

PUCRS

ESCOLA DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA E CIÊNCIAS DA SAÚDE
DOUTORADO EM MEDICINA

DAVID PONCIANO DE SENA

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE PERFORMANCE ENTRE *E-LEARNING* E JOGO
DE COMPUTADOR EM MANOBRAS DE PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA

Porto Alegre

2018

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA E CIÊNCIAS DA SAÚDE
DOUTORADO EM MEDICINA

DAVID PONCIANO DE SENA

Avaliação comparativa de performance entre *e-learning* e jogo de computador em manobras de parada cardiorrespiratória

Tese de Doutorado apresentada à Escola de Medicina da PUCRS para obtenção do título de Doutor em Medicina.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Bodanese

Porto Alegre
2018

Ficha Catalográfica

S474a Sena, David Ponciano de

Avaliação comparativa de performance entre e-learning e jogo de computador em manobras de parada cardiorrespiratória / David Ponciano de Sena . – 2018.

098 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina e Ciências da Saúde, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Bodanese.

1. Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). 2. Bystander CPR - bystander cardiopulmonary resuscitation (. 3. CAL (Computer Assisted Learning). 4. Serious Games. I. Bodanese, Luiz Carlos. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecário responsável: Marcelo Votto Texeira CRB-10/1974

DAVID PONCIANO DE SENA

Avaliação comparativa de performance entre *e-learning* e jogo de computador em manobras de parada cardiopulmonar

Tese de Doutorado apresentada à Escola de Medicina da PUCRS para obtenção do título de Doutor em Medicina.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Bodanese

Aprovada em: de de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leandro Genehr Fritcher

Prof. Dra. Letícia Biscaino Alves

Prof. Dr. Márcio Sarroglia Pinho

Prof. Dr. Christian Costa Kieling

Porto Alegre

2018

*"Choose a subject and research focus which fits your **passion** and **genuine interest**. You will find PhD research is fun to do, at times challenging, but a rewarding learning experience." - Dankbaar M. Serious games and blended learning; effects on performance and motivation in medical education. *Perspect Med Educ*. 2017 Feb;6(1):58-60.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor **Doutor Luiz Carlos Bodanese** por ter me aceitado prontamente como orientando, poucos meses antes do término da tese, e que ajudou a concluir esse ciclo.

Ao Professor **Doutor Vinícius Duval** por ter me despertado o interesse pela vida acadêmica.

Ao Professor **Doutor Alexandre da Rosa Franco** por toda a ajuda no decorrer do projeto, mas por motivos de crescimento profissional, teve de se ausentar do país, meses antes da defesa da tese.

Ao Professor **Doutor Mario Wagner** por toda a atenção, paciência, amizade e por sua participação ativa no banco de dados.

Ao apoio de minha esposa e companheira, **Dra. Daniela Dias Fabrício**, que me incentivou e ajudou no desenvolvimento da tese, dando assistência aos nossos filhos e a mim, possibilitando que eu pudesse encontrar tempo para essa pesquisa.

Aos meus filhos **Rafaela Fabrício de Sena** e **Felipe Fabrício de Sena** que vieram ao mundo durante o período do doutorado e me mostraram que existem coisas muito mais importantes do que apenas a realização profissional e acadêmica. A realização como pai.

Aos amigos **Dr. Charles Berres**, **Dr. Rubem Lang**, **Dr. João Eschiletti**, **Dr. Milton Paulo** e **Dr. Leonardo Spencer** que me incentivaram a terminar e avançar nos vários momentos de frustração e dúvida.

A Secretária **Bruna Caldas Remédio**, da Pós-Graduação em Medicina e Ciências da Saúde, pela amizade, paciência e disponibilidade quanto às questões burocráticas.

RESUMO

Objetivo do estudo: O objetivo deste estudo foi desenvolver e validar um jogo sério para plataformas móveis em comparação com um método de autoaprendizagem assistido por vídeo para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem das manobras de ressuscitação cardiopulmonar (RCP). Em um treinamento tradicional, a RCP é baseada no aprendizado pela prática, utilizando um modelo simulado com a ajuda de um instrutor. No entanto, este modelo apresenta um custo global mais elevado e de menor acessibilidade, despertando a necessidade de métodos alternativos mais baratos e praticáveis.

Métodos: Quarenta e cinco voluntários, estudantes de medicina do primeiro ano, completaram um pré-teste de múltipla escolha escrito e um pré-teste prático sobre RCP e foram alocados aleatoriamente em dois grupos. Durante um período de 20 minutos, o grupo de autoaprendizagem vídeo, composto por 22 alunos, foi exposto a um vídeo de treinamento sobre a RCP, enquanto o grupo videogame, composto por 23 estudantes, utilizou um jogo sério, simulando um cenário de parada cardíaca, onde o aluno deveria executar uma RCP virtual para continuar jogando.

Ao término do treinamento, cada grupo foi submetido a um pós-teste escrito de múltipla escolha e um pós-teste prático em um modelo de treinamento de RCP, sendo avaliados de forma cegada, por três médicos com experiência em atendimento de emergência, com base no protocolo 2015 AHA-BLS (American Heart Association - Basic Life Support). Ambos os grupos também foram avaliados quanto a quantidade de tempo que eles permaneciam interessados em cada sistema de autoaprendizagem.

Resultados: O grupo vídeo apresentou desempenho superior confirmado por uma maior pontuação no teste escrito de múltipla escolha, 7.56 ± 0.21 contra 6.51 ± 0.21 para videogame ($p = 0.001$) e pontuação no teste de avaliação prática 9.67 ± 0.21 contra 8.40 ± 0.21 para videogame ($p < 0.001$).

O grupo videogame permaneceu mais tempo utilizando o método, 18.57 ± 0.66 minutos para o grupo videogame e 7.41 ± 0.43 para o grupo vídeo ($p < 0.001$), demonstrando maior interesse no método do videogame.

Conclusões: O grupo que usou o jogo sério (grupo videogame) como um método de autotreinamento em um curto período de exposição teve um desempenho pior do que o grupo vídeo nos testes teóricos e práticos em relação à ressuscitação cardiopulmonar. No entanto, houve uma clara preferência por parte dos alunos em utilizar jogos em relação aos vídeos como forma de autotreinamento.

Palavras-chave: Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA); Bystander CPR - bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR); CAL (Computer Assisted Learning); Serious Games.

ABSTRACT

Aim of the Study: The purpose of this study was to develop and validate a serious game for mobile platforms comparing with a video-assisted self-learning method to assist in the teaching and learning process of cardiopulmonary resuscitation (CPR) maneuvers.

In a traditional training, CPR is based on learning by doing using a simulated model with the assistance of an instructor. However, this model presents an overall higher cost and less accessibility, provoking the need for cheaper and more accessible alternative methods.

Methods: Forty-five volunteer first-year medical students completed a written multiple choice and practical pretest about CPR maneuvers skills and were randomly allocated into two groups.

During a period of 20 minutes, the video self-learning group with 22 students was exposed to a video-based training about CPR, while the video game group with 23 students used a serious game simulating a cardiac arrest scenario where the student should perform virtual CPR to keep playing the game.

Each group then performed, a written multiple choice score and practical post-test on a CPR training model while being evaluated by three blinded emergency doctors based on 2015 AHA-BLS (American Heart Association - Basic Life Support) protocol.

Both groups were also evaluated about how long they kept interested on each self-learning system.

Results: The video group had superior performance as confirmed by a written multiple choice score 7.56 ± 0.21 against 6.51 ± 0.21 for a video game ($p=0.001$) and practical scores 9.67 ± 0.21 against 8.40 ± 0.21 for a video game ($p<0.001$).

The video game group stayed longer using the method as confirmed by 18.57 ± 0.66 minutes for video game group and 7.41 ± 0.43 for the video group ($p<0.001$), demonstrating greater interest in the video game method.

Conclusions: The group that used a video game as a self-training method in a short period of exposure had a lower performance than the video group in both the

theoretical and practical tests regarding cardiorespiratory resuscitation. However, there was a clear preference for students to use games rather than videos as a form of self-training.

Keywords: Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA); Bystander CPR - bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR); CAL (Computer Assisted Learning); Serious Games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Os jogos sérios têm todas as características de um jogo de entretenimento tradicional, acrescido do compromisso de transmitir conhecimento, experiência, habilidade ou melhorar performance.....	23
Figura 2. Componentes básicos ao desenvolvimento de um jogo sério	24
Figura 3. Cone de aprendizagem de Dale.	31
Figura 4. Desenho do estudo	36
Figura 5. Análise básica do desenvolvimento de jogo sério para o ensino de RCP utilizado nessa tese.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos participantes	42
Tabela 2 - Resultado comparativo geral entre grupo vídeo e videogame.....	43
Tabela 3 - Comparação de itens entre grupos experimentais individuais - Avaliação Prática.....	44
Tabela 4 - Comparação de itens entre grupos experimentais individuais - Avaliação Teórica.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

AHA	Associação Americana de Cardiologia
BLS	Suporte Básico de Vida
CAL	Ensino Baseado em Computador
EAD	Educação a Distância
RCP	Ressuscitação Cardiopulmonar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 ENSINO-APRENDIZAGEM EM PROCEDIMENTOS MÉDICOS	18
2.2 MOTIVAÇÃO AO APRENDIZADO.....	19
2.3 AVALIAÇÃO DE JOGOS SÉRIOS.....	21
2.4 A LÓGICA EM DESENVOLVER JOGOS SÉRIOS	21
2.5 COMPONENTES PRIMORDIAIS DE UM JOGO SÉRIO.....	23
2.5.1 Regra de jogabilidade	23
2.5.2 Desafio.....	23
2.5.3 Interação.....	24
2.5.4 Objetivo.....	24
2.6 COMO DESENVOLVER UM JOGO SÉRIO	24
2.6.1 Objetivos.....	25
2.6.2 Gênero.....	25
2.6.3 Jogador.....	26
2.6.4 Plataforma	27
2.6.5 Equipamentos Especiais.....	27
2.6.6 Ferramentas	28
2.6.6.1 O motor do jogo (“game engine”)	28
2.6.6.2 Base de dados (<i>database</i>).....	28
2.6.6.3 Aplicativos de desenvolvimento de design	28
2.6.7 Conteúdo	29
2.6.8 Tecnologia	29
2.7 TIME DE DESENVOLVIMENTO.....	30
2.8 JOGO SÉRIO COMO FERRAMENTA DE ENSINO	30
2.9 JOGOS SÉRIOS PARA O ENSINO DE RCP	31
3 OBJETIVOS.....	33
3.1 OBJETIVO GERAL	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
4 HIPÓTESE	34
5 MATERIAIS E MÉTODOS	35
5.1 PARTICIPANTES E RANDOMIZAÇÃO	35

5.2 DESENHO DO ESTUDO E INTERVENÇÕES.....	36
5.3 COMO DESENVOLVEMOS NOSSO JOGO SÉRIO SOBRE RCP	38
5.4 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO SIMULADO DE AVALIAÇÃO	39
5.5 COLETA DE DADOS E SEGUIMENTO.....	39
5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
5.7 TAMANHO DE AMOSTRA	41
6 RESULTADOS.....	42
6.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA.....	42
6.2 COMPARAÇÃO ENTRE GRUPO VÍDEO E VIDEOGAME	43
6.3 COMPARAÇÃO ENTRE GRUPO VÍDEO E VIDEOGAME REFERENTE À AVALIAÇÃO PRÁTICA	44
6.4 COMPARAÇÃO ENTRE GRUPO VÍDEO E VIDEOGAME REFERENTE À AVALIAÇÃO TEÓRICA.....	45
7 DISCUSSÃO	46
8 CONCLUSÃO	51
9 REFERÊNCIAS.....	52
ANEXOS	59
ANEXO 1 - APROVAÇÃO DO SIPESQ E CEP	60
ANEXO 2 - LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA ATENDIMENTO DE PACIENTE ADULTO. - PROTOCOLO DE ATENDIMENTO EM RCP PARA UM SOCORRISTA*	62
ANEXO 3 - PRÉ - TESTE / PÓS - TESTE	63
APÊNDICES	64
APÊNDICE 1 - FIGURAS VIDEO GAME	65
APÊNDICE 2 - ARTIGO ORIGINAL.....	69
APÊNDICE 3 - SUBMISSÃO DO ARTIGO ORIGINAL	98

1 INTRODUÇÃO

A parada cardiorrespiratória é uma das principais causas de morte na Europa e nos Estados Unidos. (1, 2) Mesmo sendo um evento extremamente grave, pode ter uma melhora significativa nos índices de sobrevivência se os pacientes forem submetidos a uma ressuscitação cardiopulmonar (RCP) precoce.(3, 4)

O treinamento baseado em simulação é considerado essencial para o ensino de RCP.(5, 6) Mesmo protocolos de treinamento curtos, por períodos menores que 60 minutos, têm se mostrado eficazes na transferência de conhecimento bem como no aumento da segurança dos alunos para realizar uma RCP quando for necessária.(7) Esse dado é particularmente relevante, pois um paciente em parada cardiorrespiratória que recebe atendimento precoce, independente se o socorrista tem um treinamento avançado ou conhecimentos básicos, já tem sua taxa de sobrevivência aumentada pelo simples fato de ter recebido atendimento precoce.(8, 9)

Parte-se do pressuposto que qualquer tipo de RCP, parcialmente ou completamente correta, vai resultar em melhores resultados no seguimento dos pacientes do que se nada for realizado.

Apesar de saber que os treinamentos simulados utilizando manequim sob a supervisão de um instrutor são os mais eficientes,(10, 11) apenas uma minoria da população tem acesso a esse tipo de treinamento, o que indica a necessidade de aumentar o acesso.(6) Contudo, a falta de recursos para treinar todos os alunos de modo presencial, sob supervisão direta de um instrutor, acaba sendo uma limitação clara a forma de como o treinamento tradicional é oferecido, sendo inviável como treinamento em massa.(12, 13) Assim, sabendo dessa dificuldade de oferecer um treinamento presencial a todos, existe a necessidade de se desenvolver alternativas que pelo menos introduzam o assunto ou resultem em algum ganho de conhecimento, com a melhor relação custo-benefício possível.

Alguns estudos, comparando a performance de alunos submetidos a treinamento com instrutor e autoinstrução sem instrutor, demonstraram não haver diferença significativa entre as performances dos grupos.(14-16) Esse resultado foi

atribuído em razão dos dispositivos de *feedback* permitirem aos participantes acompanharem sua evolução e se autocorrigirem, avaliando seu próprio desempenho, semelhante ao que um instrutor presencial faria. A precisão e a objetividade das informações retornadas aos alunos acabam sendo uma vantagem real no processo de monitoramento e autocorreção.

Desde 2015, a Associação Americana de Cardiologia (AHA) inclui como formas de treinamento adequadas para suporte básico de vida (BLS), o uso de manequins de alta fidelidade, simuladores, aparelhos de *feedback* e cursos curtos de treinamento on-line como recursos para o ensino e aprendizado de RCP em educação continuada.(6, 17, 18)

Dentro dessas opções de treinamento, a utilização de vídeos gravados já tem mostrado eficiência no ensino médico,(19, 20) sem necessitar de grandes produções de filmagem, sendo, na maioria das vezes, elaborados de uma forma simples, como a gravação de uma apresentação narrada, produzida em PowerPoint, explicando passo a passo o procedimento.

Observou-se que cursos on-line sobre RCP apresentam êxito na transferência de conhecimento, e que o uso de vídeos, na sua maioria de curta duração, são efetivos em potencializar o aprendizado e a eficiência dos resultados em situações de parada cardiorrespiratória.(21)

Apesar de já ter sido constatada a eficiência dos vídeos institucionais no treinamento médico, trata-se de uma experiência que alia áudio e vídeo, mas sem interagir ou necessitar da intervenção do aluno na tomada de decisões, sendo uma forma de instrução totalmente passiva. Assim, outra modalidade de autotreinamento médico que está sendo bastante explorada, ultimamente, são os jogos sérios (serious games). A utilização de jogos sérios, como uma forma de treinamento, tem o objetivo de provocar a interação do aluno com a ferramenta, sem, no entanto, fazê-lo perder o interesse pelo assunto.

Nesse contexto, os jogos digitais estão tendo uma boa aceitação pelos alunos e vêm apresentando bons resultados quanto à aquisição de conhecimento. Especificamente para o treinamento em ressuscitação cardiopulmonar, diversos jogos já foram desenvolvidos, e, uma vez aplicados, apresentaram resultados satisfatórios, (22, 23) demonstrando a importância em desenvolver mais soluções

nesse campo.

Fica claro, portanto, que tanto o autotreinamento utilizando ferramentas digitais quanto os vídeos gravados como jogos sérios são formas eficientes de realizar pré-treinamentos de estudantes da área de saúde, por serem versáteis e de fácil distribuição. São também uma boa alternativa à instrução em larga escala de uma população leiga, mas interessada em aprender RCP.

Mesmo sabendo que tanto os vídeos quanto os jogos digitais são eficazes tanto para o ensino médico como para a população leiga, ainda seria necessário algum equipamento que possibilitasse o acesso a esses métodos de ensino.

De forma geral, a maioria dos estudantes de medicina acredita que o os *smartphones* podem ser um ótimo veículo para a educação médica,(24, 25) por serem equipamentos que normalmente os próprios estudantes e médicos já possuem e utilizam nas práticas diárias.(26) Acaba sendo uma maneira prática e eficiente de acessar qualquer método de treinamento digital ao alcance das mãos(27) sem a necessidade de desenvolver qualquer outro dispositivo de acesso ao conteúdo.

Ambas as modalidades de autotreinamento digital são eficientes como pré-treinamento de cursos presenciais, material de apoio as instruções tradicionais ou mesmo como uma forma de educação em massa de uma população que porventura não tenha acesso ao treinamento tradicional.

O que ainda gera dúvidas é qual dentre as duas opções seria a mais eficiente e melhor aceita pelos alunos nesse processo de aquisição de conhecimento. Poucos trabalhos analisam qual dos dois métodos seria o mais eficaz quando comparados entre si (28) bem como qual o mais aceito pelos alunos, o que desperta a necessidade de novas experimentações.

Assim sendo, o objetivo desse estudo é comparar as duas modalidades de treinamento digital utilizando instrução por vídeo e por jogos sérios para determinar qual dos dois tem maior eficiência quanto à aquisição de conhecimento e qual seria melhor aceito pelos alunos do primeiro ano da faculdade de medicina, em um ambiente onde o acesso à informação será de curto intervalo de tempo, utilizando tablets portáteis e sem acesso a instrutor ou mentoria presencial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENSINO-APRENDIZAGEM EM PROCEDIMENTOS MÉDICOS

Quando nos referimos a treinamentos de habilidades que exigem interação física com o paciente, como no caso de procedimentos de emergência ou cirúrgicos, o modelo mais tradicionalmente empregado e que se mostra com eficácia comprovada é o aprender fazendo (*learning by doing*).⁽²⁹⁾

Os alunos que necessitam de treinamentos para adquirir habilidades técnicas e necessitam de interação física com o paciente, acabam por preferir os treinamentos baseados em resolução de problemas ou do tipo prático (*hands on training*).^(30, 31)

Qualquer tipo de instrução que necessita do uso de instrutor, pacientes ou mesmo modelos animais para alcançar o grau de maestria por parte dos alunos, acaba sendo de alto custo. Devido a fatores, como: menor suporte para educação médica,^(32, 33) custos médico-hospitalares,^(34, 35) e os processos judiciais por má prática e erro médicos,^(36, 37) a cada dia fica mais desafiador oferecer formas de treinamento adequadas para habilidades onde haja a necessidade de interação física com o paciente. O desafio é diminuir cada vez mais a necessidade do uso de treinamentos onde haja a necessidade de um instrutor⁽³⁴⁾ e o uso de material biológico durante o processo de aprendizagem.

A criação de laboratórios e ambientes de treinamento simulados é uma opção eficaz para oferecer educação adequada, reproduzindo situações de intervenção real,^(32, 33, 35-37) complementando ou validando outros tipos de instrução.^(38, 39)

Os modelos artificiais (*bench models*) já possibilitam um ambiente ou grau de semelhança suficientes para equivaler em resultados quanto à aquisição de habilidades cirúrgicas básicas.^(38, 40) Assim sendo, já são uma opção válida para propiciar aos alunos a prática de suas habilidades ou mesmo validar a aquisição de conhecimento.

A lógica nesse cenário é ofertar modelos anatômicos de simulação onde os

alunos possam interagir, receber *feedback* da sua performance contínua e em tempo real. Dessa maneira, pode-se otimizar o processo de aquisição de conhecimento.

Novas tecnologias de CAL (Computer Assisted Learning), como: simulações computadorizadas, jogos sérios (Serious Games), realidade aumentada e realidade virtual, hoje, se apresentam como opções reais e eficazes nesse processo de aquisição de conhecimento,(41) dispensando o uso de modelos artificiais e se posicionando como uma alternativa ainda mais avançada tecnologicamente à instrução de habilidades médicas.

A possibilidade de oferecer ao aluno uma opção de capacitação onde ele possa adquirir conhecimento por conta própria, sem a presença de um instrutor,(41) acaba sendo o maior atrativo no desenvolvimento dessas preferências de autotreinamento digital. Até mesmo os treinamentos simples, como os realizados por videoaulas de procedimentos, já demonstram a sua aplicabilidade prática no ensino de habilidades médicas onde os alunos conseguem melhorar sua performance.(42)

Em um cenário em que se busca novas opções de treinamento, os jogos sérios acabam sendo uma escolha interessante, tanto pela possibilidade de distribuição através de smartphones, *hardwares* de uso comum pela população, como por sua eficiência na transferência de conhecimento.

2.2 MOTIVAÇÃO AO APRENDIZADO

Para que um treinamento seja efetivo, o primeiro item a ser analisado deve ser a motivação do aluno em utilizar essa ferramenta. De acordo com a “Teoria da Autodeterminação”, postulada por Deci e Ryan, existem pelo menos três categorias de aprendizes: o aprendiz sem motivação ou “amotivado”, o motivado extrinsecamente e o motivado intrinsecamente.(43)

Os aprendizes amotivados têm como característica não valorizarem a aprendizagem e não acreditarem que ela possa oferecer algum resultado desejável. São pessoas que não identificam um bom motivo para concretizar qualquer atividade e que não esperam que haverá algum benefício, ou que vão conseguir realizá-la de modo satisfatório. Esses alunos não creem que possam alcançar seus objetivos

através da instrução proposta. Para esses indivíduos, o único aspecto atrativo de um jogo sério é o estímulo sensorial e lúdico da atividade, conhecido como efeito “*eye candy*”. Esse efeito está relacionado ao prazer proporcionado pelos jogos aos usuários, devido ao ambiente gráfico e aos efeitos sonoros.(44) Uma vez cessando o estímulo sensorial, eles abandonam rapidamente o jogo.

Os aprendizes com motivação extrínseca acreditam que a atividade de aprendizagem é apenas um fim para alcançar um resultado desejável, um instrumento de realização do seu objetivo, sem valorizar a experiência com a atividade ou ferramenta de aprendizagem em si.

Os aprendizes por motivação intrínseca têm motivação própria e apreciam a atividade de aprender, bem como, frequentemente, estão interessados pelos assuntos em questão. Podem estar motivados pela curiosidade em saber mais sobre um assunto, por realizar ou submeter-se ao método de ensino, pelo prazer em executá-lo ou apenas pelo simples fato de estarem abertos a novas experiências e testar diferentes hipóteses. Se analisarmos cuidadosamente os alunos a partir de suas motivações, o tipo que seria mais propício a se beneficiar de um método como jogos educacionais, seria o tipo com motivação extrínseca. No caso desses indivíduos, o processo de aprendizado é um meio necessário para se alcançar um fim, e, portanto, qualquer ferramenta ou método de aprendizado que possa facilitar ou deixar esse processo mais agradável, pode ser uma melhoria bem-vinda.

Assim, jogos sérios efetivos devem associar a motivação extrínseca do jogador em alcançar um determinado objetivo com a motivação intrínseca que possa trazer prazer e entretenimento com a experiência. Por exemplo, o aluno que deseja ficar proficiente em manobras cardiorrespiratórias deve ter prazer e vontade de utilizar o jogo sério alcançando uma condição conhecida como “convergência de motivações”, onde atingimos a motivação extrínseca e intrínseca ao mesmo tempo.

Por se tratar de um jogo sério e assim ter como finalidade algum desfecho após a exposição, esses devem poder ser evidenciados cientificamente com o aumento do conhecimento,(45) do contrário perde todo o sentido em desenvolvê-los se não alcançarem o objetivo de transmitir conhecimento.(46)

2.3 AVALIAÇÃO DE JOGOS SÉRIOS

Para que haja relevância quanto à educação baseada em evidências, de forma geral, uma intervenção terá mais credibilidade à medida que seja resultado de meta-análises e ensaios clínicos controlados randomizados.(47, 48) Contudo, para que se realize uma meta-análise adequada, os grupos que serão comparados precisam ter um mínimo de homogeneidade de forma que possibilite a análise e conclusão. No entanto, em relação aos jogos sérios essa condição é dificilmente alcançada devido a diferentes tipos de objetivos, usuários, conteúdos e ausência de uma classificação universal. (49, 50)

Apesar de existirem desenhos de estudos controlados randomizados que utilizam o modelo padrão de um grupo controle e um grupo experimental, quando se trata de jogos sérios, alguns autores defendem a necessidade de existir dois grupos controles. Nesse caso, um grupo controle não recebe nenhum treinamento e o outro, um treinamento com o qual se deseja comparar com o grupo experimental.(51)

A avaliação máxima de eficácia para qualquer tipo de treinamento médico, inclusive os jogos sérios, é propiciar benefícios reais aos pacientes. Contudo, existem ainda outras formas de avaliar a efetividade de treinamentos médicos.

Utilizando a classificação proposta por Kirkpatrick, podemos avaliar os programas de treinamento quanto à satisfação do aluno (nível 1), aquisição de conhecimento e habilidades (2b), retenção de conhecimento e habilidades por um período de tempo (2c), mudança comportamental após exposição (3) e quanto a resultados reais aos pacientes (4).(52, 53)

2.4 A LÓGICA EM DESENVOLVER JOGOS SÉRIOS

O desenvolvimento tecnológico é algo inevitável. Embora em algumas situações possa comprometer o aprendizado,(54) deve ser encarado como novas formas de levar conhecimento e melhorar o processo de aprendizagem das pessoas. Por sua característica de transformar em jogo o processo de aprendizagem, os jogos

sérios são ferramentas com grande potencial no ensino médico, por oferecerem um efeito motivacional ao usuário aliado a características de interatividade, repetição e *feedback* contínuo.(55)

É exatamente por essa característica que o processo de desenvolvimento de jogos sérios é uma tarefa complexa. A ferramenta deve ao mesmo tempo entreter, desafiar o jogador e, ainda assim, ter um fim instrucional. Durante o processo de aprendizagem, um fator que mais faz diferença quanto à melhora do desempenho dos alunos é a quantidade de tempo que ele fica exposto a um determinado assunto, sendo a retenção do conhecimento tanto maior quanto o tempo de exposição.(56, 57)

De forma geral, os jogos de computador e videogames têm como características atrair a atenção dos usuários por longos períodos de tempo o que, só por esse motivo em particular, já oferece uma real vantagem ao uso de jogos com o objetivo de educar.(58) Ao incorporar algum conteúdo de aprendizagem, o pensamento mais lógico seria de que os usuários desses jogos sérios adeririam ao jogo enquanto aprendem por horas. Contudo, a questão toda é que os jogadores só permanecem longos períodos de tempo jogando, basicamente, porque é divertido.

Muitos acadêmicos, por outro lado, preferem pensar no processo educacional como uma obrigação do aluno e não como um processo divertido. Assim, acabam erroneamente por tentar impor essa lógica no mundo dos jogos, desenvolvendo jogos que ninguém quer jogar.

Ao desenvolver jogos sérios, o primeiro objetivo deve ser manter os jogadores envolvidos e só depois a aquisição do conhecimento. Se for dada a escolha aos alunos, a jogabilidade será um critério relevante no processo de escolha dos jogos (44) mesmo que a motivação seja estritamente extrínseca.

2.5 COMPONENTES PRIMORDIAIS DE UM JOGO SÉRIO

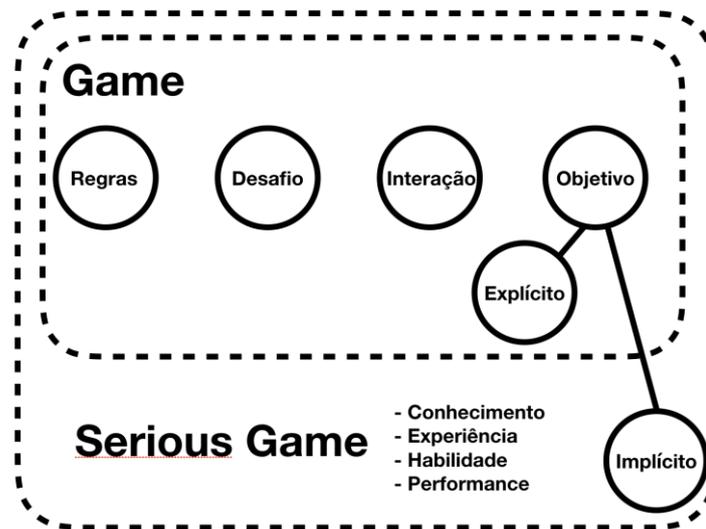


Figura 1. Os jogos sérios têm todas as características de um jogo de entretenimento tradicional, acrescido do compromisso de transmitir conhecimento, experiência, habilidade ou melhorar performance.

Basicamente, um jogo é um tipo de atividade física ou mental onde existem regras predefinidas que determinam o que o jogador pode ou não fazer nesse ambiente controlado. De forma geral, todos os tipos de jogos, independente de serem analógicos ou digitais, apresentam quatro componentes:(59)

2.5.1 Regra de jogabilidade

Define as regras norteadoras das ações dentro do jogo.

2.5.2 Desafio

Determina que tipo de recompensa será entregue, caso o jogador tenha êxito frente as dificuldades impostas pelo jogo. Utiliza-se os desafios para criar um ambiente de incentivo à jogabilidade, através do prazer em jogar e ser recompensado ao finalizar uma etapa ou fase do jogo.

2.5.3 Interação

Está relacionada a forma de como o jogador interage com o jogo, sendo qualquer ação que possa gerar uma resposta e uma reação dentro desse ambiente. Existem diversos tipos de interações que podem ser físicas (movimentar o *mouse*, tocar o *touchpad*, pressionar um botão), visuais, auditivas, entre outras.

2.5.4 Objetivo

Esse pode ser do tipo explícito, representado pelo entretenimento e prazer ao jogar, ou implícito, relacionado à aquisição de conhecimento ou habilidades. É exatamente o comprometimento quanto à aquisição de conhecimento após a exposição (objetivo implícito) que diferencia um jogo de simples entretenimento (objetivo explícito) dos jogos sérios.

2.6 COMO DESENVOLVER UM JOGO SÉRIO

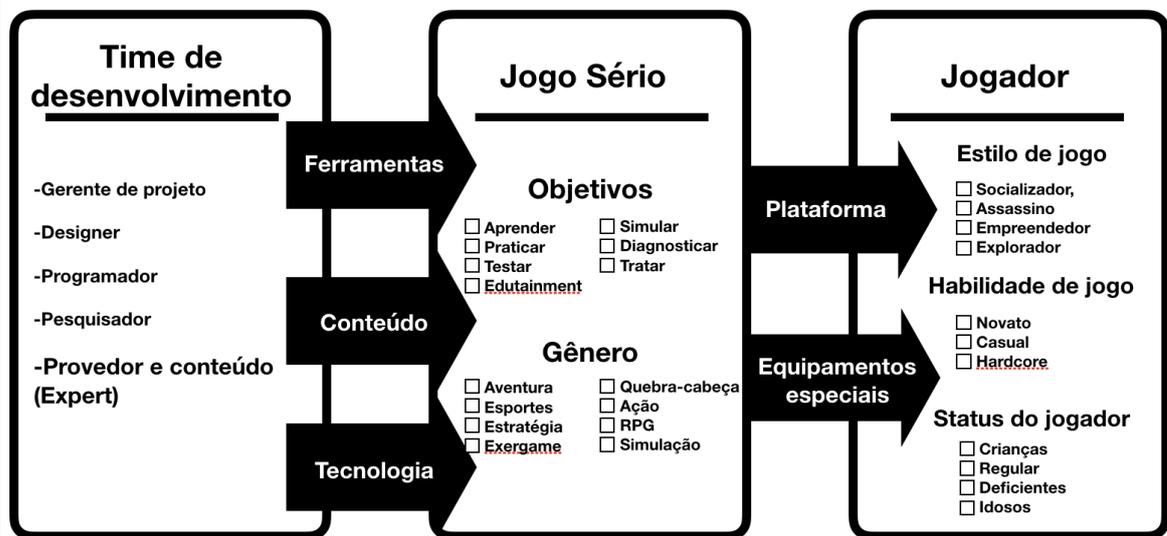


Figura 2. Componentes básicos ao desenvolvimento de um jogo sério.

Como vimos anteriormente, o principal objetivo no desenvolvimento de um jogo sério é que se obtenha um jogo que tenha capacidade de entreter e divertir o usuário ao mesmo tempo que instrui ou resulta na aquisição de algum conhecimento

ou habilidade. Assim, a forma mais lógica de organizar o fluxo de desenvolvimento é iniciar o raciocínio em um princípio de engenharia reversa pela proposta de valor do jogo relacionada ao seu objetivo.

2.6.1 Objetivos

De forma geral, os jogos sérios podem ter diferentes objetivos. Normalmente, estão relacionados com aprendizado, treinamento e instrução,(60-63) mas podem também estar ligados à prática de rotinas, simulações, diagnóstico e tratamento de doenças.

No caso do desenvolvimento de um jogo sério para ensinar e desenvolver habilidades de ressuscitação cardiopulmonar (RCP), por exemplo, esse jogo terá pelo menos três objetivos: a) educacional, à medida que ensina o passo a passo do atendimento de uma paciente vítima de parada cardiorrespiratória; b) diagnóstico: da condição de parada cardiopulmonar e c) tratamento: utilizando manobras de ressuscitação cardiopulmonar no ambiente do jogo.

2.6.2 Gênero

Com o objetivo definido, deve-se escolher que tipo de gênero pode ser o mais adequado para facilitar o processo de aprendizado e aquisição de conhecimento. O gênero está relacionado à classificação dos jogos de acordo com sua jogabilidade. (64)

Basicamente o gênero pode ser classificado em:

- a) Esporte – Emula jogos físicos com futebol, vôlei, basquete, hipismo , etc.;
 - b) Exergame - Combinação de equipamentos de exercícios e jogos, com o objetivo de estimular a prática de exercícios físicos de uma forma divertida;
 - c) Enigmas – Exige que o jogador tenha a capacidade de raciocínio lógico para que possa resolver problemas espaciais como quebra-cabeças, labirintos ou mesmo lógicas matemáticas e enigmas;
-

d) Estratégia - O jogador necessita ter ou desenvolver habilidades táticas e de sagacidade para poder alcançar os objetivos finais;

e) Aventura - Relacionado a exploração ou interação com todo o ambiente do jogo, descobrindo novos cenários e planos a medida que o jogo evolui;

f) Ação - Existe a necessidade de bons reflexos, reagir rapidamente a uma situação, coordenação fina entre olhos e mãos. Está muito relacionado a ações como lutar, atirar, reagir, pular e fugir. Está frequentemente associado à presença de controle do tempo como um cronômetro;

g) RPG - *Role-playing game* ou "jogo de interpretação de papéis", em que o jogador tem suas capacidades representadas por dados estatísticos do jogo, adquirindo ou perdendo essas habilidades à medida que o jogo evolui;

h) Simulação - jogos que tentam imitar de maneira realista as condições de um ambiente ou atividade particular.

Pensando em um jogo para o ensino de manobras de RCP, o melhor gênero descritivo seria provavelmente o de **simulação**, já que os objetivos são ensinar sobre PCR e simular o diagnóstico e tratamento dessa condição.

2.6.3 Jogador

Definido o objetivo e gênero, deve-se agora determinar quem será o jogador para o qual se deseja desenvolver o jogo. Os dados mais relevantes em relação ao usuário devem ser: estilo de jogo (socializador, assassino, empreendedor e explorador); habilidade (novato, casual e avançado) e status (crianças, adulto, deficientes e idosos).

A partir desses dados, o jogo pode ser desenvolvido com a linguagem e a acessibilidade adequada ao usuário final, tomando o cuidado de satisfazer os jogadores de todos os níveis, onde os desafios precisam ser cuidadosamente considerados, fornecendo recompensas e obstáculos adequados para cada passagem de fase.

2.6.4 Plataforma

O termo também pode ser conhecido como plataforma ou sistema de videogames. Descreve a combinação específica de software e hardware montada para o bom funcionamento do jogo digital.

As plataformas podem ser divididas em :

- 1. Videogames ou Arcade.** Máquinas maiores, normalmente encontradas em locais comerciais semelhantes aos fliperamas;
- 2. Console.** São máquinas menores que podem ser de uso doméstico ou comercial e normalmente tem linguagens próprias como NintendoNES, PlayStation, Wii, Xbox, etc.;
- 3. Consoles manuais.** Máquinas pequenas o suficiente para caber nas mãos, tendo sido desenvolvidas originalmente para consoles (GameBoy,Nintendo DS, PSP, etc), tablets ou mesmo smartphones (iphone, blackberry, windowsphone, etc).
- 4. Computadores pessoais (Desktop, laptop).**

2.6.5 Equipamentos Especiais

Equipamentos especiais ou dispositivos de interface podem ter a função de adquirir ou disponibilizar dados, relacionados à construção de um ambiente de interface, como a criação de um mundo virtual.

Equipamentos de captura e entrada de dados são aqueles responsáveis por reconhecimento de gestos ou captura de desempenho, como ocorre com o *Wii-mote*, luvas especiais ou rastreamento de movimento. Já, os dispositivos de saída de dados oferecem o ambiente digital ao jogador como óculos de visão 3D ou telas LCD 3D, usadas para controle de imagem.

2.6.6 Ferramentas

Basicamente as ferramentas podem ser separadas em três grupos principais que trabalham em conjunto:

2.6.6.1 O motor do jogo (“game engine”)

Refere-se ao código operacional que controla como o sistema de cada jogo opera. Quando um aplicativo é lançado, o motor do jogo determina qual será a interface gráfica de usuário (GUI – *graphic user interface*), as regras que determinam as condições da vitória, as opções de escolha e tudo que estiver relacionado à jogabilidade.

O motor recebe as entradas de dados, interpreta o que o usuário está tentando fazer e descreve os resultados adequados de acordo com a base de dados prévia e toda a informação coletada através da GUI. Quando as condições da vitória são satisfeitas, a interface final é apresentada e as pontuações do jogo são registradas no banco de dados para referência de mudança de fase, comparação com outros usuários ou mesmo análise de desempenho do jogo.

2.6.6.2 Base de dados (*database*)

Trata-se do local onde toda a informação relevante do jogo fica armazenada, como todas as peças de design do ambiente virtual em 2D ou 3D, informação do jogador, pontuação, animação, etc.

2.6.6.3 Aplicativos de desenvolvimento de design

São os softwares necessários para o desenvolvimento do ambiente virtual em 2d ou 3d que dará a fotografia do jogo e ficará armazenado no banco de dados.

Os softwares normalmente mais utilizados no desenvolvimento das peças de design de jogos digitais são: Adobe ilustrador, Coral Draw para ativos de arte 2D e Autodesk 3DMax, Maya e Zbrush para Ativos 3D, dentre vários outros.

2.6.7 Conteúdo

Esse item, em especial, está relacionado com toda a lógica de desenvolver jogos sérios, onde o conteúdo é o maior ativo da ferramenta. O conteúdo, via de regra, deve ser fornecido por um especialista e devidamente convertido e adaptado a jogabilidade do jogo sério.

2.6.8 Tecnologia

O avanço tecnológico possibilita o desenvolvimento de diversas melhorias na interação com os usuários. Os próprios jogos virtuais já são um reflexo dessa evolução dos jogos tradicionais físicos. Nesse contexto de desenvolvimento de jogos sérios, duas tecnologias, em particular, vêm se destacando pelo grande potencial de aplicabilidade: a realidade virtual e a aumentada. (65, 66)

A realidade virtual está relacionada a ambientes simulados por computador, que pode simular presença física em locais no mundo real ou em mundos imaginários.(67) Isso possibilita a criação de treinamentos e jogos onde o jogador fica imerso no mundo virtual.

Quando usado como uma tecnologia imersiva, pode-se utilizar diversos equipamentos especiais, como: óculos, hologramas, equipamentos táticos ópticos, etc.

A realidade aumentada é uma tecnologia que permite que imagens virtuais geradas por computador se sobreponham a imagens físicas reais como se estivesse acontecendo naquele exato momento.(68)

2.7 TIME DE DESENVOLVIMENTO

Após termos verificado a enorme quantidade de fatores relacionados à criação e produção de jogos digitais, a equipe de desenvolvedores passa a ser um ponto crítico nesse processo. Normalmente, se faz necessária a existência de profissionais que possam exercer diferentes funções, como: gerente de projeto, pesquisadores, fornecedores de conteúdo, programadores, designers gráficos 2D e 3D, entre outros. O time de desenvolvedores vai determinar as ferramentas, tecnologias e os conteúdos que devem ser usados no jogo.

Particularmente, nos dias de hoje, existe uma tendência mundial à terceirização de demandas ao contratar profissionais por demanda, na qualidade de *freelancers* para todas as áreas de desenvolvimento, design e produção.

Basicamente, os componentes primordiais de uma equipe acabam sendo o gerente de projeto e o provedor de conteúdo, essenciais ao controle e direcionamento do projeto para não haver perda de qualidade e desempenho. O fornecedor de conteúdo é a pessoa responsável por adicionar informação relevante, mas também por compartilhar sua experiência real para definir níveis de dificuldade adequadas e recompensas.

Em estruturas mais robustas ou com a disponibilidade de equipes especializadas, outras funções passam a existir, (69) como: designer de jogos, testador de jogos, designer de nível, animador, engenheiro de software, gerente de interface ou analista de simulação. Como qualquer projeto que demanda horas de trabalho de especialistas, o tamanho da equipe e o grau de refinamento do jogo vai depender do orçamento, do tempo e do tamanho do projeto.

2.8 JOGO SÉRIO COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Existe um grande potencial no uso dos jogos sérios como ferramenta de aprendizagem, a partir do momento que equilibra as motivações extrínsecas e intrínsecas do jogador, oferecendo entretenimento, interatividade, jogabilidade, com

objetivos de aprendizagem.

Se analisarmos cuidadosamente o cone de aprendizagem proposto por Dale,(70, 71) o processo de retenção de conhecimento e aprendizagem ocorre de cima para baixo. É um processo evolutivo, onde o aluno terá melhor desempenho a medida que evolui de métodos de aprendizado utilizando leitura, audição, visão, observação, participação e, finalmente, fazer algo com interação física.

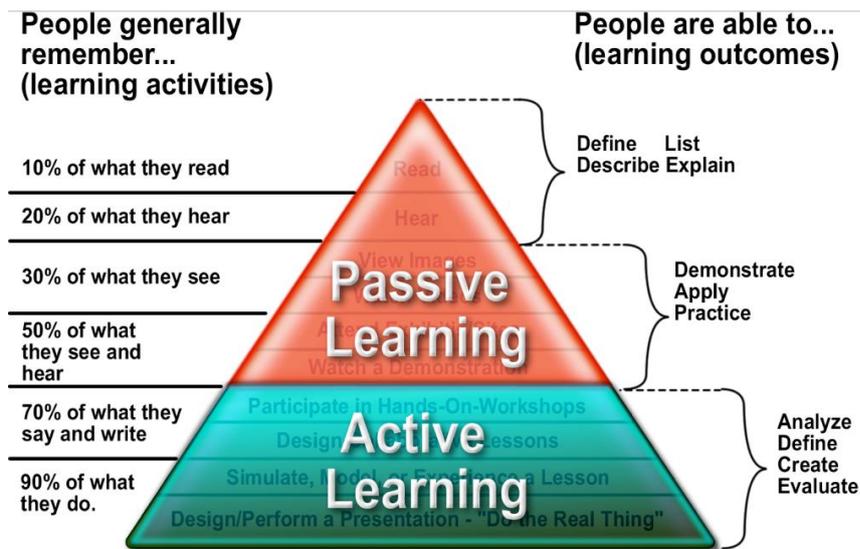


Figura 3. Cone de aprendizagem de Dale. Os níveis de aprendizagem variam de forma evolutiva em ordem crescente da leitura, audição, visão, espectador, participante e fazedor.

É como se o grau de eficiência dos métodos de ensino fossem evoluindo à medida que mais sentidos fossem envolvidos ao mesmo tempo, como: visão, audição e tato. Assim, se o melhor método de aquisição e retenção de conhecimento é o “aprender fazendo”, ferramentas que possam simular essa condição ao oferecer transferência de conhecimento, aprendizagem e diversão, são ótimas opções.

2.9 JOGOS SÉRIOS PARA O ENSINO DE RCP

Analisando tudo que já foi discutido, até então, podemos ter uma clara ideia do benefício em usar jogos sérios no ensino de habilidades médicas.

Nos últimos anos, diversos jogos sérios para o ensino de RCP (22, 28, 72-75)

foram desenvolvidos e suas aplicações mais recentes analisadas quanto à eficiência.

Tanto em jogos de uso individual como LISSA,(72) *Staying Alive* (28) e *Relive* (75) como os jogos onde havia a presença de múltiplos jogadores em uma conformação de MMWW (*multiplayer virtual worlds*),(22, 73, 74) constatou-se a aquisição de conhecimento por parte dos jogadores. Isso por si só já demonstra a eficácia do método de ensino. Contudo, no caso particular do jogo *Staying Alive* (28) apesar de ter ocorrido aquisição de conhecimento, esse não teve um desempenho superior ao curso on-line ao qual foi comparado, e que apresentou uma maior facilidade quanto ao desenvolvimento com menor custo. Assim, existe a necessidade de analisar a linha tênue entre entretenimento e eficiência dos jogos sérios de forma a desenvolver ferramentas que sejam verdadeiramente úteis ao ensino de RCP.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um jogo sério que possa ser utilizado como auxiliar no ensino de manobras de ressuscitação cardiopulmonar.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar se haverá efetiva transferência de conhecimento aos alunos que forem expostos ao jogo sério.
 - Determinar qual método de ensino sem presença de preceptor será o mais efetivo, utilizando jogo sério ou o vídeo tutorial.
-

4 HIPÓTESE

- Haverá maior interesse dos alunos pela modalidade de jogo sério interativo do que vídeo tutorial.
 - Haverá transferência de conhecimento mais efetiva aos alunos expostos ao jogo sério quando comparado ao método de vídeo tutorial.
-

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo **prospectivo randomizado controlado**, baseado em simulação, conduzido no Departamento de Habilidades Médicas da Escola de Medicina da PUCRS (Porto Alegre - Brasil). Essa pesquisa foi aprovada previamente pelo Comitê de Ética e Pesquisa dessa universidade.

5.1 PARTICIPANTES E RANDOMIZAÇÃO

Todos os participantes foram alunos do primeiro ano do curso médico da Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Porto Alegre - Brasil) que participaram de forma voluntária durante o período compreendido entre 10 de agosto de 2016 e 20 de junho de 2017.

Foram considerados aptos a participar do estudo alunos com idade igual ou superior a 18 anos que nunca tivessem realizado qualquer treinamento sobre manobras para atendimento de pacientes vítimas de parada cardiorrespiratória ou que o último treinamento a que houvessem sido submetidos tivesse ocorrido a mais de cinco anos. O processo de recrutamento foi realizado através de convite direto aos alunos durante as aulas regulares. Foi oferecido consentimento informado por escrito e os dados demográficos de todos os participantes foram coletados.

Um pesquisador cegado utilizou um software de randomização gratuita on-line (<http://www.randomization.com/>) para criar uma lista randomizada de números e determinar os participantes que fariam parte dos dois grupos, um grupo baseado em treinamento por vídeo e um grupo baseado em treinamento por jogo de computador.

5.2 DESENHO DO ESTUDO E INTERVENÇÕES

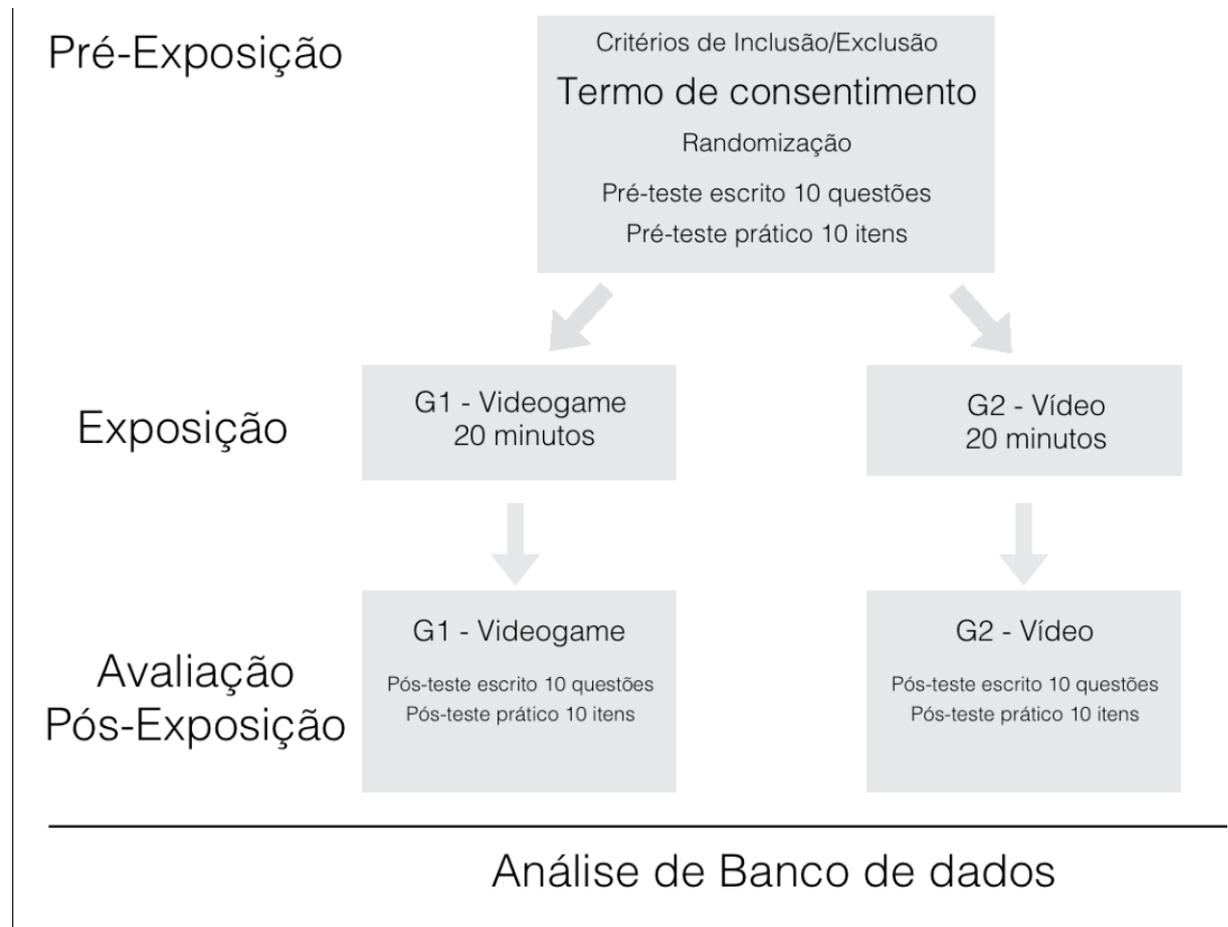


Figura 4. Desenho do estudo

O desenho do estudo está representado na Fig. 01.

Antes de iniciar o estudo, com o intuito de determinar o nível de conhecimento inicial dos participantes, cada aluno foi submetido a um pré-teste individual sobre seus conhecimentos teóricos, utilizando-se um teste escrito de múltipla escolha (Anexo 2) e uma avaliação sobre sua performance prática em uma situação simulada de parada cardiorrespiratória (PCR), utilizando um manequim de treinamento (Anexo 3).

Após os pré-testes, os alunos foram então submetidos a dois diferentes métodos de autotreinamento para manejo de pacientes adultos, vítimas de parada cardiorrespiratória. O grupo vídeo (G2) foi requisitado a assistir um vídeo enquanto o grupo videogame (G1) foi requisitado a jogar um jogo sério, ambos desenvolvidos

utilizando informações baseadas no AHA 2015 *guideline*.⁽⁷⁶⁾ Foram disponibilizados a todos os participantes tablets portáteis tipo Apple iPad série 4, por um período de 25 minutos com a orientação de assistir o vídeo ou jogar o jogo, quantas vezes desejasse, durante esse período de tempo.

O **vídeo** foi desenvolvido a partir da gravação de uma apresentação utilizando o software Keynote versão 6.6.2 (Apple Inc) acrescido a narração dos acontecimentos. O vídeo foi editado de forma a manter as mesmas informações disponíveis que o jogo digital, incluindo o passo a passo de atendimento de uma paciente, vítima de parada cardiorrespiratória. Sua versão final, após a edição, ficou com duração de três minutos e vinte e cinco segundos.

O **jogo sério** foi desenvolvido em ambiente 3D, simulando um espaço público urbano, onde o jogador deveria identificar e realizar as manobras de atendimento de um paciente, vítima de parada cardiorrespiratória. O jogo contemplava a situação de apenas um único socorrista sem poder contar com desfibrilador portátil à disposição.

Durante o decorrer do jogo, o aluno deveria identificar as vítimas, diagnosticar parada cardiorrespiratória corretamente e iniciar as manobras de ressuscitação o mais cedo possível. A metodologia do jogo foi desenvolvida para ser uma ferramenta de autoaprendizado de RCP, voltada aos profissionais de saúde e à população como um todo. Uma vez identificando o paciente, o jogador deveria seguir as orientações sugeridas pelo jogo de forma sequencial e completar cada passo do processo de atendimento do paciente a fim de salvar sua vida e pontuar no score do jogo. Caso não seguisse as orientações sugeridas pelo jogo ou não realizasse as manobras da forma adequada, o paciente iria a óbito e o jogo seria reinicializado automaticamente desde o início.

Após o período de 20 minutos de exposição aos métodos de ensino, cada aluno foi reavaliado através de um pós-teste escrito (Tabela 1) e uma avaliação de performance prática (Tabela 2) por um grupo constituído por três diferentes avaliadores cegados. Os resultados de performance dos alunos foram devidamente comparados e alinhados de acordo com sua avaliação inicial pré-exposição.

5.3 COMO DESENVOLVEMOS NOSSO JOGO SÉRIO SOBRE RCP

Analisando o processo de desenvolvimento de jogos sérios para o ensino e simulação de manobras de RCP, a lógica de análise de desenvolvimento feita exclusivamente para essa tese seguiu os seguintes passos:

- Quanto ao Jogo. Objetivo de aprendizado e simulação; Gênero de Estratégia e Simulação.
- Quanto ao Jogador. Estilo explorador; Adaptado aos três níveis de habilidade; Status de jogador regular.
- Plataforma. Console manual, para o uso com smartphone e tablet.
- Equipamento especial. Não foi utilizado.
- Ferramentas. Interface 3D (Maya); Design (Adobe Photophop).
- Conteúdo. Baseado no protocolo de 2015 da AHA (*American Heart Association*).
- Tecnologia. Interface digital padrão para smartphones e tablets sem uso de realidade aumentada ou realidade virtual.
- Time de desenvolvimento. Time de desenvolvimento terceirizado, sendo o doutorando o gerente de projeto e foi convidado um profissional com experiência em atendimento clínico de pacientes com PCR familiarizado com o protocolo AHA 2015 como consultor de conteúdo.

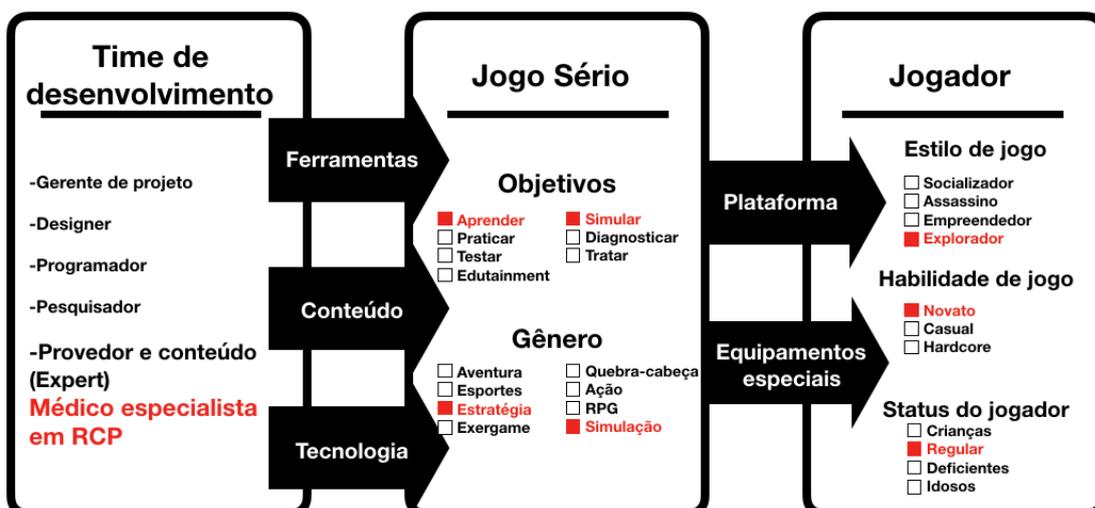


Figura 5. Análise básica do desenvolvimento de jogo sério para o ensino de RCP utilizado nessa tese.

5.4 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO SIMULADO DE AVALIAÇÃO

O mesmo cenário simulado foi utilizado para pré e pós avaliação prática dos participantes.

O ambiente foi confeccionado de forma que houvesse a simulação de um paciente de aproximadamente 50 anos possivelmente vítima de uma parada cardiorrespiratória. O aluno estaria sozinho, sem a disponibilidade de utilizar equipamentos como um desfibrilador e o paciente estaria deitado na rua, inconsciente, sem responder a estímulos.

Foi optado por reproduzir esse tipo de cenário, com apenas um socorrista e sem acesso a equipamentos, por ser a situação mais frequente em países em desenvolvimento como o Brasil, onde não existe uma política pública efetiva voltada ao treinamento em massa. Boa parte da população não tem treinamento prévio, via de regra, não existe a disponibilidade de EAD (Educação a Distância) em espaços públicos.

Um manequim de treinamento do tipo "Laerdal Little Anne ®" modelo 120-01050 foi colocado no chão simulando uma pessoa deitada em uma rua, que estaria inconsciente, sem resposta a estímulos e sem esforço respiratório ou pulso palpável.

Foi requisitado a cada aluno que analisasse a situação e tomasse as medidas que achasse relevantes em relação ao caso, enquanto suas ações seriam avaliadas de acordo com o protocolo de avaliação, baseado na resolução da Associação Americana do Coração (AHA) (Tabela 2), que verifica passo a passo as ações sequenciais de atendimento. O aluno deveria diagnosticar o quadro de parada cardiorrespiratória, chamar a emergência e iniciar a massagem cardíaca e ventilação, o mais rápido possível, por pelo menos dois ciclos.

5.5 COLETA DE DADOS E SEGUIMENTO

O checklist de avaliação teórico-prático foi adaptado do *AHA 2015 BLS resuscitation guideline*.(76)

O tempo disponível para os alunos utilizarem os diferentes métodos de treinamento foi de 20 minutos. Logo após o treinamento, foram disponibilizados dez minutos para realizar as manobras de ressuscitação nos modelos simulados.

Foi calculado o escore de performance média dos alunos em cada tipo de treinamento.

Três avaliadores cegados foram convidados para avaliar cada aluno em relação a sua performance, de acordo com a lista de checagem previamente aplicada no pré-teste prático.

Os pontos eram dados de acordo com as ações realizadas de forma correta, levando em conta a sequência das ações, efetividade e a qualidade da massagem cardíaca externa.

Para fins desse estudo, a efetividade da massagem cardíaca foi considerada como válida para cada incursão que emitisse um sinal sonoro de um clique pelo manequim evidenciando a correta deformação do tórax em 50mm. Os avaliadores consideraram um ponto para uma correta performance geral se houve a emissão de clique durante as compressões entre 50-75% de tentativas bem executadas e zero para um desempenho menor que 50%. Uma câmera fotográfica do tipo sony cybershot 10mb foi utilizada para gravar o desempenho dos alunos, caso houvesse dúvidas quanto à performance ao final da avaliação.

Os três avaliadores (A.T., P.F., P.P.), que estavam envolvidos no processo de análise de performance dos alunos, são médicos cirurgiões gerais devidamente certificados e com mais de cinco anos de experiência em atendimento de emergência. Outro instrutor foi responsável em alocar os alunos de forma independente durante todo o processo de avaliação.

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados contínuos foram descritos usando média e desvio padrão. As variáveis categóricas foram apresentadas como contagens e porcentagens. O desfecho primário foi a mudança nos escores teóricos e práticos da linha de base durante a ressuscitação simulada. Utilizamos um modelo de análise de covariância

(ANCOVA) para comparar os resultados finais entre os grupos ajustados para as medições da linha de base. Além disso, todos os itens na pontuação foram avaliados como variáveis binárias e comparados entre os grupos usando o teste exato de Fisher. A significância estatística foi considerada em $p < 0,05$. Os dados foram analisados usando IBM SPSS Statistics versão 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

5.7 TAMANHO DE AMOSTRA

Planejamos um estudo de uma variável de resposta contínua em dois grupos com um controle por sujeito experimental. . Esperando uma diferença entre as medidas experimentais e de controle de um ponto 1 (um) na escala e assumindo um desvio padrão de 1 (uma) unidade, incluímos 22 sujeitos experimentais e 22 sujeitos de controle para obter um poder estatístico de 90% em um nível de significância (α) de 0,05.

6 RESULTADOS

Um total de quarenta e cinco alunos participaram do estudo, sendo vinte e dois no grupo vídeo (G2) e vinte e três no grupo videogame (G1). Todos foram devidamente informados sobre o desenho do estudo através de um consentimento informado. Os resultados obtidos são apresentados a seguir com as comparações de desempenho entre o grupo vídeo e videogame, bem como a análise de performance de cada grupo quanto à aquisição de conhecimento.

6.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Tabela 1 - Características dos participantes

Características	Vídeo (n=22)	Videogame (n=23)
Idade, anos	21.6 ± 2.63	21.9 ± 2.6
Escore pré-teórico	4.91 ± 1.93	4.65 ± 2.19
Escore pré-prático	4.74 ± 2.77	4.91 ± 2.57
Sexo Feminino, n ^o .(%)	13 (59,1)	15 (65,2)

A maioria dos participantes foi do sexo feminino contabilizando treze (59,1%) no grupo vídeo (G2) e 15 (65,2%) no grupo videogame (G1). A média de idade foi semelhante nos dois grupos, sendo 21.6 ± 2.6 para o grupo vídeo e 21.9 ± 2.63 para o grupo videogame. Antes de serem submetidos aos métodos de ensino proposto pelo estudo, todos os alunos preencheram um pré-teste teórico (Tabela 1) e foram submetidos a uma avaliação prática (Tabela 2).

A **média de escore bruto do pré-teste teórico** pela somatória de dez itens da lista de checagem do escore foi 4.91± 1.93 para grupo vídeo e 4.65±2.19 para grupo videogame.

A **média de escore bruto do pré-teste prático** pela somatória de dez itens

da lista de checagem do escore foi 4.74 ± 2.77 para grupo vídeo e 4.91 ± 2.57 para grupo videogame.

6.2 COMPARAÇÃO ENTRE GRUPO VÍDEO E VIDEOGAME

Tabela 2 - Resultado comparativo geral entre grupo vídeo e videogame.

Características	Vídeo (n=22)	Videogame (n=23)	Diferença Ajustada (95%CI)	p
Escore teórico*	7.56 ± 0.21	6.51 ± 0.21	1.05 (0,45 a 1,66)	0,001
Escore prático*	9.67 ± 0.21	8.40 ± 0.21	1,27 (0,67 a 1,87)	< 0,001
Tempo, min**	7.41 ± 0.43	18.57 ± 0.66	-14,05 (-12,76 a -9,55)	< 0,001

Dados são apresentados como média +- erro padrão

* Modelo ANCOVA ajustado por medições de linha de base

** t student

A **média de escore bruto** da somatória de dez itens da lista de checagem da **avaliação teórica** foi de $7.56 \pm 0,21$ do grupo vídeo contra $6,51 \pm 0,21$ do grupo videogame ($p = 0,001$).

A **média de escore bruto** da somatória de dez itens da lista de checagem da **avaliação prática** foi de $9.67 \pm 0,21$ do grupo vídeo contra $8,4 \pm 0,21$ do grupo videogame ($p < 0,001$).

A **média de tempo** em que o aluno se declarou interessado pelo método a que foi submetido foi de $7.41 \pm 0,43$ min do grupo vídeo contra $18,57 \pm 0,66$ min do grupo videogame ($p < 0,001$).

Através dessa análise, observou-se uma superioridade estatisticamente significativa do método de ensino utilizando vídeo em relação ao videogame quanto à aquisição de conhecimento. Por outro lado, observa-se uma preferência dos alunos em utilizar jogos aos vídeos caso sejam-lhes dadas as escolhas, evidenciado pelo tempo em que os alunos se mantiveram interessados por cada método.

6.3 COMPARAÇÃO ENTRE GRUPO VÍDEO E VIDEOGAME REFERENTE À AVALIAÇÃO PRÁTICA

Tabela 3 - Comparação de itens entre grupos experimentais individuais - Avaliação Prática

	Vídeo	Game	p
1. Não checou por resposta	0,0%	56,5%	< 0,001
2. Não Gritou por ajuda - Chamar 192	0,0%	13,0%	0,233
3. Não Checou respiração e pulso	0,0%	4,3%	> 0.999
4. Não colocou as mãos corretamente no tórax	9,1%	4,3%	0,608
5. Não iniciou corretamente o primeiro ciclo de compressões	0,0%	8,7%	0,489
6. Não comprimiu o tórax corretamente	0,0%	13,0%	0,233
7. Não permitiu o completo retorno do tórax antes de uma nova compressão	0,0%	17,4%	0,109
8. Não realizou corretamente a respiração boca a boca	0,0%	17,4%	0,109
9. Não fez o segundo ciclo de compressão	9,1%	4,3%	0,608
10. Não realizou corretamente o segundo ciclo de respiração boca a boca	18,2%	17,4%	> 0.999

A grande relevância dos métodos de ensino se dá na capacidade de transferir o conhecimento necessário a ser utilizado em uma situação real de parada cardiorrespiratória.

Analisando o desempenho dos alunos em relação a cada item isoladamente do fluxo de avaliação prática do BLS, observamos que em nosso estudo o grupo vídeo obteve uma performance melhor em todos os dez itens avaliados. Contudo, apenas a comparação dos resultados referentes ao primeiro item da lista de checagem (checar resposta do paciente) mostrou significância estatística ($p < 0,001$).

6.4 COMPARAÇÃO ENTRE GRUPO VÍDEO E VIDEOGAME REFERENTE À AVALIAÇÃO TEÓRICA

Tabela 4 - Comparação de itens entre grupos experimentais individuais - Avaliação Teórica

	Vídeo	Videogame	p
1. Das opções abaixo qual o melhor indicador de que uma pessoa está sofrendo uma parada cardíaca?	95,5%	91,3%	> 0,999
2. Encontrando uma pessoa desacordada qual a primeira coisa a ser feita?	81,8%	34,8%	0,002
3. Quando a pessoa não responde e não acorda a estímulo, qual a primeira coisa a ser feita?	68,2%	56,5%	0,542
4. Quando você ligar para 192 que tipo de informação você deve fornecer?	68,2%	73,9%	0,749
5. Quando estiver realizando uma ressuscitação cardiopulmonar que tipo de protocolo você deve seguir?	100,0%	91,3%	0,489
6. Quando você faz uma respiração boca a boca (sopro) qual sinal lhe garante que foi feita corretamente?	77,3%	60,9%	0,337
7. Quando você faz uma massagem cardíaca qual sinal lhe garante que foi feita corretamente?	95,5%	78,3%	0,187
8. Sabendo que A = Abertura das vias aéreas, B = Respiração e C = Compressão, qual a sequência correta para realizar as manobras de ressuscitação cardiopulmonar atualmente?	59,1%	52,2%	0,767
9. Qual o melhor posicionamento das mãos para massagem cardíaca?	100,0%	100,0%	-
10. Quando uma pessoa não responde e não acorda a estímulo, qual a pior coisa que você pode fazer?	9,1%	13,0%	> 0,999

Analisando o desempenho dos alunos em relação a cada item de avaliação teórica do BLS, observamos que em nosso estudo o grupo vídeo obteve uma performance melhor em todos os dez itens avaliados. No entanto, não se observou diferença estatisticamente significativa entre os métodos quando analisados de forma individual.

7 DISCUSSÃO

Apesar do senso comum defender que jogos educacionais ou jogos sérios seriam mais efetivos que qualquer outro método de treinamento digital autônomo, nosso estudo demonstrou exatamente o oposto com o grupo que foi exposto ao jogo digital, desempenhando um score menor quando comparado ao grupo vídeo após um período curto de exposição.(77)

De acordo com a literatura pesquisada, havia uma sugestão que o grupo exposto ao jogo digital teria um desempenho melhor tanto no teste teórico como prático, tendo em vista a preferência dos alunos em relação ao jogo.(22, 78) Contudo, ao término do estudo o grupo vídeo apresentou melhores escores totais.

Embora o jogo tenha sido motivador para estudantes de medicina inexperientes e estimulou-os a estudar por mais tempo, não melhorou suas habilidades cognitivas, em comparação com o que eles aprenderam com o vídeo instrucional.(79)

Os jogos digitais são fortemente atraentes para estudantes e os estimulam a estudar mais, mas não necessariamente resultam em melhor desempenho em questões de segurança do paciente.(77) Isso, chama a nossa atenção para qual método seria o mais interessante demandar recursos de desenvolvimento para treinamento autônomo utilizando ferramentas digitais, aquele que os alunos têm mais aderência ou o que os alunos adquirem melhor retenção do conhecimento.

De todo o processo de ressuscitação cardiopulmonar, a realização correta das compressões cardiopulmonares é a ação mais relevante.(80, 81) Embora nós não tenhamos utilizado métricas baseadas em software como em outros estudos (82, 83) para avaliar a eficácia da compressão torácica em deformar 50mm,(82) nossos avaliadores observaram uma melhor qualidade de performance quanto à compressão torácica em ambos os grupos. Essa constatação ocorreu através da contagem dos cliques que comprovavam a correta deformidade de 50mm da caixa torácica observando-se uma leve predominância para o grupo vídeo, sem, contudo, configurar uma diferença estatística relevante pelo teste de Fisher's. Provavelmente,

o pouco poder estatístico se deu devido ao pequeno tamanho da amostra, apesar de ter sido encontrada diferença na taxa de falha de 13% indicando melhor desempenho do grupo vídeo.

Acreditamos que provavelmente os alunos do grupo videogame poderiam ter melhor desempenho se houvesse um vídeo tutorial introdutório, pré-jogo antes do aluno ser capaz de iniciar o jogo.

Imaginamos ainda que o fato de ter sido requisitado aos participantes que assistissem com atenção ao vídeo e eles saberem que seriam reavaliados logo após o término do tempo disponível, supostamente os teria feito prestar mais atenção ao vídeo, o que em parte poderia explicar os melhores escores totais.

Em relação ao game, observamos que houve uma maior retenção do interesse em relação ao vídeo e que em todos os momentos em que ocorria uma interrupção no intuito de instruir o jogador, o mesmo não prestava atenção às instruções, apenas seguindo adiante no jogo com uma atitude de tentativa e erro.

Acreditamos que o grupo videogame apresentou um desempenho inferior porque encararam com menos atenção às instruções do jogo, apenas jogando de uma forma mais lúdica e menos instrucional, sem um planejamento prévio sobre o que fazer.

Acreditamos que para melhorar o desempenho do grupo videogame, deveria ser incluído um breve vídeo logo no início e também em alguns momentos antes de tomadas de decisões no jogo, obrigando o aluno adquirir os conceitos e a realizar uma ressuscitação adequada antes de progredir nos diversos momentos do jogo. Isso provavelmente aumentaria a aquisição de conhecimento, mas inversamente poderia diminuir o interesse do usuário em jogar ou permanecer jogando, uma vez que quebra o efeito de continuidade do jogo devido as diversas interrupções.

Em um primeiro momento do estudo, o objetivo era também avaliar a taxa de retenção de conhecimento tanto do ponto de vista teórico como prático. Contudo, após a avaliação escrita e prática de performance, percebemos uma grande similaridade dos resultados inclusive com melhora significativa de escores médios gerais independente do tipo de treinamento que o aluno havia sido exposto mesmo passados 30 dias desde a exposição.

Ao conversar com os alunos, descobrimos que por serem todos de um mesmo ano e frequentarem a mesma faculdade, os mesmos haviam discutidos entre si sobre os questionários e estudaram por conta própria sobre o assunto. Isso explicaria a contaminação dos dados, impossibilitando determinar com certeza o grau de retenção de conhecimento referido apenas a exposição inicial. No entanto, esse comportamento também mostrou que independente do tipo de exposição a que foram submetidos, os alunos ficaram curiosos e interessados em saber quais seriam as respostas e as condutas mais corretas em PCR.

De forma geral, os alunos do grupo vídeo obtiveram maiores escores em relação a todos os itens da sequência de atendimento de uma paciente, vítima de parada cardiorrespiratória. O vídeo tinha como característica apresentar inicialmente uma visão geral do diagnóstico clínico e logo depois todas as etapas do atendimento, finalizando com um resumo geral, nos últimos minutos.

Apesar de todas as etapas do diagnóstico e tratamento estarem contempladas em ambos os métodos, no caso jogo digital, os alunos eram requisitados a realizar os procedimentos desde o diagnóstico a ação, passo a passo sem ter sido lhe apresentado uma visão geral antes do início do jogo e o aluno poderia passar os lembretes e instruções, caso quisesse, utilizando a estratégia de tentativa e erro.

De maneira geral, o diagnóstico e a constatação da condição de parada cardiorrespiratória foram pouco verificadas em ambos os grupos, mas obtivemos um resultado estatisticamente significativo em relação ao primeiro item da avaliação relacionado a checar resposta do paciente, onde o grupo vídeo obteve um melhor resultado estatístico. Acreditamos que isso se deve ao fato do vídeo iniciar pontuando essa necessidade e repetir essa mesma orientação ao término do vídeo.

Avaliando os resultados obtidos e o desenho do estudo fomos capazes de identificar algumas limitações que devem ser apontadas e levadas em conta ao se realizar outros estudos. Algumas dessas limitações foram:

1. **Não incluir um grupo controle de treinamento autônomo tradicional** utilizando um livro texto ou um artigo, por exemplo, que poderia dar um panorama quanto a efetividade das ferramentas digitais em relação ao método tradicional de livro texto. Acreditamos que provavelmente os métodos digitais seriam superiores conforme demonstraram outros estudos.
 2. **Não foram apresentados dados de avaliação tardios à exposição.** Não foi possível determinar em qual dos modelos de treinamento houve melhor retenção do conhecimento, por não ter conseguido isolar os alunos e impedir que os mesmos pudessem ter acesso as respostas e condutas corretas de outras fontes durante o período de reavaliação. Em relação a esse item, principalmente, existe uma dificuldade em particular de isolar os alunos de fontes de contaminação.
 3. **Nossos resultados podem não ser replicados em outros estudos semelhantes, caso esses não utilizem o mesmo jogo e vídeo que utilizamos.** O estudo obteve esses resultados em relação à exposição a esse vídeo e jogo digital específico. Pode ser que o mesmo desenho, utilizando vídeo e jogos diferentes, resultem em resultados conflitantes. Contudo, os leitores podem ter uma ideia das características e funcionamento do videogame e vídeo assistindo um vídeo demonstrativo disponível na internet através do seguinte endereço: <http://www.youtube.com/doutoradogame>.
 4. Por se tratar de um **estudo monocêntrico**, existe uma limitada generalização dos resultados encontrados em nosso estudo, uma vez em que se trata do resultado de um grupo de mesma origem.
 5. Por se tratar de um **estudo simulado**, pode ser que os resultados de performance encontrados não sejam os mesmos descobertos em situações reais.
 6. Como **não foram utilizados softwares de mensuração** mais precisos como sistemas de medição baseados em softwares de pressão, o processo de validação da efetividade da compressão torácica ficou a cargo da observação dos avaliadores o que apesar de poder ser revisado através dos vídeos gerais não tem a mesma acurácia de softwares de pressão.
-

Criar e desenvolver jogos educacionais requer muito mais investimento de tempo e dinheiro do que conteúdos unicamente em vídeo. Observamos que em nosso estudo, as sequências de ações envolvidas para realizar eficientemente as manobras de ressuscitação cardiorrespiratória foram melhores captadas pelo grupo do vídeo apesar dos alunos ficarem mais interessados pelo game. Assim, próximos estudos poderão comparar modelos de ensino que associem os dois formatos, onde haja uma introdução em vídeo por um período curto e depois disponibilizar um game de simulação para testar e aplicar os conceitos introduzidos pelo vídeo. Desse modo, possivelmente poderíamos alcançar melhores escores de performance e interesse que o vídeo ou o jogo isoladamente.

Embora tanto o treinamento utilizando vídeos como jogos sérios obtiveram bons níveis de performance final, não se pode afirmar que essa performance poderia ser efetivada em situações reais com o mesmo grau de eficiência dos alunos submetidos a treinamentos presenciais supervisionados por instrutor e com acesso a sistemas de *real-time feedback*. Nesse contexto, tanto o vídeo como os jogos digitais são boas opções de entrega em massa de conhecimento, mas não substituem a importância de um treinamento presencial mais efetivo quando se deseja um grau de eficiência maior como o que se espera em profissionais de saúde e bombeiros.

Se enxergarmos esses métodos de ensino a distância como métodos introdutórios que podem ser acessados por smartphones, a qualquer momento, e que podem ser integrados à treinamentos presenciais para profissionais de saúde ou mesmo pessoas leigas, são recursos que devem ser cada vez mais utilizados dado a facilidade de acesso oferecida pela internet.

8 CONCLUSÃO

O grupo que utilizou o jogo de computador como forma de autotreinamento, em curto período de exposição, teve um desempenho inferior ao grupo vídeo tanto no teste teórico como prático quanto à ressuscitação cardiopulmonar. Contudo, houve uma clara predileção dos alunos ao uso de jogos do que de vídeos como forma de autotreinamento.

9 REFERÊNCIAS

1. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Heart disease and stroke statistics—2016 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2016;133(4):e38-e360.
 2. Gräsner J, Herlitz J, Koster R, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation—towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). *Resuscitation*. 2011;82(8):989-94.
 3. Hasselqvist-Ax I, Herlitz J, Svensson L. Early CPR in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *The New England journal of medicine*. 2015;373(16):1573.
 4. Ornato JP, Peberdy MA, Reid RD, Feeser VR, Dhindsa HS. Impact of resuscitation system errors on survival from in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2012;83(1):63-9.
 5. Greif R, Lockey A, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs K. Education and implementation of resuscitation section Collaborators. *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation*. *Resuscitation*. 2015;95:288-301.
 6. Bhanji F, Donoghue AJ, Wolff MS, Flores GE, Halamek LP, Berman JM, et al. Part 14: education. *Circulation*. 2015;132(18 suppl 2):S561-S73.
 7. Lee JH, Cho Y, Kang KH, Cho GC, Song KJ, Lee CH. The effect of the duration of basic life support training on the learners' cardiopulmonary and automated external defibrillator skills. *BioMed research international*. 2016;2016.
 8. AHA. The American Heart Association Published the Heart Disease and Stroke Statistics. Update online on December 12, 2012. 2013.
 9. Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN, Hansen SM, Malta Hansen C, Thorsteinsson K, et al. Bystander efforts and 1-year outcomes in out-of-hospital cardiac arrest. *New England Journal of Medicine*. 2017;376(18):1737-47.
 10. Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Academic medicine*. 2004;79(10):S70-S81.
 11. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Wade LD, Feinglass J, et al. Mastery learning of advanced cardiac life support skills by internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *Journal of general internal medicine*. 2006;21(3):251-6.
 12. Cook DA, Brydges R, Zendejas B, Hamstra SJ, Hatala R. Mastery learning for health professionals using technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Academic Medicine*. 2013;88(8):1178-86.
-

13. Doughty CB, Kessler DO, Zuckerbraun NS, Stone KP, Reid JR, Kennedy CS, et al. Simulation in pediatric emergency medicine fellowships. *Pediatrics*. 2015;pediatrics. 2014-4158.
 14. Roppolo LP, Heymann R, Pepe P, Wagner J, Commons B, Miller R, et al. A randomized controlled trial comparing traditional training in cardiopulmonary resuscitation (CPR) to self-directed CPR learning in first year medical students: the two-person CPR study. *Resuscitation*. 2011;82(3):319-25.
 15. de Vries W, Schelvis M, Rustemeijer I, Bierens JJ. Self-training in the use of automated external defibrillators: the same results for less money. *Resuscitation*. 2008;76(1):76-82.
 16. Miotto HC, Camargos FRdS, Ribeiro CV, Goulart E, Moreira MdCV. Effects of the use of theoretical versus theoretical-practical training on cardiopulmonary resuscitation. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2010;95(3):328-31.
 17. Thorne C, Lockey A, Bullock I, Hampshire S, Begum-Ali S, Perkins G. e-Learning in advanced life support—an evaluation by the Resuscitation Council (UK). *Resuscitation*. 2015;90:79-84.
 18. O'leary FM, Janson P. Can e-learning improve medical students' knowledge and competence in paediatric cardiopulmonary resuscitation? A prospective before and after study. *Emergency Medicine Australasia*. 2010;22(4):324-9.
 19. Alam F, Boet S, Piquette D, Lai A, Perkes CP, LeBlanc VR. E-learning optimization: the relative and combined effects of mental practice and modeling on enhanced podcast-based learning—a randomized controlled trial. *Advances in Health Sciences Education*. 2016;21(4):789-802.
 20. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of e-learning in medical education. *Academic medicine*. 2006;81(3):207-12.
 21. Tobase L, Peres HH, Gianotto-Oliveira R, Smith N, Polastri TF, Timerman S. The effects of an online basic life support course on undergraduate nursing students' learning. *International journal of medical education*. 2017;8:309.
 22. Creutzfeldt J, Hedman L, Felländer-Tsai L. Effects of pre-training using serious game technology on CPR performance—an exploratory quasi-experimental transfer study. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2012;20(1):79.
 23. Buttussi F, Pellis T, Vidani AC, Pausler D, Carchietti E, Chittaro L. Evaluation of a 3D serious game for advanced life support retraining. *International journal of medical informatics*. 2013;82(9):798-809.
 24. Subhash TS, Bapurao TS. Perception of medical students for utility of mobile technology use in medical education. *International Journal of Medicine and Public Health*. 2015;5(4).
 25. Zhang MW, Ho CS, Cheok CC, Ho RC. Bringing smartphone technology into
-

- undergraduate and postgraduate psychiatry. *BJPsych Advances*. 2015;21(4):222-8.
26. Gavali MY, Khismatrao DS, Gavali YV, Patil K. Smartphone, the new learning aid amongst medical students. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2017;11(5):JC05.
27. Nason G, Burke M, Aslam A, Kelly M, Akram C, Giri S, et al. The use of smartphone applications by urology trainees. *the surgeon*. 2015;13(5):263-6.
28. Drummond D, Delval P, Abdenouri S, Truchot J, Ceccaldi P-F, Plaisance P, et al. Serious game versus online course for pretraining medical students before a simulation-based mastery learning course on cardiopulmonary resuscitation: A randomised controlled study. *European Journal of Anaesthesiology (EJA)*. 2017;34(12):836-44.
29. Reznick RK. Teaching and testing technical skills. *The American journal of surgery*. 1993;165(3):358-61.
30. Griffen WO. Surgical residency: on-the-job training or education? *The American Journal of Surgery*. 1980;140(6):720-3.
31. Bridges M, Diamond DL. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. *The American Journal of Surgery*. 1999;177(1):28-32.
32. Heppell J, Beauchamp G, Chollet A. Ten-year experience with a basic technical skills and perioperative management workshop for first-year residents. *Canadian Journal of Surgery*. 1995;38(1):27.
33. Lossing A, Hatswell E, Gilas T, Reznick R, Smith L. A technical-skills course for 1st-year residents in general surgery: a descriptive study. *Canadian journal of surgery Journal canadien de chirurgie*. 1992;35(5):536-40.
34. Scallon S, Fairholm D, Cochrane D, Taylor D. Evaluation of the operating room as a surgical teaching venue. *Canadian journal of surgery Journal canadien de chirurgie*. 1992;35(2):173-6.
35. Hutchison C, Hamstra S, Leadbetter W. The University of Toronto surgical skills centre opens. *Focus Surg Educ*. 1998;16:22-4.
36. Qayumi A, Cheifetz R, Forward A, Baird R, Litherland H, Koetting S. Teaching and evaluation of basic surgical techniques: the University of British Columbia experience. *Journal of Investigative Surgery*. 1999;12(6):341-50.
37. Thompson JS, Ridders LF. Practice environment and resident operative experience. *The American journal of surgery*. 1994;167(4):418-22.
38. Wanzel KR, Matsumoto ED, Hamstra SJ, Anastakis DJ. Teaching technical skills: training on a simple, inexpensive, and portable model. *Plastic and reconstructive surgery*. 2002;109(1):258-64.
-

39. Reznick R, Regehr G, MacRae H, Martin J, McCulloch W. Testing technical skill via an innovative “bench station” examination. *The American Journal of Surgery*. 1997;173(3):226-30.
 40. Letterie GS. How virtual reality may enhance training in obstetrics and gynecology. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2002;187(3):S37-S40.
 41. Jensen AR, Wright AS, Levy AE, McIntyre LK, Foy HM, Pellegrini CA, et al. Acquiring basic surgical skills: is a faculty mentor really needed? *The American Journal of Surgery*. 2009;197(1):82-8.
 42. Jowett N, LeBlanc V, Xeroulis G, MacRae H, Dubrowski A. Surgical skill acquisition with self-directed practice using computer-based video training. *The American Journal of Surgery*. 2007;193(2):237-42.
 43. Ryan RM, Deci EL. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*. 2000;25(1):54-67.
 44. Prensky M. The motivation of gameplay: The real twenty-first century learning revolution. *On the horizon*. 2002;10(1):5-11.
 45. Kato PM, Cole SW, Bradlyn AS, Pollock BH. A video game improves behavioral outcomes in adolescents and young adults with cancer: a randomized trial. *Pediatrics*. 2008;122(2):e305-e17.
 46. Klopfer E, Osterweil S, Salen K. *Moving learning games forward*. Cambridge, MA: The Education Arcade. 2009.
 47. Greenhalgh T. *How to read a paper: The basics of evidence-based medicine*: John Wiley & Sons; 2014.
 48. M. Harden JG, Graham Buckley, IR Hart, R. BEME Guide No. 1: Best evidence medical education. *Medical teacher*. 1999;21(6):553-62.
 49. De Freitas S, Oliver M. How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & education*. 2006;46(3):249-64.
 50. Sawyer B. From cells to cell processors: the integration of health and video games. *IEEE computer graphics and applications*. 2008;28(6).
 51. Girard C, Ecalle J, Magnan A. Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2013;29(3):207-19.
 52. Kirkpatrick D. *Evaluating Training Programs: The Four Levels*. San Fransisco: Berrett. Khoehler Publisher, Inc; 1998.
 53. Mosley C, Dewhurst C, Molloy S, Shaw BN. What is the impact of structured resuscitation training on healthcare practitioners, their clients and the wider
-

- service? A BEME systematic review: BEME Guide No. 20. *Medical teacher*. 2012;34(6):e349-e85.
54. McCoy B. Digital Distractions in the Classroom: Student Classroom Use of Digital Devices for Non-Class Related Purposes *J Media Edu* 2013;4(4):5-14.
55. Murphy C. Why games work and the science of learning. Report [Internet]. 2012. Available from: http://www.goodgamesbydesign.com/Files/WhyGamesWork_TheScienceOfLearning_CMurphy_2011.pdf. .
56. Cook DA, Hamstra SJ, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: systematic review and meta-analysis. *Medical teacher*. 2013;35(1):e867-e98.
57. Greenwood CR, Horton BT, Utley CA. Academic engagement: Current perspectives on research and practice. *School Psychology Review*. 2002;31(3):328.
58. Eichenbaum A, Bavelier D, Green CS. Video games: Play that can do serious good. *American Journal of Play*. 2014;7(1):50.
59. Ludens H. *A Study of the Play Element in Culture*. Trans by RFC Hull(London, 1949). 1955:168.
60. Gatzidis C, Parry K, Kavanagh E, Wilding A, Gibson D, editors. Towards the development of an interactive 3d coach training serious game. *Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009 VS-GAMES'09 Conference in;* 2009: IEEE.
61. Janarthanan V, editor *Serious video games: games for education and health. Information Technology: New Generations (ITNG), 2012 Ninth International Conference on;* 2012: IEEE.
62. Riedel JC, Hauge JB, editors. State of the art of serious games for business and industry. *Concurrent Enterprising (ICE), 2011 17th International Conference on;* 2011: IEEE.
63. Yi HL, editor *Designing serious games to enhance political efficacy and critical thinking disposition for college students: the case of Taiwan. Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), 2011 Third International Conference on;* 2011: IEEE.
64. De Bortoli A, Gaggi O, editors. *PlayWithEyes: A new way to test children eyes. Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2011 IEEE 1st International Conference on;* 2011: IEEE.
65. Liarokapis F, Macan L, Malone G, Rebolledo-Mendez G, De Freitas S, editors. *A pervasive augmented reality serious game. Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009 VS-GAMES'09 Conference in;* 2009: IEEE.
-

66. Stone RJ, Panfilov PB, Shukshunov VE, editors. Evolution of aerospace simulation: From immersive Virtual Reality to serious games. Recent Advances in Space Technologies (RAST), 2011 5th International Conference on; 2011: IEEE.
 67. Zyda M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*. 2005;38(9):25-32.
 68. Zhou F, Duh HB-L, Billinghurst M, editors. Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality; 2008: IEEE Computer Society.
 69. Gamesindustry.BIS. Eurogamer expert, Ltda. Games industry jobs 2018. Available from: <https://www.gamesindustry.biz/>.
 70. Dale E. Audiovisual methods in teaching. third edition. New York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston. Dwyer 1969.
 71. Sprawls P. Evolving models for medical physics education and training: a global perspective. *Biomedical imaging and intervention journal*. 2008;4(1).
 72. Boada I, Rodriguez-Benitez A, Garcia-Gonzalez JM, Olivet J, Carreras V, Sbert M. Using a serious game to complement CPR instruction in a nurse faculty. *Computer methods and programs in biomedicine*. 2015;122(2):282-91.
 73. Creutzfeldt J, Hedman L, Heinrichs L, Youngblood P, Felländer-Tsai L. Cardiopulmonary resuscitation training in high school using avatars in virtual worlds: an international feasibility study. *Journal of medical Internet research*. 2013;15(1).
 74. Creutzfeldt J, Hedman L, Medin C, Heinrichs WL, Felländer-Tsai L. Exploring virtual worlds for scenario-based repeated team training of cardiopulmonary resuscitation in medical students. *Journal of medical Internet research*. 2010;12(3).
 75. Semeraro F, Frisoli A, Loconsole C, Mastronicola N, Stroppa F, Ristagno G, et al. Kids (learn how to) save lives in the school with the serious game Relive. *Resuscitation*. 2017;116:27-32.
 76. de Ruijter PA, Biersteker HA, Biert J, Van Goor H, Tan EC. Retention of first aid and basic life support skills in undergraduate medical students. *Medical education online*. 2014;19(1):24841.
 77. Dankbaar ME, Richters O, Kalkman CJ, Prins G, Ten Cate OT, van Merriënboer JJ, et al. Comparative effectiveness of a serious game and an e-module to support patient safety knowledge and awareness. *BMC medical education*. 2017;17(1):30.
 78. Cook NF, McAloon T, O'Neill P, Beggs R. Impact of a web based interactive simulation game (PULSE) on nursing students' experience and performance in life support training—a pilot study. *Nurse education today*. 2012;32(6):714-20.
-

79. Dankbaar M. Serious games and blended learning; effects on performance and motivation in medical education. *Perspectives on medical education*. 2017;6(1):58-60.
 80. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, Brown SP, Brooks SC, Callaway CW, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Critical care medicine*. 2015;43(4):840-8.
 81. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, Silver A, Venuti M, Tobin J, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014;85(2):182-8.
 82. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 2015;95:81-99.
 83. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al. Part 5: Adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality. *Circulation*. 2015;132(18 suppl 2):S414-S35.
-

ANEXOS

ANEXO 1 - APROVAÇÃO DO SIPESQ E CEP**SIPESQ**

Sistema de Pesquisas da PUCRS



Código SIPESQ: 5864

Porto Alegre, 28 de julho de 2014.

Prezado(a) Pesquisador(a),

A Comissão Científica da FACULDADE DE MEDICINA da PUCRS apreciou e aprovou o Projeto de Pesquisa "Avaliação comparativa de performance entre e-learning e jogos de computador em manobras de parada cardiorespiratória" coordenado por VINICIUS DUVAL DA SILVA. Caso este projeto necessite apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e/ou da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), toda a documentação anexa deve ser idêntica à documentação enviada ao CEP/CEUA, juntamente com o Documento Unificado gerado pelo SIPESQ.

Atenciosamente,

Comissão Científica da FACULDADE DE MEDICINA

Anexo 1 - Aprovação do SIPESQ e CEP

aplicacao.saude.gov.br

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação comparativa de performance entre e-learning e jogos de computador em manobras de parada cardiopulmonar
Pesquisador Responsável: VINICIUS DUVAL DA SILVA
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 59712716.2.0000.5336
Submetido em: 23/10/2016
Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Comprovante de Recepção: PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_663386

- DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- ↳ Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 2
 - ↳ Pendência de Parecer (PO) - Versão 2
 - ↳ Currículo dos Assistentes
 - ↳ Documentos do Projeto
 - ↳ Comprovante de Recepção - Submissão
 - ↳ Declaração de Instituição e Infraestrutura
 - ↳ Declaração de Pesquisadores - Submiss
 - ↳ Folha de Rosto - Submissão 7
 - ↳ Informações Básicas do Projeto - Submis
 - ↳ Orçamento - Submissão 7
 - ↳ Projeto Detalhado / Brochura Investigad
 - ↳ TCLE / Termos de Assentimento / Justific
 - ↳ Apreciação 7 - Pontificia Universidade Católi
 - ↳ Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações

- LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação ↕	Pesquisador Responsável ↕	Versão ↕	Submissão ↕	Modificação ↕	Situação ↕	Exclusiva do Centro Coord. ↕	Ações
PO	VINICIUS DUVAL DA SILVA	2	23/10/2016	12/11/2016	Aprovado	Não	

ANEXO 2 - LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA ATENDIMENTO DE PACIENTE ADULTO. - PROTOCOLO DE ATENDIMENTO EM RCP PARA UM SOCORRISTA*

		Correto Ciclo 01	Correto Ciclo 02
1	Checar por resposta (Balançar os ombros, gritar em voz alta)		
2	Gritar por ajuda - Chamar 192		
3	Checar respiração e pulso (por pelo menos 05 segundos e não mais que 10 segundos)		
	Iniciar manobras de RCP		
4	Colocar mãos corretamente no tórax (2/3 inferior do tórax)		
5	Iniciar primeiro ciclo de compressões <i>Aceitável < 18 segundos para 30 compressões</i>		
6	Compressão adequada Deformar o tórax em 05 cm para pelo menos 23/30 compressões		
7	Permitir completo retorno do tórax antes de uma nova compressão Em pelo menos 23/30 compressões		
8	Minimizar interrupções: Fazer 02 respirações em menos de 10 segundos Opens airway and gives 2 breaths (1 second each)		
9	Fazer segundo ciclo de compressões com a correta posição das mãos <i>Acceptable >23 out of 30 compressions</i>		
10	Gives 2 breaths (1 second each)		

* Baseado no protocolo AHA 2015(American Heart Association).

ANEXO 3 - PRÉ - TESTE / PÓS - TESTE

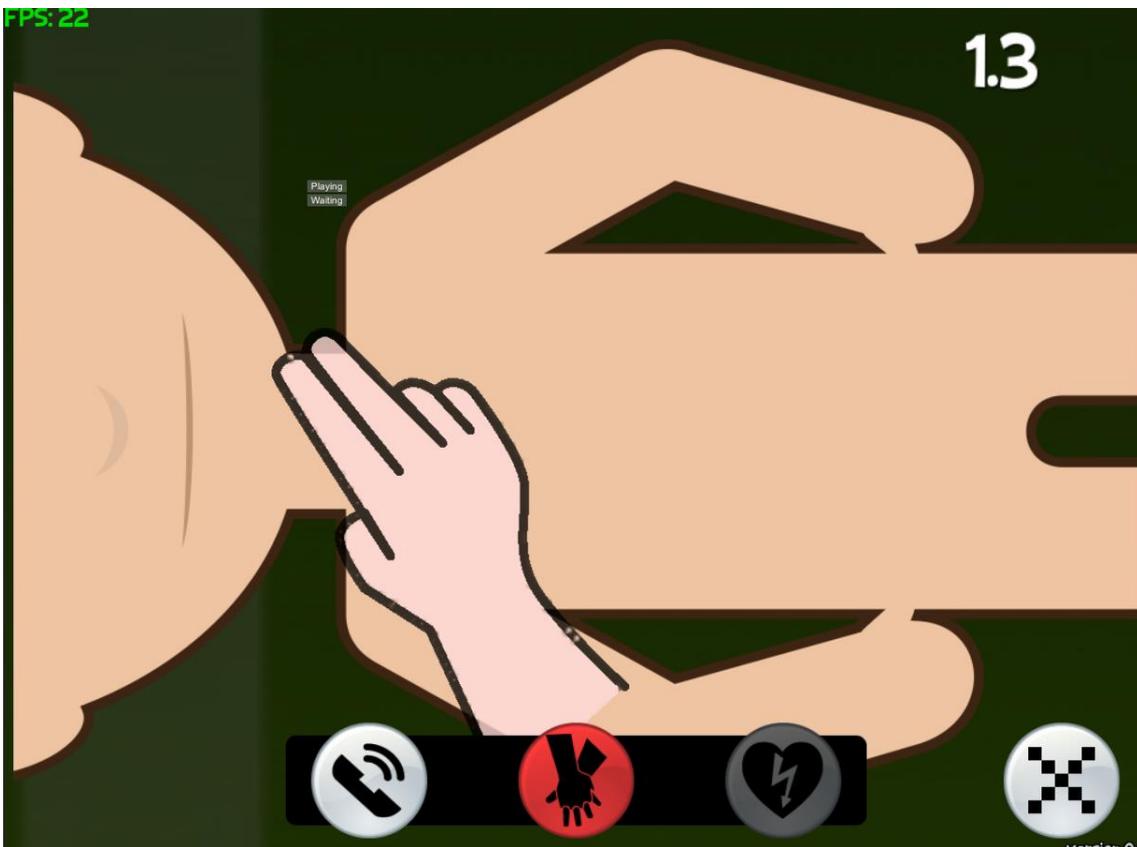
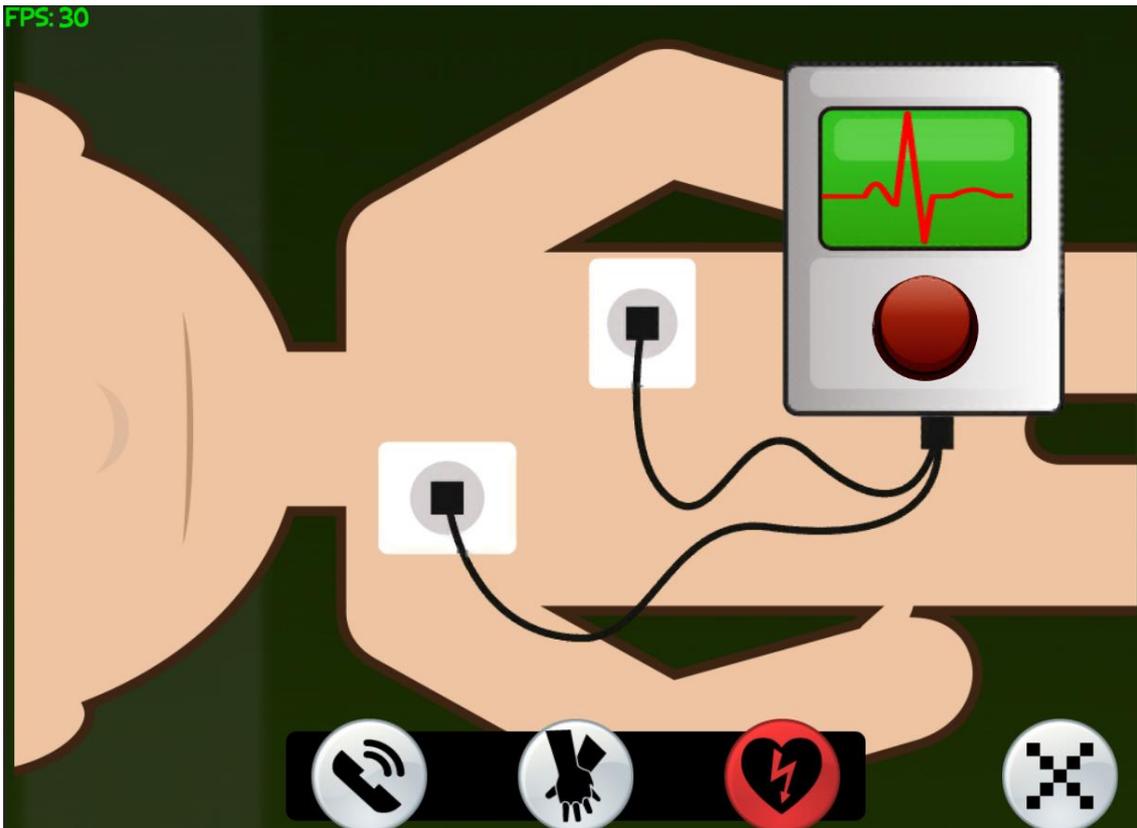
TESTE DE CONHECIMENTO - Ressuscitação cardiopulmonar (RCP)	
<p>1. Das opções abaixo qual o melhor indicador de que uma pessoa está sofrendo uma parada cardíaca?</p> <p>a. Intensa dor no peito b. Intensa dificuldade respiratória c. Pessoa não consegue se manter me pé d. Pessoa não responde ao chamado e não está respirando</p>	<p>6. Quando você faz uma respiração boca a- boca (sopro) qual sinal lhe garante que foi feita corretamente?</p> <p>a. O ar flui facilmente b. Você ouve o som da respiração a cada sopro c. O tórax da pessoa se eleva a cada sopro d. A pessoa fica azulada</p>
<p>2. Encontrando uma pessoa desacordada qual a primeira coisa a ser feita?</p> <p>a. Ligar para 192 b. Chacoalhar os ombros dela e perguntar em voz alta se a pessoa está bem. c. Iniciar choque com desfibrilador d. Fazer dois ciclos de ressuscitação cardiopulmonar e ver se a pessoa responde.</p>	<p>7. Quando você faz uma massagem cardíaca qual sinal lhe garante que foi feita corretamente?</p> <p>a. o tórax deforma em pelo menos 05 cm b. consigo ouvir as costelas quebrando c. os vasos do pescoço ficam saltados d. o paciente tem espasmos.</p>
<p>3. Quando a pessoa não responde e não acorda a estímulo, qual a primeira coisa a ser feita?</p> <p>a. Não fazer nada até a chegada de um desfibrilador. b. Verificar se a pessoa está respirando e com pulso e iniciar as manobras de ressuscitação. c. Ligar para 192 e pedir ajuda d. Colocar uma compressa de gelo na testa do paciente para melhorar sua resposta</p>	<p>8. Sabendo que A = Abertura das vias aéreas, B = Respiração e C = Compressão, qual a sequência correta para realizar as manobras de ressuscitação cardiopulmonar atualmente?</p> <p>a. A - B - C b. C - A - B c. B - A - C. d. C - B - A</p>
<p>4. Quando você ligar para 192 que tipo de informação você deve fornecer?</p> <p>a. Seu nome e localização b. Tipo de emergência c. O número de telefone que você está ligando d. a,b e c</p>	<p>9. Qual o melhor posicionamento das mãos para massagem cardíaca?</p> <p>a. dedos entrelaçados logo abaixo do pescoço b. mãos espalmadas linha dos mamilos c. dedos entrelaçados linha dos mamilos d. mãos espalmadas logo abaixo do pescoço.</p>
<p>5. Quando estiver realizando uma ressuscitação cardiopulmonar que tipo de protocolo você deve seguir?</p> <p>a. 15 compressões para 02 respirações boca-boca, repetir b. 05 compressões para 01 respirações boca-boca, repetir c. 15 compressões para 05 respirações boca-boca, repetir d. 30 compressões para 02 respirações boca-boca, repetir</p>	<p>10. Quando uma pessoa não responde e não acorda a estímulo, qual a pior coisa que você pode fazer?</p> <p>a. Tentar fazer uma ressuscitação cardiopulmonar sem ter certeza como fazer corretamente. b. Usar um desfibrilador sem ter certeza como fazer corretamente. c. Realizar a massagem cardíaca sem fazer a respiração por nojo ou medo de fazer respiração boca-a-boca d. Pedir ajuda e aguardar por alguém mais qualificado e enquanto isso proteger o paciente.</p>

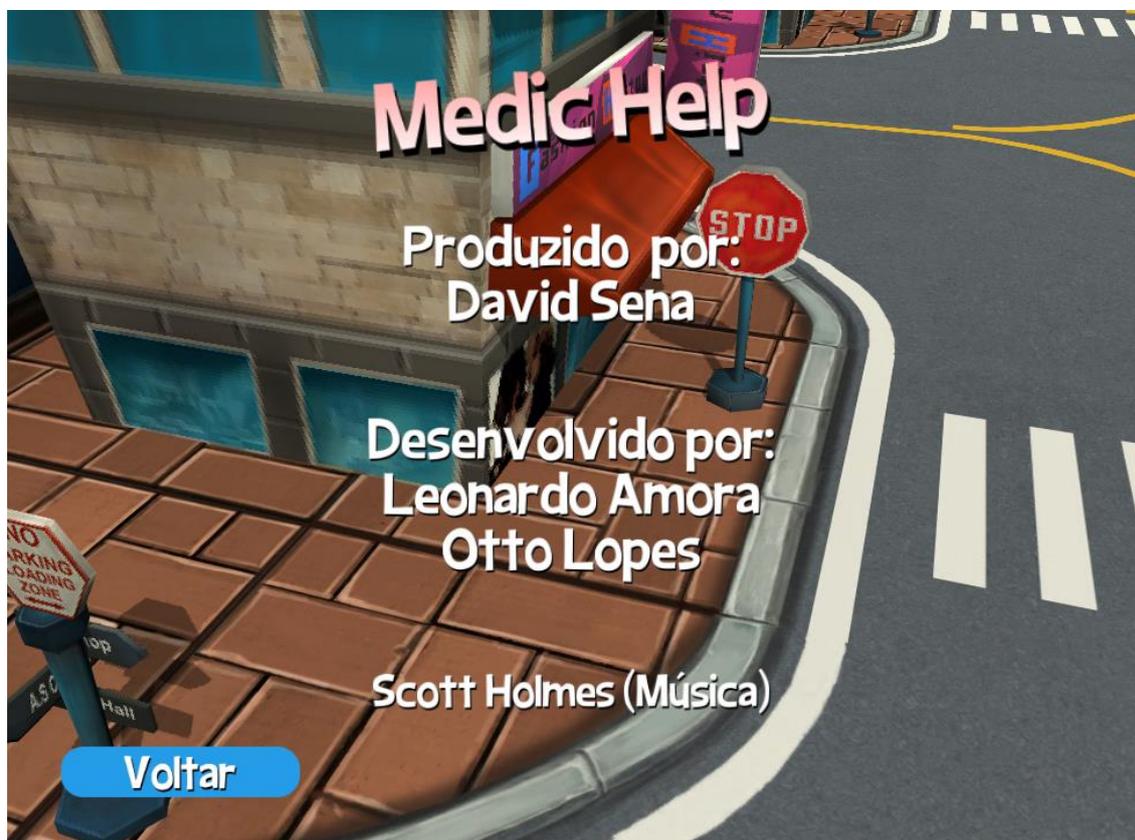
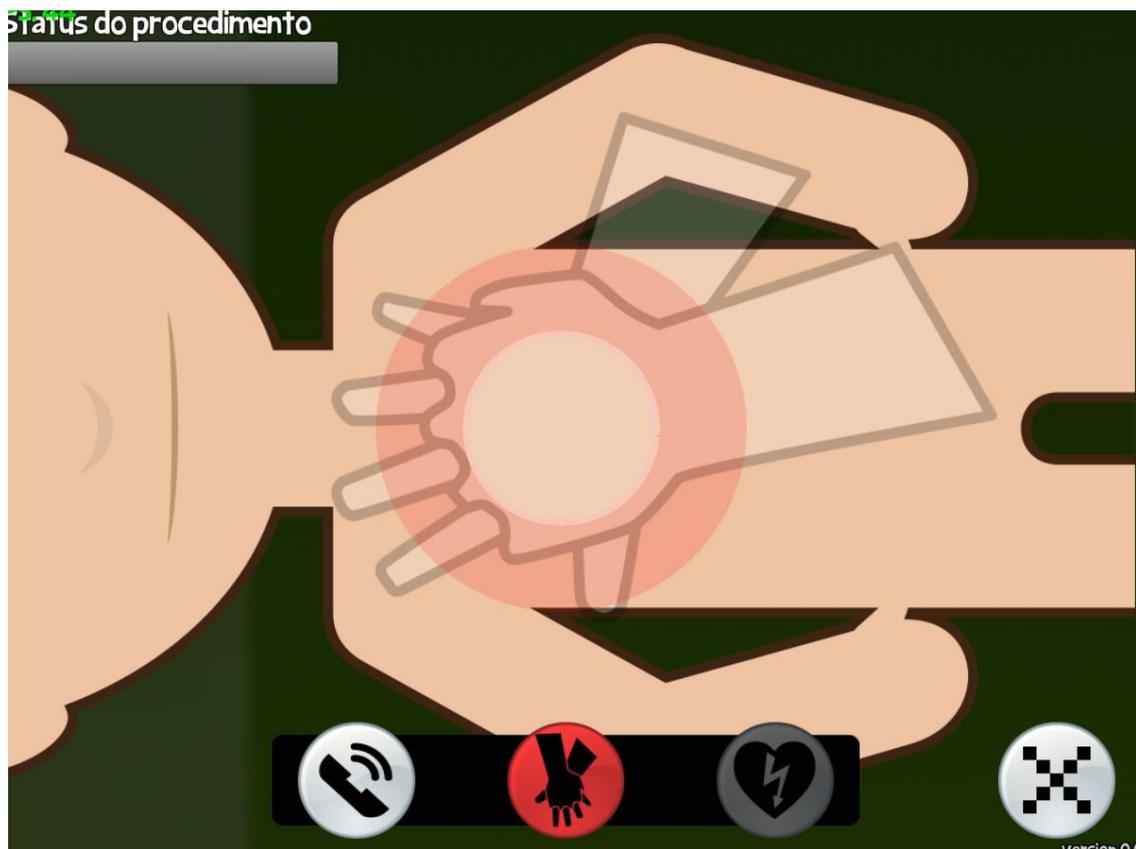
APÊNDICES

APÊNDICE 1 - FIGURAS VIDEO GAME

Apêndice 1 - Figuras Vídeo Game

Apêndice 1 - Figuras Video Game





APÊNDICE 2 - ARTIGO ORIGINAL

Elsevier Editorial System(tm) for
Resuscitation
Manuscript Draft

Manuscript Number:

Title: Comparative evaluation of video-based on-line course versus serious game for training medical students in cardiopulmonary resuscitation: A randomised controlled trial

Article Type: Original paper

Section/Category: Simulation and education

Keywords: Serious games or simulation

Corresponding Author: Dr. David Ponciano de Sena, M.D.

Corresponding Author's Institution:

First Author: David Ponciano de Sena, M.D.

Order of Authors: David Ponciano de Sena, M.D.; Daniela D Fabrício, MSc; Vinicius D da Silva, PhD; Carlos Bodanese, PhD; Alexandre R Franco, PhD

Abstract: Objective: To compare a video-based on-line course and a serious game for training medical students before simulation-based cardiopulmonary resuscitation (CPR) using a manikin.
Methods: Participants were 45 first-year medical students randomly assigned to CPR self-training using either a video-based Apple Keynote presentation (n = 22) or a serious game developed in a 3D learning environment (n = 23) for up to 20 min. Each participant was evaluated on a written, multiple-choice test (theoretical test) and then on a scenario of cardiac arrest (practical test) before and after exposure to the self-learning methods. The primary endpoint was change in theoretical and practical baseline scores during simulated CPR.
Results: Both groups improved scores after exposure. The video group had superior performance in both the theoretical test (7.56±0.21 vs 6.51±0.21 for the game group; p = 0.001) and the practical test (9.67±0.21 vs 8.40±0.21 for the game group; p < 0.001). However, students showed a preference for using games, as suggested by the longer time they remained interested in the method (18.57±0.66 min for the game group vs 7.41±0.43 for the video group; p < 0.001).
Conclusions: The self-training modality using a serious game, after a short period of exposure, resulted in inferior students' performance in both theoretical and practical CPR tests compared to the video-based self-training modality. However, students showed a clear preference for using games rather than videos as a form of self-training.

***Cover Letter**

Dr. Jerry Nolan
Editor-in-Chief
Resuscitation

Dear Dr. Nolan,

We have submitted an article entitled “Comparative evaluation of video-based on-line course versus serious game for training medical students in cardiopulmonary resuscitation: A randomised controlled trial,” which we would like you to consider for publication in *Resuscitation*.

The manuscript has not been submitted to any other journals, and will not be submitted elsewhere while under consideration by *Resuscitation*. If the paper is accepted for publication in the journal, it will not be published elsewhere, either in similar form or verbatim, without permission of the publisher.

All authors declare that they have no conflicts of interest. In addition, all authors have read and approved the manuscript as submitted, are qualified for authorship, believe the submission represents honest work and take full responsibility for the reported findings.

All authors have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Indicated reviewers:

Lynn P. Roppolo
Division of Emergency Medicine, University of Texas Southwestern, Parkland Health and Hospital System, 5323 Harry Hines Blvd., Dallas, TX 75390-8579, USA
lynn.roppolo@UTSouthwestern.edu

CJ Thorne
Department of Critical Care, Heart of England NHS Foundation Trust, Bordesley Green East, Birmingham B9 5SS, UK.
cj.thorne@doctors.org.uk

We look forward to hearing from you regarding the status of our manuscript. In the meantime, please feel free to contact us if you need any additional information.

Sincerely,



David Ponciano de Sena
Rua José Albano Volkmer 340/1101A
91410180 - Porto Alegre, RS
Brazil

*Manuscript

[Click here to view linked References](#)

Comparative evaluation of video-based on-line course *versus* serious game for training medical students in cardiopulmonary resuscitation: A randomised controlled trial

David Ponciano de Sena,¹ Daniela Dias Fabrício,² Vinícius Duval da Silva,³ Carlos Bodanese,⁴ Alexandre Rosa Franco⁵

¹ PhD student, School of Health Sciences, Graduate Program in Health Sciences, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), 90619900, Av. Ipiranga, 6690, Porto Alegre, RS, Brazil.

² MSc, Department of Otolaryngology, PUCRS, 90619900, Av. Ipiranga, 6690, Porto Alegre, RS, Brazil.

³ PhD, Department of Pathological Anatomy, Hospital de Câncer de Barretos, 14784-400, Rua Antenor Duarte Villela, 1331, Barretos, SP, Brazil.

⁴ PhD, Department of Cardiology, PUCRS, 90619900, Av. Ipiranga, 6690, Porto Alegre, RS, Brazil.

⁵ PhD, Brain Institute of Rio Grande do Sul, PUCRS, 90619900, Av. Ipiranga, 6690, Porto Alegre, RS, Brazil.

Corresponding author

David Ponciano de Sena

Rua José Albano Volkmer 340/1101A

91410180 - Porto Alegre, RS

Brazil

dublesena@hotmail.com

Phone: +55-51-33921198

Word count of the paper: 2770

Word count of the abstract: 232

ABSTRACT

Objective: To compare a video-based on-line course and a serious game for training medical students before simulation-based cardiopulmonary resuscitation (CPR) using a manikin.

Methods: Participants were 45 first-year medical students randomly assigned to CPR self-training using either a video-based Apple Keynote presentation (n = 22) or a serious game developed in a 3D learning environment (n = 23) for up to 20 min. Each participant was evaluated on a written, multiple-choice test (theoretical test) and then on a scenario of cardiac arrest (practical test) before and after exposure to the self-learning methods. The primary endpoint was change in theoretical and practical baseline scores during simulated CPR.

Results: Both groups improved scores after exposure. The video group had superior performance in both the theoretical test (7.56 ± 0.21 vs 6.51 ± 0.21 for the game group; $p = 0.001$) and the practical test (9.67 ± 0.21 vs 8.40 ± 0.21 for the game group; $p < 0.001$). However, students showed a preference for using games, as suggested by the longer time they remained interested in the method (18.57 ± 0.66 min for the game group vs 7.41 ± 0.43 for the video group; $p < 0.001$).

Conclusions: The self-training modality using a serious game, after a short period of exposure, resulted in inferior students' performance in both theoretical and practical CPR tests compared to the video-based self-training modality. However, students showed a clear preference for using games rather than videos as a form of self-training.

INTRODUCTION

Cardiac arrest is a leading cause of death in the United States and Europe [1-3]. However, even though it is an extremely serious event, recognising early that a cardiac arrest is occurring and performing cardiopulmonary resuscitation (CPR) can significantly improve the chance of survival [4, 5].

Simulation training is considered essential for learning CPR [6, 7]. Practice on manikins under instructor supervision is known to be the most effective training modality [8, 9]. However, the implementation of face-to-face instructor-led training programs using manikins remains limited by the lack of resources [10, 11]. Studies comparing the performance of students who underwent a traditional instructor-led CPR course *versus* self-directed CPR training, without instructor involvement, showed no significant difference in the quality of CPR manoeuvres between groups [12-14].

Since 2015, the American Heart Association (AHA) has recommended the use of high-fidelity manikins, simulators, feedback devices, and on-line training courses as resources for teaching and learning CPR in continuing education [7, 15, 16]. In this respect, the use of video-based training has shown to be effective in teaching medical content [17-19]. Most video-based CPR courses use a short PowerPoint presentation with step-by-step voice-over narration, which can be easily shared within the network. These on-line CPR courses have been successful in enhancing learning outcomes as well as outcomes of knowledge, skills, and behaviours related to the management of cardiac arrest [20].

Another self-training modality is serious games. The use of serious games allows participants to interact with the system during the simulation while keeping them engaged in the learning process. Several games have been designed and evaluated for CPR training, with satisfactory results [21-25]. In addition, most medical students

believe that smartphones would be a useful addition to their medical education [26, 27]. Currently, all students own a smartphone and already use it in their daily medical practice [28], offering instant access to information and downloadable applications, which can be used for training purposes [29].

Both video-based courses and serious games have been used to pretrain medical students before simulation training, but only one study has compared the effectiveness of these two modalities [30]. However, it remains unclear which of the two options is more efficient and better accepted by students in the process of knowledge acquisition.

The current trial was therefore set up to compare, in first-year medical students, a video-based on-line course *versus* a serious game for CPR training, followed by a simulation-based session on CPR after a short period of exposure, in terms of knowledge acquisition and students' acceptance. We tested the hypothesis that the use a serious game for CPR training would increase the students' post-test CPR performance.

METHODS

A prospective, simulation-based, randomised controlled trial was conducted in the Department of Medical Skills at the Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) School of Medicine in Porto Alegre, southern Brazil.. The study was approved by the Institutional Review Board (IRB number 1818537). This is a manikin study and therefore exempt from registration in a public trials registry.

Participants and randomisation

Participants were first-year medical students from PUCRS School of Medicine who voluntarily participated in the study between August 10, 2016, and June 20, 2017.

Eligible participants were all students aged 18 years or over who had never participated in CPR training or whose last training was more than 5 years prior to the study. Students were invited to participate via e-mail or directly while attending their regular courses. Informed consent was obtained from all individual participants included in the study. Demographic data were collected from all participants at study entry.

For allocation of the participants, a computer-generated random number list (<http://www.randomization.com>) was prepared by an investigator with no involvement in the trial. Participants were randomly assigned, with a 1:1 allocation ratio, to one of two groups for CPR training before a simulation session on CPR: the 'video' group and the 'game' group.

Study design and interventions

The study design is shown in Fig. 1. Before the start of the trial, in order to assess the participants' baseline level, they were evaluated individually for their theoretical knowledge on a written, 10-question, multiple-choice test (theoretical pre-test) and for their practical performance on a 10-min simulated scenario of cardiac arrest using a CPR training manikin (practical pre-test). Then, the participants randomised to the video group watched a video-recorded lecture on the management of adult cardiac arrest, while the participants randomised to the game group played a serious game on the same topic. Both were developed based on the 2015 AHA Guidelines for CPR and Emergency Cardiovascular Care (ECC) [7]. All participants received an Apple iPad 4 and were allowed to watch the video/play the game as many times as they wanted for a total time of 20 min.

The video was developed based on a previously recorded Keynote presentation (version 6.6.2, Apple Inc.) with the addition of voice-over narration of the events. The

video was edited to contain the same information as provided in the serious game, including the step-by-step care of a cardiac arrest victim. Its edited version lasted 3 min and 25 s.

The serious game was developed in a 3D learning environment simulating an urban public space where the player should identify a victim of cardiac arrest and perform CPR manoeuvres to help the victim (Fig. 2). The game was designed to be a CPR self-learning tool for both health professionals and the lay public. The game involved only one rescuer without access to a portable defibrillator. During the game, the player should identify the victim, diagnose cardiac arrest correctly and initiate CPR as early as possible. The actions of the player were guided throughout the game by step-by-step instructions that should be followed to save the victim's life and to score on the game. Whenever the manoeuvres were not performed correctly, the victim died and the game automatically restarted from the beginning.

After exposure to the self-learning methods, participants were reassessed individually for their theoretical knowledge on a written, 10-question, multiple-choice test (theoretical post-test) and for their practical performance by three examiners, blinded to group assignment, who independently rated the participants' actions on a 10-min simulated scenario of cardiac arrest using a CPR training manikin (practical post-test). The 10-item test and checklist for theoretical and practical evaluation, respectively, were adapted from the 2015 AHA Guidelines for CPR and ECC (7).

Description of the simulated scenario

One unique simulated scenario was used for pre-exposure and post-exposure practical evaluation. Students were required to care for a 50-year-old man possibly suffering from cardiac arrest. When the student entered the simulation room, the

manikin (Little Anne™, model 120-01050; Laerdal Medical) was lying on the floor simulating a person lying on the street, unconscious, not responding to stimulation and with no respiratory effort or pulse. The student was alone without access to medical equipment, such as a defibrillator. We chose to reproduce such a scenario, with only one rescuer and no access to medical equipment, because this is the most common scenario in developing countries, such as Brazil, where there is no effective public policy focused on mass CPR training and automated external defibrillators are often not available in public spaces. Participants were expected to recognise the cardiac arrest, call the emergency services, and initiate chest compressions and ventilations as soon as possible for at least two cycles. A 10-min time limit was set for each simulation session.

Data collection and outcomes

The three examiners involved in the rating of participants' actions are duly certified general surgeons with more than 5 years of experience in emergency care. The examiners rated the participants' actions based on the sequence of steps for CPR recommended in the 2015 AHA Guidelines for CPR and ECC [7]. Points were given for actions performed correctly in sequence, and for the effectiveness and quality of chest compressions. The main outcome was the mean performance score of students on each (theoretical and practical) test for each study arm.

For the purposes of this study, a chest compression was considered valid for each compression that produced an audible click indicating proper compression depth (50 mm). The examiner gave 1 point for correct overall performance if compression produced an audible click in 50-75% of well-executed attempts, and 0 (zero) if there was an audible click in <50% of attempts. A video camera (Sony Cyber-shot, model DSC-HX5V, 2010) was used to record the simulated scenarios, and the recordings were

later checked if there was any doubt about the actions of the participants.

Sample size

We planned a study of a continuous response variable from independent control and experimental subjects with 1 control per experimental subject. Expecting a difference between experimental and control means of 1 point in the performance score and assuming a standard deviation (SD) of 1 unit, a sample size of 22 experimental subjects and 22 controls was required to achieve a statistical power of 0.9 at a two-sided significance level (α) of 0.05.

Statistical analysis

Continuous data were expressed as mean and SD. Categorical variables were expressed as counts and percentages. The primary endpoint was change in theoretical and practical baseline scores during simulated CPR. An analysis of covariance (ANCOVA) model was used to compare final scores between groups adjusting for baseline measurements. Differences between groups in time spent in self-directed learning were compared using Student's *t* test. Additionally, all items comprising the score were evaluated as binary variables and compared between groups using Fisher's exact test. A $p < 0.05$ was considered significant. Data were analysed using SPSS, version 22.0.

RESULTS

A total of 45 participants were included in the study and randomly assigned to the video group ($n = 22$) or to the game group ($n = 23$). All participants completed the trial and were included in the data analysis. Most participants were women (62.2%).

The baseline demographic characteristics and theoretical/practical scores were similar in the two groups (Table 1).

The mean performance scores of students on the theoretical and practical tests performed after exposure, for each study arm, are shown in Table 2. The video-based self-learning method was statistically superior to the serious game self-learning method in terms of knowledge acquisition. However, students showed a preference for using games, as suggested by the longer time they remained interested in the method (Table 2).

When students' theoretical knowledge was evaluated in relation to each one of the 10 questions comprising the theoretical post-test, the video group performed better in almost all questions. Only in question #2 ('If you find an unconscious person, what is the first thing to do?'), however, there was a statistically significant difference between the two groups ($p = 0.002$) (Table 3).

In the practical post-test, students in the video group also performed better in most of the 10 items comprising the checklist used by the examiners. However, only item #1 ('Did not check responsiveness') showed a statistically significant difference between the two groups ($p < 0.001$) (Table 4).

DISCUSSION

Although serious games have been advocated as more effective than other self-learning methods [31], our research suggests quite the opposite. We expected the theoretical and practical CPR performance to be higher in the game group, given students' clear preference for using games as observed in this and previous studies [21, 22]. Instead, average CPR performance in the game group was lower than in the video group after a short period of exposure.

Students remained interested in the serious game longer than in the video-based course. Serious games are known to be motivating and strongly engaging for students, stimulating them to study longer; however, their use has not resulted in improved patient safety knowledge and awareness compared to video-recorded lectures [31, 32]. Consistent with these findings, the serious game used in the present study was considerably more engaging for inexperienced medical students than the video-based course, but it did not result in improved performance. This raises an important question as to whether resources should be allocated for the development of self-learning tools that are more engaging for students, such as serious games, or that may be more useful in helping students retain skills, such as video-based online courses.

Providing chest compressions correctly is the most important action in CPR procedures [33, 34]. Although we did not use software-based metrics, as used in previous studies [35, 36], to evaluate the effectiveness of compression in achieving the correct depth of 50 mm, the quality of chest compressions improved in both groups after exposure, as determined by an audible click, despite the 13% rate of incorrectly performed compressions still observed in the game group.

Overall, students in the video group obtained higher scores in all items of the sequence of steps required for the management of cardiac arrest. Both methods included

all stages from recognition to management of cardiac arrest. The video initially provided an overview of the clinical diagnosis and then presented the steps of management, ending with a summary of actions. In the serious game, however, students needed to recognise the cardiac arrest and perform actions without an initial overview of the procedure. Instead, at each stage, players were interrupted by instructions, which could be skipped, allowing them to continue playing in a trial-and-error fashion. Therefore, the lower performance of students in the game group may be attributed to the fact that players gave little attention to the instructions that they had received, thereby playing the game in a more enjoyable way, making attempts without prior planning. We believe that using a brief instructional video as a preparation for the self-training game as well as before decision-making situations may increase knowledge acquisition, although it may conversely decrease the student's interest in playing the game due to breaking game continuity.

Developing serious games is more expensive and time-consuming than using video-based methods. In the present study, the sequence of CPR manoeuvres to be performed when managing cardiac arrest was better acknowledged by students in the video group, although students in the game group were more interested in the method. Therefore, a next step for future trials would be the comparison of self-learning models that combine the advantages of the two methods, which may increase students' performance and interest in the CPR content compared to the use of video or serious game alone.

This study has several limitations. First, the comparison of the two self-learning methods would have benefited from the inclusion of a control group using a traditional self-learning method, such as textbooks, in order to confirm the effectiveness of digital methods over traditional methods [37]. Second, data on later assessment (30

days) after exposure were not presented. We failed to isolate students and prevent them from having access to the correct responses and behaviours during the reassessment period, thus ‘unblinding’ the details of the two study arms. In this respect, it was particularly difficult to prevent students from transferring information about the study, because they were all in the same year and attended the same classes. Third, our results may not be generalised to other settings unless they use the same video and serious game used in our study. That is, despite using the same study design, the use of different videos and games may produce conflicting results. However, readers can gain a better understanding of the features and functions of the video and serious game used in our study by watching a demonstration video available on the internet (<https://www.youtube.com/watch?v=kB7amGKZM4k>). Fourth, this is a single-centre study, which also limits the generalisation of the results. Fifth, because this is a simulation-based study, the performance results may not be generalised to real-life situations. Finally, we did not use special software to evaluate the quality of chest compressions. Instead, the effectiveness and quality of chest compressions were evaluated by direct observation by the examiners. Although examiners were allowed to review the recorded simulation sessions whenever there was any doubt about the actions of the participants, this rating system is known to be less accurate than chest compression software systems.

CONCLUSIONS

The self-training modality using a serious game, after a short period of exposure, resulted in inferior students’ performance in both theoretical and practical CPR tests compared to the video-based self-training modality. However, students showed a clear preference for using games rather than videos as a form of self-training.

Although in both groups students improved their CPR performance scores after exposure, we cannot ensure that, in real-life situations, such performance will be as effective as that of students who have received face-to-face instructor-led training or had access to real-time CPR feedback devices. We believe that these two self-training modalities are useful in helping learners and may be used as an introductory method for CPR training, since they are easily accessible from a smartphone and can be integrated into face-to-face training courses for health professionals and even for lay rescuers.

Financial disclosure: The authors have no financial relationships relevant to this article to disclose.

Conflict of Interest: None.

Data statement

All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

REFERENCES

- [1] Writing Group M, Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2016;133:e38-360.
- [2] Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* 2010;81:1479-87.
- [3] Grasner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation--towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). *Resuscitation* 2011;82:989-94.
- [4] Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, Rosenqvist M, Hollenberg J, Nordberg P, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372:2307-15.
- [5] Ornato JP, Peberdy MA, Reid RD, Feeser VR, Dhindsa HS, Investigators N. Impact of resuscitation system errors on survival from in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2012;83:63-9.
- [6] Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation. *Resuscitation* 2015;95:288-301.
- [7] Bhanji F, Donoghue AJ, Wolff MS, Flores GE, Halamek LP, Berman JM, et al. Part 14: Education: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015;132:S561-73.
- [8] Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med* 2004;79:S70-81.

- [9] Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Wade LD, Feinglass J, et al. Mastery learning of advanced cardiac life support skills by internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *J Gen Intern Med* 2006;21:251-6.
- [10] Cook DA, Brydges R, Zendejas B, Hamstra SJ, Hatala R. Mastery learning for health professionals using technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med* 2013;88:1178-86.
- [11] Doughty CB, Kessler DO, Zuckerbraun NS, Stone KP, Reid JR, Kennedy CS, et al. Simulation in Pediatric Emergency Medicine Fellowships. *Pediatrics* 2015;136:e152-8.
- [12] Roppolo LP, Heymann R, Pepe P, Wagner J, Commons B, Miller R, et al. A randomized controlled trial comparing traditional training in cardiopulmonary resuscitation (CPR) to self-directed CPR learning in first year medical students: The two-person CPR study. *Resuscitation* 2011;82:319-25.
- [13] de Vries W, Schelvis M, Rustemeijer I, Bierens JJ. Self-training in the use of automated external defibrillators: the same results for less money. *Resuscitation* 2008;76:76-82.
- [14] Miotto HC, Camargos FR, Ribeiro CV, Goulart EM, Moreira Mda C. Effects of the use of theoretical versus theoretical-practical training on CPR. *Arq Bras Cardiol* 2010;95:328-31.
- [15] Thorne CJ, Lockey AS, Bullock I, Hampshire S, Begum-Ali S, Perkins GD, et al. E-learning in advanced life support--an evaluation by the Resuscitation Council (UK). *Resuscitation* 2015;90:79-84.
- [16] O'Leary FM, Janson P. Can e-learning improve medical students' knowledge and competence in paediatric cardiopulmonary resuscitation? A prospective before and after study. *Emerg Med Australas* 2010;22:324-9.
- [17] Alam F, Boet S, Piquette D, Lai A, Perkes CP, LeBlanc VR. E-learning

- optimization: the relative and combined effects of mental practice and modeling on enhanced podcast-based learning-a randomized controlled trial. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2016;21:789-802.
- [18] Bhatti I, Jones K, Richardson L, Foreman D, Lund J, Tierney G. E-learning vs lecture: which is the best approach to surgical teaching? *Colorectal Dis* 2011;13:459-62.
- [19] Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of E-learning in medical education. *Acad Med* 2006;81:207-12.
- [20] Tobase L, Peres HHC, Gianotto-Oliveira R, Smith N, Polastri TF, Timerman S. The effects of an online basic life support course on undergraduate nursing students' learning. *Int J Med Educ* 2017;8:309-13.
- [21] Creutzfeldt J, Hedman L, Fellander-Tsai L. Effects of pre-training using serious game technology on CPR performance--an exploratory quasi-experimental transfer study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:79.
- [22] Cook NF, McAloon T, O'Neill P, Beggs R. Impact of a web based interactive simulation game (PULSE) on nursing students' experience and performance in life support training--a pilot study. *Nurse Educ Today* 2012;32:714-20.
- [23] Boada I, Rodriguez-Benitez A, Garcia-Gonzalez JM, Olivet J, Carreras V, Sbert M. Using a serious game to complement CPR instruction in a nurse faculty. *Comput Methods Programs Biomed* 2015;122:282-91.
- [24] Voravika Wattanasoontorn V, Boada I, Sbert M, Olivet J, Juvinyà D. LISSA a serious game to teach CPR and use of AED. *Resuscitation* 2014;85:S72.
- [25] Buttussi F, Pellis T, Cabas Vidani A, Pausler D, Carchietti E, Chittaro L. Evaluation of a 3D serious game for advanced life support retraining. *Int J Med Inform* 2013;82:798-809.
- [26] Subhash TS, Bapurao TS. Perception of medical students for utility of mobile

technology use in medical education

Article View. *Int J Med Public Health* 2015;5:305-11.

[27] Zhang MWB, Ho CSH, Cheok CCS, Ho RCM. Bringing smartphone technology into undergraduate and postgraduate psychiatry. *BJPsych Advances* 2015;21:222-8.

[28] Gavali MY, Khismatrao DS, Gavali YV, Patil KB. Smartphone, the New Learning Aid amongst Medical Students. *J Clin Diagn Res* 2017;11:JC05-JC8.

[29] Nason GJ, Burke MJ, Aslam A, Kelly ME, Akram CM, Giri SK, et al. The use of smartphone applications by urology trainees. *Surgeon* 2015;13:263-6.

[30] Drummond D, Delval P, Abdenouri S, Truchot J, Ceccaldi PF, Plaisance P, et al. Serious game versus online course for pretraining medical students before a simulation-based mastery learning course on cardiopulmonary resuscitation: A randomised controlled study. *Eur J Anaesthesiol* 2017;34:836-44.

[31] Dankbaar ME, Richters O, Kalkman CJ, Prins G, Ten Cate OT, van Merriënboer JJ, et al. Comparative effectiveness of a serious game and an e-module to support patient safety knowledge and awareness. *BMC Med Educ* 2017;17:30.

[32] Dankbaar M. Serious games and blended learning: effects on performance and motivation in medical education. *Perspect Med Educ* 2017;6:58-60.

[33] Idris AH, Guffey D, Pepe PE, Brown SP, Brooks SC, Callaway CW, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2015;43:840-8.

[34] Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, Silver A, Venuti M, Tobin J, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85:182-8.

[35] Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castren M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015: section 2. Adult

basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 2015;95:81-99.

[36] Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al.

Part 5: Adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: 2015

American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2015;132:S414-35.

[37] de Sena DP, Fabricio DD, Lopes MH, da Silva VD. Computer-assisted teaching of skin flap surgery: validation of a mobile platform software for medical students. *PLoS*

One 2013;8:e65833.

LEGENDS TO FIGURES

Fig. 1 Study design.

Fig. 2 Serious game 3D design.

TABLES**Table 1.** Baseline characteristics of the participants

Characteristics	Video group (n = 22)	Game group (n = 23)
Age, years, mean \pm SD	21.6 \pm 2.63	21.9 \pm 2.63
Female, n (%)	13 (59.1)	15 (65.2)
Theoretical pre-test score, mean \pm SD	4.91 \pm 1.93	4.65 \pm 2.19
Practical pre-test score, mean \pm SD	4.74 \pm 2.77	4.91 \pm 2.57

SD, standard deviation.

Table 2. Outcome comparison between the video and game groups

Outcomes	Video group	Game group	Adjusted difference	p
	(n = 22)	(n = 23)	(95% CI)	
Theoretical post-test score*	7.56±0.21	6.51±0.21	1.05 (0.45-1.66)	0.001
Practical post-test score*	9.67±0.21	8.40±0.21	1.27 (0.67-1.87)	<0.001
Time, min†	7.41±0.43	18.57±0.66	- 14.05 (-12.76 to -9.55)	<0.001

Data are presented as mean ± standard error.

* Analysis of covariance (ANCOVA) model adjusted for baseline measurements.

† Student's *t* test.

Table 3. Comparison of correct answers given to individual questions between the video and game groups – Theoretical post-test

Questions	Video group	Game group	p
	(n = 22)	(n = 23)	
1. From the options below, which is the best indicator that a person is having a cardiac arrest?	95.5%	91.3%	>0.999
2. If you find an unconscious person, what is the first thing to do?	81.8%	34.8%	0.002
3. If the person loses consciousness and does not respond to any stimuli, what is the first thing to do?	68.2%	56.5%	0.542
4. When you call emergency services, what kind of information should you provide?	68.2%	73.9%	0.749
5. When performing CPR, what kind of protocol should you follow?	100%	91.3%	0.489
6. While performing mouth-to-mouth ventilations (breaths), which of these signs ensures that the procedure was performed correctly?	77.3%	60.9%	0.337
7. While giving chest compressions, which of these signs ensures that the procedure was performed correctly?	95.5%	78.3%	0.187
8. Considering that A = Airway, B = Breathing, and C = Compression, what is the correct sequence of steps to perform CPR manoeuvres currently?	59.1%	52.2%	0.767

9. What is the best hand position for chest compression?	100%	100%	--
10. If the person does not respond to any stimuli, what is the worst thing to do?	9.1%	13.0%	>0.999

Figure 1
[Click here to download high resolution image](#)

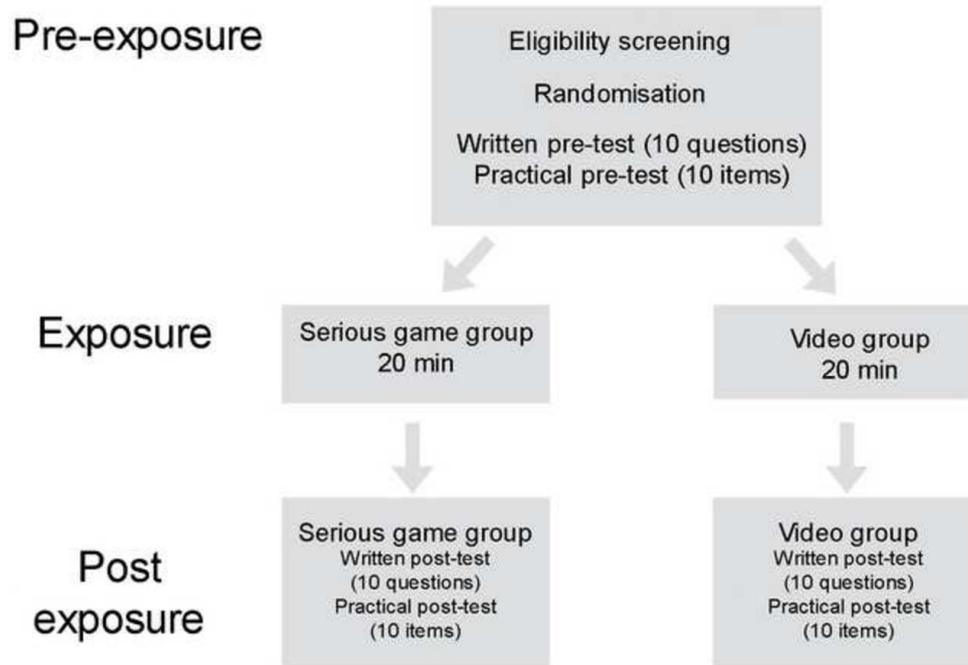
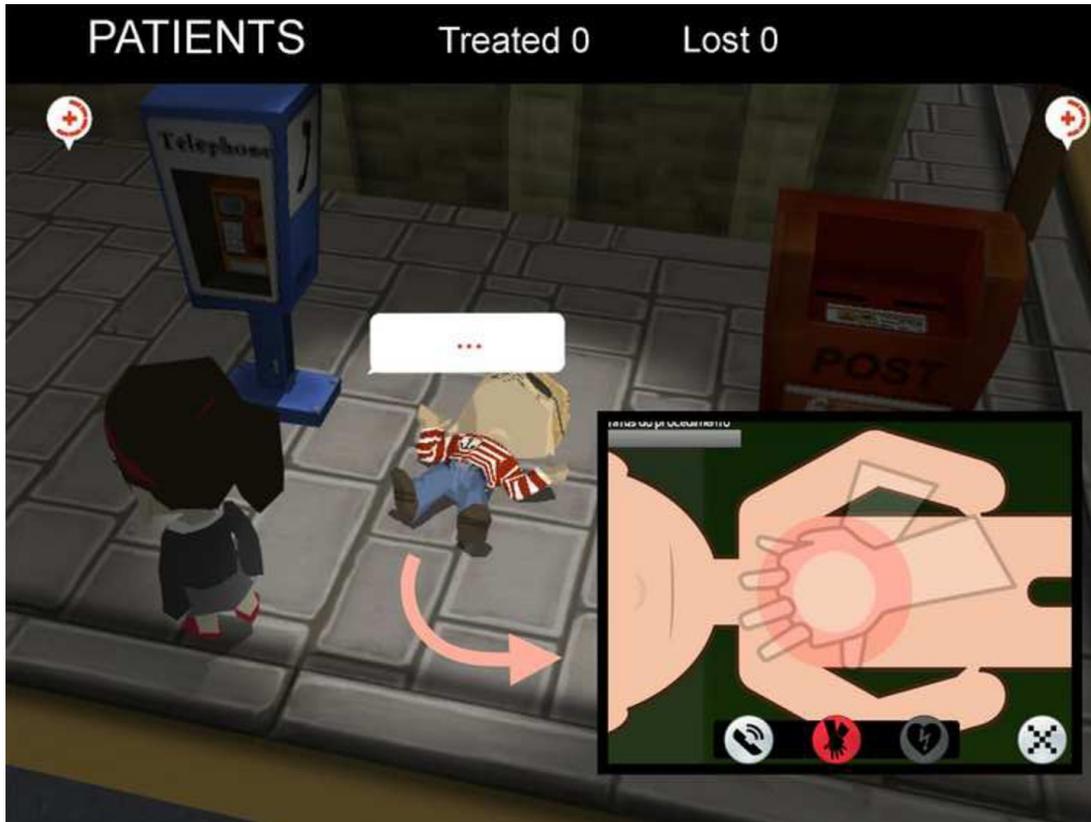


Figure 2
[Click here to download high resolution image](#)



*Conflict of Interest Statement

[Click here to download Conflict of Interest Statement: Conflict of Interest Statement..docx](#)

Conflict of Interest: None.

APÊNDICE 3 - SUBMISSÃO DO ARTIGO ORIGINAL

RESUSCITATION Contact us Help ?  Username: dublesena@hotmail.com
[home](#) | [main menu](#) | [submit paper](#) | [guide for authors](#) | [register](#) | [change details](#) | [log out](#) Switch To: Author | Go to: [My EES Hub](#) Version: EES 2018.2

Submissions Being Processed for Author David Ponciano de Sena, M.D.

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
Action Links		Comparative evaluation of video-based on-line course versus serious game for training medical students in cardiopulmonary resuscitation: A randomised controlled trial	01 Mar 2018	01 Mar 2018	Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

[<< Author Main Menu](#)