



Desenvolvimento de protótipo de reanimação cardiopulmonar para educação em saúde

Development of a cardiopulmonary resuscitation prototype for health education

Desarrollo de un prototipo de reanimación cardiopulmonar para la educación en salud

Alexandre Anselmo da Silva¹ , Gabriela Marcellino de Melo Lanzoni¹ , Leonardo Pereira de Sousa¹ ,
Daniela Couto Carvalho Barra¹ , Daniele Delacanal Lazzari¹ , Keyla Cristiane do Nascimento¹

¹Prefeitura Municipal de Florianópolis, Florianópolis, SC, Brasil; ²Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

RESUMO

Objetivo: desenvolver e validar um protótipo de baixo custo para reanimação cardiopulmonar em adultos, com ênfase nos fluxos arteriais e venosos para fins educacionais. **Método:** trata-se de estudo oriundo de trabalho de conclusão de curso, utilizando abordagem do *design thinking* para elaboração do protótipo, realizado em uma universidade pública federal no sul do Brasil, entre setembro e novembro de 2019. Na validação, participaram 13 indivíduos com expertise em Urgência e Emergência, sendo utilizado um instrumento com escala *Likert*, composto por sete itens sobre aparência e usabilidade. **Resultados:** o protótipo foi idealizado usando um manequim de exposição de roupas como estrutura principal. Além do tórax permitir compressões, uma rede de ductos que simulam os fluxos sanguíneos demonstrou visualmente a circulação sanguínea e a injeção de medicações intravenosas. **Conclusão:** o protótipo possui capacidade de potencializar o processo de ensino-aprendizagem em suporte básico e avançado de vida, especialmente quando sustentado por metodologias ativas. **Descritores:** Educação em Saúde; Simulação; Treinamento por Simulação; Reanimação Cardiopulmonar; Circulação Sanguínea.

ABSTRACT

Objective: to develop and validate a low-cost prototype for cardiopulmonary resuscitation in adults, with an emphasis on arterial and venous flows, for educational purposes. **Method:** this study, which originated from a course conclusion project to develop a prototype using the design-thinking approach, was conducted at a federal public university in southern Brazil between September and November 2019. Thirteen individuals with expertise in emergency care took part in validation, using a Likert scale instrument consisting of seven items on appearance and usability. **Results:** the prototype was designed using a clothing display mannequin as the main structure. Compressions could be performed on the chest, and a network of ducts simulated blood flows visually, demonstrating blood circulation and intravenous medication injections. **Conclusion:** the prototype was able to enhance teaching and learning on basic and advanced life support, especially when supported by active methodologies. **Descriptors:** Health Education; Resuscitation; Simulation Training; Cardiopulmonary Simulation; Blood Circulation.

RESUMEN

Objetivo: desarrollar y validar un prototipo de bajo costo para reanimación cardiopulmonar en adultos, con énfasis en los flujos arteriales y venosos, con fines educativos. **Método:** este estudio, que se originó a partir de un proyecto de conclusión de curso para desarrollar un prototipo utilizando el enfoque de pensamiento de diseño, se realizó en una universidad pública federal en el sur de Brasil entre septiembre y noviembre de 2019. En la validación participaron trece personas con experiencia en atención de emergencias, utilizando un instrumento de escala *Likert* que consta de siete ítems sobre apariencia y usabilidad. **Resultados:** el prototipo se diseñó utilizando un maniquí de exhibición de ropa como estructura principal. Se podían realizar compresiones en el pecho y una red de conductos simulaba visualmente los flujos sanguíneos, lo que demostraba la circulación sanguínea y las inyecciones de medicación intravenosa. **Conclusión:** el prototipo fue capaz de mejorar la enseñanza y el aprendizaje sobre soporte vital básico y avanzado, especialmente cuando fue apoyado por metodologías activas. **Descriptores:** Educación en Salud; Simulación; Entrenamiento Simulado; Reanimación Cardiopulmonar; Circulación Sanguínea.

INTRODUÇÃO

A parada cardiorrespiratória (PCR) é uma condição grave, muitas vezes fatal, e a sobrevivência do paciente está relacionada com um atendimento rápido e qualificado¹. Considerada uma emergência prioritária, ações imediatas devem ser adotadas para evitar a progressão das lesões hipóxico-isquêmicas que causam danos irreversíveis após poucos minutos. Sua identificação é realizada mediante ausência de pulso central palpável, responsividade e movimentos respiratórios².

A reanimação cardiopulmonar (RCP) consiste no principal manejo ao paciente vítima de PCR, ao adotar medidas para manter a perfusão cerebral e miocárdica enquanto as funções cardíacas e pulmonares não se estabelecem, por intermédio da realização de compressões profundas e rápidas no tórax, que simulam a função do coração, além de ventilações, quando realizadas por socorristas treinados e/ou profissionais de saúde³.

Autor correspondente: Leonardo Pereira de Sousa. E-mail: leonard.sousa@hotmail.com
Editora responsável: Helena Maria Scherlowski Leal David.



O atendimento adequado na PCR influencia diretamente no prognóstico do paciente⁴. Conhecimentos básicos de reanimação cardiopulmonar aumentam as chances de sobrevivência, porém, o déficit na formação dos profissionais e a ausência de treinamentos contínuos para os profissionais que atuam na assistência direta, fragiliza a execução tanto do suporte básico, quanto avançado de vida⁵. Como alternativa para superar essas dificuldades encontram-se as atualizações e treinamentos, nos quais a simulação clínica e o uso de simuladores constituem-se em excelentes ferramentas⁶.

Nos cursos de graduação em Enfermagem ou Medicina, a abordagem da RCP normalmente ocorre por meio de aulas teóricas e simulações, com pouca retenção de conhecimentos e habilidades. Essas habilidades após treinamento podem se deteriorar em um período de tempo curto (três a seis meses), caso não sejam utilizadas⁷. A necessidade de repetições e o alto custo das simulações realizadas em laboratórios impelem à busca de alternativas que potencializem esse aprendizado por meio de manequins reproduzíveis, econômicos e reutilizáveis⁸.

Estratégias que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem de profissionais e estudantes da área da saúde acerca das compressões torácicas e administração de medicamentos durante a RCP podem impactar na qualidade da aprendizagem. Estudo demonstra que modelos de treinamento de fácil acesso e baixo custo podem contribuir de maneira significativa nessa ou em outras realidades⁸.

Neste contexto, o desenvolvimento de um protótipo que permita a visualização dos fluxos arteriais e venosos durante as compressões cardíaca na RCP é uma estratégia que permitirá a correlação com a anatomia humana por meio de materiais sintéticos, com potencial para facilitar o aprendizado. Ademais, questiona-se: Como deve ser estruturado um protótipo de baixo custo para fins educacionais de reanimação cardiopulmonar em adultos? O objetivo do presente estudo foi desenvolver e validar um protótipo de baixo custo para reanimação cardiopulmonar em adultos, com ênfase nos fluxos arteriais e venosos para fins educacionais.

MÉTODO

Trata-se de pesquisa aplicada, com a finalidade de solucionar um problema específico e prático, com desenho metodológico de abordagem quali-quantitativo. O estudo foi desenvolvido em uma universidade pública federal no sul do Brasil, entre setembro e novembro de 2019. Destaca-se que muitos são os métodos desenvolvidos no *design* para solução de problemas, porém, o utilizado nesta pesquisa baseou-se em dois autores^{9,10} devidamente adaptados para desenvolvimento de uma tecnologia em saúde, orientado pelas etapas do *Design Thinking* para a realidade do enfermeiro projetista e solucionador de problemas.

O *Design Thinking* é uma metodologia empregada para conduzir pesquisas na área da educação e saúde visa a concepção de soluções centradas naqueles que estão diretamente envolvidos com o processo de ensino-aprendizagem⁹. Para desenvolver o produto do presente estudo, foi utilizado um modelo específico¹⁰ adaptado pelos autores, composto por seis etapas: 1) Intenção do Sentido; 2) Conhecer o Contexto; 3) Conhecer Pessoas; 4) Insights; 5) Explorar Conceitos; e, 6) Soluções. Considerando a relevância de todas as etapas de desenvolvimento do protótipo, o presente estudo deu maior ênfase na descrição das etapas 3, 5 e 6.

Em um primeiro momento, a etapa *Intenção do Sentido* consistiu na imersão preliminar com objetivo de auxiliar na identificação de potenciais oportunidades de inovação e direcionar a pesquisa para exploração sobre o tema, lançando mão nessa primeira etapa das seguintes ferramentas: principais fatos (*key facts*) e busca de patentes.

Já a etapa *Conhecer o Contexto* compreendeu uma imersão profunda no qual foi realizada uma busca plena que se deu a partir de um levantamento de dados realizado por meio de uma revisão de literatura a respeito de temas relacionados ao objeto de estudo.

A etapa *Conhecer Pessoas* incluiu coletar informações sobre o tema com os participantes desta etapa: docentes e estudantes de um curso de graduação em enfermagem e estudantes de um curso de pós-graduação em enfermagem *stricto sensu* de uma universidade da região sul do Brasil. Foram definidos como critério de inclusão: um ano ou mais de vínculo empregatício com o departamento de enfermagem da instituição de ensino, além de possuir vivência/experiência na área de emergência e/ou unidade de terapia intensiva (UTI) para os docentes. Já para os estudantes da graduação de enfermagem, era ter finalizado a disciplina eixo relacionada à UTI e emergência, além de possuir afinidade com a temática, participando dos laboratórios de pesquisa ou ligas acadêmicas. Para estudantes de pós-graduação, da mesma forma, considerou estarem vinculados à instituição por matrícula em curso de mestrado/doutorado em enfermagem e possuir vivência/experiência relacionada à emergência e UTI.

A abordagem inicial aos participantes ocorreu por meio de contato direto ou e-mail. O encontro foi marcado para apresentação da pesquisa, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e realização da entrevista, com duração média de quinze minutos cada. O roteiro de entrevista semiestruturado continha três questionamentos relacionados à PCR, visando identificar elementos relevantes para abordar essa temática em um protótipo de baixo



custo, ações e habilidades que poderiam ser desenvolvidas e ferramentas que poderiam contribuir para realizar a educação em saúde em um protótipo de baixo custo.

As entrevistas foram gravadas em meio digital e transcritas na íntegra e os dados foram analisados segundo a análise de conteúdo¹¹, explorando o conteúdo com técnicas de investigação. Registra-se que a organização dos dados ocorreu por frequência de aparecimento e agrupamentos por similaridade de ideias. Todas foram analisadas e exploradas quanto à viabilidade e relevância para implementação prática. Desta forma, o processo de análise deu origem a quatro categorias: Visual, Similaridade com anatomia e fisiologia humana, Dispositivos de feedback e Manipular o protótipo. Na etapa *Insights* foram integrados os dados obtidos a partir das diferentes fontes de informação, ou seja, revisão de literatura, patentes e entrevistas. Essa etapa foi uma oportunidade para entender as expectativas e necessidades de um protótipo de baixo custo para realizar educação em reanimação cardiopulmonar, com perguntas subjetivas que possibilitaram respostas que trouxeram uma série de ideias. Todas as ideias foram analisadas e exploradas quanto à viabilidade e relevância para efetivação.

Quanto à etapa *Explorar Conceitos*, as ideias relevantes foram levantadas, visando à resolução dos problemas que previamente foram identificados. Muitas alternativas foram vislumbradas, algumas foram consideradas para este momento e outras documentadas para possíveis abordagens futuras.

A etapa *Solução* referiu-se à criação de opções a partir dos conceitos gerados que se encaixam no contexto e atendem às necessidades das pessoas, ou seja, iniciar a elaboração do protótipo e a partir das dificuldades, criar soluções¹⁰. Nesta parte de desenvolvimento do projeto, foram observadas as necessidades de aperfeiçoamento e/ou adaptações, objetivando alcançar funcionalidade satisfatória para o produto final. Tratando-se de um protótipo desenvolvido com baixos custos e de forma artesanal, entende-se que uma adaptação ou outra ainda sejam necessárias, portanto, essa etapa foi fundamental para a sequência e sucesso do projeto.

Várias dificuldades foram encontradas na construção do produto, a principal delas foi a necessidade de identificar uma cola que fixasse as conexões do sistema de ductos de forma adequada. Aqui, foi crucial recorrer ao método⁹ e criar opções, solucionando o problema. Por fim, após a construção do protótipo foi realizada sua avaliação e validação por 13 indivíduos, utilizando-se para isto, uma escala do tipo *Likert* composta de sete itens com cinco posições: concordo fortemente, concordo, concordo parcialmente, discordo e não sei. Complementarmente, a mesma permitiu observações adicionais em espaço específico para acréscimo de comentários e/ou sugestões, sendo autoaplicável, elaborada pelos autores do estudo.

Esta pesquisa é produto de trabalho de conclusão de curso (TCC), na qual seguiu parâmetros legais instituídos pela Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP sob registro CAAE: 09096019.0.0000.0121. Os participantes foram identificados pelas letras P (professores), M (mestrandos) e A (acadêmicos), seguidos pelo número que representa a ordem sequencial das entrevistas.

RESULTADOS

Participaram da avaliação e validação do protótipo 13 pessoas, sendo três docentes enfermeiras, três mestrandos do curso de Pós-graduação em Enfermagem e sete estudantes de graduação em enfermagem.

A partir dos dados obtidos por meio do método *Design Thinking*, idealizou-se um primeiro conceito, que sofreu uma modificação secundária, advinda de um aprofundamento nas necessidades e motivações externadas pelos participantes, descritos na Figura 1. Dessa forma, os depoimentos foram categorizados e sintetizados à luz do método.

Utilizou-se um manequim de fibra de vidro como matriz para o desenvolvimento, o que possibilitou a realização de adaptações estruturais. Para isso, foi realizado um recorte na região torácica e inserção de um sistema de quatro molas adaptadas, fixadas entre duas tábuas e parafusadas com auxílio de fita de alumínio. Para uma melhor adaptação da madeira, a parte recortada do tórax necessitou de preenchimento com espuma expansiva, que auxiliou na fixação.

Após essa etapa, foram confeccionados os sistemas que simularam o fluxo sanguíneo humano. Priorizou-se o uso de dispositivos facilmente encontrados no dia a dia dos profissionais e acadêmicos, tais como: equipos de soro/nutrição parenteral, dânuas, equipo multivias, entre outros. Agregando o sistema ao manequim, notou-se que a pressão interna após injeção líquida com fluxo era superior ao suportável pelo próprio circuito. Esse problema foi solucionado após sucessivos testes com diversos fixadores comerciais.

A disposição da rede sanguínea foi realizada procurando atender os fluxos prioritários em RCP. Essencialmente, reproduziram-se os fluxos das artérias carótidas e veias jugulares, pois são através delas que ocorrem a perfusão cerebral e o retorno venoso. Para a confecção da rede de vasos, foram utilizados quatro equipos de soro simples, um de nutrição enteral (azul), oito dânuas, dois dispositivos de transferência de soluções e um tubo de cola.

Categoria	Comentários participantes
Visual	Em consenso, os participantes relataram a importância de utilizar uma abordagem lúdica e visual no desenvolvimento do protótipo. Expressaram a relevância de visualizar os fluxos durante a realização das compressões e que este mecanismo potencializa o entendimento do processo e proporciona maior segurança para atuação frente às situações de parada cardiopulmonar (P1, P3, M2 e M3). Apontaram como possibilidade a utilização de luzes e cores (P1, P3, M1, A5 e A7). Sugeriu-se ainda o desenvolvimento de um manequim totalmente transparente para possibilitar uma melhor visualização dos fluxos durante as compressões cardíacas (A3). Por fim, o P3 e A2 sugeriram a utilização de materiais transparentes que são utilizados no cotidiano dos profissionais de saúde, tais como sonda de Levine, equipamentos de soro, entre outros.
Similaridade com anatomia e fisiologia humana	Recomendaram a proximidade com a anatomia e fisiologia humana, e que este aspecto potencializa o processo de aprendizado (P1, P2, M1, M3, A2 e A7). Já o P1 trouxe na fala a necessidade do protótipo de apresentar a resistência e profundidade similar às praticadas em uma vítima real de parada cardiorrespiratória. O P2 aponta como possibilidade a utilização de impressão 3D para aproximar ainda mais com a anatomia humana.
Dispositivos de feedback	Dispositivos de feedback (apoio tecnológico) foram vistos como acessórios importantes para auxiliar no processo de ensino pelos, principalmente dispositivos com música que segundo M1 e A3 contribuem para treinar o ritmo e a profundidade das compressões. Os P1, P2, M1, M3, A1, A3, A5, A6 e A7 sugeriram o uso de dispositivos sonoros como opção, o M1 sugeriu ainda a utilização de um dispositivo digital como cronômetro ou algum outro dispositivo sonoro. Os A1 e A6 apontaram a possibilidade do uso de monitores digitais para aproximar o visual do sonoro, potencializando assim o processo de ensino.
Manipular o protótipo	Os P1, P3, M2, M3, A3 e A7 citaram que permitir a manipulação do protótipo é uma questão extremamente importante. Os P1, P2, P3, M3 e A2 propuseram a utilização de materiais que permitam a administração real da medicação, pois observaram uma lacuna na abordagem teórica nesta temática medicamentosa. O P3 inferiu que atualmente o conteúdo teórico é ministrado separadamente da prática, e um dispositivo que proporcionasse a manipulação e a real administração da medicação relacionando o teórico-prático seria de muita a relevância. Finalizando, os P1 e M1 citaram que é fundamental que o dispositivo permita a realização de compressões a uma profundidade de 5 a 6 cm, conforme preconizado na literatura.

FIGURA 1: Descrição sintática dos depoimentos coletados e organizados em categorias. Florianópolis, SC, Brasil, 2019.

Após a definição e fixação da rede vascular, esta foi adaptada a uma bomba propulsora para injeção de fluidos. Logo, foram selecionados alguns dispositivos e testados, todavia, o que mais se adequou ao mecanismo foi um aparelho de aferição de pressão arterial, como demonstrado na Figura 2. A pera foi inserida entre as molas e a braçadeira colocada ao redor de um frasco de soro fisiológico modificado com corante alimentício. Assim sendo, para relacionar o conhecimento teórico-prático, tal artifício necessitava que as compressões fossem efetivas alcançando uma profundidade de cinco a seis centímetros e que permitissem também o retorno total do tórax. Apenas nesta profundidade as madeiras comprimiam a pera, gerando pressão sobre o soro e consequentemente, a ativação do circuito de líquidos.

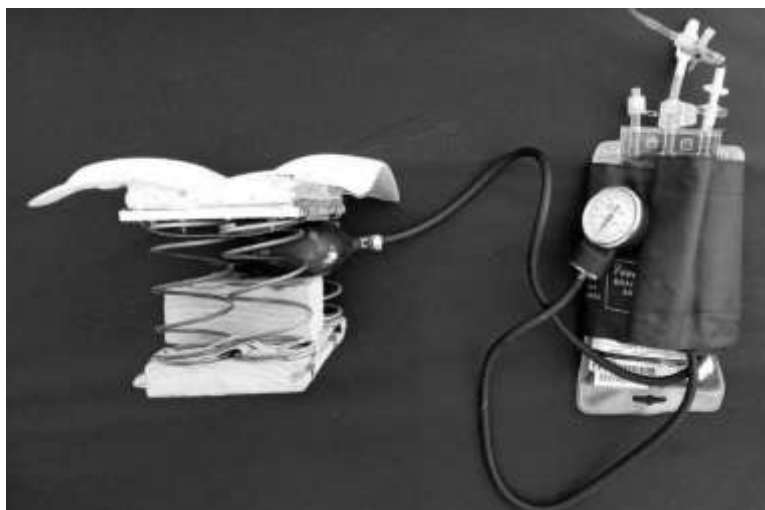


FIGURA 2: Adaptação da pera e sistema de líquidos. Florianópolis, SC, Brasil, 2019

A seguir, ocorreu a inserção de um mecanismo que permitisse a visualização e administração de medicamentos, a realização do *flushing* (administração, sob pressão positiva, de solução salina (soro fisiológico a 0,9%) logo após o término da infusão da medicação) e elevação dos membros superiores. Para atingir esse objetivo, foi utilizada a mesma perspectiva abordada para os fluxos cerebrais, recorrendo a materiais da prática cotidiana. Adaptado a rede de fluxos do membro direito, foi conectado um equipo com injetor lateral, o que possibilitou a administração das medicações. Já o membro superior esquerdo foi ligado ao sistema propulsor, fato que permitiu visualizar a progressão do fluido ao gerar uma pressão de perfusão. Por fim, o protótipo final de baixo custo foi idealizado, de acordo com a Figura 3.

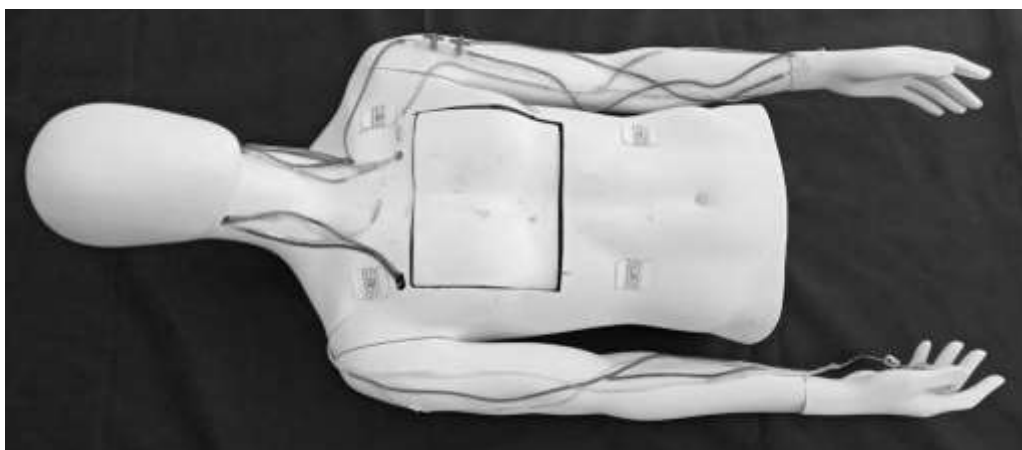


FIGURA 3: Representação final do manequim de baixo custo. Florianópolis, SC, Brasil, 2019

Por fim, cumprindo todas as etapas do referencial metodológico adotado, ocorreu o processo de validação do protótipo, durante os meses de setembro e outubro, nas dependências da universidade em que se desenvolveu a pesquisa, e em ambientes externos por sugestões dos participantes. Os avaliadores que atenderam aos critérios de inclusão do estudo fizeram parte de todas as etapas. A validação foi realizada por meio de um questionário estruturado com perguntas objetivas e com espaço específico para acréscimo de comentários e/ou sugestões.

O teste final teve validação positiva, pois os avaliadores em unanimidade assinalaram o questionário com a opção “concordo fortemente” com relação ao protótipo gerado. Afirmaram que o produto possibilitou a demonstração dos motivos pelos quais se devem minimizar as interrupções das compressões, realizando-as na profundidade adequada, além de possibilitar correlacionar a prática com a importância da pressão de perfusão e da efetividade das compressões torácicas.

A distribuição de custos do protótipo pode ser classificada no preço das matérias-primas, no manequim de fibra de vidro e nos equipos e cola. A matéria-prima não é cara e está prontamente disponível em muitos países. Além disso, o molde de fibra de vidro é simples e barato. Por fim, a fabricação do protótipo não é complicada; não requer muito conhecimento técnico ou equipamentos e/ou instalações tecnologicamente avançados. Além disso, a tecnologia necessária para a produção deste manequim pode ser facilmente transferida para pequenas e médias empresas. No cenário de estudo, o custo do protótipo de RCP de baixo custo foi de cerca de US \$60. Enquanto isso, o custo do produto comercial usado para comparação neste estudo foi de cerca de US \$400.

DISCUSSÃO

O alto custo dos simuladores para treinamento e capacitação de estudantes e profissionais ainda é a principal limitação de seu uso pelas instituições de saúde e universidades¹². O uso de simuladores de baixo custo facilita a aprendizagem, fundamentalmente por apresentarem alta fidelidade anatômica funcional¹³.

A simulação clínica fazendo uso de manequim como ferramenta de ensino é mais uma alternativa para estimular o raciocínio clínico e tem se mostrado muito importante neste contexto, possibilitando correlacionar teoria e prática, devido ao desenvolvimento de habilidades e conhecimentos aos alunos. Além do mais, o ensino nessa modalidade, aguça o desenvolvimento psicomotor dos envolvidos no processo. Assim, a inclusão predominante de apenas um tipo de modalidade de ensino pode ser inadequada na formação profissional^{14,15}.

Neste estudo, desenvolveu-se um manequim de RCP de baixo custo e design simples. Ele fornece respostas de feedback em tempo real por meio da visualização da progressão de fluídos na rede de fluxos quando o aluno realiza compressão torácica com profundidade correta. A rede de fluxos, conectada ao sistema propulsor permite visualizar a progressão do fluido ao gerar uma pressão de perfusão, um design simples que reduz substancialmente o custo da fabricação.



Assim, corroborando com esse estudo, pesquisa irlandesa demonstrou resultados similares. Após a criação de um manequim infantil para treinamento em SBV, notou-se melhoria significativa no atendimento inicial à vítima, proporção correta de compressões torácicas e profundidade, frequência respiratória adequada e acionamento de suporte médico em tempo hábil. Essa intervenção de baixo custo apresentou potencial para ampla aplicação em países desenvolvidos e em desenvolvimento¹⁶⁻¹⁸.

Não foram usados dispositivos eletrônicos no processo de desenvolvimento por se tratar de um conceito de baixo custo, assim, houve limitações nesse sentido. Corrobora com essa perspectiva, estudo brasileiro objetivando a criação de um aplicativo digital de instrução educacional para suporte avançado de vida cardiovascular, demonstrando que formas de tecnologias podem contribuir para melhoria do ensino/aprendizado, ajudando a preencher lacunas na avaliação e gestão de parada cardíaca e acidente vascular cerebral. O uso da tecnologia certamente seria mais uma alternativa e traria incremento ao protótipo, por esta razão os pesquisadores entendem que ferramentas tecnológicas podem ser utilizadas posteriormente, mas para isso ocorrer, seria necessária novas parcerias¹⁹.

A intervenção em RCP foi possível graças ao baixo custo do manequim e a disposição de uma pequena quantidade de tempo dos instrutores no processo de validação, assim, é possível inferir que o uso eficiente do corpo docente é especialmente importante em ambientes educacionais, mesmo que as oportunidades de treinamento sejam limitadas temporalmente. Além de que, as necessidades de aprendizado dos estudantes, como habilidades de comunicação e correção de erros, podem ser tratadas individualmente com feedback imediato sobre o desempenho^{17,19-21}. Para o treinamento regular nas universidades, muitas vezes visto como proibitivamente caro a partir do uso de simuladores de alta fidelidade, a intervenção descrita pode ser realizada pelos educadores motivados em aprimorar a qualidade do ensino.

Os resultados da validação foram positivos e as sugestões dos avaliadores agregam maior qualidade ao protótipo de baixo custo, fortalecendo sua importância e provendo mais informações específicas relacionadas à RCP, tema de relevância, em que se busca aprimorar a qualidade do cuidado ao paciente em parada cardiorrespiratória. A relevância da avaliação pelo público-alvo acerca da qualidade e suficiência do conteúdo das tecnologias educativas em saúde é fundamental²², pois independente da ferramenta que se utilizará, a validação permite verificar a relevância e eficácia da tecnologia.

A compreensão das limitações e potencialidades do protótipo é de suma importância para o enfermeiro projetista, empreendedor e educador. Alternativas para a realização de educação em saúde será sempre necessário, visto o dinamismo das atualizações nos protocolos e recomendações.

CONCLUSÃO

O estudo aborda o desenvolvimento e validação de um protótipo de baixo custo para reanimação cardiopulmonar em adultos, incluindo as etapas iniciais de ideação, desenvolvimento e validação do produto, com ênfase nos fluxos arteriais e venosos para fins educacionais.

Considera-se que o protótipo funcionou como planejado, permitindo visualizar a importância da pressão de perfusão, a profundidade adequada e da efetividade das compressões torácicas. Foi avaliado positivamente como uma ferramenta de ensino, favorecendo a compreensão da importância de realizar compressões efetivas, de minimizar as interrupções das mesmas e de realizar o flush após administração de cada medicação. Acredita-se que, com base neste protótipo de baixo custo, esse conceito possa ser expandido para outros locais de treinamento, como serviços de saúde e instituições de ensino de nível técnico e superior, devido sua abordagem de baixo.

Aponta-se como limitação do estudo, o fato de não haver dispositivos de feedback para o aluno, sendo necessária a supervisão de professor para orientar e fornecer instruções. Além disso, o produto permite a visualização da relação profundidade e compressão, porém não permite o treinamento massivo de compressões. Espera-se que o produto desenvolvido possa ser replicado com auxílio do método utilizado e que seja uma importante ferramenta para formação e capacitação não somente de estudantes e profissionais, como também junto à comunidade, ampliando o conhecimento adquirido junto ao protótipo. Sugere-se um estudo comparativo com um manequim de treinamento padrão, observando a aplicação de profundidade e compressão.

REFERÊNCIAS

1. Vancini-Campanharo CR, Vancini RL, Machado NMC, Lopes MCBT, Okuno MFP, Batista REA, et al. Do not attempt resuscitation orders at the emergency department of a teaching hospital. Einstein (São Paulo). 2017 [cited 2020 may 31]; 15(4):409-14. DOI: <http://doi.org/10.1590/s1679-45082017ao3999>.
2. Oliveira SN, Massaroli A, Martini JG, Rodrigues J. From theory to practice, operating the clinical simulation in nursing teaching. Rev. Bras. Enferm. 2018 [cited 2020 may 31]; 71(4):1791-8. DOI: <http://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0180>.
3. American Heart Association (AHA). Atualização das diretrizes de RCP e ACE. [Internet] 2015 [cited 2020 may 31]; Available from: <https://eccguidelines.heart.org/wp-content/uploads/2015/10/2015-AHA-Guidelines-Highlights-Portuguese.pdf>.



4. Silva RMFL, Silva BAGL, Silva FJM, Amaral CFS. Cardiopulmonary resuscitation of adults with in-hospital cardiac arrest using the utstein style. *Rev. Bras. Ter. Intensiva*. 2016 [cited 2020 may 31]; 28(4):427-35. DOI: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-507X2016000400427&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
5. Moura FS, Carvalho FV, Martins MCC, Vasconcelos GM, Mello PMVC. Knowledge of guidelines for cardiopulmonary resuscitation among brazilian medical students. *Rev. Bras. Educ. Méd*; 2016 [cited 2020 may 31]; 40(1):77-85. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v40n1e01772015>.
6. Zandomenighi RC, Mouro DL, Oliveira CA, Martins EAP. Intensive care in hospital emergency services: challenges for nurses. *REME rev. min. enferm*. 2014 [cited 2020 may 31]; 18(2):404-14. DOI: <http://www.doi.org/10.5935/1415-2762.20140031>.
7. Prêcoma DB, Oliveira GMM, Simão AF, Dutra OP, Coelho OR, Izar MCO, et al. Updated Cardiovascular Prevention Guideline of the Brazilian Society of Cardiology - 2019. *Arq. Bras. Cardiol*. 2019 [cited 2020 may 31]; 113(4):787-891. DOI: <http://www.doi.org/10.5935/abc.20190204>.
8. Silva JP, Pereira JGA, Meska MHG, Mazzo A. Construction and validation of a low-cost simulator for training patients with diabetes mellitus and/or their caregivers in insulin administration. *Esc. Anna Nery*. 2018 [cited 2020 may 31]; 22(3):e20170387. DOI: <http://doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2017-0387>.
9. Brown T. Design thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. 1ª ed. São Paulo: Elsevier; 2010.
10. Kumar V. 101 design methods: A structured approach for driving innovation in your organization. 1ª ed. New Jersey: John Wiley & Sons; 2013.
11. Bardin L. Análise de conteúdo. Tradução de Luis Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70/Livraria Martins Fontes; 1979.
12. Bettega AL, Brunello LFS, Nazar GA, De-Luca GYE, Sarquis LM, Wiederkehr HA, et al. Chest tube simulator: development of low-cost model for training of physicians and medical students. *Rev. Col. Bras. Cir*. 2019 [cited 2020 may 31]; 46(1):e2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/0100-6991e-20192011>.
13. Blewer AL, Putt ME, Becker LB, Riegel BJ, Li J, Leary M, et al. Video-only cardiopulmonary resuscitation education for high-risk families before hospital discharge: a multicenter pragmatic trial. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes*. 2016 [cited 2020 may 31]; 9(6):740-8. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.116.002493>.
14. Suseel A, Panchu P, Abraham SV, Varghese S, George T, Joy L. An analysis of the efficacy of different teaching modalities in imparting adult cardiopulmonary resuscitation skills among first-year medical students: a pilot study. *Indian J. Crit. Care Med*. 2019 [cited 2020 may 31]; 23(11):509-12. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6900883/>.
15. Morais Filho LA, Martini JG, Lazzari DD, Vargas MA, Backes VMS, Farias GM. Strategies used for teaching urgency/emergency in a nursing undergraduate course. *Texto contexto enferm*. 2018 [cited 2020 may 31]; 27(4):e3210016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-07072018003210016>.
16. Berger C, Brinkrolf P, Ertmer C, Becker J, Friederichs H, Wenk M, et al. Combination of problem-based learning with high-fidelity simulation in CPR training improves short and long-term CPR skills: a randomised single blinded trial. *BMC Med. Educ*. 2019 [cited 2020 may 31]; 19(1):180-96. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1626-7>.
17. Tobase L, Peres HHC, Tomazini EAS, Teodoro SV, Ramos MB, Polastri TF. Suporte básico de vida: avaliação da aprendizagem com uso de simulação e dispositivos de feedback imediato. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2017 [cited 2020 may 31]; 25:e2942. DOI: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.1957.2942>.
18. Barry M, Dixon M, Armstrong C, Keane F. The pillow project, infant choking, and basic life support training for prospective parents. *J. Perinat. Neonatal Nurs*. 2019 [cited 2020 may 31]; 33(3):260-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/JPN.0000000000000397>.
19. Coggins AR, Nottingham C, Byth K, Ho KR, Aulia FA, Murphy M, et al. Randomised controlled trial of simulation-based education for mechanical cardiopulmonary resuscitation training. *Emerg. Med. J*. 2019 [cited 2020 may 31]; 36(5):266-72. DOI: <https://doi.org/10.1136/emered-2017-207431>.
20. Naz N, Sayyed A, Dal Sasso GTM, Khanum S, Souza MDL. SavingLife: An educational technology for basic and advanced cardiovascular life support. *Educ. Sci*. 2018 [cited 2020 may 31]; 8(2):78-89. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci8020078>.
21. Douthit NT, McBride CM, Townsley EC. Increasing internal medicine resident confidence in leading inpatient cardiopulmonary resuscitations and improving patient outcomes. *J. Med. Educ. Curric. Dev*. 2020 [cited 2020 may 31]; 2(7):23-34. DOI: <https://doi.org/10.1177/2382120520923716>.
22. Galindo Neto NM, Alexandre ACS, Barros LM, Sá GGM, Carvalho KM, Caetano JA. Creation and validation of an educational video for deaf people about cardiopulmonary resuscitation. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2019 [cited 2020 may 31]; 27:e3130. DOI: <http://doi.org/10.1590/1518-8345.2765.3130>.