de que tenha existido uma evolução positiva no desempenho dos formandos, ou seja, que a formação resultou na melhoria dos comportamentos de tomada de decisão.

No entanto, para podermos concluir que as diferenças são significativas do ponto de vista estatístico foi necessário realizar um teste de hipóteses. A aplicação do teste *t* para amostras emparelhadas permitiu concluir que existiam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nos resultados das duas avaliações, no que diz respeito às médias das classificações finais obtidas pelos formandos ($p = 0,000$) e relativamente às atividades “Informação situacional” ($p = 0,001$), “Eficácia do conhecimento da situação” ($p = 0,007$), “Tomada de decisão” ($p = 0,007$), “Plano” ($p = 0,008$) e “Revisão” ($p = 0,000$). O sentido das diferenças indicou que as médias do 1º momento são inferiores às médias do 2º momento, podendo assim concluir-se que houve uma melhoria no desempenho dos formandos. Em relação às atividades “Comportamentos de recolha de informação” ($p = 0,140$), “Comunicação” ($p = 0,142$) e “Comando e Controlo” ($p = 0,305$) não se registaram diferenças estatisticamente significativas, pelo que podemos concluir não ter existido uma evolução significativa do desempenho dos formandos relativamente às atividades mencionadas.

2) Avaliação da formação

A avaliação da ação de formação resultou da análise da avaliação de reação dos formandos e das reuniões conduzidas pelo investigador com o grupo de formandos e a equipa de formadores.

Relativamente à avaliação de reação, obtida por meio de questionário aplicado no final da formação, podemos destacar os principais resultados da perceção dos formandos no que concerne às seguintes questões:

a) Características do simulador de realidade virtual e experiência da sua utilização

No que se refere à fidelidade psicológica, a maioria dos formandos considerou que o ambiente virtual colocou as mesmas exigências que as ocorrências no ambiente real, ao nível dos fatores de pressão, do tempo, das dificuldades e dos problemas, permitindo efetuar as ações passíveis de realização no ambiente real. Relativamente à fidelidade física, a maior parte dos formandos concordou que o ambiente visual do simulador reproduziu adequadamente o ambiente real e os meios habitualmente presentes numa ocorrência. No domínio da interação, os movimentos e a manipulação de objetos no ambiente virtual foram considerados naturais e a manipulação do dispositivo de controlo (*Joystick*) não causou dificuldades à totalidade dos formandos. Contrariamente, a maioria dos formandos não concordou que o tempo de resposta do simulador às ações dos formandos fosse adequado. Em relação à experiência de imersão, os formandos consideraram que os aspetos visuais e auditivos criaram uma sensação de envolvimento no ambiente virtual e na situação. A maioria dos formandos considerou os cenários, que compõem os exercícios de simulação, como sendo realistas. No entanto, em relação à evolução das ocorrências, apenas metade dos formandos concordaram que era realista.

b) Importância da SRV para a motivação para a aprendizagem e para o desenvolvimento das competências de tomada de decisão

A maioria dos formandos considerou a SRV como muito importante para a motivação para a aprendizagem e para o desenvolvimento das competências de tomada de decisão. As características que foram consideradas mais importantes consistem em permitir cometer erros e explorar possibilidades de ação, colocar problemas para resolução que ocorrem nas operações em ambiente real, possibilitar a comunicação/interação com outros intervenientes habitualmente presentes nas ocorrências, assim como a possibilidade de identificar oportunidades de melhoria no desempenho dos formandos.

c) Avaliação global sobre a ação de formação

A aplicação da SRV foi considerada pela maioria dos formandos como adequada aos objetivos da formação. A maior parte dos formandos considerou que os conhecimentos adquiridos na formação têm aplicabilidade prática no desempenho das suas funções. Os formandos sentiram-se mais confiantes após a formação em relação às competências de tomada de decisão, considerando que as competências adquiridas na formação podem ser transferidas para situações reais. Os formandos valorizaram a importância do *feedback* fornecido pelos formadores para o processo de aprendizagem e para a identificação de aspetos relativos ao desempenho que podiam melhorar.

d) Satisfação global sobre a ação de formação

A maioria dos formandos indicou estar Muito Satisfeito (50%) e Totalmente Satisfeito (37,5%) com a aplicação da SRV na formação. Os formandos assinalaram a sua satisfação global relativamente à ação de formação ao nível de Muito Satisfeito (50%) e Totalmente Satisfeito (50%).

Os formandos tiveram ainda a oportunidade de expressar a sua opinião sobre a ação de formação numa reunião com o investigador, em que destacaram a importância do *briefing* do exercício e do *feedback* transmitido pelo formador após

cada exercício. Foi ainda mencionada a vantagem que a SRV proporciona ao criar uma imagem da ocorrência comum a todos os formandos, o que facilita a compreensão sobre o que está a acontecer e o modo como a situação evolui.

A avaliação e reflexão do investigador e da equipa de formadores centraram-se sobre a adequação da proposta formativa e os resultados alcançados na ação de formação piloto. Os formadores consideraram que os objetivos de aprendizagem traçados foram cumpridos e que a metodologia utilizada, assim como os recursos técnico-pedagógicos empregues, contribuíram decisivamente para os resultados de aprendizagem alcançados pelos formandos. A análise crítica resultou ainda na identificação das propostas de melhoria a incluir na próxima ação de formação, ao nível dos guiões dos exercícios, guiões auxiliares, planos de comunicações, documentação, cenários de realidade virtual, sessão de adaptação ao simulador, condução dos exercícios de simulação, interação com o ambiente virtual, consolidação do processo de decisão e no que diz respeito à estrutura da prova de avaliação prática.

B. 2º Ciclo de investigação-ação

As oportunidades de melhoria identificadas na avaliação da ação de formação piloto foram analisadas e validadas pelo investigador e a equipa de formadores internos da ENB, dando origem a um conjunto de alterações de âmbito pedagógico e tecnológico. As modificações implementadas tiveram reflexo em todas as fases do modelo pedagógico, com particular impacto no que se refere às fases de Pré-atividades, Introdução e Cenários.

A realização da segunda ação de formação, de 19 a 22 de fevereiro de 2018, destinada a elementos do quadro de comando de diferentes corpos de bombeiros, permitiu implementar as alterações e medir os efeitos das mesmas ao nível dos resultados de aprendizagem e da perceção dos formandos sobre a formação.

1) Resultados de aprendizagem

Na análise dos resultados de aprendizagem foram utilizados os mesmos procedimentos estatísticos que no 1º ciclo de investigação-ação para poder concluir que existiu uma evolução positiva no desempenho dos formandos no decorrer da formação. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) no que diz respeito às médias das classificações finais ($p = 0,001$) e entre as médias dos resultados obtidos em relação às atividades “Eficácia do conhecimento da situação” ($p = 0,004$), “Tomada de decisão” ($p = 0,002$), “Plano” ($p = 0,001$), “Comando e Controlo” ($p = 0,026$) e “Revisão” ($p = 0,006$). Nas restantes atividades não se confirmaram diferenças estatisticamente significativas nos dois momentos de avaliação.

Para determinar se existiram diferenças significativas, que demonstrem a eficácia das melhorias implementadas no segundo ciclo de investigação-ação, foi realizada uma análise comparativa sobre as classificações obtidas pelos dois grupos de formandos nos exercícios práticos. Através de um teste de hipóteses foram comparados os resultados obtidos nas duas ações de formação, o que permitiu chegar à conclusão que, tanto na avaliação formativa como na avaliação sumativa, apenas foram observadas diferenças estatisticamente significativas ao nível de “Comportamentos de recolha de informação” ($t_{(14)} = -2,260$; $p = 0,040$). Em ambos os casos, o segundo grupo de formação registou, em média, uma melhor

classificação nessa atividade comparativamente com o primeiro grupo de formandos. No que diz respeito às restantes atividades não podemos afirmar que existiu uma melhoria no desempenho dos formandos.

2) Avaliação da formação

Foram comparadas as respostas dos dois grupos de formação ao questionário de avaliação de reação para verificar se existiram diferenças significativas entre a distribuição das avaliações sobre as diferentes dimensões de análise. As diferenças registadas entre as avaliações dos formandos foram consideradas estatisticamente significativas no que se refere à fidelidade psicológica e fidelidade física do ambiente virtual, interação com o ambiente virtual e em relação aos exercícios de simulação. Em todas as questões em que se registaram diferenças significativas, os formandos do segundo grupo de formação atribuíram, em média, uma classificação superior, o que permite concluir que se verificou uma melhoria da perceção dos formandos relativamente aos pontos indicados. Em todas as outras questões que fazem parte do questionário a distribuição das avaliações não foi considerada estatisticamente diferente, pelo que não é possível assinalar qualquer conclusão sobre eventuais tendências verificadas nas avaliações entre os dois grupos de formandos.

A avaliação realizada pelo investigador e a equipa de formadores sobre os resultados alcançados neste ciclo de investigação-ação apontou para melhorias significativas no que respeita aos exercícios de simulação, particularmente em relação ao realismo da evolução das ocorrências e ao tempo de resposta do simulador perante as ações dos formandos. Ainda assim, foram sugeridas modificações em alguns cenários de modo a incluir um número maior de ações que possam ser selecionadas pelos formandos e um incremento nas interações com os formandos que desempenham funções de “terreno” para minimizar os períodos de inatividade. Foi ainda referida a necessidade de conceção de um maior número de cenários pelo facto dos formandos terem evidenciado alguma capacidade de antecipação de eventos nos exercícios sumativos, a partir da experiência vivida com os mesmos cenários nos exercícios formativos.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pretendeu-se com este estudo melhorar as práticas pedagógicas que envolvem a utilização da realidade virtual na formação dos bombeiros portugueses e melhorar as competências dos elementos do quadro de comando dos corpos de bombeiros na gestão de operações, para que possam prestar um melhor socorro às populações, salvaguardando a segurança dos operacionais que estão sob o seu comando.

O trabalho desenvolvido permitiu destacar um conjunto de orientações metodológicas e de natureza prática que poderão ser consideradas em contextos formativos idênticos que envolvam técnicas ou tecnologias de simulação:

- As competências devem ser adquiridas e desenvolvidas num contexto formativo que coloque o formando perante situações autênticas, que simulam a realidade e que devem estar claramente relacionadas com os problemas, responsabilidades e tarefas inerentes à função ou atividade desempenhada;

- A utilização de simuladores de realidade virtual permite criar cenários realistas que recriam situações que desafiam os formandos, levando a que se sintam envolvidos nas mesmas e reajam como se tratasse de um acontecimento real;
- Os cenários virtuais devem ser criados, sempre que possível, com base em eventos reais e a evolução dos mesmos deve depender da tomada de decisão do formando, para desse modo melhor corresponderem às exigências da realidade;
- A realização de formação que envolva a simulação de realidade virtual deve estar fundamentada num modelo pedagógico que sistematize as diferentes fases a cumprir no desenvolvimento dos exercícios;
- As competências de tomada de decisão devem ser avaliadas perante cenários que representem as ocorrências com as quais o formando pode ser confrontado na sua atividade.

Podemos concluir que o estudo confirmou a adequação da ação de formação concebida para o desenvolvimento das competências de tomada de decisão na gestão de operações. Contudo, também demonstrou que nem todas as competências são desenvolvidas de igual modo e de forma eficaz através da formação, o que exige uma reflexão e um trabalho continuado neste campo de investigação.

REFERÊNCIAS

- [1] G. Klein, "Naturalistic decision making", *Human Factors*, vol. 50, nº 3, p. 456-460, 2008.
- [2] L. Morgado, "Os mundos virtuais e o ensino-aprendizagem de procedimentos", *Educação e Cultura Contemporânea*, nº 6, p. 35-48, 2009.
- [3] T. Keskitalo, *Developing a Pedagogical Model for Simulation-based Healthcare Education*, Rovaniemi: Lapland University Press, 2015.
- [4] R. A. Blade & M. L. Padgett, "Virtual environments standards and terminology" In *Handbook of Virtual Environments: Design Implementation, and Applications*, K. M. Stanney, Ed., Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2002, p. 15-27.
- [5] K. Stanney & J. Cohn, "Virtual environments" In *Humane Computer Interaction: Design Issues, Solutions, and Applications*, J. A. Jacko's, Ed., CRC Press, 2009, p. 293-310.
- [6] C. Blow, "Flight School in the Virtual Environment. Capabilities and Risks of Executing a Simulations-Based Flight Training Program", 2012. [Em linha]. Disponível em: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a567288.pdf>
- [7] P. Ravert, "An integrative review of computer-based simulation in the education process", *Computers Informatics Nursing*, vol. 20, nº 5, p. 203-208, 2002.
- [8] A. H. Gomoll, G. Pappas, B. Forsythe & J. P. Warner, "Individual skill progression on a virtual reality simulator for shoulder arthroscopy: a 3-year follow-up study", *American Journal of Sports Medicine*, vol. 36, nº 6, p. 1139-1142, 2008.
- [9] M. Hovancek, "Using simulation in nurse education" In *Simulation in Nursing Education; from Conceptualization to Evaluation*, P. R. Jeffries, Ed., New York: National League for Nursing, 2007, p. 1-9.
- [10] S. Decker, S. Sportsman, I. Puetz & I. Billings, "The evolution of simulation and its contribution to competency", *Journal of Continuing Education in Nursing*, vol. 39, nº 2, p. 74-80, 2008.
- [11] R. Christ, "Preliminary Evaluation of a Novel Simulation-Based Tool for Training Rapid Decision-Making Skills (Research Report 1847)", Arlington, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 2006.
- [12] P. Andreatta et al., "Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness", *Academic Emergency Medicine*, vol. 17, nº 8, p. 870-876, 2010.
- [13] S. L. Farra & E. T. Miller, "Integrative review: Virtual disaster training", *Journal of Nursing Education and Practice*, vol. 3, nº 3, p. 93-101, 2013.
- [14] J. P. Bliss, P. D. Tidwell & M. A. Guest, "The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, nº 6, p. 73-86, 1997.
- [15] K. Hall, "The effect of computer-based simulation training on fire ground incident commander decision making", Ph.D. Dissertation, University of Texas at Dallas, USA, 2010.
- [16] S. Bayouth, "Examining firefighter decision making process and choice in virtual reality", Ph.D. Thesis, Iowa State University, Iowa, USA, 2011.
- [17] S. Gillespie, "Fire Ground Decision-Making: Transferring Virtual Knowledge to the Physical Environment", Ph.D. Dissertation, Grand Canyon University, Arizona, USA, 2013.
- [18] D. Launder, K. Lamb, J. Olde & M. Link, "Simulating stimulation", *Fire & Rescue*, nº 98, p. 32-34, 2015.
- [19] P. Hayes & M. Omodei, "Essential aspects of effective simulation-based training" In *Proceedings of Bushfire CRC & AFAC 2011 Conference Science Day 1 September 2011*, R. P. Thornton, Ed., Sydney, Australia: Bushfire CRC, 2011.
- [20] E. Entin, I. Elliott & S. Schiflett, "DMT-RNet: An internet-based infrastructure for distributed multidisciplinary investigations of C2 performance" In *Proceedings of the 6th International Command and Control Research and Technology Symposium*, Annapolis, MD, 2001.
- [21] F. Mantovani & G. Castelnuovo, "Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Learning Experience in Virtual Environments" In *Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments*, G. Riva, F. Davide & W.A. IJsselstein, Eds., Amsterdam: Ios Press, 2003, p. 167-181.
- [22] J. Lessiter, J. Freeman, E. Keogh & J. Davidoff, "A cross-media presence questionnaire: The ITC-sense of presence inventory", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, nº 10, p. 282-297, 2001.
- [23] C. Dede, "Immersive interfaces for engagement and learning", *Science*, nº 323, p. 66-69, 2009.
- [24] C. E. Lathan, M. R. Tracey, M. M. Sebrecths, D. M. Clawson & G. A. Higgins, "Using virtual environments as training simulators: Measuring transfer" In *Handbook of Virtual Environments: Design Implementation, and Applications*, K. M. Stanney, Ed., Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2002, p. 403-414.
- [25] S. R. Cohen-Hatton & R. C. Honey, "Goal-Oriented Training Affects Decision-Making Processes in Virtual and Simulated Fire and Rescue Environments", *Journal of Experimental Psychology: Applied*, vol. 21, nº 4, p. 395-406, 2015.
- [26] P. Perrenoud, *Dez novas competências para ensinar*, Porto Alegre: Artmed, 2000.
- [27] M. Roldão, *Gestão do currículo e avaliação de competências*, Lisboa: Editorial Presença, 2003.
- [28] C. Cavaco, *Adultos Pouco Escolarizados – Políticas e Práticas de Formação*, Lisboa: Educa e UI&DCE, 2009.
- [29] V. V. Lima, "Competence: different approaches and implications in the training of healthcare professionals", *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, vol. 9, nº 17, p. 369-379, 2005.
- [30] K. Lamb, J. Davies, R. Bowley & J-P. Williams, "Incident command training: the introspect model", *International Journal of Emergency Services*, vol. 3, nº 2, p. 131-143, 2014.
- [31] K. Lamb, "How to be an effective incident commander", *Fire & Rescue*, nº 102, p. 22-24, 2016.
- [32] C. P. Coutinho et al., "Investigação-Ação: Metodologia preferencial nas práticas educativas", *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, vol. 8, nº 2, p. 355-379, 2009.
- [33] J. Amado & A. P. Cardoso, "A investigação-ação e suas modalidades" In *Investigação Qualitativa em Educação*, J. Amado, Coord., Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014, p. 187-204.
- [34] Instituto para a Qualidade na Formação – IQF, *Guia para a Concepção de Cursos e Materiais Pedagógicos*, Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, 2004.